أعمال المؤتمر الجغرافي
السادس عشر

"دراسات جغرافية في البيئات الليبية ــ واقع و تحديات"

تنظيم قسم الجغرافيا بكلية الآداب ــ جامعة طبرق
بالتعاون مع الجمعية الجغرافية الليبية
(1 - 2 - 3/مارس/2022م)

المجلد الأول

تحرير

أ.د سميرة محمد العياطي   د. جمعة ارحومة الجالي

د. أميرة أحمـــــد عثمان   د. محمود محمد سليما ن

د. بشير محمد الطيب

مراجعة لغوية:

د.نوارة منصور بلحوق   د.سالم مرجان الدبوس

منشورات

جامعة طبرق

الطبعة الأولى 2022 م

لجـــان المؤتمـــر

اللجنة الرئيسية

د. حسن علي حسن	رئيس الجامعة والرئيس الشرفي للمؤتمر
د. جمعة أرحومة الجالي	رئيـــس المؤتمـــر
أ.د. وليد شعيب ادم	وكيل الجامعة للشؤون العلمية
د. إدريس عبد الصادق رحيل	عميد كلية الآداب
أ.منير هلال لامين	الكاتب العام

اللجنة العلمية للمؤتمر

أ.د. سميرة محمد العياطي	رئيسًا
أ.د. هويدي عبد السلام الريشي	عضـــوًا
أ.د. يوسف محمد زكري	عضـــوًا
أ.د. خالد محمد بن عمور	عضـــوًا
أ.د. الهادي عبد السلام عليوان	عضـــوًا
د.جمعة أرحومة الجالي	عضـــوًا
د. سالم عبد الرسول المهدي	عضـــوًا
د. عبد السلام أحمد الحاج	عضـــوًا

اللجنة التحضيرية للمؤتمر

د. أميرة أحمد عثمان	رئيسًـــا
د. محمود محمد سليمان	عضـــوًا
د. بشير محمد عبد السلام	عضـــوًا
د. زياد عبد العزيز ابريك	عضـــوًا
أ. عادل محمد عمر	عضـــوًا
أ.صلاح إبراهيم موسى	عضـــوًا

منشورات جامعة طبرق

أ.د حسن علي خير الله رئيس جامعة طبرق

أ.د وليد شعيب آدم وكيل الجامعة للشؤون العلمية

د. فوزي عمر الحداد مدير عام إدارة المكتبات والمطبوعات والنشر

اسم الكتاب :

أعمال المؤتمر الجغرافي السادس عشر

دراسات جغرافية في البيئات الليبية – واقع وتحديات

الطبعة الأولى 2022

الايداع : دار الكتب الوطنية بنغازي – ليبيا

الايداع المحلي:

2022 - 255

الترقيم الدولي ISBN:

978-9959-838-12-4

حقوق الطبع والنشر محفوظة

لجامعة طبرق – ليبيا

موقع الجامعة: www.tu.edu.ly

البريد الالكتروني: info@tu.edu.ly

تنفيذ وإشراف

إدارة المكتبات والمطبوعات والنشر

جامعة طبرق

البريد الإلكتروني:

Library.researeh@tu.edu.ly

هاتف: +218.762.4331

فاكس: +218.762.9577

ت	المحتويات	الصفحة
1	كلمة رئيس جامعة طبرق	7
2	كلمة رئيس المؤتمر	8
3	كلمة رئيس اللجنة العلمية	9
4	مراحل التطور الجيومورفولوجي لهضبة البطنان والدفنة من الزمن الثالث حتى الزمن الرابع	11
5	تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي سوق الخميس في منطقة الخمس	32
6	التحليل المورفومتري لحوض وادي زارت دراسة جغرافية بيئية	62
7	الأهمية الاقتصادية للخامات المعدنية في منطقة الجبل الغربي	82
8	مـؤشر الجفـاف العالمـي في شـمال ليبيـا دراسـة تطبيقيـة مقارنـة بـين البيانـات المفتوحـة المصـدر وبيانـات الأرصـاد الجويـة	106
9	علاقة مؤشري تذبذب البحر المتوسط (MOI-1وMOI-2) بالأمطار في شمال ليبيا للمدة (1960-2000م)	130
10	اتجـاه التغـيرات المناخيـة لأمطـار السـاحل الليبـي - دراسـة في الجغرافيـة المناخيـة	152
11	التغير في مستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في شمال شرق ليبيا للمدة (1958ـ 2019م)	176
12	مـؤشرات التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان بمدينـة سرت خـلال المـدة (2000 ـ 2019م) دراسـة في المنـاخ التطبيقـي	199
13	تأثير المُناخ على الموازنة المائية في شمال شرق ليبيا	212
14	مستويات الهبوط بآبار منظومة الحساونة- سهل الجفارة خلال المدة (1996ـ 2018م)	229
15	أثر الخصائص الليثولوجية على نضوب عدد من آبار المياه الجوفية بمنطقة ترهونة	250
16	التمثيل الخرائطي لشبكة مياه الشرب في مدينة طبرق سنة 2021م	272
17	بعض خصائص المناخ والتربة وأثرهما على الغطاء النباتي في منطقة للوه بالأصابعة ـ ليبيا	288
18	تقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية في تربة أشجار الطلح بأحد أودية وادي الشاطئ ـ جنوب ليبيا	303

الصفحة	المحتويات	ت
321	دراسة لحصر الأنواع النباتية الدخيلة بمنطقة توكرة ـ ليبيا	19
338	تغير استخدام الأرض وأثره على الغطاء النباتي بالمنطقة الممتدّة من وادي الرمل إلى وادي قريم خلال المدّة (1972 إلى 2018م)	20
362	التوسع الزراعي وأثره على تراجع مساحة النبات الطبيعي بالجزء الجنوبي الغربي من الجبل الأخضر	21
378	تأثير التلوث بجسيمات غبار الإسمنت على أوراق الزيتون في ليبيا	22
1	The Environmental Pollution of Ground Water by Sanitation: A Case Study of Benghazi, Al Marj And Soluq Cities, NE Libya	23

بسم الله الرحمن الرحيم

وبه نستعين والصلاة والسلام على خير المرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين ، وبعد :

لقد سعت جامعة طبرق بشكل دؤوب ومستمر إلى أن تخطو للأمام خطواتها نحو التميز والتقدم والارتقاء العلمي، فسعت بجد لتطوير أدواتها ووسائلها لتجويد العملية العلمية والأكاديمية وتحسينها على الدوام وبشكل مستدام.

فكانت الجهود متجهة نحو ضمان جودة جميع البرامج الأكاديمية، والخطط العلمية والتربوية، وصولاً لتحقيق أعلى معدلات الجودة المعتمدة. ومن هنا، قررنا أن تتظافر كل الجهود للاهتمام بجميع مكونات العملية التعليمية، سعياً لتنمية الوعي الأكاديمي ورفد الجامعة بكل ما يعود عليها بالنفع والتطوير.

ومن هنا كان الاهتمام بعقد المؤتمرات العلمية ورعايتها في جميع الكليات والأقسام.

فتم في فترة وجيزة تنظيم أكثر من عشر مؤتمرات علمية دولية، والكثير من الفعاليات والندوات واللقاءات المحلية والدولية، حظيت كلها بنجاح كبير، تمثل في إشادات عديدة متواصلة رسمية وغير رسمية، نوهت بالجهود الكبيرة التي بذلتها الجامعة في هذا السبيل. وتزامناً مع الجهود المبذولة في إثراء مكتبات الجامعة بأحدث الكتب والمصادر والمراجع، يتم التركيز كذلك على إتاحة الوصول إلى قواعد البيانات والمعلومات الدولية من خلال إنشاء المكتبة الالكترونية بالجامعة لتكون نافذة مفتوحة أمام الباحثين كافة وأعضاء هيئة التدريس والطلاب. ويأتي اهتمامنا بطباعة كتب المؤتمرات العلمية التي انعقدت في جامعتنا في هذا السياق، إشاعة للفائدة المرجوة من نشر بحوث هذه المؤتمرات وتوزيعها، وتوثيقاً لها وحفظاً للجهود التي بذلت في سبيل إنجاحها وإبرازها. فالله أسأل العون والتوفيق والسداد والنجاح، والحمد لله رب العالمين.

أ د . حسن علي حسن خيرالله
رئيس جامعة طبرق

كلمة رئيس المؤتمر

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين وعلى اله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين

السيد رئيس جامعة طبرق

السيد رئيس الجمعية الجغرافية الليبية

السيد وكيل الشؤون العلمية بجامعة طبرق

السيد رئيس اللجنة العلمية

السادة عميد كلية الآداب

السادة والسيدات الضيوف والحضور الكرام

أحييكم بتحية الإسلام السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

باسمي وباسم كل اللجان التنظيمية المشرفة على هذا المحفل العلمي الكبير، نرحب بكم ضيوفنا الكرام أجمل ترحيب ونقول لكم حللتم في مدينة طبرق أهلًا ونزلتم بها سهلًا، فأهلا ببريق حضوركم الماسي، بكل الود نستقبل موكب قدومكم الرائع ، بكل عناوين المحبة والإخاء وفرحا بهذا الحضور المهيب تتسابق كلماتي لتفرش لكم سطور الترحيب وتتهادى تعابير الفرح لتنثر أريج الحب والإخاء لكم.

سعيًا من جامعة طبرق من خلال دعمها المستمر للملتقيات والمؤتمرات العلمية، وتشجيعًا منها للرؤى والأفكار الفكرية والعلمية والثقافية للارتقاء بالمستوى الأكاديمي للجامعة ومواكبة التطورات العلمية، والذي يعد الهدف الأسمى لها؛ ينعقد هذه الأيام المؤتمر الجغرافي السادس عشر تحت شعار "دراسات جغرافية في البيئات الليبية:واقع وتحديات" والذي ينظمه قسم الجغرافيا في كلية الآداب جامعة طبرق وبالتعاون مع الجمعية الجغرافية الليبية (بيت الخبرة الجغرافي).

يأتي هذا المؤتمر في ثلاث محاور رئيسية تتمثل في دراسة الظواهر والتغيرات الطبيعية، والظواهر والتغيرات البشرية، وأخيرًا هوية الجغرافية ومكانتها بين العلوم الأخرى، ويهدف إلى ما يلي:

- إبراز الإمكانات الإستراتيجية والطبيعية والبشرية لليبيا وكيفية الاستفادة منها.
- البحث في أهم الظواهر والتغيرات البيئية في ليبيا وسبل معالجتها.
- إثراء المكتبة الجغرافية بقاعدة من البيانات من شأنها أن تفيد صناع القرار في عمليات التخطيط والتنمية.
- إبراز دور الجغرافيين وعلم الجغرافيا في حل المشاكل البيئية التي تعاني منها ليبيا.

السادة والسيدات

يعد هذا المحفل العلمي شرفًا عظيمًا تكفلت به جامعة طبرق، الذي يشارك فيه مجموعة كبيرة من ذوي التخصصات الجغرافية المختلفة من جل الجامعات الليبية بالإضافة إلى مشاركة من دولة العراق الشقيقة، حيث سيقدمون في هذا المحفل العلمي دراسات في مختلف حقول الجغرافية وفي مختلف البيئات الليبية والتي حتمًا ستكون من أهم المصادر التي سيعتمد عليها الباحثون مستقبلًا، من خلال أقلامكم الفياضة المبدعة سنرى أروع الأبحاث العلمية وأدقها بأذن الله، والتي من خلالها سيخرج هذا المؤتمر بعدة توصيات من واقع العمل الجغرافي الميداني التطبيقي والتي نأمل أن تؤخذ بعين الاعتبار لدى صناع القرار في الدولة الليبية.

وأخيرًا وتطبيقًا لقول الرسول صلى الله عليه وسلم "من لا يشكر الناس لا يشكر الله" فإننا نتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان ودون استثناء لكل من أسهم في إخراج هذا الملتقى العلمي إلى حيز الوجود الذي نسأل الله تعالى أن يوفقنا جميعًا فيه خدمةً للوطن، وأن يجعل هذا العمل خالصا لوجهه الكريم.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

د.جمعة أرحومة جمعة الجالي

رئيس المؤتمر الجغرافي السادس عشر

جامعة طبرق 1مارس2022م

كلمة رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين

صلى عليك الله ياعلم الهدى ما طار طير في السماء وغردا
يا من بهديك قد أضأت دروبنا وأتيت بالدين الحنيف موحدا
لولاك ما شمس الهداية أشرقت والظلم ما ولى وقد ملأ المدى

اللهم صل وسلم وبارك على نبينا محمد وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين وبعد

أيها السادة والسيدات:

د. حسن علي حسن	**رئيس جامعة طبرق**
أ.د. وليد شعيب	**وكيل الجامعة للشؤون العلمية**
د. جمعة ارحومه الجالي	**رئيس المؤتمر**
أ. منير هلال	**الكاتب العام للجامعة**
د. أميرة احمد عثمان	**رئيس اللجنة التحضيرية**
د. ادريس الصادق	**عميد كلية الآداب**
أ. عادل شنفير	**رئيس قسم الجغرافيا وعضو اللجنة التحضيرية**

السيد الأستاذ عضو مجلس بلدية طبرق

الإخوة والأخوات المشاركين ببحوث و الحضور الكريم

نرحب بكم بيننا في هذا المحفل العلمي، ونتمنى أن نكون عند حسن ظن الثقة التي منحتنا إياها هذه الجامعة الموقرة.

يسرنا نحن اللجنة العلمية للمؤتمر الجغرافي السادس عشر أن نتقدم بخالص الشكر والتقدير والعرفان إلى جامعة طبرق وعلى رأسها السيد المحترم رئيس الجامعة والقائمين عليها جميعهم دونما استثناء على استضافتهم لهذا المؤتمر وتواصلهم الدائم مع لجانه لتذليل الصعاب أمامهم، وإلى الإخوة الزملاء الأساتذة بقسم الجغرافيا الذين كانوا حريصين على استضافة هذا المؤتمر وعلى رأسهم رئيس القسم ما قبل السابق السيد الفاضل أ. عادل أدريس فتح الله الخالدي والذي أكمل بعده مسيرة النضال السيدان الفاضلان د. جمعة أرحومة الجالي و أ. عادل شنفير، ولا ننسى الدور الذي قامت به الجمعية الجغرافية الليبية وعلى رأسهم السيد نائب رئيس الجمعية أ.د. مفتاح دخيل من تعديلات قيمة على محاور المؤتمر وشعاره.

السادة الأفاضل السيدات الفضليات

وها نحن نلتقي بتوفيق من الله لجنى ثمار ثمانية أشهر من العمل الدوؤب والمتواصل في فعاليات المؤتمر الجغرافي السادس عشر برعاية وإشراف قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة طبرق وبالتعاون مع الجمعية الجغرافية الليبية تحت شعار : (دراسات جغرافية في البيئات الليبية واقع وتحديات) متضمناً ثلاثة محاور:

المحور الأول واشتمل على الدراسات الخاصة بالظواهر والتغيرات الطبيعية.

المحور الثاني وضم البحوث المتعلقة بالظواهر والتغيرات البشرية.

أما المحور الثالث فقد خصص لموضوع في غاية الأهمية للجغرافيين جميعاً آلا وهو الهوية الجغرافية ومكانة الجغرافيا بين العلوم، ودور الجغرافيين في تطور هذا العلم وإبراز مساهمته في مجال التخطيط والتنمية المستدامة.

ولقد ميزت جلسة هذا المحور بالجمع بين مداخلات من الرعيل الأول والثاني من الجغرافيين للاستفادة من خبراتهم العلمية في هذا المجال، والجيل الجديد الذي نفتخر به جميعاً كونه امتداد لنا .

السادة والسيدات الكرام

فمنذ الإعلان عن هذا المؤتمر على صفحتي المؤتمر الجغرافي السادس عشر والجمعية الجغرافية الليبية الرسميتين بتاريخ 16 يونيو 2021 تم التنسيق والتواصل مع الإخوة الزملاء أعضاء اللجنة العلمية للاستعداد للبدء في العمل الرسمي للجنة العلمية ولقد أبدى أعضاؤها استعدادهم التام بالتعاون كفريق عمل واحد، ووصلت أولى المشاركات عبر البريد الإلكتروني الخاص بالمؤتمر (geoconftobruk@gmail.com) بتاريخ 18 يونيو 2021 أي بعد يومين من تاريخ الإعلان عنه، وتم البدء في عرضها على أعضاء اللجنة العلمية، وقد حرصت اللجنة العلمية على انتقاء الملخصات بشكل علمي لتخرج أفضلها للعرض النهائي في المؤتمر بعد اكتمالها.

وفي نهاية آخر موعد لقبول ملخصات البحوث والمعلن عنه وفق ما جاء بمطوية المؤتمر قفل باب القبول يوم الأحد بتاريخ 15 أغسطس2021 لانتهاء المدة المحددة لها، وتم حينها استلام عدد (ثلاث وتسعين) ملخصاً، تم قبول عدد (ثلاث وسبعين) ملخصاً منها. أما المرحلة الثانية من عمل اللجنة العلمية فتمثلت في استقبال البحوث الكاملة للسادة المشاركين فتم استلام عدد (58) بحثاً كاملاً من واقع (73) ملخصاً مقبولاً، وقفل باب القبول بتاريخ 30 ديسمبر 2021، وتمت إحالة البحوث للمراجعة العلمية والمنهجية، وتم قبول عدد (40) بحثاً، ورفض عدد (14) بحثًا، أما عدد (4) بحوث فلم يرسل أصحابها تعديلاتهم لأسباب لا نعلمها.

إن ما تجدر الإشارة إليه أن اللجنة العلمية وأمام هذا الزخم الكبير من البحوث تتقدم بجزيل الشكر لكل من قام بالتقييم العلمي لهذه البحوث من الأساتذة الأجلاء والبالغ عددهم نحو (56) أستاذاً من مختلف جامعات ليبيا الحبيبة، فلهم مني كل التقدير والاحترام على هذا المجهود المتميز، ولا يفوتني اليوم إخطاركم بأن اللجنة العلمية للمؤتمر قد استقبلت عبر البريد الإلكتروني للمؤتمر عدد (598) مراسلة وفي المقابل أرسلت عدد (698) مراسلة للسادة الأساتذة المشاركين.

أما عن المنهجية التي اتبعتها اللجنة العلمية في انتقاء البحوث العلمية الرصينة نحب أن ننوه بأن كل بحث وصل إلينا قمنا بإرساله إلى عدد اثنين من المقيمين لضمان الموضوعية والشفافية وفي تخصص موضوع البحث، فقد قام بالتقييم عدد من الأساتذة الجغرافيين الأجلاء والقامات العلمية الذين أرفع لهم القبعة اليوم لمجهوداتهم وتفانيهم معنا في إظهار بحوث هذا المؤتمر بالمستوى المطلوب، خاصة وأنهم قد قاموا بالتقييم والمراجعة لكل بحث وقد أعيدت بعض البحوث لهم لأكثر من ثلاث مرات بهدف التأكد من قيام الباحث بإجراء التعديلات المطلوبة وضمان جودته، ونرجو أن تؤخذ نتائج وتوصيات هذه البحوث القيمة بعين الاعتبار وأن يتم تحويلها لمنهاج عمل لصالح بلادنا الحبيبة ليبيا لتطبيق الهدف العملي منها خاصة وان جل المواضيع التي تم اختيارها من قبل السادة الأساتذة المشاركين تمس جغرافية ليبيا الطبيعية والبشرية.

السادة والسيدات الحضور والمشاركين

لا يفوتنا في ختام هذه الكلمة أن نترحم على أرواح كل الأساتذة الأفاضل الجغرافيين من كانوا بالأمس معنا ووافتهم المنية وكانت مشاركاتهم ومداخلاتهم العلمية السابقة نبراساً يضيء الطريق أمامنا للاستمرار على نهجهم العلمي، وندعو الله أن يتقبلهم جميعاً بواسع رحمته ويجمعنا معهم في جنات الفردوس،

وفي الوقت نفسه ندعو الله بالرحمة والمغفرة الواسعة لمن غيبها الموت بسبب وباء العصر (كورونا) عن حضور جلسات هذا المؤتمر المشاركة الدكتورة فوزية عمارة عبد الله بلق من قسم الجغرافيا /كلية الآداب الجميل / جامعة صبراتة ويجازيها الله خير الجزاء على بحثها العلمي في هذا المؤتمر.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أ.د. سميرة محمد العياطي
رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

مراحل التطور الجيومورفولوجي لهضبة البطنان والدفنة من الزمن الثالث حتى الزمن الرابع الحديث

د. محمود علي المبروك صالح
أستاذ مشارك بكلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة - جامعة طبرق.

ملخــص

مـرّت هضبـة البطنــان والدفنـة بمراحــل تطويريـة عــبر الأزمنــة الجيولوجيــة، وقــد انعكــس هــذا التطــور عــلى الأشــكال الجيومورفولوجيــة بالهضبــة، وكان للحــركات التكتونيــة التــي امتــدت مــن الزمــن الثالــث (مــن الكريتــاوي العلــوي إلى الميوســين) حتــى الزمــن الرابــع الحديــث، مــن خــلال عمليــات الرفــع والخفــض ومــا صاحبهــا مــن تغــيرات مناخيــة، أدت إلى نشــأة العديــد مــن الأشــكال الجيومورفولوجيــة.

تنتمــي أقــدم التكوينــات الجيولوجيــة التــي تنكشــف عــلى ســطح هضبــة البطنــان والدفنــة إلى الزمــن الثالــث مــن الكريتــاوي إلى الميوســين. كمــا غطــت تكوينــات الزمــن الرابــع مســاحات شاســعة وتمثلــت في: صخــور الكالكارنيــت، والرواســب المائيــة والهوائيــة، ورواســب الســبخات، والكثبــان الرمليــة الســاحلية، كمــا أوضحــت دراســة التراكيــب الجيولوجيــة بســاطة التركيــب البنيــوي للهضبــة الــذي تمثــل في الصــدوع العاديــة التــي ترجــع إلى عــصر الميوســين وتأخــذ اتجاهــات مابــين شرق غــرب، و شــمال غربــ وجنــوب شرق، وتمتــد متوازيــة مــع امتــداد خــط الســاحل، وأن طبقاتهــا الصخريــة تميــل ميــلا خفيفــا ناحيــة الشــمال.

الكلمات المفتاحية :
التطور الجيومورفولوجي، هضبة البطنان والدفنة، الزمن الثالث والزمن الرابع.

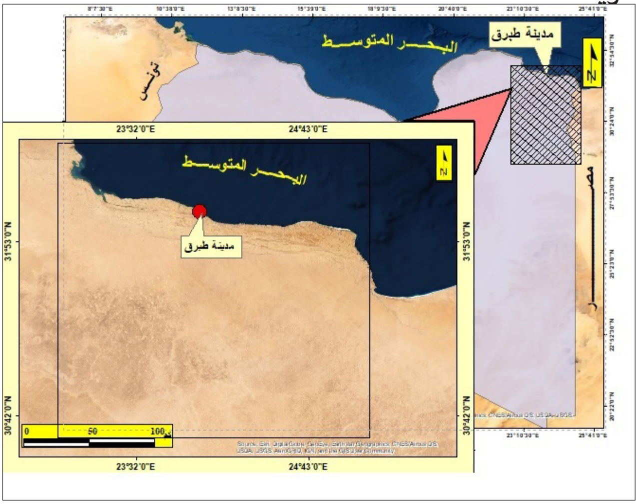
Stages of geomorphological development of the Al-Batnan and Dafna plateaus from the third period Until the fourth modern

The Al-Batnan and Al-Dafna plateau were once in developmental stages through geological times, and this development was reflected in the geomorphological forms in the study area and was the tectonic movements that extended from the third time (from the upper Cretaceous to the Miocene) until the fourth modern time, through the processes of uplift and lowering and the accompanying climatic changes , resulting in the emergence of many geomorphological forms. The geological formations that unfold on the surface of the Al-Batnan and Dafna plateaus, the oldest of which belong to the third period from Cretawi to the Miocene, and the fourth time formations covered vast areas and were represented in calcarnites, water and air sediments, sabkha deposits and coastal sand dunes, as the study of geological structures showed the simplicity of the structure of the plateau Which is represented in the regular faults that date back to the Miocene era and take directions between east-west and northwest-southeast, and extend parallel to the extension of the coast line, and that their rocky layers tend a slight slope to the north.

Keywords : geomorphological evolution, Al-Batnan and Dafna Plateau, The third and the fourth time.

1) منطقة الدراسة :

تضـم منطقــة الدراســة "هضبــة البطنــان والدفنــة " الواقعــة في شــمال شرقــي ليبيــا بــين خــطي طــول " °23 ´15 ـ °25 "شرقــاً، ودائرتــي عــرض "°28 ـ ´°32 " شــمالاً، كمــا مبــين بالشــكل رقــم (1)، وتمتــد مــن خليــج البمبــة غربــاً إلى الحــدود الشرقيــة لليبيــا مــع جمهوريــة مــصر العربيــة بطــول يصــل إلى 250 كــم، وتمتــد جنــوباً بعمــق يصــل إلى 300 كــم. حيــث منخفــض الجغبــوب جنوبــاً ويبلــغ متوســط ارتفــاع المنطقــة بــين 05 ـــ 223م وتنحــدر بشــدة نحــو الســاحل،وانحداراً تدريجيــاً نحــو الصحــراء مــن ناحيــة أخــرى. ويفصــل المنطقــة عــن البحــر في بعــض المواضــع ســهل ســاحلي ضيــق يختلــف اتســاعه مــن مــكان إلى آخــر، ولكنــه لا يزيــد عمومــاً عــن 3 كــم، والهضبــة في مجملهــا العــام ذات انحــدارات مــن شــبه مســتوية إلى متوســطة الانحــدار، باســتثناء المناطــق الشــمالية تكــون شــديدة التــضرس إلى جرفيــه خاصــة عنــد مصبــات الأوديــة والجــروف البحريــة.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة

2) هدف الدراسة:

تهــدف الدراســة إلى التعــرف عــلى المراحــل الجيومورفولوجيــة التــي مــرت بهــا هضبــة البطنــان والدفنــة خــلال الزمــن الثالــث والرابــع، وأهــم العمليــات الجيومورفولوجيــة المؤثــرة في عــلى الهضبــة، وذلــك مــن خــلال تحليــل المرئيــات الفضائيــة والدراســة الميدانيــة.

3) طرق وأسلوب الدراسة :

1.3 تعتمد الدراسة على طرق البحث التالية :

تحليــل الخرائــط الطبوغرافيــة مقيــاس 1: 50.000، التــي أعدتهــا مصلحــة المســاحة

العامــة بليبيــا (1964 ـ 1977) والتــي أعــدت مــن قبــل ســلاح المهندســين بالجيــش الأمريكــي 1964، وجــددت بواســطة شركــة باســفيك ايروســيرفي 1977، وتضــم العديــد مــن المعلومــات العامــة عــن المنطقــة.

2.3 تحليل الخــرائط الجيولوجية : من أجل التعرف على التكوينات الجيولوجية الظاهرة على سطح المنطلقة الصادرة عن مركز البحوث الصناعية سنة 1974، 1 : 250,000 .

3.3 تحليــل المرئيــات الفضائيــة: تــم الحصــول عــلى المرئيــات الفضائيــة TM – ETM – SRTM – مــن شــبكة الأنترنــت وتنزيلهــا عــبر الروابــط التاليــة:

ـ المرئيات الفضائية: http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp

http://glovis.usgs.gov/

ـ نموذج الارتفاعات الرقمية : Download free DEM 12 to 5 meters (world)

http://free-gis-data.blogspot.com/2009/04/aster-global-digital-elevation-model.html.

4.3 اســتخدام نظــم المعلومــات الجغرافيــة Geographical Information Systems: لغــرض اشــتقاق المعلومــات الجيومورفولوجيــة، والهيدرولوجيــة وتحليــل الانحــدارات واتجاهاتهــا وإنشــاء خطــوط الكنتــور، إضافــة إلى إنشــاء قاعــدة بيانــات Geodatabase مــن نافــذة Arc catalog.

5.3 إجــراء دراســة ميدانيــة: والقيــام بالقياســات وتحليــل البيانــات ومراجعتهــا الجمــع مــن المرئيــات الفضائيــة والخرائــط، وتغطيــة جميــع الزيــارات الميدانيــة بمجموعــة مــن الصــور الفوتوغرافيــة.

4) الدراسات السابقة :

اســتفاد الباحــث مــن الدراســات التــي تناولــت الجوانــب الجيولوجيــة والهيدرولوجية، والأبحــاث التــي تناولــت أجــزاء مــن منطقــة الدراســة، والمناطــق المجــاورة، ومــن هــذه الدراســات مــا يــلي:

دراســة مركــز البحــوث الصناعيــة (1974) Industrial Research Centre عبــارة عــن خريطــة جيولوجيــة، لوحــة درنــة بمقيــاس1:250.000 مــع كتيــب تفســير باللغتــين العربيــة واللغــة الإنجليزيــة للخريطــة، توضــح التكوينــات الجيولوجيــة والأزمنــة والتراكيــب الجيولوجيــة بمنطقــة الدراســة.

دراســة معهــد الثــروة المائيــة (1974) البحــوث والدراســات عــن 25 واديــا في منطقــة طــبرق الســاحلية؛ وكان الغــرض الأســاسي مــن الدراســة هــو تكويــن قاعــدة مــن البيانــات الجيولوجيــة والمناخيــة بغــرض إنشــاء ســدود عــلى مصبــات الأوديــة، وتقــع الدراســة في مجلديــن أساســين باللغــة الإنجليزيــة مــع بعــض التقاريــر باللغــة العربيــة، مــع مجموعــة مــن الخرائــط الجيولوجيــة وخرائــط النباتــات الطبيعيــة والتربــة الخاصــة بالأوديــة.

دراســة جــودة (1975) جــاءت في كتــاب " أبحــاث في جيومورفولوجيــة الأراضي الليبية "، تنــاول في البحــث الأول برقــة والبطنــان في أواخــر الزمــن الثالــث وأثنــاء الزمــن الرابــع دراســة في الجيومورفولوجيــة المناخيــة، تطــرق فيهــا إلى التطــور الجيومورفولوجــي

لإقليمـي برقـة والبطنـان، كمـا تنـاول الأشـكال الجيومورفولوجيـة الرئيسـية ونشـأة الأرصفـة البحريـة.

دراسـة المـبروك (2013) التـي تناولـت الدراسـة جيولوجيـا هضبـة الدفنـه والمنطقة السـاحلية والخصائـص المورفومتريـة للأوديـة والتجويـة وحركـة المـواد عـلى المنحـدرات، كمـا تناولـت أشـكال النحـت والترسـيب، وعرضـت هـذه الدراسـة لثمانيـة وخمسـين 58 واديـا مـن الهضبة.

دراسـة الشريـف وآخـرون (1990) " المسـح الاقتصـادي الشـامل لإقليـم البطنـان وتحتـوي الدراسـة معلومـات عـن الجيولوجيـة والمـوارد الطبيعيـة، والمائيـة والتربـة والمنـاخ والزراعـة والصناعـة، الهـدف مـن الدراسـة تقييـم الوضـع الاقتصـادي للإقليـم لغـرض التطويـر واسـتغلال المـوارد الطبيعيـة وإنشـاء المشـاريع الاقتصاديـة.

5) الخصائص الطبيعية العامة لمنطقة الدراسة

1.5 .جيولوجية منطقة الدراسة :

تعـد الظاهـرات الجيومورفولوجيةهـي ناتـج تفاعـل عمليـة التحـات مـن ناحيـة والتراكيـب الصخريـة والخصائـص اللثيولوجيـة للصخـور مـن ناحيـة أخـرى، وتعـد دراسـة الجوانـب الجيولوجيـة مـن الموضوعـات التـي تعتمـد عليهـا الدراسـة الجيومورفولوجيـة، وقـد اعتمـدت دراسـتنا للوضـع الجيولوجـي للمنطقـة عـلى الدراسـات الجيولوجيـة السـابقة، وسـنتناول دراسـة الموضوعـات التاليـة:

2.5 التتابع الطبقي : Class relay

مـن دراسـة العمـود الطبقـي للتكوينـات الجيولوجيـة جـدول (1) ، تظهـر عـلى السـطح تكوينـات تنتمـي إلى الزمـن الثالـث مـن الاوليجيوسـين الأوسـط ـــ علـوي إلى الميوسـين السـفلي، وهـي متجانسـة التركيـب، يبلـغ السـمك حـوالى20 ـ 100 مـتر تقريباُ(مركزالبحـوث الصناعيـة، 1977) وهـي صخـور جيريـة غنيـة بالحفريـات متجانسـة التركيـب تظهـر بهـا الطبقـات في المقاطـع الجانبيـة لمنحـدرات وحافـة الجـروف البحرية،وتشـكل الصخـور الجيريـة حـوالي %90،وقـد ترسـبت عـلى الحـواف الجنوبيـة لبحـر تتس،وتغطـي رواسـب الزمـن الرابـع أجـزاء ومسـاحات مـن المنطقـة متمثلـة في رواسـب السـبخات والكثبـان الرمليـة السـاحلية ورمـال الشـاطئ والرواسـب المائيـة، وعـلى ذلـك فقـد قسـمت الصخـور الجيريـة في المنطقـة إلى التكوينـات الجيولوجيـة التاليـة:

جدول (1) العمود الطبقي للتكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

التكوين	وصف التركيب الصخري للتكوين	السمك (م)	التتابع الطبقي للصخور	دليل الرموز	العمر		الرمز	المساحة كم²	المساحة %
تكوينات الزمن الرابع	وتشمل جميع الرواسب الحديثة متمثلة في رمال الشاطئ ورواسب المائية الطمي الأودية ورواسب السبخات			الزمـــن الــرابع			Qa Qb Qs Qd	2886.8	48.0
	تكوين اجدابيا متماسك على شكل صخور كالكارنيت	2 ـ 9 متر		صخور الكالكارنيت			QA	17.6	0.29
تكوين الجغبوب	حجر جيري طباشيري غني بالحفريات هش يحتوي على مارل جبسي مع قليل من الطفل مع وجود بعض من الكوارتز في طبقاتها ويتراوح لونه ما بين الأبيض اللون المائل للاصفرار مع وجود اللون الأحمر في بعض الأجزاء لوجود أكسيد الحديد الذي يملا بعض الفراغات، ويمثل هذا التكوين نمطا واحدا في البيئة الرسوبية البحرية	حوالي 130 متر		حجر جيري غير نقي حجر جيري مارلي طين وطفل حجر جيري رملي	ميوسين	الأوسط	TMJ	3090	51.3
تكوين الفائدة	حجر جيري به حفريات الي حجر جيري طباشيري مع وجود طبقات من المارل مع تداخلات من الكالكارنيت يتراوح لونه بين الأبيض المائل للاصفرار مع وجود طبقات كلسيه لونها احمر و حبيباتها متوسطة إلي خشنة	حوالي 82 متر		طين وطفل حجر جيري مارلي حجر جيري رملي	ميوسين / الاوليجوسين - الكريتاوي ؟	سفلي / علوي	TOMF	16.7	0.27
تكوين قارة مريم	حجر جيري غني بالحفريات، متوسط الصلابة ذو لون ابيض، يوجد في طبقاته احجار جيرية طباشيرية	0 - 15		حجر جيري غني بالحفريات	الاوليجوسين - الكريتاوي ؟		TMQM	52	4.19
تكوين الخويمات	حجر جيري دولوميتي إلي حجر جيري مارلي وطفلي مع بعض عروق سيليسيه في بعض أجزاء رمادي مائل إلي الاصفرار باهت مجهري التبلور إلي خشنة غني الحفريات	5 ــ 25 متر		حجر جيري مارلي حجر جيري دولوميتي	الاوليجوسين - الكريتاوي ؟		kUTEOKL	1.9	0.03

المصدر : إعداد الباحث اعتمادا على مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا.

3.5 : التكوينات الجيولوجية:

1.3.5 : تكوينات الزمن الثالث:

تمثلــت في اربعــة تكوينــات جيولوجيــة (تكويــن الخويمــات "العضــو الســفلى" / تكويــن الفائــدة / تكويــن الجغبــوب/ تكويــن قــارة مريم)،مــن الاوليجوســين إلى الميوســين، ويختلــف ســمكها مــن تكويــن إلى آخــر، ويختلــف توزيعهــا عــلى الهضبــة مــن مــكان إلى آخــر، وفيمــا يــلي دراســة لتكوينــات الزمــن الثالــث في منطقــة.

1.1.3.5 : تكوين الخويمات (العضو السفلي):

يمثــل تكويــن الخويمــات أقــدم الصخــور الظاهــرة، ويغطــي الجــزء الشــمالي، ويمتــد موازيــا لســاحل البحــر المتوســط، ويمتــد عــلى هيئــة شريــط صغــير جــدا أدنــى المنحــدرات محصــورة مابــين وادي الراهــب ووادي رزق غــرب منطقــة البرديــة، ويمتــد في منطقــة بــاب الزيتــون لمســافة 2 كــم، ولا يظهــر منــه ســوى الجــزء العلــوي، ويتكــون مــن حجــر جــيري دولوميتــي صلــب متماســك ذي حبيبــات دقيقــة مــع تداخــلات مــن

الرمـال، غنـي بالحفريـات والمحاريـات، ويتميـز بلـون بنـي ورمـادي مائـل للاصفـرار باهـت، تـتراوح حبيباتهـا مـن مجهريـه التبلـور إلى خشـنة الحبيبـات وتظهـر عـلى هيئـة طبقـات، وتشـير الدلائـل الحفريـة والصخريـة أنـه قـد ترسـب في بحـار عميقـة ومفتوحـة، لوجـود الحفريـات الدقيقـة الطافيـة.

2.1.3.5 : تكوين الأبرق Al Abraq Formation : (العصر الأوليوجيسيني العلوي ـ الأوسط):

يمثـل تكويـن الأبـرق دورة ترسـيب تتميـز بصخـور الكالكاريتايـت وبطابعهـا الدولوميتـي إلى حـد مـا التـي يغلـب عليهـا اللـون البنـي الممـزوج بلـون الصـدأ، والكالسـيلوتيتKalsilotite مـع تداخـلات مـن الحجـر الجـيري المحتـوي عـلى حفريـات أغلبهـا مـن النـوع الطحلبـي، ومـن نتائـج الفحـص الحفـري يتبـين أن ترسـيبات تكويـن الأبـرق تعـود إلى الفـترة مـا بـين العـصر الاوليجوسـيني الأوسـط إلى العلـوي (Industrial Reserch Centre.1974. P. 4.5) ، كمـا أن سـمك طبقـات تكويـن الأبـرق حـوإلى 20 مـترا فأكثـر، وترسـبت فـوق تكويـن الأبـرق طبقـات تكويـن الفائديـه وأخفـاه بطريقـة التسلسـل الطبقـي البسـيط، وينتـشر تكويـن الأبـرق ويظهـر عـلى سـطح منطقـة الدراسـة في الجـزء الشـمالي الغربـي عنـد منطقـة خليـج البمبـة ومصـب وادي الحنـاوي ورأس التـين حافـات عـين الغزايتبينـة وحافـات القرضبـة وحطيـةأم الجـر.

3.1.3.5 : تكوين الفائديةAl Faidiyah Formation (أوليجوسين علوي ـ موسين سفلي):

يغطـي التكويـن منحـدرات منطقـة البرديـة، لمسـافة 37 كـم موازيـا لخط السـاحل، كمـا يغطىالجـزء الشـمالي الغربـي مـن منطقـة بـاب الزيتـون لمسـافة 15كـم مـن المنطقـة، عـلي هيئـة شريـط طـولي أسـفل المنحـدرات، ويبلـغ السـمك الـكلي الظاهـري لهـذا التكويـن حـوالي 82 م، (Geological Map Of Libya Al Bardia Sheet. 1:250.000 1977)، وتتكـون صخورهمـن حجـر جـيري طباشـيري غنـي بالحفريـات والأصـداف مـع، وجـود طبقـة مـن الطـين الجـيري والمـارل، ويـتراوح لونـه بـين الأبيـض المائـل إلى الأصفـر، وتتداخـل في بعـض المواضـع مـع صخـور الكالكارنيت،(المـبروك، 2006، ص 37، 38)، كمـا أن سـطح عـدم التوافـق بـين تكويـن الفائديـة وتكويـن الخويمـات، تـدل عـلى أن تكويـن الفائديـة ترسـب في أحـواض عميقـة، واسـتمر ترسـيب مابـين الاوليجوسـين الأعـلى إلى الميوسـين الأسـفل، (طاهـر، 1990، ص 75،67).

4.1.3.5 : تكوين الجغبوب (ميوسين سفلي ـ ميوسين أوسط):

يعـد تكويـن الجغبـوب الأكثـر انتشـارا في المنطقـة، ويتكـون مـن طبقـات مـن الحجـر الجـيري والحجـر الجـيري الطباشـيري الغنـي بالحفريـات، الـذي يـتراوح لونـه مابـين الأبيـض والأبيـض المائـل إلى الاصفـرار مـع وجـود احمـرار في بعـض أجزائـه لوجـود أكسـيد الحديـد، وتـتراوح حبيباتـه بـين المجهريـة والخشـنة مـع وجـود بعـض الكوارتـز في طبقاتهـا، وصخـور الجغبـوب بصفـة عامـة أفقيـة مـع وجـود ميـل في المناطـق المتأثـرة ببعـض التراكيـب الجيولوجيـة والفوالـق، مـع وجـود طبقـات مـن والكونجلومـيرات في الأجـزاء التـي تـدل عـلى الحـركات الأرضيـة (محمـود عـلي المـبروك،

2013، ص 25) وتكوين الجغبوب يمثل نمطا واحدا في البيئة الرسوبية البحرية، وتغطي رواسب الزمن الرابع التكوين بشكل متجانس، ويبلغ السمك الكلي الظاهر 130 م،(مركز البحوث الصناعية، 1977، ص 38 ،41).

5.1.3.5 : تكوين قارة مريم

تتكون صخور هذا التكوين من حجر جيري غني بالحفريات، متوسط الصلابة أبيض اللون مع حجر جيري طباشيري، وحجر جيري طفلي لونه أخضر فاتح، ويتداخل مع الجزء العلوي لصخور تكوين الجغبوب، وصخور التكوين ترسبت في مياه ضحلة خلال عصر الميوسين الأوسط وينتشر هذا التكوين في الجنوب الغربي بمنطقة الدراسة، وطبقات هذا التكوين أفقية في الغالب ماعدا المناطق التي تعرضت للحركات التكتونية (مركز البحوث الصناعية،1977، ص7).

2.3.5 تكوينات الزمن الرابع:

تغطي أجزاء واسعة من المنطقة، ومعظمها عبارة عن رواسب تشمل الرواسب المائية، والمفتتات الفيضية (الطفل، الرمل، الغرين، الحصى) والحصى المتماسك (الكونجلوميرات)، وترسيبات السبخة ورمال الشاطئ والكثبان الرملية الساحلية، وهذه الإرسابات من الشواهد التي تشير إلى حدوث تغيرات مناخية كانت لها آثار بيئية على المنطقة.

1.2.3.5 تكوين إجدابي ا(صخور الكالكارنيت):

يغطي هذا التكوين أجزاء من المنطقة الشاطئية بصورة متقطعة وعلى هيئة شريط ضيق يتراوح ارتفاعه مابين 2 إلى 6 أمتار، ويتألف من صخور الكالكارنيت وفتات القواقع والأصداف البحرية التي يغلب عليها اللون الأبيض المائل إلى الرمادي الخشن إلى الأصفر الفاتح متوسط الصلبة إلى هش، كما يتميز بطبقية متقطعة(المبروك، 2013، ص 25).

2.2.3.5 رواسب السبخات:

عبارة عن إرسابات مفككة طينية وغرين ورمال، وهي رواسب ريحية ومائية حملتها المياه الجارية إلى السبخات،وتظهر على طول امتداد الشريط الساحلي وعند مصبات أغلب الأودية وتتغطي أحيانا بقشرة من الملح الناتج عن التبخر خلال فترات الجفاف،كما تغطي المياه هذه السبخات خلال فصل الشتاء، نتيجة لسقوط الأمطار، وتنمو فيها مجموعة من النباتات مثل الطرفة ـ الزيتة ـ الديس ـ الحجنة.

3.2.3.5 الرواسب الهوائية ورمال الشاطئ:

تشمل رواسب الكثبان الرملية الساحلية ويصل ارتفاعها إلى 15 مترا، وتقتصر على منطقة الشريط الساحلي وتتألف من فتات القواقع البحرية مع حبيبات الكوارتز وتظهر عليها التموجات الرملية نتيجة لهبوب الرياح.(المبروك، 2013، ص 25).

4.2.3.5 الرواسب المائية :

تعد أكثر الرواسب انتشارا وتوجد في قيعان المنخفضات والمناطق المستوية. (مركز البحوث الصناعية،1977، ص7)، وتظهر على هيئة مسطحات تتكون من التربة الطينية المائلة إلى اللون الأحمر وعلى شكل رواسب من التربة الرملية(علاء جابر، 2019،ص51)، ويكون لها امتدادات محدودة العمق ضحلة مختلطة بالحصى، لونها بني مع رواسب من الحجر الجيري والطفل الرملي (المبروك، 2013، ص 25).

4.5 الخصائص المناخية :

تعرضت منطقة الدراسة كغيرها من مناطق شمال ليبيا في الزمن الرابع لسلسة متتابعة تتكون من أربع إلى خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة (جودة حسنين جودة، 1973، ص، 17)،ويمكن القول إن الفترات المطيرة في النطاق الشمالي من ليبيا، تعاصر فترات باردة أو جليدية في وسط أوروبا،وهذا التكرار المتشابه لظروف الجليد والمطر يصاحبه انخفاضفي درجات الحرارة،وزيادة معدلات الرطوبة.

وان هذه الفترات كان لها الأثر الأكبر في عمليات النحت المائي وفي تغيير جيومورفولوجية المنطقة، ونقل كميات كبيرة من الرواسب إلى المنخفضات ومصبات الأودية وفي نشأة العديد من الأشكال الجيومورفولوجية الترسيبية (المبروك، 2013، ص46).

وبناءً على البيانات المناخية المتحصل عليها من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية لمحطة إرصاد طبرق، وكما في الجدول رقم (2) (شكل 11) يتبين التالي.

جدول (2) المتوسطات الشهرية للبيانات المناخية محطة إرصاد طبرق

المحطة طبرق	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
الحرارة	13.4	13.6	15.3	17.9	20.7	23.7	25.6	26.5	25.5	22.5	18.5	14.8	19.8
المدى الحراري	8.0	8.5	8.9	9.5	8.4	7.7	6.7	6.4	7.3	8.1	8.5	8.5	8.4
الرياح	9.3	10.0	9.7	9.6	8.6	8.9	10.5	10.3	8.4	7.0	8.3	9.2	9.15
الأمطار	49.7	31.5	13.5	4.0	3.5	0.0	0.0	0.0	10.9	12.6	21.0	43.5	190.2
الرطوبة	69.6	70.7	68.5	68.8	67.7	72.0	74.3	76.9	78.2	72.8	70.0	69.2	71.6
التبخر	3.8	3.8	4.0	4.8	4.1	4.2	3.7	3.8	4.6	4.4	4.0	3.8	4.0

المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوية ، بيانات المناخ محطة أرصاد طبرق.

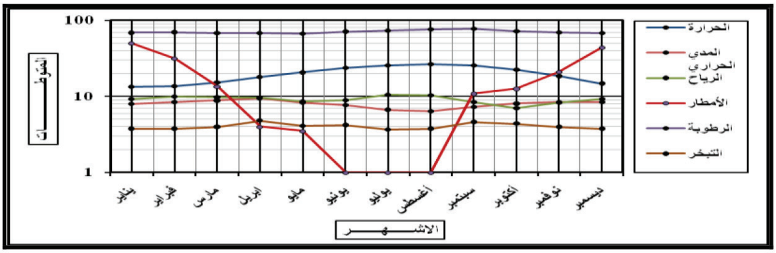
يظهر منحنى درجات الحرارة ويتجه نحو الارتفاع من شهر مارس حتى شهر سبتمبر، وأن درجات الحرارة تبدأ في الانخفاض من شهر ديسمبر حتى شهر مارس، وأن ارتفاع درجات الحرارة في النهار وانخفاضها أثناء الليل، يؤدي إلى نشاط التجوية الميكانيكية والتي يظهر أثرها على بعض الصخور في عملية التقشير الصخري .

تتمثل الرياح السائدة بشكل عام في الرياح الشمالية الغربية بنسبة 49.9 % من مجموع الرياح السائدة، وتتفاوت نسبة اتجاهات الرياح الأخرى مابين 18.2 % للرياح الشمالية 1.1 % للرياح الشمالية الشرقية، إن دور الرياح كعامل نقل وإرساب يظهر في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية، إلا أن سرعة الرياح لم تصل إلى قوة كبيرة لتكوين أشكال ريحية كبيرة، وتمثلت في بعض الفرشات والغطاءات الرملية، وفي تشكيل بعض النباك الصغيرة.

إن الأمطـار تسـقط بغزارة في الفـترة مابـين شـهر أكتوبـر وشـهر أبريل، أمـا بقيـة الأشـهر تكـون بـدون أمطـار، وأن المعـدل السـنوي لسـقوط الأمطـار يقـدر بـــ 190.2 ملليمـتر، وتقـل كميـة الأمطـار إلى حـــد أدنـى حـــوالي70 ملليمـتر، وتصـل إلى حـد أعـلى حـوالي 250 ملليمــتر، وتتركــز كميـات الأمطــار في أيـام محـدودة معظمهـا في فصـل الشـتاء في شـهور ديسـمبر وينايـر وفبرايـر، ويكـون لمثـل هـذا التركيـز في سـقوط الأمطـار دور في تشـكيل بعـض الظاهـرات الجيومورفولوجيـة الناتجـة عـن جريـان الميـاه.

يبلـغ المعـدل السـنوي للرطوبـة حـوالي 71.6 %، ويلاحـظ ارتفـاع معـدلات الرطوبة في فصـل الصيـف، نتيجـة لارتفـاع درجـات الحـرارة ممـا ينشـط مـن عمليـات تبخـر مياه البحـر، كمـا تعمـل الريـاح الشـمالية القادمـة مـن البحـر عـلى زيـادة نسـبة الرطوبـة إضافـة إلى نشـاط نسـيم البحـر الـذي يبلـغ قمتـه خـلال هـذا الفصـل، ويعـد فصـل الربيـع أقـل فصـول السـنة في نسـبة الرطوبـة، نتيجـة تأثـير ريـاح القبـلي الحـارة والجافـة، والتـي يكثـر هبوبهـا خـلال هـذا الفصـل عـلى المنطقـة؛ مـا تـؤدي إلى هبـوط سريـع في رطوبـة الهـواء وتعمـل عـلى رفـع درجـات الحـرارة (المـبروك، 2006، ص 52).

إن المتوسـط الشـهري لكميـة التبخـر يبلـغ حـوالي 4.0 مـم، وتظهـر آثـار عملية التبخـر عـلى سـطح المنطقـة في تكويـن أشـكال مـن التشـققات الطينيـة التـي تظهـر عـلى سـطح بعـض المنخفضـات شـكل (2)، وفي تكويـن القـشرات الملحيـة والتـي تظهـر عـلى سـطح السـبخات خاصـة في فصـل الصيـف.



المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوية ، بيانات المناخ محطة أرصاد طبرق.

شكل (2) المتوسطات الشهرية للبيانات المناخية.

مـرت المنطقـة بمراحـل تطوريـه عـبر الأزمنـة الجيولوجيـة وقـد انعكـس ذلـك عـلى

الأشكال الجيومورفولوجية، وكان للحركات التكتونية من خلال عمليات الرفع والخفض التي امتدت من الزمن الثالث وحتى الزمن الرابع وطبيعة المناخ ونوع الصخور؛ ثر في التطور الجيومورفولوجي للمنطقة، وبناء على الخريطة الجيومورفولوجية والعمود الجيولوجي للتابع الطبقي تم تقسيم المرحلة التطورية التي مرت بها منطقة الدراسة إلى مرحلتين.

6) هضبة البطنان والدفنة في الزمن الثالث وأهم الأشكال الجيومورفولوجية:

يعد الزمن الثالث من أهم الأزمنة الجيولوجية من حيث الحركات التكتونية التي كان لها الأثر في تشكيل مظاهر السطح في ليبيا بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص حيث كانت جميع المناطق التي تشغلها منطقه الدراسة وشمال ليبيا بصفه عامه مغمورة بمياه بحر تتس القديم.

كانت المياه عميقة في الأجزاء الشمالية الشرقية من ليبيا التي تضم هضبة البطنان والدفنة والجبل الأخضر، وضحلة في المناطق الغربية وقت رسبت فيها طبقات سميكة من الصخور الجيرية والرملية والطينية (المسلاتي، 1975، ص 62). خلال هذه الفترة تحرك الكتل الأفريقية القديمة التي كان قسم كبير منها يمثل قاره جندوانا نحو الشمال، بينما تحركت في نفس الفترة كتله أوراسيا نحو الجنوب ونتيجة لتلك الحركة تعرضت المنطقة المحصورة بينهما إلى عمليات ضغط ترتب عليه حدوث تغيرات وانثناءات في سطح الأرض خاصة في الطبقات الرسوبية التي تكونت على شواطئ بحر تتس وكان أهمها:

1. ظهور البحر المتوسط بشكل لا يختلف كثيرا عن شكلها الحالي.
2. ظهور سلاسل جبال الألب وجبال أطلس.

على الرغم من قوه الحركات التكتونية التي تميز بها الزمن الثالث إلا أنها لم تؤد إلى انثناءات كبيرة في ليبيا، وكانت مقصورة على الأطراف الشمالية (عبد العزيز شرف، 1996، ص 11،14)، وفي أواخر الزمن الثالث شهدت منطقه الدراسة أبرز الأحداث التكتونية والتغيرات المناخية، ومع نهاية عصر الميوسين بدأ ظهور المنطقة فوق المياه واستمرت حركه الرفع والظهور حتى عصر البلايستوسين، وامتداد تأثير حركه الرفع لتشمل:هضبة الدفنة والبطنان والجبل الأخضر إضافة إلى إقليم سرت، ونتيجة للحركات التكتونية ظهرت عمليات تصدع واضحة في جغرافيه المنطقة، لتبدو مثل الدرجات على هيئه صدوع سلمية وصدوع محليه متوازية تمتد مع امتداد خط الساحل عند النظر إليها من ناحية البحر.

كما ظهرت الهضبة بشكل مائل إذ ينحدر الجانب الشمالي انحدارا شديدا ناحية البحر مكونة جروفا بحرية مطلة بشكل مباشرة على ساحل البحر يختلف ارتفاعها من منطقة إلى أخرى، بينما يتدرج انحدارها نحو الجنوب،وتسببت حركه الرفع التي أصابت المنطقة إضافة إلى تكون الحافات الصدعية التي أنشأت الدرجات، في اضطراب في نظام التصريف المائي على الأجزاء الشمالية، وأنشئت أوديه قصيرة على سطح الحافات الساحلية(جوده حسنين جوده، 1975، ص 15 16).

1.6.التركيب الجيولوجي مع نهاية عصر الميوسين:

شـهدت هضبـة البطنـان والدفنـة العديـد مـن حـركات التصـدع التـي حدثـت في الزمـن الثالـث كباقـي أقاليـم ليبيـا، ومـن دراسـة التراكيـب الجيولوجيـة مـن الخرائـط الجيولوجيـا، نلاحـظ :

1.1.6 الجزء الشمالي من الهضبة :

أن الميـل العـام ضئيـل وغالبـاً مـا تكـون الطبقـات أفقيـة في معظـم الأماكـن، وتـزداد درجـات الميـل وتتغـير بالقـرب مـن خطـوط التصـدع وتصـل إلى 3 ـ 4 درجـات.

تتأثـر الهضبـة مـن ناحيـة الشـمال بنطـاق مـن التصـدع العـادي حيـث الرميـة ناحيـة الشـمال وأحيانـا تأخـذ شـكل الأخاديـد الصغـيرة.

2.1.6 الجزء الجنوبي من الهضبة :

لا تظهـر فيـه أي صـدوع عـلى الخرائط،ويرجـع هـذا لأن المنطقـة مغطـاة بتكويـن الجغبـوب الـذي يكـون مسـطحا واحـدا، ونمطـاً واحـدافي البيئـة الترسـيبية القديمـة.

وجـود العديـد مـن المنخفضـات التـي يطلـق عليهـا البلـط وترجـع نشـأتها إلى وجود هبـوط في الطبقـات الصخريـة والإذابـة تحت سـطحية.

ومـن خـلال تحليـل المرئيـة الفضائيـة والخرائـط الجيولوجيـة والدراسـة الحقليـة نلاحـظ أن الصـدوع في الغالـب تكـون طوليـة ومسـتقيمة وموازيـة في معظمهـا لخـط السـاحل، تأخـذ اتجاهات شـرق ـ غـرب إلى شـمال غـرب ـ جنوب شـرق، ومعظمها مـن النـوع العـادي، مـع وجـود صـدوع صغـيرة تأخـذ اتجاهـا مـن الشـمال إلى الجنـوب متفقـة ومتوازيـا مـع محاورالأوديـة، ويختلـف امتـداد الصـدوع مـن 0.50 ـ 25كـم (Geological Map Of Libya Al Bardia Sheet. 1:250.000 1977)، وتشـكل الصـدوع الرئيسـية ربـع حافـات تمتـد متوازيـة مـع امتـداد خـط السـاحل، وتبدأ الحافـة الأولي مـن ارتفـاع 180 م فـوق مسـتوي سـطح البحـر، أمـا الحافـة الثانيـة فتمتـد موازيـة للحافـة الثالثـة بمتوسـط ارتفـاع 110م فـوق مسـتوي سـطح البحـر، والحافـة الرابعـة التـي تطـل عـلى البحـر المتوسـط وهـي أدنـى كل هـذه الحافـات ويصـل متوسـط ارتفاعهـا إلى20 – 70 م فـوق مسـتوى سـطح البحـر.

2.6.نظام التصريف المائي مع نهاية عصر الميوسين:

مـن خـلا تحليـل المرئيـة الفضائيـة والدراسـة الميدانيـة والخريطـة الجيولوجيـة للمنطقـة ومـن خـلال الفحـص الدقيـق وتتبـع مجـاري الأوديـة وخطـوط التصـدع، وفحـص المصاطـب الرسـوبية؛يتبين أنـه كان يوجـد بالمنطقـة عـدد اثنـان مـن الأوديـة الرئيسـية القديمـة إضافـة إلى وجـود الأوديـة السـاحلية القصـيرة التـي تتبـع خطـوط التصـدع في شـق مجاريهـا وهـذه الأوديـة هـي:

1.2.6 النمط الأول من الاودية:

ينبـع مـن الغـرب ويتجـه إلى الـشرق ليصـب في البحـر المتوسـط والـذي حاليـا (يتمثل في وادي الجرفـان وادي شـماس وادي المعترض)وتتمثـل روافـده الرئيسـية في منخفضـات السـقايف التـي تتنـشر عـلى سـطح الهضبـة وتمتـد بشـكل طـولي مـع امتـداد الحافـات

الصدعية،ومن الشواهد التي تدل على أن هذه المناطق هي مجاري أودية قديمة:

1. تتبع حركة المياه في المنخفضات (السقايف) الواقعة في الجزء الشرقي والقريبة من وادي الجرفان أثناء سقوط الأمطار فأغلبها تتجه ناحية الشرق ولكن نتيجة حدوث عملية الأسر النهري للأودية التي نشأة بعد اضطراب نظام التصريف نتيجة لعمليات الرفع ونشاط عمليات الحت للأودية الساحلية تغير جريانها.
2. وجود كمية من الرواسب التي كانت تمثل المصاطب الرسوبية القديمة شكل (3) والتي موجودة حتى الوقت الحاضر؛ دليل على وجود تغير في مجاري الأودية الرئيسية.
3. وجود نقاط تغير في الانحدار على طول مجري وادي الجرفان نتيجة النحت المائي يبلغ ارتفاعها حوالي 25 متر شكل (4)، وهذا دليل على وجود كميات كبيرة من المياه، وأن مثل هذه النقاط لا تتكون إلا على أودية تحمل كميات كبيرة من المياه أثناء سقوط الأمطار استطاعت نحت الطبقات الهشة للصخور الجيرية.

شكل (4) نقطة تغير انحدار على المجري الرئيسية لحوض وادي الجرفان

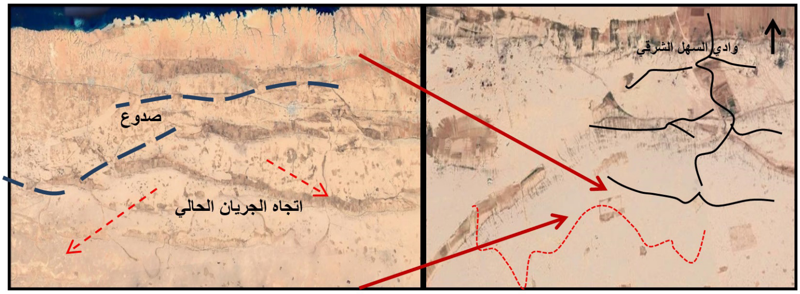
4. عند تتبع نقاط الانحدار على أودية هضبة البطنان والدفنة نلاحظ أن ارتفاعها لا يتجاوز 2 مترا باستثناء نقطتي تغير انحدار في وادي الجرفان والسهل الشرقي.

2.2.6 النمط الثاني من الأودية:

ينبع من الجنوب ويتجه ناحية الشمال ليصب في البحر المتوسط والذي حاليا (يتمثل في وادي السهل الشرقي) وتمثل روافده الرئيسية في منخفضات (سقيفة الزعفران / حلفز / الفرين / اللبيبة/ المجبد) وأغلب المنخفضات الجنوبية، من الشواهد التي يمكن الاستدلال على أن هذه المناطق هي مجاري أودية قديمة هي:

1. اتجاه الجريان: نلاحظ أن اتجاه حركة المياه وتجمعها نحو روافد حوض وادي السهل الشرقي.

2. وجود نقاط تغير في الانحدار على طول مجري وادي السهل الشرقي نتيجة النحت المائي يبلغ ارتفاعها حوالي 15 مترا وتعد أعلى نقطة انحدار بعد نقطة وادي الجرفان في المنطقة.
3. وجود مجاري أودية قديمة تمتد لمسافات أكثر من 10 كم متر غير واضحة الجريان ولا تتصل بها روافد رئيسية وتوجد عند منطقة منبع وادي السهل الشرقي شكل (5).
4. وجود صدوع طولية تمتد مع امتداد مجاري الأودية غيرت من مجاريها وجعلتها تغير اتجاهها واتجاه الجريان نتيجة لعمليات الرفعة التي أصابت المنطقة ولذلك يمكن أن نطلق عليها الأودية العكسية لأنها تغير مسارها بعد عملية التصدع التي أصابت المنطقة.

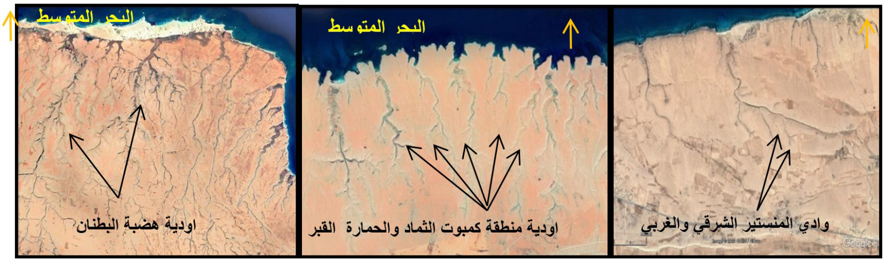


شكل (5) آثار عملية الرفع على مجاري الأودية في المنابع العليا لحوض وادي السهل الشرقي

3.2.6 النمط الثالث من الأودية:

وهي الأودية التي تتبع الانحدار العام لهضبة البطنان والدفنة،ويطلق عليها الأودية التابعة لأنها تتبع الإنحدار وتتمشى معه،وتتكون في المناطق الساحلية التي كانت تغمرها مياه البحر ثم تعرضت لحركات رفع، هذا النوع من الأودية يشمل كل أودية هضبة الدفنة وأودية هضبة البطنان الساحلية التي تنبع من الحافة القريبة من المنطقة الساحلية لتصب في البحر المتوسط على شكل مصبات خليجية، من الشواهد التي يمكن الاستدلال على أن هذه الأودية حديثة النشأة وتكونت بعد عملية الرفع التي اصابة المنطقة ما يلي:

1. ظهور أغلب المجاري الرئيسية للأودية الساحلية على شكل خطوط مستقيمة تتبع الانحدار العام.
2. التقاء روافد الأودية ببعضها بشكل مائلا و بزوايا حادة وهذا الشكل من الاتصال نتيجة لاتجاه جريانها مع المنحدر ومناطق الضعف الصخري (الشقوق والفواصل) شكل (6).



شكل (6) الأودية الساحلية وامتدادها بشكل خطوط مستقيمة تتبع الشقوق والفواصل

عند رسم شبكة التصريف المائي لحوض هضبة البطنان والدفنة نلاحظ أن نمط التصريف السائد هو النمط الشجري، وهذا النمط لا يظهر إلا على طبقات رسوبية أفقية أو مائلة متجانسة في تركيبها الجيولوجي.[1]*

7.هضبة البطنان والدفنة في أواخر الزمن الثالث عصر البليوسين:

مع نهاية الزمن الثالث في عصر البليوسين كان المظهر الجيومورفولوجي للهضبة لا يختلف كثيرا عن الشكل الحالي نتيجة لأن التغيرات المناخية أثناء عصر البليوسين لم تتباين كثيرا في النوع وإنما الشدة في عمليات الحت (جودة، 1975)، لذلك فإن العمليات الجيومورفولوجية لم يتغير نمطها فبقيت الأشكال دون تغير كبير وتكون خلال هذه الفترة:

1. معالم الشبكات الرئيسية للأودية التي اتخذت من الحافات الصدعية، ومناطق الضعف الصخري مجاري لها واستطاعت تعميق مجاريها، وتغير المظهر التضاريسي عبر تقسيمها تقسيم حافات الهضبة الى كتل مستطيله الشكل ومنفصلة ومتوازية.
2. نقل كميات كبيره من المفتتات والرواسب الفيضية وترسبت على أراضي المنخفضات وفي بطون الأودية.

تعد هذه المرحلة من أكثر المراحل تأثيراً في الهضبة والتي أعطتها شكلها الجيومورفولوجي الحالي، كما أن صخور هذه المرحلة متجانسة التركيب مكونة من الصخور الرسوبية، ويبلغ سمكها حوالي 100 متر تقريبا، وهي صخور جيرية تظهر بها الطبقات بوضوح غنية بالحفريات متى تدخل معها طبقات طينية ورملية قد ترسبت في مياه عميقة ومفتوحة.

8. هضبة البطنان والدفنة في الزمن الرابع:

مع بداية الزمن الرابع في البلايستوسين كان المظهر الجيومورفولوجي والشكل العام لهضبة البطنان والدفنة قد اتخذ شكلا لا يختلف كثيرا عن الشكل الحالي،

* لمعرفة المزيد عن شبكة تصريف الأودية وانماطها بهضبة البطنان والدفنة راجع (علي 2013 و جابر، 2019).

ولما كان عليه في أواخر عصر البليوسين باستثناء المنطقة الساحلية لأن منسوب البحر قد عانى من الذبذبات الراسية أثناء الزمن الرابع وقد تسببت هذه الذبذبات في انتقال أفقي نسبيا لخط الساحل نتيجة لانحداره الشديد نحو البحر على هيئه أرصفة بحرية في أغلب ساحل المنطقة.

1.8 الأرصفة البحرية على ساحل هضبة البطنان والدفنة :

لقد تأثرت المنطقة الساحلية بالتغيرات التي حدثت لمستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع سواء كانت تغيرات موجبة أم تغيرات سالبة، ولقد نجم عن هذه التذبذبات في مستوي سطح البحر تكون بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة لعل أهمها وأبرزها الأرصفة البحرية.

1.1.8 الأرصفة البحرية :

تعد الأرصفة البحرية من أهم الظاهرات التي تدل على حدوث تغير في مستوى سطح البحر خاصة التغيرات الموجبة، والتي تتوافق مع فترات الدفء خلال عصر البلايستوسين، ولقد تباينت الدراسات التي تعرضت لهذه الظاهرة في نتائجها سواء داخل حدود المنطقة أو خارجها، فقد بين هي (Hey 1955)، سبع مستويات للأرصفة البحرية في سواحل برقة (أندرو س. جودي، ترجمة، محمود محمد عاشور،1996، ص 16)، وفي منطقة طبرق سجل كريما 1925)Cram) خمس مستويات للأرصفة البحرية، ووصف (ملجيوريني 1920 (Miglorini) خمسة أرصفة في ساحل هضبة البطنان والدفنة ، في حين وصف ديزيو 1939 (Disio) أن تلك المدرجات "الأرصفة " تمثل كتلة واحدة قديمة تغيرت مواصفاتها بواسطة الفوالق،(جودة حسنين جودة،1975 ،ص25، 33).

تمتد الأرصفة البحرية بالمنطقة موازية لخط الساحل على هيئة أشرطة منفصلة وسطحها مستوي تقريباً وتتكون من رواسب الحصى والرمال، وهي ذات أصول بحرية، مما يبرهن على كونها تمثل خطوطا لسواحل قديمة ناجمة عن تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع، فترات تكوّن (أرصفة الكلابري/ والصقلي / والميلازوي/ والتيراني / والمنستيري)، وهي الأرصفة البحرية التي واكبت الفترات الدفيئة في قارة أوروبا (جودة، 1997، ص 175، 180)، حيث نلاحظ:

1. إن الدرجات التي تقع دون منسوب 200 متر هي درجات بحرية النشأة، وذلك تمشيا مع الذبذبات الايوستسية التي توازي الرصيف الكلابري الذي يقع علي منسوب حوالي 180 متراً فوق مستوى سطح البحر الحالي، فهو يبدو على شكل مسطحات أرضية قديمة رفعت نتيجة لحركات تكتونية.
2. الرصيف الصقلي وارتفاعه على سواحل المنطقة لا يزيد عن 90 متراً، فقد نشأ أثناء فترات بليوستوستية، ولهذا فإن تكوين هذا الرصيف البحري كان مستوى مياه البحر أكثر من ارتفاعه في الوقت الحالي بحوالي 55 متراً.
3. تقع مدرجات الرصيف الصقلي في نفس ارتفاع الرصيفين الميلاوزي والتيراني

أي حوالي 40 متراً فوق منسوب سطح البحر الحالي، إضافة إلى أن الحركات الأرضية المحلية ساهمت في رفع تلك الأرصفة البحرية.

لذا يمكن الربط بين الأرصفة البحرية في المنطقة والأرصفة البحرية على طول ساحل البحر المتوسط والجدول (3) يوضح العلاقة بين الأرصفة البحرية بالمنطقة وما يجاورها من أرصفة بحرية في حوض البحر المتوسط .

جدول (3) الأرصفة البحرية بالمنطقة وما يجاورها من أرصفة

الرصيف البحري / وعمره /متر		منطقة الدراسة كريما ،1925، مجليوريني،1920	الجبل الأخضر، هي/ وماك بورني ، 1955	الجبل الأخضر جودة، 1972
الكلابري: بليوسين / أقدم	140 /200	140 - 180	140 - 200	170 - 180
الصقلي :ما قبل جونز	70 / 90	ـــــــــ	70 - 90	70 - 80
الميلاوزي: جنز - مندل	45 / 55	ـــــــــ	45 - 55	50 - 60
التيراني: مندل – ريس	35 / 40	95	35 - 40	35 - 45
المنستيري: ريس - فورم	15 / 25	25	15 - 25	12 - 27
المنستيري: مابعد الجليد	6	6	7	7

المصدر: (المبروك، 2013).

2.1.8 التغيرات المناخية في عصر البلايستوسين :

تعد التغيرات المناخية التي حدثت في عصر البلايستوسين من أهم الفترات التي أثرت في معالم المنطقة، فقد كان عصر البلايستوسين يتميز بتغيرات مناخيه حادة وقصيرة تعقبها فترات جليديه باردة وهي فترة فورم، وفترات دافئة مطيرة تشبه ظروف المناخ الحالي، هناك عدد من الشواهد تشير إلى حدوث تغيرات مناخية كانت لها آثار بيئية على ساحل المنطقة،فلقد وصف (بورني وهيي، 1955) ثلاثة أنماط متميزة من الرواسب الساحلية لها أهمية مناخية تدل على وجود تذبذبات في مستوى سطح البحر وهي :

النمط الأول: يتمثل في رواسب توجد عند خط الشاطئ 6 متر فوق منسوب البحر الحالي، وتحوي أصدافاً بحريه تشتمل على أنواع ما تزال تعيش حتى الآن في مياه البحر المتوسط شكل (5) وتشمل طائفة القواقع(Class: Gastropods)، وطائفة المحاريات (Class: Pelecypoda)، وطائفة النجميات(Class: stars))، مثل نجم البحر(Star Fish).

النمط الثاني: عبارة عن رواسب من التوفا الكلسيه تحوي بقايا حفريات غير موجودة في المنطقة.

النمط الثالث: يتمثل في كثبان حفرية «حديثة»young fossil Dunesتحوي حفريات

مــن قواقــع هيليكــس ميلانوســتوما Helix melanostoma شــكل (6)، ويرتبــط بالكثبــان ويعاصرهــا، مــا ســماه "هيــئ "بالحــصى الأحــدث younger Gravels (جــوده حســنين جــوده، 1975، ص 19).

شكل (5) أصداف بحريه وبعض القواقع.

شكل (6) حفريات هيليكس ميلانوستوما

3.1.8 التغيرات المناخية في العصر الهولوسيني:

مــع نهايــة الحقبــة الجليديــة الأخــيرة وبدايــة الهولوســين ســادت حقــب مناخيــة مطــيرة ورطبــة أدت إلى نشــاط عمليــات الحــت ونشــاط التجويــة الكيميائيــة وتشــكلت بعــض الكهــوف الكارســتية عــلى منحــدرات حافــات الهضبــة خاصــة الأجــزاء الشــمالية،إضافة إلى تشــكيل بعــض الأشــكال الدقيقــة مثــل حفــر التفونــي وحفــر التجويــة، كمــا عملــت الأوديــة الرئيســية عــلى تعميــق مجاريهــا داخــل التكوينــات الصخريــة الجيريــة وأدت الى تراجــع الحافــات وبدايــة تكــون منحــدرات البيدمنــت أســفل الحافــات واســتطاعت الأوديــة الرئيســية نقــل حمــولات كبــيرة مــن الرواســب الفيضيــة وترســبات عــلى أرضيــه المنخفضــات وفي بعــض المناطــق الســهلية وفي الأجــزاء الدنيــا مــن الأوديــة عنــد مصباتهــا، وتكونــت المصاطــب الرســوبية مــع زيــادة ســمك الإرســاب، وأدي نشــاط التجويــة الميكانيكيــة في الفــترات الجافــة إلى تفتيــت الصخــور وفصلهــا إلى كتــل مختلفــة الابعــاد خاصــه في مناطــق الشــقوق والفواصــل ومناطــق الضعــف الصخــري وتهيئتهــا للســقوط والانــزلاق عــلى منحــدرات الهضبــة وتكونــت منحــدرات ومخاريــط الهشــيم أســفل هــذه الحافــات، كمــا نشــطت عمليــات الحــت الريحــي وعملــت عــلى نقــل المفتتــات والرواســب الناعمــة والدقيقــة وتكونــت أنــواع مــن الحمــادات الحصوية(الــرق) عــلى ســطح أراضي المنخفضــات، وتشــكيل بعض الفرشــات الرمليــة تختفــي مــع موســم ســقوط الأمطــار وتكونــت بعــض الأشرطــة الرمليــة عــلى حافــات الهضبــة، خاصــه الجنوبيــة وتشــكلت بعــض النباتــات الصغــيرة ومنخفضــات الحلــق.

9.النتائج :

1. يعــد الزمــن الثالــث مــن أهــم الأزمنــة الجيولوجيــة التــي كان لهــا الأثــر في تشــكيل مظاهــر الســطح في الهضبــة، حيــث كانــت جميــع المناطــق التــي تشــغلها الهضبــة مغمــورة بميــاه بحــر تتــس القديــم، وقــت رســبت فيهــا طبقــات ســميكة مــن

الصخـور الجيريـة والرمليـة والطينيـة التـي تتمثـل حاليـا في التكوينـات الجيولوجية الظاهـرة عـلى سـطح الهضبـة.

2. مـن دراسـة العمـود الطبقـي للتكوينـات الجيولوجيـة، تظهـر عـلى سـطح الهضبـة تكوينـات تنتمـي إلى الزمـن الثالـث مـن الاوليجيوسـين الأوسـط ــ علـوي إلى الميوسـين السـفلي، وهـي متجانسـة التركيـب، يبلـع السـمك حـوالى20 ـ 100 مـتر تقريبـاُ، وهـي صخـور جيريـة غنيـة بالحفريـات متجانسـة التركيـب تظهـر بهـا الطبقـات في المقاطـع الجانبيـة لمنحـدرات وحافـة الجـروف البحرية،وتشـكل الصخـور الجيريـة حـوالي 90%.
3. رغـم قـوة الحـركات التكتونيـة التـي تميـز بهـا الزمـن الثالـث إلا أنهـا لـم تـؤد إلى انثنـاءات عـلى الهضبـة، وكانـت مقصـورة عـلى الأطـراف الشـمالية،أدت إلى تكـون الحافـات الصدعيـة التـي أنشـأت الدرجات،وأثـرت في اضطـراب نظـام التصريـف المائـي عـلى الأجـزاء الشـمالية، وأنشـئت أوديـة قصـيرة عـلى سـطح الحافـات السـاحلية.
4. إن منخفضـات السـقايف كانـت عبـارة عـن مجـاري أوديـة قديمـة رسـبت فيهـا كميـات كبـيرة مـن الرواسـب نتيجـة للحـركات التكتونيـة التـي جعلتهـا عبـارة عـن أحـواض طوليـة تمتـد مـع امتـداد الحافـات.
5. ظهـور أغلـب المجـاري الرئيسـية للأوديـة السـاحلية عـلى شـكل خطـوط مسـتقيمة تتبـع الانحـدار العـام، وأن روافـد الأوديـة تلتقـي ببعضهـا بشـكل مائـل و بزوايـا حـادة تتبـع مناطـق الضعـف الصخـري.
6. تأثـرت المنطقـة السـاحلية بالتغـيرات التـي حدثـت لمسـتوي سـطح البحـر خـلال الزمـن الرابـع (تغـيرات موجبـة أو تغـيرات سـالبة)، ولقـد نجـم عـن هـذه التذبذبـات في مسـتوي سـطح البحـر تكـون بعـض الظاهـرات الجيومورفولوجيـة وأهمهـا الأرصفـة البحريـة التـي تعـد شـاهدا عـلى تغـير مسـتوى سـطح البحـر.

10.**التوصيات:**

1. إجـراء المزيـد مـن الدراسـات الجيولوجيـة التفصيليـة للتعـرف بشـكل دقيـق عـلى التكوينـات الجيولوجيـة التـي تغطـي سـطح الهضبـة.
2. مخاطبـة مركـز البحـوث الصناعيـة بخصـوص الاختـلاف الواقـع الخريطـة الجيولوجيـة (لوحـة درنـة ولوحـة البرديـة ولوحـة بـئر حكيـم) بخصـوص تكويـن الفايديـة والجغبـوب.
3. الاهتمـام بإنشـاء محطـات الرصـد الجـوي خاصـة المطريـة لأن الهضبـة لا توجـد بهـا سـوى محطـة طـبرق ومحطـة الجغبـوب ومحطـة التميمـي؛ وهـذا لا يعطـي نتائـج دقيقـة للعناصـر الرصديـة.

11. المراجع

1. أحمد سعيد الشريف، وآخرون، (1990)،" المسح الاقتصادي الشامل لإقليم بلدية البطنان"، مركز البحوث والاستشارات، جامعة قاريونس، بنغازي.
2. أمين المسلاتي، (1995)،" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا"، تحرير، الهادي مصطفي بولقمة.
3. خليل القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، الطبعة الأولي.
4. أندر س. جودي، ترجمة، محمود محمد عاشور، مراجعه، نبيل سيد إمبابي، (1996)،" التغيرات البيئية الزمن الرابع"، المجلس الأعلى، المشروع القومي للترجمة، القاهرة، الطبعة الأولي.
5. جودة حسنين جودة، (1973)،" أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية الجزء الأول"، منشورات جامعة بنغازي، الطبعة الأولي.
6. جودة حسنين جودة ، (1975)،" أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية الجزء الثاني"، منشورات جامعة بنغازي، الطبعة الأولي.
7. حسن محمد الحديدي، (1986)،" الزراعة المروية وأثرها علي استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل الجفارة "، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان مصراته، الطبعة الأولي.
8. خليفة احمد الشحومي، (2003)،" مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنة إلي سوسة بالجبل الأخضر ـ شمال شرق ليبيا"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.
9. الصيد صالح الصادق الجيلاني، (2001)،" خط الساحل بين سوسة ودرنة بالجبل الأخضر ـ دراسة لأثر الأمواج على الظاهرات الجيومورفولوجية والمنشآت الساحلية"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.
10. عابد محمد طاهر، (1990)،" العلاقة بين أنماط التصريف والتراكيب الجيولوجية المتمثلة في الفواصل والصدوع من جهة ونوع الصخور من جهة أخري في المنطقة الممتدة بين سوسة وكرسه بالجبل الأخضر، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.
11. عبد العزيز طريح شرف ، (1996)،" جغرافية ليبيا"، مركز الأسكندرية للكتاب، الأسكندرية، الطبعة الثالثة.
12. علاء جابر الضراط ، (2018)،" هضبة البطنان في شمال شرق ليبيا دراسة جيومورفولوجية" رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة عين شمس القاهرة.
13. فتحي احمد الهرام، (1997)،" الساحل الليبي"، تحرير، الهادي مصطفي بولقمة، وسعد خليل القزيري، منشورات مركز البحوث والاستشارات، جامعة قاريونس، بنغازي، الطبعة الأولي.

14. اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (1974)، أمانة الزراعة طبرق، البحوث والدراسات عن خمسة وعشرين وادي في منطقة طبرق، مجلد (1) معهد الثروة المائية بلغراد يوغسلافيا.
15. محمود على المبروك صالح ، (2013)،" هضبة الدفنة في شمال شرق ليبيا دراسة جيومورفولوجية" رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة عين شمس القاهرة.
16. محمود على المبروك صالح، (2006)،" حوض وادي السهل الشرقي بهضبة البطنان ـ دراسة جيومورفومترية"، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عمر المختار.
17. مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، (1977)، مقياس 1:250.000.
18. المركز الوطني للأرصاد الجوي، بيانات المناخ، محطة أرصاد طبرق للفترة من(1985ـ2010).
19. مصلحة المساحة العامة، (1964 ـ 1977)،" خرائط طبوغرافية مقياس 1:50.000"، أعدت من قبل سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي، 1964، وجددت بواسطة شركة باسفيك ايروسيرفي، 1977.

20. Rohlich.p, (1974), "Geological Map of Libya", Explanatory Book lat, Industrial Reserch Centre, Tripoli.
21. Beograd Yugoslavia, (1974), Garoslav Cerink- "investigations and studies of (25) wadis in Tobruk area" volume I- basic results and documentation.
22. Industrial Reserch Centre,(1974), Geological Map of Libya, Explanatory Book lat ,(Darnah sheet , 1:250.000).
23. Industrial Reserch Centre,(1977), Geological Map of Libya, Explanatory Book lat ,(AL – Bardia sheet , 1:250.000).

تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي سوق الخميس في منطقة الخمس

د. خالد أحمد بشير قـناو
محاضر جامعة المرقب
كلية التربية – قسم الجغرافيا

د. خالد محمد حسين بالنور
أستاذ مساعد جامعة المرقب
كلية التربية – قسم الجغرافيا

الملخص

اعتمـدت هـذه الدراسـة عـلى اسـتخدام تقنيـة نظـم المعلومـات الجغرافيـة في الكشـف عـن الخصائـص المورفومتريـة لحـوض وادي سـوق الخميـس بمنطقـة الخمـس في شـمال غـرب ليبيـا والمتمثلـة بالخصائـص المسـاحية والخصائـص الشـكلية والخصائـص التضاريسـية وخصائـص شـبكة التصريـف المائـي، وذلـك مـن أجـل بنـاء قاعـدة معلومـات جغرافيـة رقميـة للحـوض المائـي وقـد تـم اسـتخدام نمـوذج الارتفـاع الرقمـي (DEM) بدقـة تمييزيـة (30 مـترًا) في تحديـد ورسـم الخرائـط الطبوغرافيـة للحـوض المائـي واشـتقاق مختلـف القياسـات المورفومتريـة. خلصـت هـذه الدراسـة إلى أن حـوض وادي سـوق الخميـس يشـغل مسـاحة تقـدر بـ (83.04كـم2) وبطـول (18.74كـم)، كمـا توصلـت إلى أن الحـوض يقطـع ثـلاث مناطـق تضاريسـية تتفـاوت فيهـا مناسـيب الارتفـاع بـين (3 مـتر إلى 205مـتر) فـوق مسـتوى سـطح البحـر، وبلغـت درجـة الانحدار (12درجـة)؛ في حـين كانـت نسـبة الانحـدار العـام (21.4%) وفق تصنيـف العالـم (Young,1972)، كمـا توصلـت الدراسـة أن شـبكة التصريـف المائـي تحتـوي عـلى أربـع رتـب مائيـة مختلفـة العـدد والطـول وبعدد(109)مجـرى مائـي وفقًـا لتصنيـف سـترالر(Strahler,1969)، وكذلـك تـم اسـتخراج تكراريـة المجـاري المائيـة ونسـبة تشـعبها وإجـراء بعـض العلاقـات المكانيـة بـين تلـك الخصائـص والـذي صنفـت بـأن الحـوض المائـي شـديد التـضرس وذات نسـيج طبوغـرافي خشـن، وأن المرحلـة العمريـة التـي يمـر بهـا هـي مرحلـة الشـباب والتـي أكدتـه نتائـج مجموعـة مـن القيـم بـأن محيطـه غـير منتظـم بطـول يبلـغ (55.77كـم) واقـتراب شـكله مـن المسـتطيل وهـذا مـا سـيؤثر عـلى العمليـات الهيدرولوجيـة للحـوض.

الكلمـات الدالـة: نمـوذج الارتفـاع الرقمـي – الخصائـص المورفومتريـة- الشـبكة المائيـة.

Analysis of the morphometric characteristics of the Wadi Suq al-Khamis basin in the Al-Khums region

Abstract

This study included the use of GIS technology in revealing the morphometric characteristics of the Wadi Suq Al-Khamis basin in the Al-Khums region in north-western Libya, which are represented by the spatial characteristics, morphological characteristics, topographic characteristics and characteristics of the water drainage network, in order to build a digital geographical information base for the water basin. Digital elevation (DEM) with discriminatory accuracy (30 meters) in determining and mapping the topographical maps of the water basin and deriving various morphometric measurements. The basin cuts across three terrain areas in which the elevation levels vary between (3 meters to 205 meters) above sea level, and the degree of slope reached (12 degrees), while the general slope rate was (21.4%) according to the classification of the world (Young, 1972), as the study found. The water drainage network contains four water classes of different number and length with a number of (109) waterways according to the classification of Strahler (Strahler, 1969), as well as extracting the frequency of waterways and their bifurcation ratio and making some spatial relationships between Those characteristics, which were classified as the water basin is very rough and with a coarse topographic texture and that the age stage it is going through is the stage of youth, which was confirmed by the results of a set of values that its circumference is irregular, which reached a length of (55.77 km) and its shape is close to the rectangle, and this will affect the hydrological processes of the basin.

Key words : Digital Elevation Model - Morphometric Characteristics - Water Network.

1) المقدمة

تعد دراسة الخصائص المورفومترية أحد الاتجاهات الحديثة لدراسة الأحواض المائية للأودية وخاصة في المناطق الجافة، والتي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بأهم العوامل الطبيعية كالمصادر المائية لتلك الأحواض، حيث تعد الخصائص المورفومترية أحد أهم أنواع الخصائص الجيومورفولوجية الكمية (Quantita-tive Geomorphology) ، التي تختص بتحليل المظاهر السطحية للأرض معتمدة في أساسها على البيانات المأخوذة من (الخرائط الكنتورية، الصور الجوية، الدراسات الحقلية، المرئية الفضائية، نموذج الارتفاعات الرقمية DEM) حيث عرّفها (1969Strahler,) بأنها علم قياس الخصائص الهندسية لظاهرات سطح الأرض الناتجة عن التعرية النهرية، بينما عرفتها (Morisawa,1968) بأنها التحليل العددي لأشكال سطح الأرض وتحديد العلاقات الرياضية بين المظاهر الطوبوغرافية وشبكات التصريف المائي، بينما يرى (1966Chorley,) بأن الأسلوب العلمي الذي ينبغي أن يتبع في الدراسات الجيومورفولوجية هو الأسلوب الاستدلالي الكمّي (أبوالعينين،1995،ص86)، حيث يشير التحليل المورفومتري إلى جميع الخصائص القياسية التي تنتج عن أخذ قياسات معينة للأحواض المائية، وقد تم الاعتماد على تلك الخصائص المورفومترية في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لحوض وادي سوق الخميس من حيث الشكل والمساحة والتضرس؛ ومن ثم رسم شبكة التصريف المائي للحوض كظاهرة طبيعية لها علاقة في تحديد شكل الأرض وتطورها مما يعطي تصورًا واضحًا عن شكل العمليات والمظاهر الجيومورفولوجية والمرحلة العمرية التي وصل إليها، كما تساعد دراسة الخصائص المورفومترية في إلقاء الضوء على هيدرولوجية الأحواض من حيث معرفة كمية كثافة التصريف وتكرارية المجاري ونسبة التشعب والمحافظة على الموارد المائية وتنميتها خاصة في المناطق ذات المورد المائي المحدود.

2) مشكلة الدراسة (The Problem of study)

تتمثل مشكلة الدراسة في كيفية حساب وتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي سوق الخميس، والتي تعتمد على الطرق الكمية القائمة على إجراء العديد من القياسات والخواص الهندسية؛ بواسطة تحليل الخرائط الرقمية واستنتاج العديد من المعلومات الجيومورفولوجية عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي كنوعية التضاريس وأشكالها وتوزيعاتها الجغرافية داخل نطاق الحوض المائي، وتحديد خصائص الرتب المائية وعدد مجاريها، وتتلخص مشكلة الدراسة في الإجابة على التساؤلين التاليين:

- ما هي الخصائص المورفومترية السائدة في حوض وادي سوق الخميس؟ وهل لهذه المظاهر أثر في تنوع المظاهر الجيوموفولوجية؟
- ما انعكاسات الخصائص المورفومترية لحوض وادي سوق الخميس على الجريان والتصريف المائي؟

3) **فرضياتها (Hypothesis)**

- هنـاك ارتبـاط بـين تنـوع الخصائـص المورفومتريـة الشـكلية والتضاريسـية وبـين تنـوع العمليـات الجيومورفولوجيـة وتطورهـا.
- هنـاك علاقـة بـين التوزيـع الجغـرافي للخصائـص المورفومتريـة وبـين خصائـص التركيـب الطبوغـرافي للحـوض.

4) **أهداف الدراسة (Objectives of the study)**

- اسـتخراج الخصائـص المورفومتريـة لحـوض وادي سـوق الخميـس وقيـاس أبعادهـا ومتغيراتهـا وتكويـن قاعـدة بيانـات جغرافيـة رقميـة لهـذا الحـوض.
- تصميـم الخرائـط المورفومتريـة للحـوض وتحليلهـا للتعـرف عـلى أهـم الخصائـص المسـاحية والشـكلية والتضاريسـية كونهـا تُعَـدُّ الأسـس الأوليـة للدراسـات الجيومورفولوجيـة.
- دراسـة العلاقـة بـين المتغـيرات المورفومتريـة المختلفـة لحـوض التصريـف ومـدى أهميتهـا في عمليـة تطـور شـكل الحـوض.

5) **أهميتة الدراسة (Importance)**

- الكشـف عـن الخصائـص المورفومتريـة لحـوض وادي سـوق الخميـس وتحليلهـا مـن خـلال تطبيـق المعامـلات المورفومتريـة الموجـودة داخـل برنامـج (Arc Toolbox).
- تحديـد أهميـة الخصائـص المسـاحية والشـكلية والتضارسـية والتصريفيـة للحـوض وروافـده الرئيسـية.
- توضيـح التعامـل مـع الأسـاليب الكميـة للتحليـلات المورفومتريـة وذلـك لمعرفـة التغـيرات التـي طـرأت عـلى جيومورفولوجيـة الحـوض.

6) **منهجية الدراسة (Approach of study)**

اسـتخدمت هـذه الدراسـة المنهـج الكمـيُّ التحليـليُّ (The quantitative analytical approach) وهـو عبـارة عـن أسـلوب علمـي تحليـلي يرتكـز عـلى معلومـات كافيـة ودقيقـة عـن ظاهـرة أو موضـوع محـدد خـلال حقبـة زمنيـة محـددة، حيـث تلجـأ الدراسـة في هـذا المنهـج إلى دراسـة الخصائـص المورفومتريـة للحـوض وإجـراء القياسـات وتطبيـق المعـادلات واسـتخلاص النتائـج مـن خـلال الخرائـط الطبوغرافيـة التـي تـم تعزيزهـا ببيانـات دقيقـة ذات درجـة وضـوح مكانـي عاليـة الدقـة متمثلـة في نمـوذج الارتفـاع الرقمـي (DEM)؛ لإجـراء التحليـلات المورفومتريـة بصـورة آليـة وتلقائيـة (Morphometric Analysis)، إضافـة إلى تحليـل البيانـات المسـتخلصة سـواء كانـت مـن الدراسـة الميدانيـة أم مـن الخرائـط الطبوغرافيـة الخاصـة بمنطقـة الدراسـة؛ وذلـك مـن أجـل تحديـد مجـراه الرئيـسي وشـبكات التصريـف المائـي الموجـودة بداخلـه وتوزيعهـا الجغـرافي؛ للوصـول إلى نتائـج دقيقـة وتقديـم صـورة واضحـة عـن طبيعـة الحـوض المسـاحي والشـكلي والتضاريـسي.

7) الدراسات السابقة (Previous studies)

هناك العديد من الدراسات الجيومورفولوجية المتعلقة بالأحواض المائية للأودية في ليبيا، فمنها ما هو متعلق بالجانب الزراعي ونوعية التربة ومنها ما هو متعلق بالوضع المائي لتلك الأحواض ومنها ما هو متعلق بالجانب البشري والتوزيعات السكانية، ولكي نبرز أهمية الدراسات السابقة بموضوع الدراسة اتجهت الدراسة إلى عرض بعض الدراسات المتعلقة بالوصف والتحليل المورفومتري للمظاهر الطبيعية لبعض الأودية التي لها علاقة مباشرة بموضوع البحث، فقد قدمت (أبوالشواشي،2004) دراسة بعنوان "التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي المجينين" أوضحت خلالها العلاقة بين عدد من الأودية ومراتبها وأطوالها وكذلك الخصائص الشكلية والهندسية للحوض، وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج كان أهمها أن حوض الوادي يتميز بقلة روافده وقصر أطوالها، وأن الحوض الرئيس متوسط الاستدارة مقارنة بالأحواض الفرعية له، كما أن درجة انحداره تختلف من البسيط بالقرب من المصب إلى الانحدار الشديد بالقرب من المنبع، كما توصلت الدراسة إلى أن الحوض قد مر بمراحل تحاتية حتى وصل إلى مرحلة الشيخوخة بفعل عوامل التعرية والتي ارتبطت بالدورات المناخية التي تعرضت لها المنطقة.

- دراسة (عبد الهادي،2015) بعنوان"التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيرة دراسة جيومورفومترية" درست هذا الحوض من خلال تحديد شكله وأبعاده وشكل قنواته المائية، ومعرفة العمليات الجيومورفولوجية التي عملت على تحديد شكله وتحديد مراحل تطورها، وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج أهمها بأن حوض وادي الهيرة يأخذ شكلا مثلثيا وأن كمية التصريف المائي منخفضة وذلك بسبب قلة عدد مجاريه وأن الحوض لم يقطع شوطا طويلا في دورته التحاتية وأنه مازال في مرحلة الشباب نظرًا لظروف الجفاف التي أدركته.

- دراسة (سليم،2016) بعنوان "تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" والتي درست الخصائص المورفومترية للشبكة المائية وذلك لتحديد الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية للحوض ومعرفة أشكالها، وقد اتبعت الدراسة المنهج الاستنتاجي والتحليلي الكمي للوصول إلى المعلومات الكافية، وقد توصلت الدراسة إلى أن الشكل العام للحوض يأخذ الشكل المثلث وأن الحوض منخفض التضرس، وأن المجاري الرئيسية للحوض لم تصل إلى التطور الفعلي من حيث العدد والطول وبالتالي لم يكمل دورته التحاتية وأنه ما زال في مرحلة النضج.

- دراسة (اعنيبة، 2018) بعنوان" تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية" والتي درس فيها تحليل وحساب الخصائص المورفومترية واستخلاص شبكة المجاري المائية وتصنيف رتبها، وكذلك استخراج الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية كنسبة

التضرس ونسبة الاستدارة والتشعب وكثافة التصريف المائي عن طريق المنهج الكمي التحليلي، وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج كان أهمها تأثير الخصائص الطبيعية الجيولوجية والمناخية والتربة على مورفومترية الحوض حيث اتخذ الحوض الشكل المستطيلي وأن التعرية المائية منخفضة مما جعل الحوض في بداية دورته التحاتية وهي مرحلة الشباب.

- دراسة (قناو،2021) بعنوان "المُناخ وأثره على التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي لبدة" تناولت تطور الخصائص المورفومترية للحوض بفعل عناصر المناخ، وتم حساب الخصائص المساحية والتضاريسية والشكلية وخصائص شبكة التصريف المائي. وتوصلت الدراسة إلى العديد من النتائج كان أهمها المتعلق بالخصائص المورفومترية والتي خلصت إلى أن حوض وادي لبدة بلغ المرتبة الخامسة وبعدد مجاري (253)مجرى مائي وبنسبة تشعب(1.9)، بينما بلغت تكرارية المجاري بحوض التصريف نحو (1.18 مجرى/كم2) وبكثافة تصريفية بلغت (0.97كم/كم2) وهي كثافة منخفضة مما يدل بأن الحوض أنه ما زال يمر بمرحلة الشباب وفي بداية دورته التعروية.

8) **الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:**

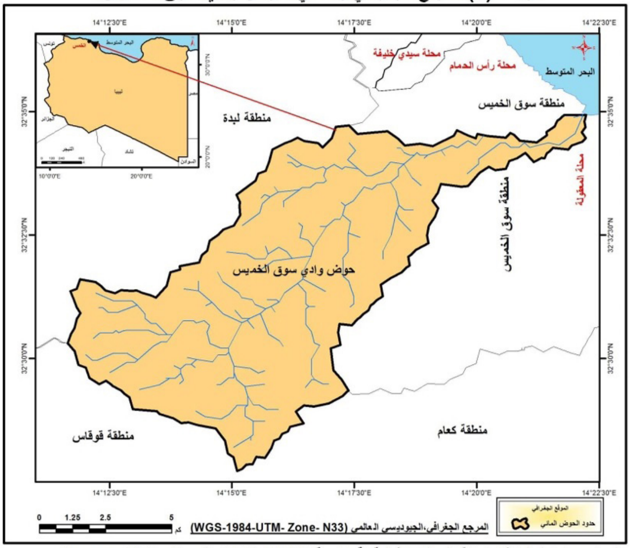
1.8 - موقع منطقة الدراسة وحدودها (The location of the study area)

يقع حوض وادي سوق الخميس في الركن الشمالي الغربي لليبيا على ساحل البحر المتوسط في منطقة سوق الخميس الخمس بين دائرتي عرض (42" 27` 32º `34 "56 -32º) شمالاً، وبين خطي طول (36" 11` 14 14º `22 "12 -º) شرقًا. وهو عبارة عن وادٍ موسمي يبدأ من حدود شمال منطقة لبدة وشمال منطقة قوقاس، وينتهي في منطقة سوق الخميس وتحديدًا في جنوبها عند محلة المعقولة؛ ثم يواصل سيره نحو الشمال إلى أن يصل إلى البحر بطول(18.74كم) وباتجاه عام من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، وبشكل غير متناظر وكثير التعرج والاستطالة قاعدته في الجنوب ورأسه في الشمال وبانحدار تدريجي نحو البحر بمساحة تقدر(83.04كم2)، في حين يبلغ أقصى عرض للحوض(9.01كم) بمتوسط عرض(6كم)، وتتباين مناسيب الحوض من(205متر) فوق مستوى سطح البحر عند منطقة الحوض الأعلى إلى(3متر) فوق مستوى سطح البحر في الجزء الأدنى من الحوض، وقد بلغ عدد الروافد المائية حسب التحليل المورفومتري إلى (109) رافد موزعة على أربع رتب مائية رئيسية والتي تتوزع جغرافيًا في أرجاء منطقة الحوض بطول اجمالي بلغ(91459كم)، انظر الخريطة رقم (1).

أما عن حدود الحوض طبوغرافيًا فيحدّه الكثير من الأودية داخل المنطقة؛ يحده من الناحية الغربية حوض وادي لبدة بطول حدودي مشترك بلغ(15.6كم)، أما حدود الحوض من الناحية الشرقية فيحده حوض وادي غريب بطول (16.7كم)، أما من ناحية الشمال فيحده العديد من الأحواض المائية الصغيرة التي تصب مجاريها نحو البحر المتوسط بطول(9كم)، ومن ناحية الجنوب

فيحده حوض وادي كعام بطول(13.8كم). وبالتالي فإن مجموع الأحواض المائية التي تتموضع حول حوض وادي سوق الخميس ثلاثة أحواض تتقاسم مياه الأمطار فيما بينها(خط تقسيم المياه)؛ فيتوزع الجريان المائي السطحي على تلك الأحواض مما تنخفض كمية الجريان المائي في حوض وادي سوق الخميس أثناء سقوط الأمطار وخاصة في فصل الشتاء، مما سيؤثر على المرحلة العمرية للحوض من حيث الحجم والمساحة ونسبة التضرس ومعامل الشكل وكمية التصريف وأنماط شبكة المجارى المائية.

خريطة (1) الموقع الجغرافي والفلكي لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استناذًا إلى الخرائط الرقمية من موقعUSGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

2.8 - التركيب الجيولوجي (Geological Structure)

هناك العديد من الدراسات التي تدل على أن أول خارطة جيولوجية لليبيا كانت على يد العالم (ديزو) سنة 1930 بمقياس رسم (1/3 مليون)، ثم رسمت عدة خرائط جيولوجية في سنة 1964 بحيث جمعت في خريطة واحدة بمقياس رسم (1/2 مليون)؛ وبالتالي كان من أهم الخرائط التي رسمت لجيولوجية المنطقة كانت عن طريق مركز البحوث الصناعية سنة 1975 بمقياس رسم (250000:1). ومن خلال دراسة تلك الخارطة والتركيب الجيولوجي للمنطقة تم الاستعانة بالكتيب التفسيري الملحق لتلك الخارطة وكان من أهم التكوينات التي تم توضيحها يتمحور في الآتي:

أ- تكوين سيدي الصيد (Composition Sidy Aseed)

عبارة عن مجموعة من صخور الحجر الجيري الدولوميتي والحجر الجيري المتبلور وقد قسم في بعض المناطق إلى عضوين هما عضو عين طبي وعين

يفرن(مركز البحوث الصناعية،1975،ص4). وقد لوحظ هذا النوع غرب منطقة الخمس في أجزاء بعض الأودية، كما ينتشر في أجزاء واسعة من الحوض تقدر بنحو عشرة مواقع وخاصة في المجرى الرئيسي عند منطقة الجريان في الجزء الأوسط وتبلغ مساحة هذا التكوين في الحوض(25.4كم^2) أي بنسبة(30.6 %) من إجمالي مساحة الحوض التي بلغت(83.04كم^2).

ب- تكوين الخمس (Alkhums composition)

وهو عبارة عن مجموعة من الصخور التي تنتمي إلى عصر الميوسين، ويوجد هذا التكوين في الجزء الجنوبي الغربي للحوض، والذي يمتاز بسطح عديم التوافق يفصله عن تكوين سيدي الصيد، كما يفصل كذلك تكوينات الخمس وتكوينات نالوت ويتوزع في نطاقات مختلفة من تركيبات الحوض بحوالي تسعة مواقع بمساحة بلغت (3.7كم^2) أي بنسبة(4.5 %) من إجمالي مساحة الحوض.

جـ - الرواسب المائية الرياحية (Wind water sediments)

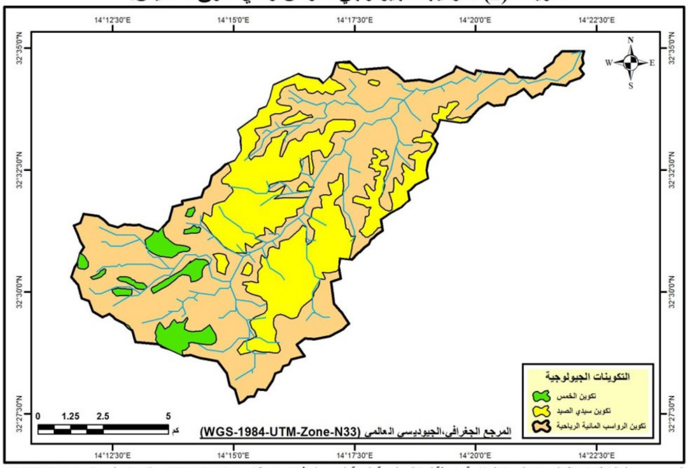
وهي تغطي مساحات واسعة من الحوض بمساحة(53.94كم^2)، أي بنسبة(64.9 %) من مساحة التكوينات الجيولوجية الموجودة في الحوض، وهي عبارة عن خليط من تكوينات عصر الهولوسين والبلايستوسين والتي تنتمي إلى الزمن الرابع، وهي عبارة عن مواد من الرمل والحصى والغرين التي يتم نقلها بواسطة الرياح والمياه الجارية وخاصة في المناطق التي تشهد انحدارًا في الحوض، وتنتشر على مساحات واسعة من الحوض وخاصة في المناطق السهلية.

جدول (1) مساحة التكوينات الجيولوجية لحوض وادي سوق الخميس.

التكوين	المساحة/ كم^2	النسبة المئوية%
سيدي الصيد	25.4كم^2	30.6 %
الخمس	3.7كم^2	4.5 %
الرواسب المائية الرياحية	53.94كم^2	64.9 %
المجموع	83.04كم^2	100 %

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على البيانات الموجودة في الخريطة الجيولوجية رقم (2).

خريطة (2) التركيب الجيولوجي لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استنادًا إلى مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة الخمس ش.ذ 33- 14 مقياس 1: 250000، 1975 ، بالاعتماد على برنامج ARC MAP 10.3.

3.8 - الوضع الطبوغرافي (Topographic situation)

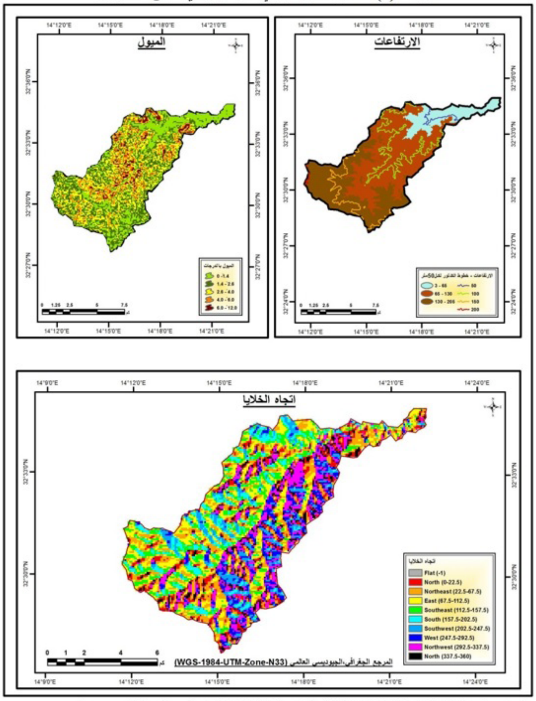
تقــف تضاريــس ســطح الأرض في مقدمــة عنــاصر المــكان التــي تؤثــر بشــكل مبــاشر في العمليــات الجيومورفولوجيــة، وخاصــة في نشــوء الشــبكة المائيــة وتطورهــا؛ إذ يــؤدي الإنحــدار دورا رئيســاً بــين عنــاصر الســطح في زيــادة سرعــة الميــاه الجاريــة ممــا ينعكــس عــلى طبيعــة العمليــات الجيومورفولوجيــة مــن نحــت ونقــل وترســيب، ســواء كان النحــت الــرأسي أم الجانبــي الــذي يعمــل عــلى إزالــة ارتفاعاتــه وردم منخفضاتــه، وبالتــالي فــإن مناســيب حــوض وادي ســوق الخميــس تتبايــن مــن منطقــة إلى أخــرى ويتضــح مــن الخريطــة رقــم (3) وجــود تــدرّج واضــح في الارتفاعــات والانخفاضــات حيــث ينخفــض ســطح الأرض في المنطقــة الدنيــاً مــن الحــوض بنحــو (3إلى 65 مــتر)؛ وذلــك بســبب العمليــات الجيومورفولوجيــة كالنحــت المائــي والريحــي وعمليــات الانجــراف بواســطة قــوة الجريــان الســطحي في تلــك المنطقــة في المنطقــة الوســطى مــن الحــوض. في حــين يتــدرج الإرتفــاع نحــو الجنــوب بارتفــاع يصــل مــا بــين (65 إلى 130مــتر) فــوق مســتوى ســطح البحــر، ثــم يواصــل الارتفــاع ســيره كلمــا اتجهنــا جنوبــا حيــث ترتفــع المنطقــة العليــا مــا بــين (130إلى 205مــتر)، ويلاحــظ أن الإرتفــاع يتــدرج مــن المناطــق الســفلى إلى المناطــق العليــا حتــى يصــل إلى ارتفــاع (205مــتر) فــوق مســتوى ســطح البحــر في الجــزء الجنوبــي الغربــي مــن الحــوض؛ والتــي تتميــز بكثــرة الروافــد والرتــب المائيــة وتشــعبها وذلــك بســبب اتســاع منطقــة الحــوض وعامــلي الارتفــاع والانحــدار، بينمــا تقــل الروافــد والرتــب المائيــة نحــو منطقــة المصــب وتبــدأ المنطقــة الســهلية بالظهــور نحــو البحــر.

أمــا عــن الانحــدار (Slope) فتتميــز منطقــة الدراســة بالتــدرج في الإنحــدار مــن

الجنوب إلى الشمال أي من مناطق تجمع المياه إلى مناطق الجريان ومن ثم المصب؛ بحيث يتروواح ميولها بالدرجات ما بين (-0 12.0 درجة) بمتوسط عام بلغ 2.5 درجة، بينما يتراوح ميولها بالنسبة المئوية (0- 21.4%) وبمتوسط عام (4.4%) وتصنف منطقة الدراسة حسب تصنيف (Young) بأنها معتدلة الانحدار وتكون عمليات التعرية كبيرة، ويزداد الميول في جنوب منطقة الحوض وخاصة في المجاري الرئيسية التي يتراوح ميولها ما بين (-6.0 12.0 درجة) وهي من أكثر المناطق شدة في الإنحدار داخل الحوض المائي وتسمى بالجروف أو التلال المرتفعة. أما المناطق متوسطة الإنحدار فهي تتوزع في منتصف الحوض وخاصة في الجزء الغربي ويتراوح ميولها ما بين (-2.6 4.0 درجة) في حين تتميز منطقة المصب بالانبساط والانتظام حيث تبلغ درجة ميولها بين (0 1.4- درجة) وتسمى مناطق خفيفة الانحدار أو مستوية السطح(سهلية) وذلك بسبب الإرسابات الناتجة عن الجريان المائي.

وأخيرًا جاء دور درجة اتجاه السطح (Aspect) ليعبّر عن الوضع الطبوغرافي للحوض. فمن خلال الخريطة رقم (3) التي توضح اتجاهات الانحدار والمصممة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) تبين أن هناك ثمانية اتجاهات للانحدار في حوض وادي سوق الخميس؛ حيث تركزت الاتجاهات الشمالية والشمالية الشرقية باتجاه المنحدرات الجنوبية للرتب المائية، بينما الاتجاهات الشرقية والجنوبية الشرقية فقد تركزت في شمال ووسط الحوض، أما اتجاهات الجنوب والجنوب الغربي والغربي فقد انتشرت في الجزء الغربي من حوض الوادي والتي تنحدر باتجاه السهول الموجودة في المنطقة، أما اتجاهات الشمال فقد انتشرت في أرجاء الحوض أما الشمال الغربي فقد تركز في جنوب وشرق كل خلية، ويستخلص من هذه الاتجاهات أن معظم الانحدارات في منطقة الدراسة تتجه نحو مناطق أقدام المرتفعات والسهول التجمعية ومع اتجاه مجرى الماء الرئيسي في الحوض مما يؤدي إلى زيادة سرعة فاعلية عمليات التعرية المائية والذي بدوره يعمل على زيادة حركة المواد المفتتة عبر جريان تلك المياه أثناء سقوط الأمطار وما بعدها مكونة أشكالًا جيومورفولوجية متباينة من حيث عمليات النحت والإرساب.

خريطة (3) المظهر الطبوغرافي لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استناداً إلى الخرائط الرقمية من موقع USGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

4.8 – المُناخ:

تم التركيز في هذه الدراسة على درجات الحرارة والأمطار بمنظورها العام، حيث يلاحظ أن درجات الحرارة الشهرية تأخذ شكل المنحنى في شهري يوليو وأغسطس بمتوسط شهري (30.8 °م- 31.9 °م) بينما يبدأ الانخفاض التدريجي لدرجات الحرارة الشهرية من شهر سبتمبر حتى شهر يونيو لتسجل خلال شهري يناير وفبراير أقل قيمة للمعدل الشهري (17.0 °م - 18.0 °م).

أما المعدل الفصلي لدرجات الحرارة فتتسم بارتفاع عام خلال فصل الصيف الذي بلغ المتوسط الفصلي(30.6 °م) وخاصة في شهر أغسطس؛ والسبب في ارتفاعها هو طول النهار وصفاء الجو وارتفاع زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، بينما تقل المعدلات الحرارية الفصلية في باقي الفصول حيث سجلت الحرارة في فصل الخريف(26.6 °م) وبلغ أدناها في نوفمبر، بينما سجلت في فصل الربيع (22.9 °م) وكانت أقل قيمة لها في شهر مارس (19.9 °م). أما فصل الشتاء فقد سجل أقل المعدلات الحرارية بمتوسط فصلي (17.8 °م).

وفيما يتعلق بطبيعة الأمطار في منطقة الدراسة فتتساقط على شكل

زخّات عشوائية وعلى فترات زمنية متباينة، حيث تتباين في سقوطها سواء كانت شهرية أم فصلية أو سنوية، حيث سجل فصل الشتاء أعلى المعدلات المطرية الفصلية بمجموع فصلي بلغ (151.0ملم) وخاصة في شهري ديسمبر ويناير، بينما يأتي في المرتبة الثانية فصل الخريف من حيث المجموع الفصلي إذ بلغت حوالي(92.4 ملم) والتي سجل فيها شهر نوفمبر أعلى معدلاته، أما عن طبيعة الأمطار في فصل الربيع فإنها متذبذبة من شهر إلى آخر حيث سجل شهر مارس أعلى قيمة في كميات الأمطار الشهرية خلال هذا الفصل والتي بلغ مجموعها (39.2ملم)، أما فصل الصيف فيقل سقوط الأمطار ويكاد ينعدم في معظم شهور الفصل حيث سجل المجموع الفصلي (1.2 ملم) ويتميز المناخ خلال هذا الفصل بالجفاف والسبب يرجع إلى وقوع ساحلها عند أقصى الحدود الجنوبية لنطاق أعاصير المنطقة المعتدلة بحيث تتصارع كتل الهواء الجافة (المدارية القارية) مع كتل الهواء الرطبة (البحرية) حيث تكون الغلبة في بعض الأحيان للكتل الرطبة فيسقط المطر ويتكاثر وفي أحيان أخرى تكون الغلبة للهواء المداري القاري فينجم الجفاف (امقيلي،1995،ص177).

9) **الخصائص المورفومترية لحوض وادي سوق الخميس :**

1.9 – الخصائص المساحية (Characteristics Area)

تستخدم الخصائص المساحية في حساب الكثير من المقاييس المهمة مثل كثافة التصريف المائي وأعداد المجاري المائية وأطوالها، وهناك عدة عوامل تسهم بمجملها في تحديد المساحة الحوضية ومن أهمها الحركات التكتونية ونوع الصخور والظروف المناخية (مكولا،1986،ص28) حيث تزداد مساحة الحوض مع ازدياد كمية ما يستقبله من أمطار وبالتالي نشاط عامل التعرية المائية، وعليه فإن أهم الخصائص المساحية هي:

1.1.9 – محيط الحوض (Basin perimeter)

هو خط وهمي يفصل بين حوض وآخر ويمر عبر النقاط الأكثر ارتفاعًا في المنطقة التي تحيط بمساحة محددة تنصرف مياهها نحو مجاري أوديتها وصولًا إلى المجرى الرئيسي ثم المصب. (الدليمي، الجابري، 2018، ص82)، ويتأثر محيط الحوض بشكل مباشر بتطور المجاري المائية وبعمليات الأسر النهري ونشوء المجاري الموسمية عقب سقوط الأمطار، كما يتأثر بتراجع المنحدرات التي تمثل قممها وجروفها خطوط تقسيم مياه الأحواض(سلوم،2012،ص404)، وقد بلغ محيط حوض وادي سوق الخميس حسب التحليل المورفومتري نحو(55.77كم) ويرجع صغر المحيط إلى صغر المساحة الحوضية وميل المجاري المائية لتعميق مجراها وازدياد أطوالها على حساب النحت الجانبي والتراجعي، كما يرجع إلى تقاسم المياه السطحية (مياه الأمطار) مع الأحواض المائية المجاورة أهمها وادي لبدة ووادي كعام.

2.1.9 - مساحة الحوض (Basin area)

تشكل مساحة الحوض كل المجال المحدد بخطوط تقسيم المياه والتي تعني أرض محددة بمحيطها يميزها عما يجاورها من الأحواض التي تنصرف مياهها المتجمعة نحو مجاري أوديتها لينتهي بها المطاف إلى المصب، وتؤثر مساحة الحوض تأثيرًا مباشرًا على عدد وأطوال المجاري المائية وما يتبع ذلك من تأثير كمية التصريف وحجم وكمية الرواسب وخاصة إذا كانت مساحة الحوض كبيرة(الصالح،1996، ص75)، وقد بلغت مساحة حوض وادي سوق الخميس (83.04كم2) وهي صغيرة المساحة مقارنة بالأحواض الموجودة في منطقة الخمس كحوض وادي كعام وحوض وادي لبدة على اعتبار أنها تستقبل نفس كميات الأمطار المتساقطة في المنطقة.

3.1.9 - طول الحوض (Basin length)

يؤدي طول الحوض دورًا مهمًا في عملية الجريان المائي وذلك عن طريق مدة الجريان التي تقطعها المياه، فإذا كانت المسافة قصيرة؛ فإن كمية الجريان تصل إلى منطقة المصب بسرعة كبيرة وبكميات رواسب كثيرة، على عكس المسافة الطويلة التي تحتاج المياه إلى مدة زمنية أطول للوصول إلى مناطق الحوض الدنيا مع كميات رواسب أقل، كما تتناسب معدلات التسرب والبخر مع طول الحوض تناسبا طرديا وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية باتجاه المصب، وقد بلغ طول حوض وادي سوق الخميس نحو(18.74كم).

4.1.9 - عرض الحوض (Basin Width)

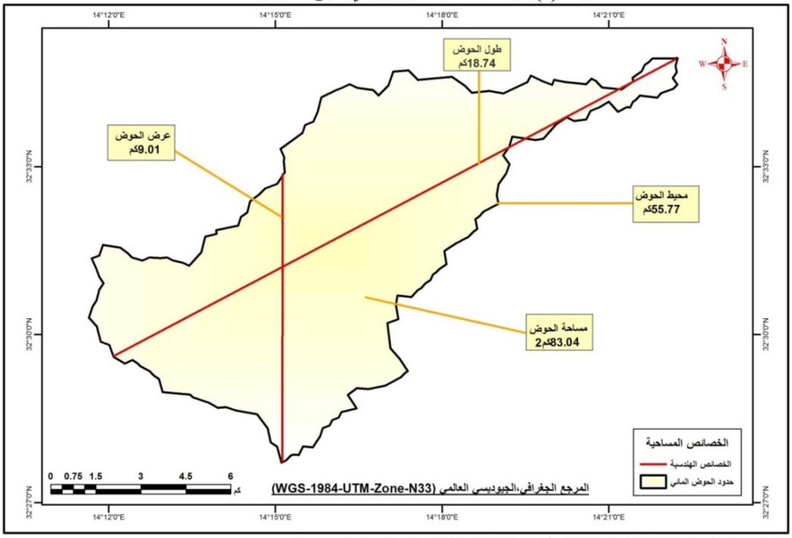
لا يقل عرض الحوض أهمية عن الطول، فكلما اقتربت قيمته من قيمة الطول اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري والعكس صحيح، ويؤثر هذا المقياس على كمية التساقط والجريان والتسرب وكذلك التبخر والنتح، بحيث يؤدي اتساع الحوض دورًا مماثلا لما يؤديه الطول من زيادة المدة الزمنية للتصريف المائي فضلًا عن تحديد زمن قمة الفيضان (سلوم،2012،ص403)، وقد تم قياس عرض الحوض بحساب أقصى عرض فبلغت (9.01كم)، كما تم حساب متوسط عرض الحوض المائي عن طريق المعادلة الرياضية وقد بلغ (4.43كم).

جدول (2) الخصائص المساحية لحوض وادي سوق الخميس.

وادي سوق الخميس	محيط الحوض/ كم	متوسط عرض الحوض/ كم	أقصى مسافة عرض/ كم	مساحة الحوض/ كم2	طول الحوض/ كم
القيمة	55.77	4.43	9.01	83.04	18.74

المصدر: من حسابات الباحثان بالاعتماد على برنامج (10.3Arc map).

خريطة (4) الأبعاد المساحية لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استناداً إلى الخرائط الرقمية من موقعUSGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

2.9 – الخصائص الشكلية (Formal Characteristics)

تفيد دراسة الخصائص الشكلية للحوض في معرفة التطور الجيومورفولوجي والعمليات التي شكلته، وكذلك معرفة تأثير الشكل على مقدار حجم التصريف المائي وتكراريته مما يساهم في تحديد درجة مخاطر الفيضانات (العبدان،2008،ص11). وقد تم تحديد شكل الحوض بناءً على الطرق الآتية:

- نسبة الاستدارة (Rotation Ratio)

توضح مدى اقتراب الحوض من الشكل الدائري أو ابتعاده عنه، وتحسب من خلال نسبة مساحة الحوض إلى مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض، وتتراوح قيم هذا المعامل بين (صفر–1)، فالقيم القريبة من الواحد تشير إلى الشكل الدائري للحوض، وكلما ابتعدت القيم عن الواحد الصحيح ابتعد الحوض عن الشكل الدائري واقترب من الشكل المستطيل ويعبر عنها رياضيًّاً (الدراجي،2019،ص99):

$$\mathbf{Rc} = \frac{4\pi A}{p^2} = \frac{4 \times 3.1416 \times 83.04}{(55.77)^2} = \frac{1043}{3110} = 0.33$$

حيث إن : RC معامل الاستدارة ، A مساحة الحوض المائي كم²، p^2 محيط الحوض المائي، π النسبة التقريبية = 3.1416.

وقد بلغت نسبة الاستدارة في حوض وادي سوق الخميس(0.33)؛ مما يدل

علــى أن شــكل الحــوض بعيــد عــن الشــكل الدائــري ويميــل إلى الإســتطالة، وتشــير هــذه القيمــة المنخفضــة إلى عــدم انتظــام محيــط الحــوض أو خــط تقســيم الميــاه، بــل إن محيــط الحــوض يمــر بتعرجــات ملحوظــة تؤثــر عــلى أطــوال المجــاري المائيــة مــن الرتبــة الأولى التــي تقــع بالقــرب مــن خــط تقســيم الميــاه وأن الحــوض يمــر بمرحلــة الشــباب.

- نسبة الاستطالة (Elongation Ratio)

يعــبر مــؤشر الاســتطالة عــن مــدى امتــداد الحــوض مــع شــكل المســتطيل، وكلمــا اقتربــت هــذه النســبة مــن واحــد صحيــح فــإن هــذا يشــير إلى أن شــكل الحــوض قريــب مــن الشــكل المســتدير، أمــا إذا ابتعــدت هــذه النســبة عــن واحــد صحيــح فــإن الحــوض يكــون قريبــاً مــن الشــكل المســتطيل ،وتســتخرج نســبة الاســتطالة وفــق المعادلــة الآتيــة (Schumm 1956):

$$R = 1.128 \times \sqrt{\frac{A}{L}} = 1.128 \times \sqrt{\frac{83.04}{18.74}} = 0.54$$

حيث إن : R نسبة الاستطالة ، A مساحة الحوض L طول الحوض.

وبلغــت نســبة الاســتطالة لحــوض وادي ســوق الخميــس (0.54) وهــي قيمــة متوســطة الاســتطالة ممــا يــدل عــلى أن شــكل الحــوض أقــرب إلى المســتطيل وفي بدايــة مرحلتــه العمريــة، وهــذا الشــكل لا شــك يؤثــر عــلى طــول المجــاري المائيــة وعددهــا خاصــة التــي تنتمــي إلى الرتــب الدنيــا التــي تميــل إلى زيــادة أطوالهــا وتقليــل عددهــا في حالــة انخفــاض نســبة الاســتطالة، وهــذا مــا يتطابــق مــع حــوض وادي ســوق الخميــس التــي بلــغ عــدد المجــاري المائيــة (109) مجــرى مائــي منهــا (56) مجــرى مائــي للرتبــة الأولى وهــي تشــكل نســبة (55.3 %)مــن مجمــوع المجــاري المائيــة، ممــا يعمــل عــلى تناقــص تصريفــه المائــي بســبب طــول المســافة التــي يقطعهــا هــذا المجــرى قبــل الوصــول إلى منطقــة المصــب فيقــل خطــر الفيضــان.

- معامل الاندماج (Compactness factor)

وهو مؤشر لمدى استطالة أو استدارة الحوض المائي بكل تعرجاته مع مساحته، ودرجة انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه ومدى تباعدها (الدليمي، الجابري، 2018، ص109)، وتشير القيم المرتفعة لهذا العامل عن الواحد الصحيح إلى ازدياد تعرجات الحوض وعدم تناسقه وقلة انتظامه على حساب مساحته ويحدث في الأحواض التي تتميز بمحيطها الحوضي الكبير مما يدل على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل، كما أن القيم المنخفضة لهذا المعامل تشير إلى تناسق الأحواض في أشكالها وإلى تقدم الحوض في دورة التعرية النهرية (جودة،1991، ص320)، ويستخرج وفق العلاقة الرياضية الآتية :

$$C = \frac{p}{2\sqrt{M\pi}} = \frac{55.77}{2\sqrt{26.43 \times 3.1416}} = 3.4$$

حيث إن : C معامل الاندماج، P محيط الحوض المائي كم، $M\pi\sqrt{2}$ محيط دائرة لها نفس مساحة الحوض المائي كم2، π النسبة الثابتة 3.1416، هي مربع نصف قطر الدائرة الممثلة لمساحة الحوض وتم حسابها عن طريق قسمة مساحة الحوض على π (محسوب،2001، ص212).

وقد بلغت قيم معامل الاندماج لحوض وادي سوق الخميس (3.4) مما يدل ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل، والتي تدل على تعرج الحوض المائي وقلة انتظامه وعدم تناسقه وأنه يتميز بمحيط حوضي كبير وصل إلى (55.77كم)، كما أن كميات التصريف المائي تسير بشكل طبيعي وذلك لأن المياه تصل للمجرى الرئيسي عبر فترات زمنية متقطعة.

- معامل شكل الحوض (Form Factor)

يتأثر شكل حوض التصريف بنوع الصخر ودرجة الانحدار، حيث يعطي مؤشر الشكل مدى تناسق عرض الحوض المائي على امتداد طوله من منطقة المنبع وحتى بيئة المصب، وقد توصل(هورتون) سنة 1932 إلى أن أفضل نتيجة هي التي تكون فيها قيمة معامل الشكل تساوي(0.5) بحيث يكون شكله بيضاويا، ويستخرج وفق المعادلة الرياضية الآتية (محسوب،2001، ص212):

$$F = \frac{A}{\boxed{L^2}} = \frac{83.04}{351.1} = 0.\mathbf{23}$$

حيث إن: F معامل شكل الحوض، A مساحة الحوض/كم^2، L^2 مربع طول الحوض/ كم.

وقد بلغت قيمة معامل الشكل للحوض نحو(0.23) وهي قيمة منخفضة والتي تشير بعدم انتظام الحوض واقتراب شكله من المثلث والذي سيؤثر على نظام التصريف المائي مؤديًّاً إلى ارتفاع منسوب الماء بشكل سريع وذلك لقرب الجداول والمسيلات من المصب الرئيسي.

- معامل التفلطح (Lemniscate Factor)

يعد من القياسات المورفومترية الدقيقة في التعبير عن شكل الحوض، حيث أكتسب هذا المعامل شهرته بسبب مقارنته بين شكل الحوض المائي والشكل الكمثري (Pear-shaped) في حين قارنت معظم المعاملات الأخرى بين شكل الحوض الطبيعي والأشكال الهندسية المجرّدة كالدائرة والمستطيل، ويستخرج وفق المعادلة الآتية (سلوم،2012،ص551):

$$K = \frac{L^2}{4A} = \frac{(18.74)2}{4\times 83.04} = \frac{351.1}{332.1} = 1.05$$

حيث إن K معامل التفلطح،A مساحة الحوض المائي، L2 قيمة أقصى طول للحوض المائي مربعة.

وقد بلغت قيمة معامل التفلطح في حوض وادي سوق الخميس (1.05)

حيث تشير القيم المرتفعة التي تزيد عن الواحد الصحيح إلى قلة انبعاج الحوض واستطالته وقلة أعداد مجاري الرتب المائية وأطوالها ومازال الحوض في مرحلة الشباب ولم يقطع شوطًا كبيرًا في مرحلته التعروية.

جدول (3) الخصائص الشكلية لحوض وادي سوق الخميس.

وادي سوق الخميس	مساحة الحوض/ كم2	محيط الحوض/ كم	نسبة الاستدارة	نسبة الاستطالة	معامل الاندماج	معامل شكل الحوض	معامل التفلطح
القيمة	83.04	55.77	0.33	0.54	3.4	0.23	1.05

المصدر: من حسابات الباحثان بالاعتماد على برنامج (Arc map 10.3).

ومن خلال تحليل الخصائص الشكلية للحوض يتضح أن حوض وادي سوق الخميس صغير المساحة مقارنة بطوله وأن شكله وقلة تناسقه يميل إلى الإستطالة وهذا ما يؤثر على طول مجاريه، كما أن محيطه يتميز بعدم انتظامه وكثرة تعرجاته والذي يدل بأن الحوض لم يقطع شوطًا كبيرًا من مراحل التعرية المائية وهي ذات دلالة مؤكدة على تفلطح الحوض واقتراب شكله إلى المستطيل وأن قيمة تفلطحه المرتفعة تؤكد على عدم تناسق شكله الذي يميل إلى الشكل الكمثري، كما يفسر ذلك معامل الشكل الذي يتسع تدريجياً في القطاعين الأعلى والأوسط بينما يقل نحو القطاع الأدنى أي نحو منطقة المصب وأنه يتميز بكثرة المجاري الأولية وازدياد أعدادها وبتصريف كميات مياه تتعاظم تدريجياً مع مرور الزمن.

2.9 – الخصائص التضاريسية (Topological Characteristics)

يلعب عامل التضاريس دورًا مهمًا في زيادة فاعلية ونشاط عمليات التعرية المائية وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض مما يجعلها تتحدث عن التاريخ الجيومورفولوجي لها، فمن المعروف أن هناك علاقة طردية بين انحدار سطح الحوض وكمية الجريان السطحي، كما أن انحدار سطح الحوض يعمل على اختلاف سمك التربة ونوعية وحجم المواد المكونة لها وما يترتب على ذلك من مقدار نفاذية التربة (علي،2001،ص96)، وعليه فإن تضاريس الحوض تتمثل في الآتي:

1.2.9 – التضرس الكلي للحوض (Total Relief)

ويقصد به الفارق الرأسي بين أعلى نقطة بالحوض وأدناها، على أن تكون أعلى النقاط عند خط تقسيم المياه وأدناها عند مخرج الحوض، وينعكس التضرس على معدلات النحت والإزالة فكلما زاد الانحدار بين مناطق تقسيم المياه ومناطق ترسيبها ازدادت المياه قوة في الجريان مما ينعكس على عمليات النحت فتؤدي إلى تباين كبير بين أجزاء الحوض من حيث الارتفاع والانخفاض، وسجّلت أعلى نقطة في الحوض عند (205متر) بينما بلغت أدناها (3متر) فوق مستوى سطح البحر، وبذلك بلغت قيمة التضرس الكلي في الحوض (202متر)، أما عن مساحة كل فئة من فئات الارتفاع فقد بلغت أعلى قيمة للمنطقة الوسطى من الحوض بمساحة(42.4كم2) أي بنسبة (51.06 %) من المساحة

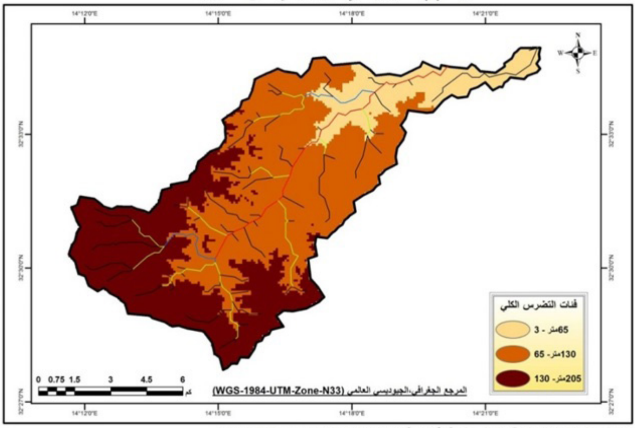
الكليــة للحــوض، والســبب يرجــع إلى كميــة الميــاه والرواســب التــي تغطــي هــذه المنطقة عنــد تســاقط الأمطــار ممــا جعلتهــا منطقــة ســهلية مقارنــة بالمنطقــة الدنيــا التــي مســاحتها(10.84كم2) أي بنســبة (13.06 %)، في حــين بلغــت مســاحة المنطقــة العليــا وهــي منطقــة تجميــع الميــاه بنحو(29.8كــم2) أي بنســبة (35.88 %) وهــي قيمــة مرتفعــة مقارنــة بمســاحة المنطقــة الدنيــا (منطقــة الترســيب) ممــا لــه تأثــير عــلى كميــة الجريــان الســطحي والرواســب المحملــة.

جدول (4) مساحة فئات التضرس الكلي لحوض وادي سوق الخميس.

مناطق الحوض	الارتفاع/متر	المساحة/كم2	النسبة المئوية %
المنطقة الدنيا	3 – 65م	10.84	% 13.06
المنطقة الوسطى	65 – 130م	42.4	% 51.06
المنطقة العليا	130 – 205م	29.8	% 35.88
الإجمالي	---	83.04كم2	% 100

المصدر: من حسابات الباحثان بالاعتماد على برنامج (10.3Arc map).

خريطة (5) التضرس الكلي لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استنادًا إلى الخرائط الرقمية من موقعUSGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

2.2.9 – نسبة التضرس (Relief Ratio)

يقصــد بهــا مقــدار الاختــلاف في الارتفــاع بــين أعــلى نقطــة في الحــوض وأدناهــا، وترتفــع قيمــة هــذا العامــل بزيــادة الفــرق بــين أعــلى وأدنــى نقطــة في الحــوض، أي أن قيمــة نســبة التــضرس تتناســب طرديــا مــع درجــة تــضرس الحــوض، بحيــث تــؤدي ارتفــاع قيمتــه إلى ازديــاد كميــة الكثافــة التصريفيــة والتكــرار المائــي وعمــق المجــاري وحجــم الرواســب المنقولــة كمًّــا ونوعًــا، ويعــبّر عنــه رياضيــا بالآتــي (الدراجــي،2019،ص109):

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض/ م}}{\text{الطول الحقيقي للحوض/ كم}} = 10.7\text{م/ كم.}$$

وقـد بلغـت نسـبة التـضرس في حـوض وادي سـوق الخميـس (10.7 مـتر)، حيث تـدل قيمـة التـضرس أن (10.7مـتر) ترتفـع في كل واحد كيلـو مـتر وهـي نسـبة مرتفعـة ممـا تـدل عـلى صغـر مسـاحة الحـوض وكثافـة عمليـة التعريـة المائيـة وزيـادة نسـبة حمولـة الرواسـب المنقولـة.

3.2.9 - التضاريس النسبية (Relative Relief)

تسـاعد هـذه النسـبة عـلى إدراك قيمـة التـضرس النسـبي للحـوض بغـض النظـر عـن نسـيجه الطبوغـرافي، ويشـير انخفـاض قيـم نسـبة التـضرس إلى نشـاط عمليـة النحـت والتراجـع نحـو المنابـع وتقويـض مناطـق تقسـيم الميـاه. وعـلى العكـس مـن ذلـك فـإن الأحـواض المرتفعـة في نسـبة تضرسـها تكـون نشـطة في عمليـة النحـت مـع ظـروف التـضرس الشـديد، ممـا يـدل عـلى أنهـا مـا زالـت في المراحـل الأولى مـن دورتهـا التعرويـة وأنهـا صغـيرة المسـاحة وهـذا مـا يتطابـق مـع حـوض وادي سـوق الخميـس الـذي بلغـت فيـه قيمـة التضاريـس النسـبية نحـو(362.2 %)، وتقـاس التضاريـس النسـبية بالمعادلـة الآتيـة (تـراب،1997،ص212):

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض/ م}}{\text{محيط الحوض/ كم}} \times \mathbf{100} = \frac{\mathbf{202}}{\mathbf{55.77}} \times \mathbf{100} = 362.2\%.$$

4.2.9 - نسبة النسيج الطبوغرافي ((Topography texture ratio

وهـو عبـارة عـن وصـف طبيعـة طبوغرافيـة الروافـد المائيـة ودرجـة تطورهـا التحاتـي، ومـدى اقـتراب وابتعـاد مجـاري الشـبكة المائيـة عـن بعضهـا البعـض، ويمكـن قيـاس النسـيج الطبوغـرافي للحـوض مـن خـلال نسـبة التقطـع التـي يتـم الحصـول عليهـا مـن خـلال العلاقـة الرياضيـة الآتيـة (الدراجـي،2019،ص110):

$$\text{نسبة التقطع} = \frac{\text{مجموع أعداد المجاري المائية}}{\text{محيط الحوض/ كم}} = \frac{109}{55.77} = 1.9 \text{ مجرى/كم.}$$

وبنـاءً عـلى التقسـيم الـذي وضعـه كلٌّ مـن العالـم ((Smith,1950 والعالـم (Small,1978) والعالـم (Morisawa,1985) للأحـواض المائيـة حسـب نسـيجها الطبوغـرافي والـذي قسـم إلى أربـع فئـات حسـب درجـة نعومتهـا، فقـد بلغـت نسـبة النسـيج الطبوغـرافي في حـوض وادي سـوق الخميـس نحو(1.9مجرى/كـم)، وهـذه القيمـة تـدل عـلى أن الحـوض ذو نسـيج طبوغـرافي خشـن، وأن انخفـاض هـذه النسـبة يرجـع إلى كثـرة الشـقوق والفواصـل التـي سـاهمت في زيـادة التـسرب وتقليـل الجريـان السـطحي، إضافـة إلى ارتفـاع معـدلات التبخـر وتشـقق التربـة والصخـور المنفـذة للمياه نتيجـة للجفـاف الـذي يسـود المنطقـة لأكثـر مـن فصلـين مناخيـين الأمـر الـذي يـؤدي إلى نفـاذ نسـبة كبـيرة مـن الميـاه الجاريـة أثنـاء فـترة الجريـان إلى التـسرب الباطنـي (الترشـح) وتقليـل معـدلات الجريـان في الحـوض.

5.2.9 - قيمة الوعورة (Ruggedness value)

تعبّر على العلاقة بين تضرس الحوض وأطوال مجاري شبكة التصريف المائي، كما تشير إلى مرحلة التطور الجيومورفولوجي التي وصل إليها حوض التصريف، حيث تنخفض قيمة الوعورة في بداية الدورة التحاتية للحوض حتى تصل إلى حدها الأقصى عند بداية مرحلة النضج ثم تبدأ قيمتها بالانخفاض مرة أخرى عند نهاية الدورة التحاتية، وتستخرج وفق المعادلة الآتية (تراب،1997،ص272):

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض/م} \times \text{كثافة التصريف كم/ كم}^2}{\text{محيط الحوض/كم}} = \frac{1.09 \times 202}{55.77} = 3.9 \text{ كم.}$$

وقد بلغت قيمة الوعورة في حوض وادي سوق الخميس (3.9كم) وهي قيمة مرتفعة التضرس والسبب في ذلك يعود إلى الانحدار الشديد وسيادة التعرية المائية، أي أن المسيلات المائية لها القدرة على عملية الحث ونقل المفتتات الصخرية من الأجزاء العليا للحوض إلى الأجزاء الدنيا وهذا ما يؤكده المدى التضاريسي للحوض والذي يبلغ بنحو(202متر).

-6.2.9 التكامل الهبسومتري(Hypsometric integration)

يعتبر التكامل الهبسومتري من أفضل المتغيرات الكمية في تصنيف الأشكال الأرضية ومراحل تطورها وذلك لفهم العلاقة بين طبوغرافية الحوض وتعرية المجاري المائية للسطح، وتتكامل الأحواض هبسومتريًا من(صفر إلى1) وتشير قيم التكامل الهبسومتري المنخفضة لحوض وادي سوق الخميس والتي بلغت (0.22 كم2/م) على حداثة عمر الحوض وصغر حجمه وارتفاع قيم التضرس وأنه مازال في بداية مراحل الدورة التحاتيةويتم حساب التكامل الهبسومتري عن طريق المعادلة الآتية (العبدان،2008،ص7):

$$\text{التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{التضاريس النسبية}} = \frac{83.04}{362.2} = 0.22 \text{ كم}^2\text{/م.}$$

جدول (5) الخصائص التضاريسية لحوض وادي سوق الخميس.

التضرس الكلي/م	نسبة التضرس م/كم	التضاريس النسبية%	النسيج الطبوغرافي/ كم	قيمة الوعورة/ كم	التكامل الهبسومتري كم2 /م	أعلى نقطة/م	أدنى نقطة/م
202	10.7	362.2	1.9	3.9	0.22	205	3

المصدر: من حسابات الباحثان بالاعتماد على برنامج (Arc map10.3).

ومن خلال تحليل نتائج الخصائص التضاريسية لحوض وادي سوق الخميس يتبين أن الحوض شديد التضرس وأن قيمته ترتفع بواقع(10.7متر/كم) مما يدل على كثافة عمليات التعرية وخاصة المائية مقارنة بصغر مساحته وانحداره الشديد وهذا ما أكدته ارتفاع قيمة الوعورة التي بلغت (3.9كم)، كما أن نسيج التربة ذو التركيب الخشن ساهم في ازدياد التعرية الريحية وخاصة

في الأراضي السـهلية مـن الحـوض وخاصـة في فصل الجفـاف وهـذا مـا جعـل قيمـة التكامـل الهبسـومتري منخفضـة والتـي بلغـت(0.22 كـم2/م).

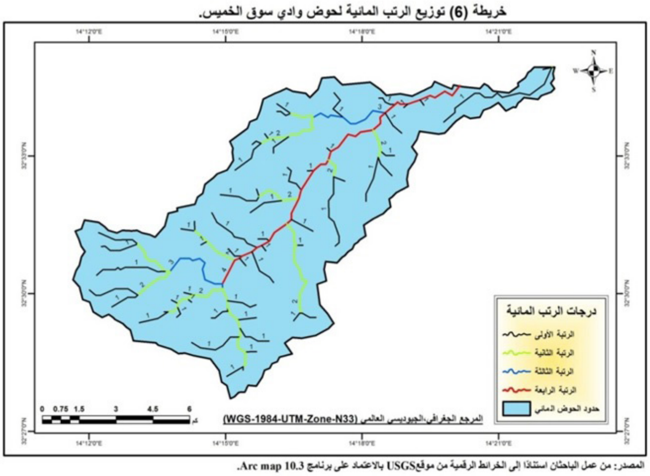
3.9 - خصائص الشبكة المائية (Characteristics of the water network)

تعتـبر خصائـص الشـبكة المائيـة شريـان الحـوض المائـي وذلـك لما تمثله للشـكل العـام لمجـاري الأوديـة المائيـة، فهـي عبـارة عـن مسـالك طبيعيـة تقـاس عـلى أساسـها كميـة المياه الجاريـة ونسـبة تشـعبها وكثافـة تصريفهـا، وكذلـك الحمـولات الرسـوبية التـي تعمـل عـلى تغـير وتطـور المظاهـر الجيومورفولوجيـة كالمصاطـب والمنحـدرات والمنعطفـات والتـي تعـد أرشـيفًا للذاكـرة الجيومورفولوجيـة، ومـن تلـك الخصائـص:

1.3.9 الرتب المائية (Stream Order)

يقصـد بالرتـب المائيـة التـدرج الرقمـي لمجمـوع الروافـد المائيـة التـي تتكـون منهـا الأوديـة (سـلوم،2012 ص425)، بحيـث تتبايـن هـذه المجـاري مـن حيـث الشـكل والحجـم والمرتبـة تبعـا لمرحلـة النشـوء والعوامـل والعمليـات الجيومورفولوجيـة، كمـا تفيـد دراسـتها في معرفـة كميـة التصريـف المائـي وتقديـر سرعـة الجريـان وإمكانيـة التنبـؤ بمخاطـر الفيضانـات المائيـة وكذلـك مرحلـة التطـور الجيومورفولوجـي التـي بلغهـا الحـوض، ولتحديـد رتـب المجـاري المائيـة اتبعـت الدراسـة طريقـة سـترالر(Strahler) المعدلـة عـلى طريقـة هورتـون (Horton) والتـي تعتـبر مـن أكثـر الطـرق المورفومتريـة اسـتعمالاً لتميزهـا بالبسـاطة وسـهولة التطبيـق وهـي المعتمـدة في برنامـج (Arc GIS)، ويتضـح مـن نتائـج تحليـل الرتـب في الجـدول رقـم (6) بـأن مجمـوع أعـداد الرتـب في حـوض وادي سـوق الخميـس بلـغ أربـع رتـب مائيـة، في حـين بلـغ مجمـوع المجـاري المائيـة (109) مجـرى ويلاحـظ أن ازديـاد أعـداد المجـاري المائيـة في أي حـوض تعنـي رفـع كفـاءة الشـبكة المائيـة وزيـادة قدرتهـا عـلى نقـل مياهـه وحمولتـه وبالتـالي ازديـاد كميـة التصريـف المائـي.

خريطة (6) توزيع الرتب المائية لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استناذا إلى الخرائط الرقمية من موقعUSGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

2.3.9 – أعداد المجاري المائية وأطوالها (Number and length of Streams)

وهي مجموع الروافد التي تتكون منها رتبة معينة، والتي ترتبط بتطور المجرى المائي ونشوء التعرجات، كما يرتبط عددها وكثافتها وطولها بغزارة مياه الأمطار وديمومتها (موسى،1983،ص37) ويلاحظ من الخريطة السابقة والجدول رقم (6) أن المجرى الرئيس لحوض وادي سوق الخميس يحمل الرتبة الرابعة بحسب طريقة (Strahler)، وقد بلغ مجموع أعداد المجاري المائية (109) مجرى بمجموع طول قدره(91.3 كم)، وأن أعدادها تتناقص مع زيادة قيمة الرتبة، وقد بلغت المجاري المائية للرتبة الأولى(56) مجرى مائي بطول(50.5كم) وبنسبة (55.3%) من مجموع المجاري المائية للحوض مما يدل على التنوع الكبير في أعدادها وأطوالها بفعل الحث المتراجع والتنافس على مناطق الصراع الجيومورفولوجي الحدودية التي أطلق عليها (Horton,1945) قطاع اللاحث (Belt of no Erosion) وعرّفه بالمسافة الحرجة(Critical distance) التي تفصل بين خط تقسيم المياه وبداية المجاري من الرتبة الأولى وهي حالة محققة نظريًّا في حوض وادي سوق الخميس (سلوم،2012،ص415)، بينما حظيت الرتبة الثانية على (29)مجرى مائي بطول(22كم) وبنسبة(24.1 %) كما تحتوي على أصغر رتبة مائية في الحوض بطول(43متر)،في حين مثلت الرتبة الثالثة بعدد(4) مجاري مائية بطول(6كم) وبنسبة(6.6 %) فهي أصغر طولًا وأقل عددًا في المجاري المائية للحوض، أما الرتبة الرابعة فقد بلغ عدد مجاريها المائية (20) مجرى وبطول (12.8كم) فهي تسير في مناطق سهلية وقليلة الانحدار وذات نفاذية عالية للمياه.

جدول (6) أطوال المجاري المائية للرتب المختلفة لحوض وادي سوق الخميس.

الرتب المائية	عدد المجاري	مجموع أطوال المجاري المائية/كم	النسبة %	أصغر طول رتبة/كم	أكبر طول رتبة/كم
الأولى	56	50.5	% 55.3	0.128	5.157
الثانية	29	22	% 24.1	0.043	3.022
الثالثة	4	6	% 6.6	0.171	2.94
الرابعة	20	12.8	% 14	0.121	1.87
المجموع	109	91.3	% 100	0.043	5.157

المصدر: من حسابات الباحثان بالاعتماد على برنامج (10.3Arc map).

نسبة التشعب (Bifurcation Ratio)

يقصد بها النسبة بين عدد المجاري المائية لرتبة ما وبين عدد المجاري المائية للرتبة التي تليها مباشرة (الدليمي، الجابري،2018، ص158)، حيث تكمن أهميتها في إظهار حجم العلاقة بين حجم التصريف ومعدل التفرع للمجاري المائية إذ يتناقص عدد مجاري الأودية بشكل طردي مع ارتفاع قيمة رتبها وتناقص نسبة تشعبها، وتتأثر نسبة التشعب بالبنية والتركيب الجيولوجي

والظـروف المناخيـة، ولقـد أوضـح (Strahler) أن الأحـواض المائيـة التـي تتشـابه في بنيتهـا وتركيبهـا وخصائصهـا المناخيـة تعطـي نسـبة تشـعب ثابتـة بـين رتـب مجاريهـا وغالبـا مـا تـتراوح هـذه النسـب بـين (3 - 5) وأن الاختـلاف في نسـب التشـعب يـؤدي إلى اختـلاف عـدد مجـاري كل رتبـة بحسـب الظـروف الجيولوجيـة والمناخيـة لمنطقـة الدراسـة (أبوالعينـين،1995،ص439)، ومـن بيانـات الجـدول (7) يتضـح أن نسـبة التشـعب تتبايـن مـا بـين الرتـب المائيـة لحـوض وادي سـوق الخميـس فهـي تـتراوح بـين (0.2 إلى7.25)، ممـا انعكـس ذلـك عـلى تبايـن نسـب التشـعب العامـة للحـوض إذ بلـغ متوسـطها (3.11) بينمـا بلـغ معـدل التشـعب العـام(0.34) وهـي قيمـة منخفضـة بحيـث تتناقـص نسـبة التشـعب في الرتـب الكـبرى وتـزداد نسـبتها في الرتـب الصغـرى وذلـك لأنهـا تتـوزع في الأراضي العليـا أو خطـوط تقسـيم الميـاه وازديـاد عـدد الروافـد الرتبتـين الأولى والثانيـة، وهـذا دليـل عـلى عـدم تماثـل الحـوض جيولوجيًّـا وطوبوغرافيًّـا ممـا يـؤثـر عـلى التوزيـع الجغـرافي للمظاهـر الجيومورفولوجيـة داخـل الحـوض.

جدول (7) نسبة تشعب المجاري المائية في حوض وادي سوق الخميس.

الرتب	عدد المجاري	نسبة التشعب	عدد المجاري في رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب × عدد مجاري رتبتين متتاليتين	معدل التشعب العام
الأولى	56	1.9	85	161.8	405.85 ÷369 = 0.34
الثانية	29	7.25	33	239.25	
الثالثة	4	0.2	24	4.8	
الرابعة	20	--	--	--	
المجموع	109	=3÷9.35 3.11	142	405.85	

المصدر: من حسابات الباحثان بالاعتماد على برنامج (10.3Arc map).

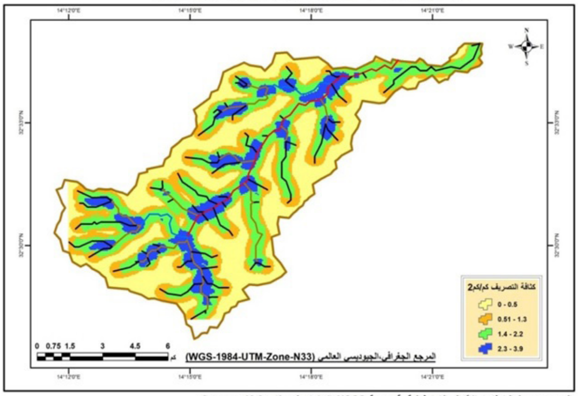
4.3.9 - الكثافة التصريفية (Drainage Density)

تعـبّر الكثافـة التصريفيـة عـن العلاقـة النسـبية بـين مجمـوع أطـوال الروافـد المائيـة في أي حـوض ومسـاحته، حيـث تتناقـص معـدل الكثافـة التصريفيـة مـع زيـادة الرتبـة المائيـة من(3كم/كـم2) إلى (2.3 كم/كـم2)، فكلمـا إزدادت كثافـة التصريـف ازدادت معهـا سرعـة الميـاه وهـذا لـه أثـر كبـير في نشـاط عمليـات الحـت والتعريـة وخاصـة عنـد مدخـلات الحـوض ومخرجاتـه، وتسـتخرج وفـق المعادلـة الآتيـة:

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{الطول الكلي للمجاري المائية (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم2)}} = \frac{91.3}{83.04} = 1.09 \text{ كم/كم2.}$$

وقـــد بلغـــت كثافـــة الـــصرف في حـــوض وادي ســـوق الخميس(1.09كم/كـــم2)، وهـــذا يعنـــي أن لـــكل (1.09كـــم) مـــن أطـــوال مجـــاري شـــبكة تصريـــف الحـــوض تحتـــل مســـاحة قدرها(1كـــم2)، وهـــي قيمـــة منخفضـــة فالحـــوض لا يتميـــز بكثافـــة تصريـــف عاليـــة وذلـــك بســـبب صغـــر مســـاحة الحـــوض المائـــي وقلـــة عـــدد روافـــده ممـــا يقلـــل قيمـــة الجريـــان الســـطحي مـــع انخفـــاض معـــدلات ســـقوط الأمطـــار ســـنويا وتذبذبهـــا بـــين ســـنة وأخـــرى، بالإضافـــة إلى الفواقـــد كالتبخـــر المرتفـــع وطبيعـــة الصخـــور النفاذيـــة والتربـــة الخشـــنة التـــي تجـــري عليهـــا الميـــاه التـــي تتـــسرب كميـــات مـــن الميـــاه إلى باطـــن الأرض.

خريطة (7) توزيع كثافة التصريف المائي لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استناذا إلى الخرائط الرقمية من موقعUSGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

5.3.9 – شدة التصريف (Drainage Intensity)

تشـــير القيـــم المنخفضـــة لشـــدة الـــصرف إلى انخفـــاض الجريـــان الســـطحي للميـــاه فيترتـــب عـــلى ذلـــك بـــطء في عمليـــة إزالـــة أســـطح الأحـــواض ممـــا يجعلهـــا تحتـــاج إلى مدة زمنيـــة أطـــول لتســـوية تضاريســـها، وتســـتخرج قيمـــة شـــدة التصريـــف مـــن المعادلـــة الآتيـــة (Pareta) p264,2011 :

$$\mathrm{Di} = \frac{Fs}{\mathrm{Dd}} = \frac{1.31}{1.09} = 1.2\text{كم/بوصة}$$

حيث إن: Di شدة الصرف، Fs تكرارية المجاري، Dd كثافة التصريف.

وقـــد بلغـــت شـــدة الـــصرف لحـــوض وادي ســـوق الخميـــس (1.2 بوصـــة /كـــم) وهـــي قيمـــة منخفضـــة وتشـــير إلى بطـــأ عمليـــة الجريـــان الســـطحي بمنطقـــة الحـــوض وذلـــك لإنخفـــاض قيـــم كل مـــن الكثافـــة التصريفيـــة وتكراريـــة المجـــاري، ويلاحـــظ مـــن الخريطـــة رقـــم (8) أن معظـــم اتجـــاه جريـــان الميـــاه في الحـــوض يتجـــه نحـــو الشـــمال الشرقـــي وهـــي منتـــشرة في جميـــع أرجـــاء الحـــوض وبمســـاحة(17.4كم2) وهـــي تســـير مـــع اتجـــاه محيـــط الحـــوض باتجـــاه البحـــر، بينمـــا يتجـــه الجـــزء الثانـــي مـــن سريـــان

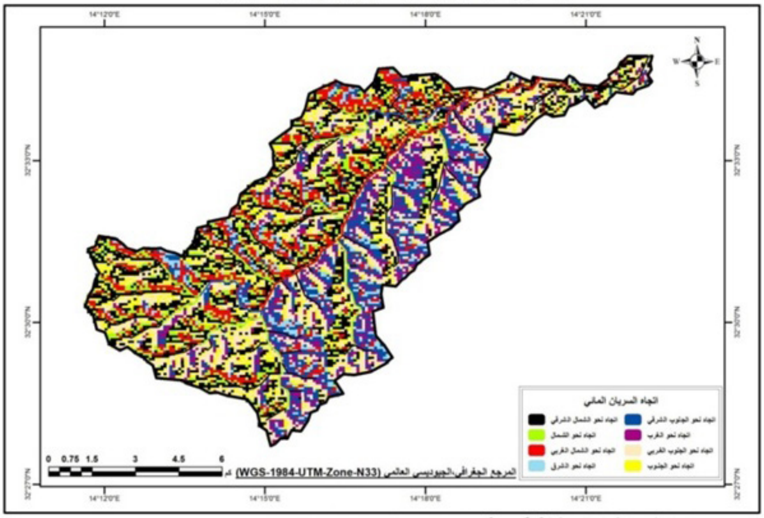
المياه نحو الجنوب الغربي بمساحة (16.3كم2) وخاصة في مجاري الرتب الأولى والثانية، بينما يتجه جريان المياه نحو الجنوب والجنوب الشرقي بمجموع (20.80كم2) وبالتالي فإن النسبة الأكبر من الجريان تتجه نحو المناطق الدنيا إلى أن تصب في البحر.

جدول (8) مساحة اتجاه فئات الجريان في حوض وادي سوق الخميس.

الفئة	اتجاه الجريان	المساحة /كم2	النسبة %
1	شمال شرقي	17.4	20.9
2	شمال	7.62	9.1
4	شمال غربي	9.53	11.4
8	شرق	4.0	4.8
16	جنوب شرقي	10.06	12.1
32	غرب	7.34	8.8
64	جنوب غربي	16.3	19.6
128	جنوب	10.74	12.9
المجموع	---	83.04	% 100

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على البيانات الموجودة في الخريطة رقم (8).

خريطة (8) اتجاه جريان المياه لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استنادًا إلى الخرائط الرقمية من موقعUSGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

6.3.9 - تكرارية المجاري (Stream Frequency)

تعبّر تكرارية المجاري عن العلاقة النسبية بين عدد المجاري المائية ومساحة الحوض، فهي تفيد في إعطاء صورة عامة لمدى شدة تقطع وكثافة شبكة التصريف في وحدة مساحية، فكلما ازدادت أعداد المجاري المائية ازدادت مساحة الحوض مع تزايد درجة الانحدار، بينما أشار هورتون (Horton) أن عامل المساحة ليس له تأثير في تكرارية المجاري وأن النسبة تكون واحدة في جميع الأحواض مبررًا بوجود عوامل أخرى تتحكم في تكرارية المجاري أهمها البنية والتكوين الجيولوجي والمرحلة التحاتية ، ويمكن الحصول على هذا العامل من خلال المعادلة الرياضية الآتية (الدراجي،2019،ص119):

$$Fs = \frac{\sum Nu}{Au} = \frac{109}{83.04} = 1.31$$

حيث إن : Fs = تكرارية المجاري للحوض المائي، $\sum$ Nu = مجموع أعداد المجاري المائية في حوض التصريف، = مساحة حوض التصريف.

وقد بلغت تكرارية المجاري في الحوض بنحو(1.31مجرى مائي/كم2) وهي قيمة منخفضة والتي تدل على قلة المجاري المائية في وحدة المساحة ويعزى ذلك إلى قلة الجريان السطحي بسبب انخفاض معدلات التساقط في تلك المنطقة، بالإضافة إلى خشونة التربة التي تسمح بازدياد معدلات الترشح.

معامل التعرج (الانعطاف) (Sinuosity Factor)

يعد هذا العامل مهما لمعرفة مدى انعطاف المجرى المائي وما لذلك من تأثير على كمية المياه فيه، حيث كلما ازدادت درجة انعطاف المجرى ارتفعت احتمالات التبخر والرشح نظرًا لطول المسافة التي تتعرض فيها المياه لتلك العمليات، وقد قسم شكل المجرى المائي بحسب درجة التعرج إلى ثلاثة أشكال وهي(أقل من1.1) يكون المجرى مستقيمًا، أما إذا كانت النسبة ما بين (1.1-1.5) يكون المجرى ملتويًا، أما إذا كانت أكثر من (1.5) يكون المجرى منعطفا، ويحسب معامل التعرج وفق المعادلة الآتية (الدليمي،2005،ص300):

$$\text{تعرج المجرى} = \frac{\text{الطول الحقيقي للمجرى}}{\text{الطول المثالي للمجرى}} = \frac{22.5}{18.74} = 1.2$$

ومن خلال المعادلة السابقة يتبين بأن قيمة التعرج في الحوض بلغت (1.2) مما يعني أن المجرى الرئيسي للحوض يمتاز بالالتواء البسيط لأن القيمة تمثل بداية الصنف الثاني (خريطة رقم 9)، كما أن المجرى الرئيسي للحوض لا يصل إلى نهاية المنطقة الدنيا عند ساحل البحر بل ينتهي قبلها بمسافة (1.5كم) إلى أن يصب في الرتب المائية الصغيرة والتي بدورها تصل تلك المياه نحو البحر، فتعرج الحوض المائي يعمل على تقليل سرعة وصول جريان المياه نحو بيئة المصب

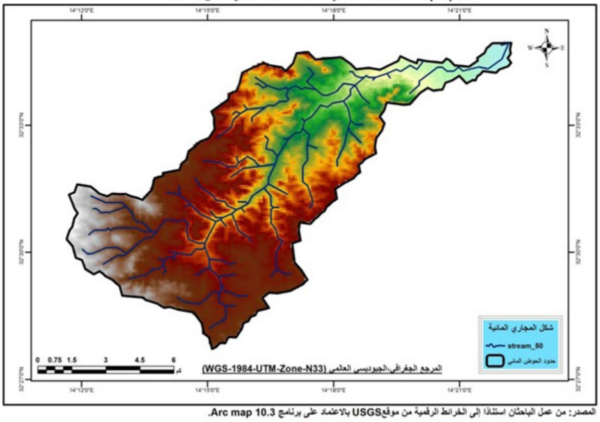
وازديـاد قيمـة التبخـر والرشـح، كمـا أن انخفـاض قيمـة الكثافـة التصريفيـة وشـدتها لـه تأثـير عـلى ازديـاد انعطـاف المجـرى المائـي.

$$\text{تعرج المجرى} = \frac{\text{الطول الحقيقي للمجرى}}{\text{الطول المثالي للمجرى}} = \frac{22.5}{18.74} = 1.2$$

8.3.9 - أنماط شبكة المجاري المائية (Patterns of the raceways network)

يعتـبر نمـط التصريـف المحصلـة النهائيـة لشـكل المجـاري العـام الـذي تظهـر بـه في منطقـة الدراسـة،فتوزيع شـكل المجـاري المائيـة يوضـح الدلائـل الجيومورفولوجيـة المهمـة التـي تعكـس طـراز البنيـة الجيولوجيـة السـائدة في الحـوض، وقـد ذكـر زرينتـز(ernitz)أن أهـم العوامـل التـي تتحكـم في أشـكال التصريـف المائـي هـي طبيعة الانحـدار والتطـور الجيومورفولوجـي لحـوض التصريـف، ويلاحـظ مـن الخريطـة رقـم (10) أن شـبكة المجـاري المائيـة للحـوض تنتمـي إلى نمـط التصريـف الشـجري (Drain-age Pattern Dendritic) الـذي تلتقـي مجـاري الأوديـة الثانويـة والبالـغ عددهـا(109) مجـرى مائـي مـع الـوادي الرئيـسي بزوايـا حـادة غالبًـا مـا تكـون دون (70°) فتبـدو الصـورة العامـة كشـجرة متعـددة الفـروع (أبوالعينـين،1995،ص460)، وعـادة مـا يرتبـط انتشـاره في المناطـق التـي تسـود فيهـا الصخـور والتـي تعـود إلى رواسـب الزمـن الرباعـي الحديـث، ولعامـل الانحـدار وتغـيره أثـر في تغـير أنمـاط التصريـف، حيـث يسـود نمـط التصريـف الشـجري في مناطـق متقدمـة في دورتهـا الحتيـة كالهضـاب والمنحـدرات كمـا هـو موجـود في أقـصى جنـوب غـرب منطقـة الدراسـة وقـد بلـغ المتوسـط العـام للانحـدار في الحـوض(4.4 %)، ويصنـف بأنـه معتـدل الانحـدار حسـب تصنيـف (young,1972) وتأخـذ الأراضي الواقعـة بـين الشـبكة التصريفيـة للحـوض في شـكل حافـات ونتـوءات بـارزة تمثـل قممهـا مناطـق لتقسـيم الميـاه وتلتقـي الروافـد بعضهـا ببعـض بزوايـا حـادة.

خريطة (10) أنماط شبكة المجاري المائية لحوض وادي سوق الخميس.



المصدر: من عمل الباحثان استنادًا إلى الخرائط الرقمية من موقع USGS بالاعتماد على برنامج Arc map 10.3.

10 - النتائج :

بينت هذه الدراسة أن قواعد نظم المعلومات الجغرافية باتت ضرورية في تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية؛ وذلك من أجل بناء قاعدة رقمية للمظاهر الجغرافية وإنشاء وتصميم الخرائط لفهم المتغيرات الكمية وتحليلها. وخلصت الدراسة إلى النتائج الآتية:

1. يصل حوض وادي سوق الخميس إلى المرتبة الرابعة بعد تصنيف المجاري المائية طبقا للنظام الذي وضعه ستزالر(Strahler) ويعد من الأحواض الصغيرة إذ بلغت مساحته(83.04كم2) وقد بلغ عدد المجاري المائية إلى (109) مجرى، ومثلت مجاري الرتبة الأولى والثانية ما نسبته(79.4%) من مجموع نسبة المجاري أي أن أغلب المجاري تتركز في الرتب الأولى والثانية.
2. يتصف الحوض بانخفاض نسبة تشعبه حيث وصل المعدل العام للتشعب(0.34) حيث حظيت مجاري الرتبة الثانية بأكبر نسبة تشعب بلغت (7.25)، كما بلغت تكرارية المجاري بحوض التصريف نحو (1.31 مجرى/كم2) وترتفع هذه النسبة في مجاري الرتبة الأولى والثانية عن غيرها من المجاري المائية.
3. تباين الأطوال والمساحات بين مجاري الأودية حيث بلغ اجمالي أطوال المجاري نحو(91.3كم) حيث حظيت الرتبة الأولى بإجمالي(50.5كم) أي بنسبة(55.3%) من مجموع أطوال المجاري.
4. بلغت كثافة التصريف بالحوض نحو(1.09كم/كم2) وهي كثافة منخفضة، مما يشير إلى قصر أطوال شبكة التصريف بالنسبة لمساحة الحوض وهذا ما أكدته قيمة شدة التصريف المائي المنخفضة والتي بلغت(1.2بوصة/كم) والتي تدل على أن الحوض يمر بمرحلة الشباب وما زال في بداية دورته التعروية.
5. يتميز حوض التصريف بسيادة النمط الشجري لشكل المجاري المائية وذلك بسبب الاتجاه العام لطبوغرافية شكل الحوض مما يساعد على سهولة الجريان المائي إلى المناطق الدنيا.

11 - التوصيات:

1. ضرورة انشاء محطات ونقاط رصد للجريان السطحي على روافد الحوض لغرض توفير بيانات أكثر دقة تساعد في وضع الحلول المناسبة.
2. ضرورة الاستفادة من هذه الدراسة في تحديد مواقع إنشاء السدود على المجرى الرئيسي والاستفادة من المياه المتجمعة في حوض التجميع بدلًا من ذهابها هدرًا عن طريق التبخر وفيضانها نحو البحر لا سيما أن المنطقة تعاني من شح المياه.
3. يجب توظيف نتائج هذه الدراسة في تحديد كيفية استغلال مساحات حوض الوادي في الزراعة والسياحة والاستغلال الصناعي لبعض المواد الخام الموجودة به.

4. ضرورة الاعتماد على مصادر البيانات الرقمية ذات الدقة العالية لما تنتجه من نتائج دقيقة وتمثيلها بخرائط تفصيلية والتي ينعكس بدورها على اتخاد القرارات بالمشاريع ذات العلاقة.

12 - المراجع

أبو الشواشي، نادية (2004) التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي المجينين، رسالة ماجستير(غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة السابع من إبريل، الزاوية.

أبوالعينين، حسن سيد(1995) أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.

اعنيبة،عمر، (2018) تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مجلة أبحاث، العدد الثاني عشر، كلية الآداب، جامعة سرت.

تراب، محمد مجدي (1997) التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصيب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد30.

جودة، جودة حسنين- عاشور، محمود محمد(1991) وسائل التحليل الجيومورفولوجي، منشأة المعارف، الاسكندرية

الدراجي، سعد عجيل (2019) الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار الحداثة للطباعة والنشر، بغداد.

الدليمي، خلف- الجابري، علي (2001)الجيومورفولوجيا التطبيقية(علم شكل سطح الأرض التطبيقي) دار الأهلية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

الدليمي، خلف- الجابري، علي (2018) استخدام الجيوماتكس في دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.

الدليمي، خلف حسين (2005) التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية) دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

سلوم، غزوان محمد (2012) حوض وادي قنديل- دراسة مورفومترية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد الأول.

سلوم، غزوان محمد (2012) حوض وادي هريرة- دراسة جيومورفولوجية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد الثالث.

سليم، علي مصطفى(2016) تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية، طرابلس، ليبيا.

الصالح، محمد بن عبدالله (1996) الطرق الأولية لتحليل الصور الجوية والفضائية، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض.

عبدالهادي، كريمة (2015) التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي الهيرة، دراسة جيومورفومترية، رسالة ماجستير(غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة طرابلس.

العبدان، رحيم (2008) التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي تانجيرو، مجلة جامعة القادسية، العدد الثالث.

علي، متولي (2001) حوض وادي وتير شرق سيناء، دراسة جيومورفولوجية، أطروحة دكتوراة (غير منشورة) قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

قناو، خالد أحمد (2021) المناخ وأثره على التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي لبدة، أطروحة دكتوراة (غير منشورة) قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة طرابلس.

محسوب، محمد صبري (2001) جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة.

مركز البحوث الصناعية، (1975)خريطة ليبيا الجيولوجية، الكتيب التفسيري- لوحة الخمس ش.ذ -33 14 طرابلس.

مقيـلي، امحمـد عيـاد (1995) المنـاخ في كتـاب الجماهيريـة دراسـة في الجغرافيا(تحريـر: الهـادي أبـو لقمـة، سـعد القزيـري) الـدار الجماهيريـة للنـشر والتوزيـع والإعـلان، سرت.

مكـولا، باتـرك (1986) الأفـكار الحديثـة في الجيومورفولوجيـا، ترجمـة: وفيـق الخشـاب وعبـد العزيـز الحديثـي، مطبعـة جامعـة بغـداد ، العـراق.

موسى، علي حسن (1983) الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر المعاصر، دمشق.

Melton F,A (1957) An Analysis of the Relation among Elements of Climate Surface Properties and Geomorphology .

Pareta ,K. Pareta, U (2011)Hydro morphological study of Karawan watershed Using GIS and Remote Sensing Techniques, E-Intrenational Scientific Research Journal .

Schumm S,A (1977) The Fluvial System John Wily and Sons New York.

التحليل المورفومتري لحوض وادي زارت دراسة جغرافية بيئية

د.إبراهيم محمد الصغير -قسم الجغرافيا – كلية التربية يفرن – جامعة الزنتان

الملخص:

يمثـل حـوض وادي زارت أحـد أحـواض التصريـف المائـي جنـوب سـهل الجفـارة في شـمال غـرب ليبيـا، ضمـن منحـدرات الحافـة الشـمالية للجبـل الغربـي، وهـو ذو بنيـة جيولوجيـة وجيومرفولوجيـة معقـدة، تتنـوع فيـه المظاهـر الطبوغرافية، نظرا لاتسـاعه وتخلله بالعديـد مـن الأوديـة والمجـاري المائيـة ذات الخصائـص المورفومتريـة المختلفـة. هدفـت الدراسـة إلى وصـف وتحليـل العلاقـات المكانيـة بـين الخصائـص واسـتنباط اهـم المتغـيرات المورفومتريـة لحـوض وادي زارت، اعتمـادا عـلى نمـوذج الارتفـاع الرقمـي (Digital Elevation Model) والبيانـات المناخيـة والخرائـط الطبوغرافيـة المتوفـرة، وبعـد اتبـاع المنهجيـة العامـة للدراسـة (المنهـج الكمـي التحليـلي والمنهـج الوصفـي) والاعتمـاد عـلى مختلـف الأدوات المتوفـرة وأهمهـا التقنيـات الجيومكانيـة (نظـم المعلومـات الجغرافيـة) في تحليـل الخصائـص المورفومتريـة، وبعـد دراسـة 17 عنـصرا مـن هـذه الخصائـص توصلـت الدراسـة إلى عـدة نتائـج أهمهـا أن حـوض وادي زارت يقـترب مـن الشـكل البيضـاوي ويبتعـد عـن الاسـتطالة، وبلغـت مسـاحة الحـوض نحـو 196.74كلـم2 فيمـا بلغـت شـبكة التصريـف المائـي في نحـو 244 مجـرى وبطـول 268.06كـم واختلفـت الخصائـص الشـكلية والمورفومتريـة والجيومرفولوجيـة اعتمـادا عـلى البيئـة المحليـة.

الكلمـات الدالـة: وادي زارت، شـبكة التصريـف، نمـوذج الارتفـاع الرقمـي، الجريـان السـطحي.

Morphometric analysis of the Zart valley basin Environmental geography study

ABSTRACT:

The Wadi Zart basin represents one of the water drainage basins south of the Jafara Plain in northwestern Libya, within the slopes of the northern edge of the Western Mountain. It has a complex geological and geomorphological structure, in which topographic features vary, due to its vastness and its permeation with many valleys and waterways with different morphometric characteristics.The study aimed to describe and analyze the spatial relationships between the characteristics and elicit the most important morphometric variables for the Wadi Zart Basin, based on the Digital Elevation Model, climatic data and available topographic maps, and after following the general methodology of the study (quantitative analytical approach and descriptive approach) and relying on various available tools. The most important of them are geospatial techniques (Geographical Information Systems) in analyzing the morphometric characteristics. The study reached several results, the most important of which is that the Wadi Zart basin is close to the circular shape and away from elongation, and the area of the basin was about 196.74 km2, while the water drainage network reached about 244 streams and a length of 268.06 km and differed Morphological, morphometric and geomorphological characteristics depending on the local environment.

Key words: Wadi Zart, drainage network, digital elevation model, runoff.

1 – المقدمة :

تعـد الدراسـات المورفومتريـة مـن أهـم الاتجاهـات الحديثـة في دراسـة الأحـواض المائيـة السـطحية، وانطلاقـا مـن دور التقنيـات الحديثـة في فهـم العلاقـة بـين الخصائـص الطبيعيـة لمنطقـة الحـوض والخصائـص المورفومترية لشـبكة التصريـف المائـي لـه، كمـا أن هـذه الدراسـات تمثـل آليـة حديثـة للتحليـل والقيـاس الرقمـي والريـاضي لمختلـف جوانـب دراسـة حـوض التصريـف سـواء كانـت عوامـل بنائيـة أو مناخيـة أو طبوغرافيـة، إذ تعكـس الظـروف البيئيـة والمناخيـة السـائدة بالمنطقـة وكذلـك البنيـة التضاريسـية والتربـة والغطـاء النباتـي الوصـف العـام لحالـة الحـوض وحجـم الجريـان بـه واتجاهاتـه والمعطيـات الكميـة لـه .

إن الاعتمـاد عـلى المرئيـات الفضائيـة Satellite Images ونماذجهـا الرقمية DEM Digital Elevation Mode)) يجعـل الوصـول الى النتائـج المرجـوة بشـكل أسرع وأدق، ممـا يسـاعد عـلى التنبـؤ والتوقـع المسـتقبلي لحالـة الأحـواض وتقديـم المقترحـات التـي تدعـم خطـط التنميـة بالمنطقـة .

تعـد منطقـة حـوض وادي زارت منطقـة جغرافيـة مثاليـة للتصريـف المائـي تقـع عـبر الجـزء الأوسـط مـن مرتفعـات الجبـل الغربـي (منطقـة القواليـش وككلـة) وصـولا إلى منخفـض زارت الواقـع شـمال غـرب مدينـة الأصابعـة وشرق مدينـة ككلـة وتبلـغ مسـاحة الحـوض نحـو (196.740كلـم2) . ومـن هـذا المنطلق أسـهمت هـذه الورقـة في إبـراز كافـة الخصائـص المورفومتريـة للحـوض وإعطـاء وصـف عـام يعتمـد عـلى التقنيـات الحديثـة في اسـتخلاص النتائـج التـي تسـهم في إنشـاء قاعـدة بيانـات جغرافيـة ورسـم شـبكة التصريـف المائيـة للحـوض، لمـا لهـا مـن علاقـة في تحديـد الاتجـاه الأمثـل لاسـتخدام الأرض في الحـوض، ويمكـن الاعتمـاد عليهـا في التخطيـط المسـتقبلي لمختلـف جوانـب التنميـة بمنطقـة الدراسـة.

2 – مشكلة الدراسة :

يمكن عرض مشكلة البحث على النحو الاتي :

1.1 ما الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي زارت ؟

1.2 كيـف تؤثـر طبيعـة السـطح والعوامـل البنيويـة للحـوض عـلى طبيعـة ومسـتوى الجريـان السـطحي للميـاه بالمنطقـة ؟

1.3 هـل لاسـتخدام البرمجيـات الحديثـة بوصفهـا نظمـا للمعلومـات الجغرافيـة وصـور الأقمـار الصناعيـة كفـاءة عاليـة يمكـن الاعتمـاد عليهـا في دراسـات أخـرى أكثـر شـمولية .

3. أهداف البحث :

3.1 دراسـة مجموعـة مـن الخصائـص لحـوض وادي زارت (الطبوغرافيـة والمناخيـة والمورفومتريـة.

3.2 إنشاء قاعدة بيانات يمكن الاعتماد عليها في حساب كميات المياه الجارية وتقديرها في حوض زارت لمعرفة إلى أي مدى يمكن الاستفادة منها في عمليات حصاد المياه ؟

3.3 توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة الأحواض المائية في ليبيا ومن بينها حوض وادي زارت .

4 – المنهج والأدوات المستخدمة :

اعتمد البحث على المنهج التحليلي الكمي في فهم الخصائص المورفومترية للحوض وتفسيرها والقيام بمجموعة من العمليات والقياسات للمتغيرات المورفومترية، والاعتماد على نموذج الارتفاع الرقميDigital Elevation model)) المعروف بـ (DEM) واستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ومن بينها (ArcGis10.4) لإجراء مختلف متطلبات التحليل والقياس الكمي وإنتاج الخرائط ذات العلاقة .

5 – الدراسات السابقة :

دراسة (المزوغي ،عون 2018م) دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، اعتمدت الدراسة على تحليل أنموذج الارتفاع الرقمي في الوصول الى عدة نتائج أهمها أن مساحة الحوض بلغت 646كلم2، وبلغت نسبة التضرس بهذا الحوض نحو 18.37متر/ كلم مما يشير إلى ارتفاع حدة التضرس به ، وبلغ عدد المجاري المائية به نحو 711 مجرى مائي يتوزعون على 6 رتب نهرية .

دراسة (عبدالله والبركي 2019م) بعنوان الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي المسيد بليبيا ، وتسخيرها في تنمية الموارد المائية ، حيث اعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاعات الرقمية (30) (DEMم´ 30م)في دراسة حوض وادي المسيد الذي تبدأ روافده بالقرب من مدينة ترهونة وبالاتجاه شمالا حتي يصل الى البحر عند مركز مدينة القره بولي، وبالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية توصلت الدراسة الى نتائج أهمها أن مساحة الحوض بلغت 285كلم2 وطوله بلغ 34كم فيما بلغت نسبة التضرس نحو 14.7م/كم وبلغ عدد المجاري المائية نحو 238 مجرى مائي .

دراسة (ناصر،2016م) بعنوان مقارنة بين نموذجي الارتفاعات الرقمية SRT-M3&ASSTER GREM)) في استخلاص الخصائص المورفومترية لحوض تنزرفت (جنوب غرب ليبيا)، هدفت هذه الدراسة إلى توضيح الفرق بين النموذجين من حيث الدقة في استخلاص الخصائص المورفومترية المشتقة منهما لحوض الوادي ، وباستخدام ARCGIS9.3 والنماذج سالفة الذكر توصلت الدراسة وجود اختلاف بين النموذجين أثرت على استنتاج عناصر مورفومترية كالمسافة وعدد الرتب، وأشار الباحث إلى أن هذه الفروقات كانت نتيجة لاختلاف الدقة المكانية بين النموذجين .

دراسة (بحر، 2020م) بعنوان التحليل الجيمورفولوجي للخصائص المورفومترية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (دراسة حالة وادي تماسله في ليبيا) هدفت الدراسة الى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية

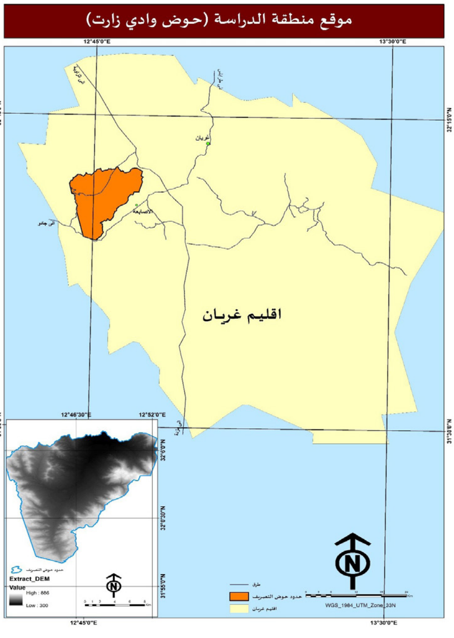
في حـــوض وادي تماسـلـه الواقـــع في الجـــزء الشـــمالي الغربـــي مـــن ليبيـــا بالقـــرب مـــن مدينـــة بنـــي وليـــد، ومـــن خـــلال تحليـــل نمـــوذج الارتفـــاع الرقمـــي DEM باســـتخدام برنامـــج ARCGIS10.3 تـــم دراســـة مجموعـــة مـــن المتغـــيرات المورفومتريـــة التـــي بلغـــت 27 متغـــيرا ، وتوصلـــت الى عـــدة نتائـــج أهمهـــا أن حـــوض الـــوادي يميـــل في شـــكله العـــام الى شـــكل المثلـــث ويميـــل الى الاســـتطالة، ممـــا قلـــل مـــن حـــدوث الفيضـــان في أدنـــى الحـــوض .

6 - الخصائص الطبيعية لحوض وادي زارت :

6.1 : الموقـــع الجغـــرافي : يقـــع حـــوض وادي زارت في الجـــزء الأوســـط مـــن سلســـلة الجبـــل الغربـــي في غـــرب ليبيـــا وضمـــن الحافـــة الجنوبيـــة لســـهل الجفـــارة ، وتبـــدأ متتابعـــة بمجموعـــة مـــن الأوديـــة عنـــد التجمعـــات العمرانيـــة بالقـــرب منـــه كمدينـــة الاصابعـــة جنوبـــه ومدينـــة ككلـــة إلى الغـــرب منـــه ، ويصـــب هـــذا الـــوادي بالقـــرب مـــن بلـــدة الرابطة في شـــماله، وقـــد بلغـــت مســـاحته نحـــو 196.740كلـــم2 الشـــكل (1) أمـــا فلكيـــا فيقـــع بـــين دائرتـــي عـــرض (°31 '55 "00 - °32 '06 "00")بـــين خطـــي طـــول (41 °12'00" °12 52' "00").

6.2 خصائص الموضع :

يمكـــن اعتبـــار أن الموضـــع يمثـــل مجموعـــة مـــن العنـــاصر التـــي تصـــف ظـــروف البيئـــة الطبيعيـــة للحيـــز الجغـــرافي (إبراهيـــم، 1994م، ص22) ، ويمكـــن تتبـــع هـــذه العنـــاصر بمنطقـــة الدراســـة علـــى النحـــو الاتـــي :



المصدر : الباحث اعتمادا على برنامج ARCGIS10.4 ونموذج الارتفاع الرقمي.

الشكل (1) موقع منطقة الدراسة

1.2.6 طبوغرافية السطح :

يأخذ السطح بمنطقة الحوض أشكالاً مختلفة تحددها عناصر البيئة الطبيعية بالمنطقة، فالتدرج في منسوب الحوض(الانحدار) يعد سمة بارزة في رسم معالم مظاهر السطح بشكل كبير(-40 %54) حيث يبدأ بالتدرج من أقصى نقطة بالمرتفعات وصولا إلى نقطة تجمع المياه ، وتظهر الملامح الطبوغرافية بالحوض من التلال الصخرية التي تقطعها عددٌ من الأودية، وسفح الجبل المغطى برواسب حصوية على درجات متفاوتة من التماسك، إذ يبلغ أقصى ارتفاع لمنطقة الحوض بين 886 متراً وتظهر مقدمة الجبل على شكل نتوءات وتلال صغيرة حيث يختفي السطح المستوي المألوف إلى الارتفاع التدريجي الذي يتصل ببنية الجبل مع وجود التقطع المتمثل في مجموعة من الأودية (وادي مسكة والوادي الكبير ووادي المعلق ووادي الفلاق ووادي النخلة) والجروف والمنحدرات المتضرسة ؛ حيث تكون شديدة الوعورة بسبب الاتجاه العام لمصبات وجريان المياه بهذه الأودية، نتيجة لتفاعل عوامل التعرية مع مناخ المنطقة ، تظهر هنا ظاهرة الكوستا [(1)(*)](ديبوا، 2005م، 44) .

7 - التكوينات الجيولوجية :

تظهر واجهة الجبل على هيئة نتوءات تضاريسية ترتفع بمنطقة الدراسة لما يزيد عن 850 متراً فوق مستوى سطح البحر؛ حيث تمثل منطقة القصر شمال الأصابعة أعلى نقطه بها بارتفاع 886 متراً، ويقل الارتفاع تدريجيًا بالاتجاه شمالا عند قدم الجبل وصولاً الى منطقة حوض وادي زارت300متر، ويمكن الإشارة الى هذه التكوينات من خلال الاتي :

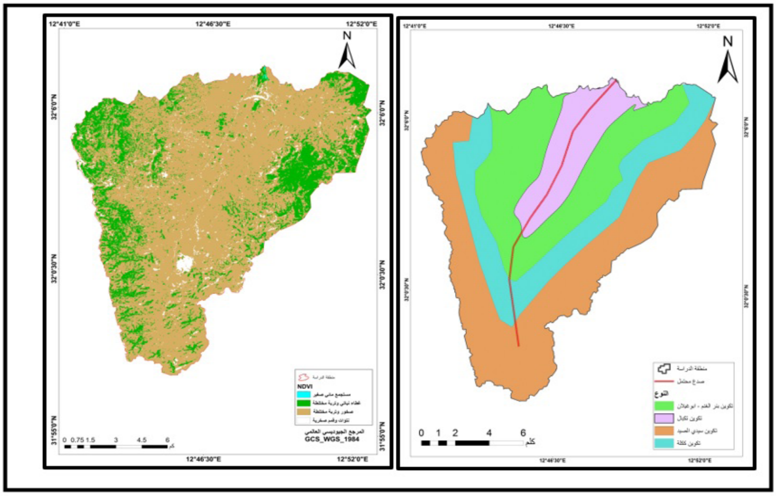
7.1 تنتمي جميع هذه التكوينات إلى الصخور الرسوبية بصورة عامة باستثناء بعض الصخور النارية التي تظهر في شكل طفوح البازلت المخروطي في منطقة وادي وامس (الثليث)جنوب منطقة الدراسة، وتتراوح أعمارها بين الزمن الأيوسيني والزمن البلوسيني ((جودة، 1995م، 186).

7.2 يتألف الجبل الغربي من عدة تكوينات وتركيبات جيولوجية، تغطي أجزاء كبيرة منه في تتابع طبقي، فمنها ما هو قديم كالترياسي المتأخر الذي يظهر في تكوين (أبوشيبة)، ثم تكوين (بئر الغنم) وتكوين(تكبال) اللذين ينتميان إلى الزمن الجوارسي المبكر والمتوسط، اما تكوين(ككلة) فهو يمثل نطاقا واسعا من الجبل ويرجع الى الزمن الطباشيري المتأخر، ويتمثل في ثلاثة أجزاء (خشم الزرزور والرجبان وشكشوك) وجميعها تتألف من الحجر الرملي والطيني.

يضم الجبل تكوينات أخرى مثل تكوين (سيدي الصيد) الذي يضم أجزاءً من منطقة الدراسة بصورة عامة، حيث يظهر بوضوح من طبقات متعاقبة

(1)(*) ظاهرة الكوستا : ظاهرة جيمورفولوجية تعني إنحدار الحافة بشدة وإنحدار ميل الطبقات من الصخور ذات التباين في التركيب والبناء ،وتنشأ نتيجة لفعل التعرية الرأسية والافقية في نحت وتعميق الصخور (أبو العينين ، 9791م،191) .

مــن الحجــر الجــيرى، وقليــل مــن الطــين وبعــض التداخــلات مــن الجبــس.

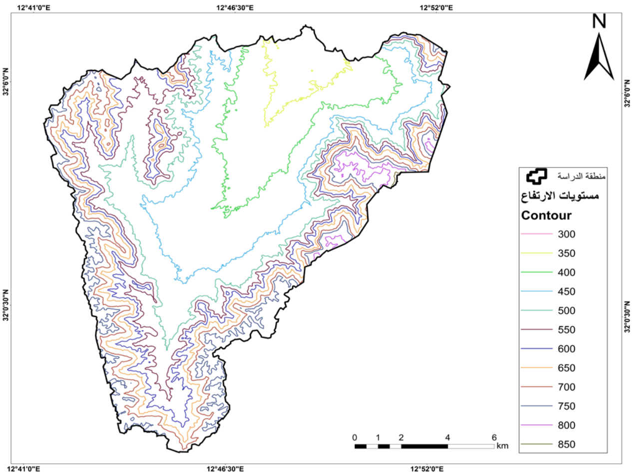


المصدر : إعداد الباحث اعتماد على :

خريطة ليبيا الجيولوجية 1:1000000، مركز البحوث الصناعية، طرابلس. 2009م.

مرئية الفضائية landsat7 لمنطقة الدراسة (. https//www.USGS.gov) ، (يوم 18 /2020/9 م).

شكل (2) طبيعة السطح والتكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة



المصدر : الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي وباستخدام برنامج (ARCGIS10.4).

شكل (3) مستويات الارتفاع بمنطقة الدراسة

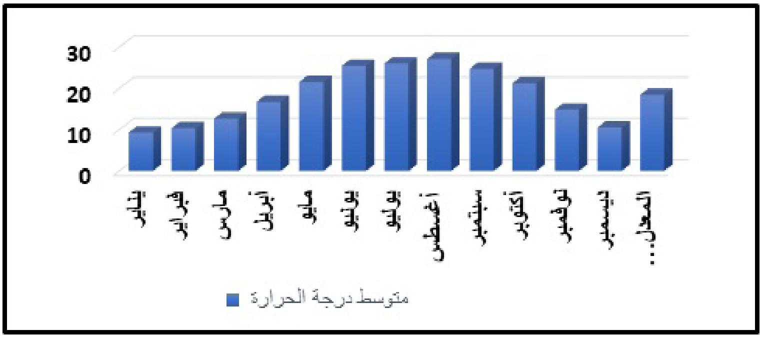
8 - الخصائص المناخية :

تمثل جانبا مهما من الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية، إذ تشير التغيرات المناخية وحالة التذبذب في معدلات الأمطار وتباين درجات الحرارة إلى الحالة البنيوية للحوض ومستوى التضرس ومعدل الجريان السطحي للمياه، وكذلك عدد المسيلات المائية وغيرها من المعطيات التي تعتمد على تغير الحالة المناخية بالمنطقة، تخضع المنطقة بشكل عام إلى المناخ شبه الجاف، وفيما يلي (جدول1) يبين معدلات الحرارة ومعدلات الأمطار ودلالتهما المناخية على منطقة الدراسة وعلى التغيرات المورفومترية .

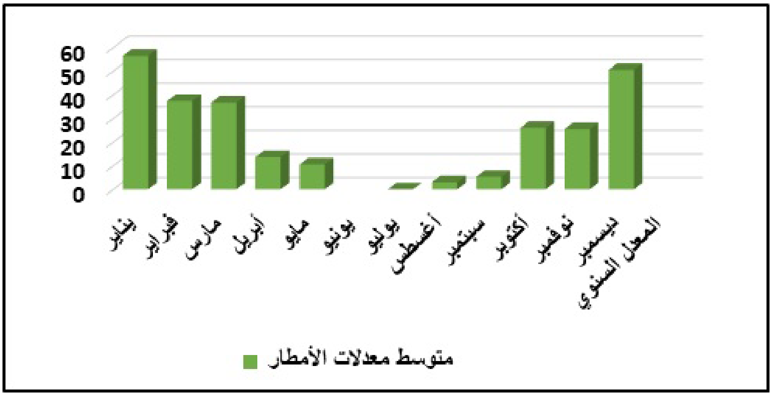
جدول 1 المتوسط الشهري والمعدل السنوي لمعدلات الحرارة والأمطار بمنطقة الدراسة (محطتي غريان – يفرن)2018-1990م

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي لدرجة الحرارة	مجموع التساقط السنوي
متوسط درجة الحرارة	9.25	10.3	12.6	16.7	21.5	25.4	26	27.1	24.7	21.2	14.8	10.5	18.4م°	
متوسط معدلات الأمطار	56.5	37.3	36.7	13.6	10.5	1.9	0	3.0	5.3	26.0	25.5	50.5		266.8 ملم

المصدر : مصلحة المناخ والأرصاد الجوية، قسم المناخ(محطات غريان – يفرن)، طرابلس، بيانات غير منشورة 2019م.



الشكل (4) التمثيل البياني لدرجات الحرارة بمنطقة الدراسة (2018-1990م)



الشكل (5) معدلات الأمطار بمنطقة الدراسة (1990 2018-م)

بلغ المعدل العام السنوي للحرارة 18.4م مما يعطي انطباعا عن أن المنطقة تتصف بمناخ بارد نسبيا في معظم أوقات السنة مع وجود بعض الفروقات الحرارية ، التي تتمثل في الارتفاع المفاجئ لدرجات الحرارة في بعض الأيام خلال الصيف أو الخريف نتيجة للعمق المساحي الشاسع الذي يشغله حوض الجفارة الذي يفصل بين الجبل والبحر في شمال المنطقة.

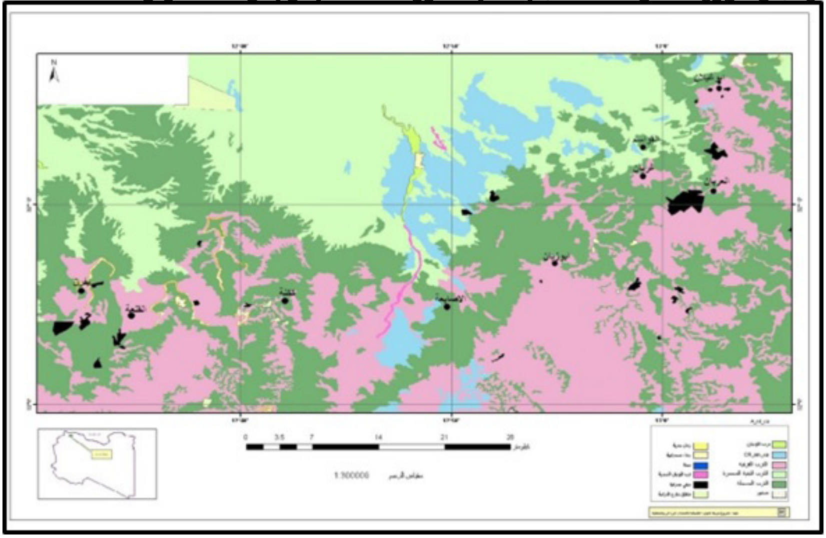
كما تتصف الأمطار بمنطقة الدراسة بسقوطها بكميات متفاوتة على مدد زمنية متباعدة، وتكون كافية لظهور جريان سطحي غير دائم، وسرعان ما تجف عقب سقوط الأمطار بوقت قصير ، حيث يبدأ سقوط الأمطار مع بداية فصل الخريف بشكل تدريجي وتزداد كمية الهطول لتصل ذروتها في فصل الشتاء، ولا تلبث أن تبدأ بالتناقص مع بداية فصل الربيع الذي يعد موسمًا لنهاية الفصل الممطر(الصغير، 1980م، 21).

9. الخصائص الحيوية :

1.9 – التربة : تتباين الترب في منطقة الدراسة تبعاً للظروف المناخية والجيولوجية ، فهي تتراوح ما بين الترب الجيرية الجافة إلى الترب الطينية والطينية الخفيفة ، وتواجد التربة الخصبة من نوع الترسبات النهرية في قيعان الأودية ، ويطلق على الترب التي تتواجد في سفوح الجبل الغربي اسم الترب الجبلية القرفية ، أو الترب قليلة التطور ويعد هذا الصنف من الترب الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة كما هو مبين في الشكل.(6).

2.9 – النبات الطبيعي : يتصف انتشار النبات بالمنطقة بضعف الانتشار والوجود باستثناء بعض الأودية، ويرتبط ذلك بمحدودية تساقط الأمطار ومعدلاتها وعمق التربة، وتسود بعض النباتات الحولية والمعمرة في بطون الأودية والمنخفضات وعند السفح في منطقتي القصر وككلة والقواليش (كالبطوم والرتم والقجرود والباقل والحرمل والدبيغة والشيح والحلفاء) (مرفوعة : 2008م، ص 48) إضافة إلى

استغلال بطون مجموعة من الأحواض الصغيرة والأودية لغرس أشجار الزيتون والنخيل واللوزيات واستغلال بعضها لزراعة الحبوب والخضراوات .



الشكل (6) التربة بإقليم غريان ومنطقة الدراسة بوصفها جزءا منها

المصدر : (مرفوعة : 2008م، ص 52).

10 - الخصائص المورفومترية لحوض وادي زارت :

1.10 - الخصائص الهندسية والشكلية للحوض :

1.1.10 - مساحة الحوض تعد مساحة الحوض متغيت مورفومتريا يظهر تأثيره على حجم التصريف، وتكون علاقة طردية بين مساحة الحوض وبين حجم التصريف المائي (محسوب، 1997م،205) أي أنه كلما زادت مساحة الحوض زاد حجم التصريف والجريان المائي به ، وباستخدام أدوات التحليل في برنامج (Arcgis10.4) تبين أن مساحة حوض وادي زارت بلغت 196.740كلم2 وتعد هذه المساحة صغيرة نسبيا مقارنة بحوضي وادي غان 646.6 كلم2 وحوض وادي كعام 2546كلم2.

2.1.10 - طول الحوض: ويقصد به المسافة الطولية بين المنبع الرئيسي للحوض الى نهاية الحوض عند نقطة المصب، ولطول الحوض دورٌ مهمٌ في فهم دلالة عملية الجريان السطحي من حيث مدة التفريغ المائي للحوض، ومن خلال استخدام أداة القياس Measure ببرنامج (Arcgis10.4) بلغ طول الحوض 20.220كلم ، وتجدر الإشارة الى وجود علاقة عكسية بين معدلات الانحدار وطول الحوض بمعنى أنه كلما زادت معدلات الانحدار تناقص طول الحوض ، وبالتالي يعد الانحدار في حوض وادي زارت ذي تباين في درجاته بين 17- 89 درجة في بعض أجزائه وتم حساب ذلك بالاعتماد على النموذج الرقمي DEM وباستخدام أداة : SLOPE كالاتي : (< Surface > slope Arctoolboox > spatil Analyst tools).

أ. عرض الحوض: يمكن استخلاص عرض الحوض من خلال قسمة مساحة الحوض كم2 على طوله كم، ومن خلال ذلك بلغ عرض الحوض 9.72كلم. وهو معدل متناسب مع طول الحوض.

ب. محيط الحوض: يتمثل في خط تقسيم المياه في الحدود الخارجية للحوض ويحدد بتتبع هذا الخط عند قمم المرتفعات ورؤوس الجبال بالمنطقة، وباستخدام برنامج (Arcgis10.4) بلغ محيط الحوض نحو 76.46كلم2 .

ج. نسبة الاستطالة: تعبر نسبة الاستطالة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل، كما تعد انعكاسا لخصائص البيئة الطبيعية المؤثرة في شكل الحوض وبناءه (سلوم، 2015 ،349) وتعرف بأنها النسبة بين قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض وأقصى طول للحوض المدروس، وتدل هذه النسبة على مدى تشابه الحوض و شكل الحوض والشكل المستطيل ، كما أن هذه المعدلات من أكثر المعادلات المورفومترية في قياس أشكال حوض التصريف وتتراوح قيم الاستطالة بين الصفر والواحد الصحيح ويكون الحوض أقرب الى الشكل المستطيل اذا اقترب من الصفر، ويبتعد عن الاستطالة اذا اقتربت من الواحد الصحيح وتحسب الاستطالة باستخدام المعادلة الأتية : (Aldarraji,2017, P.8)

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض}}{\text{أقصى طول الحوض}}$$

فقد بلغ طول قطر الدائرة التى مساحتها تساوي مساحة الحوض:

$$= \sqrt{[(\text{م} \times 4)/\pi]}$$

م = مساحة الحوض

π = 3.14 معدل ثابت

طول قطر الدائرة = 15.83

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{15.83}{20.22} = 0.78$$

بلغت نسبة الاستطالة بحوض وادي زارت 0.78 مما يشير إلى ابتعاده عن الشكل المستطيل ت من الشكل البيضاوي أو ما يشبه الشكل الكمثري .

معدل الاستدارة: يقصد به مدى قرب شكل الحوض من الشكل الدائري، وتتراوح قيم هذا المؤشر بين الصفر والواحد الصحيح، وكلما اقترب المعدل من الواحد الصحيح اقترب من الشكل الدائري وظهر دور التعرية في الحوض ومدى نشاط التعرية وعمليات الحت الرأسية ، وفي المقابل تشير القيم المنخفضة إلى عدم انتظام شكل الحوض وابتعادها عن الشكل الدائري (ناصر ، 2016م ، ص 99) و بتطبيق المعادلة الآتية :

$$R_C \frac{4\pi A}{\rho 2}$$

RC = معدل الاستدارة

4 4 $\pi A =$ عـدد ثابـت ، π ، نسـبة تقريبيـة ثابتـه (ط= 3.1416)، A= مسـاحة الحــوض كم2

$\rho 2$ = محيط الحوض

وجـد أن معـدل الاسـتدارة في حـوض زارت بلغـت نحـو 0.42 درجـة وهــي قيمــة تقــترب مــن الصفــر وتبتعــد عــن الواحــد الصحيــح، ممــا يشــير الى أن حــوض وادي زارت يشــبه الشــكل المثلــث الى حــد كبــير، وكذلــك عــدم تعــرض الحــوض لفــترات طويلــة مــن نشــاط التعريــة ومــن الحــت المائــي، أو لأن الحــوض مــازال في مرحلــة الشــباب وقلــة تعرضــه للفيضــان المائــي.

معامـل شـكل الحـوض : يسـتخدم هـذا المقيـاس لبيـان مـدى انتظـام الحـوض عــلى طــول امتــداده، ويشــير الى مــدى توافــق أجــزاء الحــوض مــع انتظــام شــكله العــام، فكلمــا اقتربــت القيمــة مــن الواحــد الصحيــح قريبــا مــن الشــكل الدائــري وبعيدا عــن الشــكل المثلــث، واذا اقتربــت القيمــة عــن الصفــر يكــون قريبــا للشــكل المثلــث مــع عــدم تناســق أجزائــه مــع شــكله العــام ، ويحســب بقســمة مســاحة الحــوض عــلى مربــع الطــول وهــي كالاتــي :

$$\frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مربع الطول}} = \frac{196.74}{404.84} = 0.48$$

ممــا يشــير إلى وجــود القيمــة عنــد منتصــف المؤشر وبالتالي يبتعد عن الشكل الدائري ويقترب من الشكل المثلث .

الجدول (2) القيم والمؤشرات الهندسية والشكلية لحوض وادي زارت

الخصائص الهندية والشكلية	المساحة	الطول	العرض	المحيط	قيمة الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل شكل الحوض
حوض وادي زارت	196.74كلم2	20.220كلم	9.72كلم	76.46كلم2	0.78	0.42	0.48

2.10 – الخصائـص التضاريسـية : وهـي ذات أهميـة كبـيرة لكونهـا تؤثـر عـلى العديـد مــن العمليــات الجيومرفولوجيــة، يقــترب حــت والترســيب، وتســهم في فهــم معالــم الشــبكة الهيدرولوجيــة وعلاقــة التضاريــس بتطــور الحــوض(محســوب ،1997، 209) .

1.2.10 معـدل التـضرس : مقيـاس مهـم لمعرفـة طبوغرافيـة المنطقـة ، ويتـم حسـابها مــن خــلال الفــرق بــين أعــلى نقطــة ارتفــاع بالحــوض وادنــي نقطــة منخفضــة بالحــوض الى الطــول الحقيقــي للحــوض (عاشــور، 1986م ،ص465)

$$\text{معدل التضرس} = \frac{\text{الفرق بين اعلى نقطة واخفض نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض}} = \frac{586}{20.22} = 28.9 \text{ م/ كلم2}$$

بلغت أعلى نقطة بحوض زارت نحو 886مترا وأدنى نقطة بالحوض 300متر وبالتالي كان الفارق بينهما 586مترا ، وتدل نسبة التضرس على زيادة نشاط عمليات النحت والتعرية والترسيب وزيادة مؤشر التضرس بالحوض .

2.2.10 قيمة الوعورة : بالاعتماد على كثافة التصريف وارتفاع هذه القيمة يشير الى شدة التضرس وسيادة عوامل التعرية المائية، ويمكن حسابها على النحو الاتى (برقان ، 2015م : ص83، 113):

$$Rn = Dd \times \left(\frac{H}{1000}\right)$$

قيمة الوعورة = Rn

كثافة التصريف = Dd

معدل التضرس = H - 1000 قيمة ثابته

$$Rn = 1.36 \times \left(\frac{28.9}{1000}\right) = 0.039$$

من نتيجة المعادلة يتبين أن قيمة الوعورة بحوض وادي زارت بلغت (0.039) وهي قيمة منخفضة، ويمكن الإشارة إلى عدة أسباب لذلك منها طبيعة السطح ونوع الصخور السائدة، كما يشير المعدل إلى التفاوت بين قيمة التضرس وكثافة التصريف والجريان المائي، فارتفاع هذه القيمة يعني وجود تضرس شديد وسيادة لعوامل التعرية ونقل الرواسب، بمعنى أن قيمة الوعورة تزداد مع زيادة كثافة التصريف من ناحية وزيادة التضرس من ناحية ثانية، وهذا ما يفتقره حوض زارت.

3.2.10 النسيج الطبوغرافي : يتم التعرف عليه من خلال العوامل المؤثرة في الجريان السطحي مثل التغيرات المناخية والغطاء النباتي والتكوين الصخري، ويمكن معرفته من نسبة التقطيع، التي يمكن الحصول عليها من خلال نسبة العدد الكلى للمجارى المائية بالحوض إلى طول محيط الحوض وفقا للمعادلة الأتية :

$$\text{نسبة التقطيع (نسيج الحوض)} = \frac{\text{اعداد اودية الحوض من الرتب}}{\text{محيط الحوض كم}} = \frac{244}{76.64} = 3.18$$

يندرج المؤشر الناتج عن هذه المعالة الذي يبلغ قيمته (3.5) ضمن تصنيف النسيج الخشن ووفق تصنيفsmith كما أشار (سلوم ، 2012م، 428) للنسيج الطبوغرافي حيث تغطي الصخور والتضاريس الوعرة منطقة الحوض بصورة واضحة .

4.2.10 – التكامل الهيبسومتري : وهو من المعاملات المورفومترية التي يعتمد عليه في تمثيل للحقبة الزمنية المقطوعة من الدورة التحتية للأحواض التصريفية،

ويشمل التحليل الهيبسومتري قياس العلاقة بين الارتفاعات والمساحات للأحواض المائية وتحليلها لكي يتم التعرف على مراحل نمو المجاري المائية ومراحل الدورات التحتية. ويعبر عن التكامل الهيبسومتري كنسبة مئوية، وإذا بلغت هذه النسبة < 60 % فإن الحوض ما زال في مرحلة الشباب وتكون نسبة النحت أكثر من نسبة الترسيب، أما إذا بلغت أقل من ذلك فإن الحوض قد تجاوز مرحلة الشباب ، ويتم حساب التكامل الهيبسومتري عن طريق قسمة المساحة الحوضية على التضاريس الحوضية، وتتكامل قيمة هذا التكامل من صفر إلى 100 (ناصر،2016م، ص 114) ويحسب من خلال العلاقة النسبية بين الارتفاع المتوسط والأدنى من جهة، والأعلى والأدنى من جهة ثانية من المعادلة الآتية (إبراهيم ، 2016م، ص 433) ، على النحو التالي:

(HIis = (Elev. mean –Elev. min) / (Elev.max.-Elev.min

حيث His = التكامل الهيبسومتري

Elev.min = أقل ارتفاعا بالحوض

Elev.max = أعلى نقطة ارتفاع

Elev.mean = متوسط الارتفاع

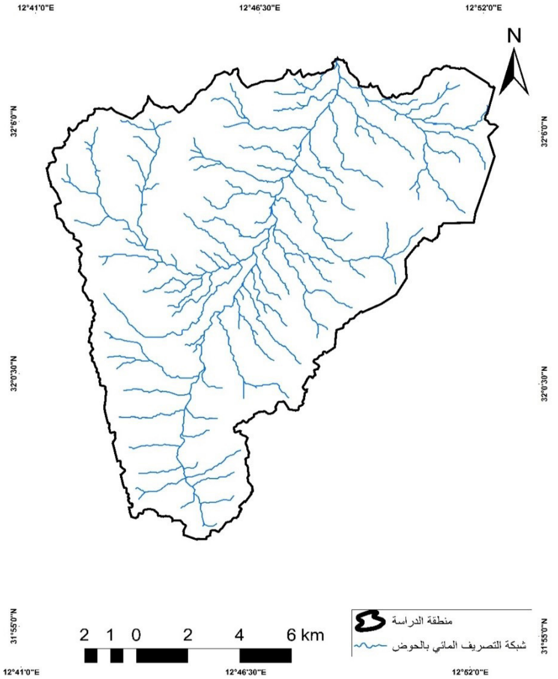
تبين أن التكامل الهبسومتري للحوض في مرحلة التوازن أو مرحلة قريبة من النضج.،إذ بلغت(50 %) أي أن قوى الرفع)التكتوتية(والخفض (التآكل) في أجزاء من الحوض ، متوازنان تقريبًا، ومازالت 50 % من كتل الصخور الأصلية لهذه الأحواض وان عملية جرف وتعرية المواد الصخرية القابلة للنحت والجرف.

الجدول(3) قيم الخصائص التضاريسية لحوض وادي زارت

الخصائص التضاريسية	معدل التضرس	قيمة الوعورة	النسيج الطبوغرافي	أعلى نقطة بالحوض	ادني نقطة بالحوض	متوسط ارتفاع الحوض	التكامل الهبسومتري
حوض وادي زارت	28.9م/ كلم2	39.5 %	3.18	886 متر	300 متر	586 متر	50 %

3.10 الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف:

ترتبط أهمية معرفة الرتب وأعدادها في حساب كمية الجريان الصحي، حيث يزداد الجريان المائي مع زيادة أعداد المجاري المائية في الرتب النهرية (أبو العينين،1979م، ص436).



المصدر : الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي وباستخدام برنامج (ARCGIS10.4).

الشكل (7) شبكة التصريف المائي بحوض وادي زارت

تحديد الرتب النهرية للحوض: من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتحديد الرتب النهرية لحوض زارت(شكل9) ، تبين أن الحوض يضم أربع رتب نهرية بينما يبلغ مجموعة المجاري والمسيلات المائية نحو 244 مجرى، فقد ضمت الرتبة الأولى نحو 144 مجرى بنسبة 59 % أما الرتبة الثانية فبلغت 66 مجرى بنسبة 27 % فيما كانت الرتبة الثالثة تضم 33 مجرى بنسبة 13.5 % ، أما الرتبة الرابعة فبلغت 31 مجرى بنسبة 0.4 % ، فيما بلغت مجموع أطوال هذه الأودية والمجاري المائية نحو 268.06كلم ، كما هو مبين بالجدول (4) .

جدول (4) أعداد وأطوال الرتب النهرية بحوض وادي زارت

الرتبة	أعداد الرتب النهرية		أطوال الرتب النهرية	
	العدد	النسبة	الطول	النسبة
الأولى	144	59.02	162.204	60.51
الثانية	66	27.05	67.77	25.28
الثالثة	33	13.52	21.81	8.14
الرابعة	1	0.41	16.28	6.07
المجموع	244	% 100	268.064	% 100

المصدر: تحليل الباحث لنموذج الارتفاعات الرقمي وباستخدام برنامج (ARCGIS10.4) .

2.3.10 نسبة التشعب :

ويقصد بها النسبة بين عدد المجاري المائية التابعة لرتبة معينة إلى عدد المجاري بالرتبة التي تليها، وهي ذات دلالة إحصائية مهمة لأنها من العوامل التي تتحكم في حجم التصريف وزمن وصول المياه إلى المجرى الرئيسي (الدليمي، 2001 م ، ص 158) ، وتتراوح نسبة التشعب بين المجاري المائية بحسب الضوابط المحددة من (ستراهلر 1957) بين (3 – 5) درجة، وهذا يعني وجود تجانس مناخي وبنيوي للحوض المائي وبتطبيق ذلك على حوض وادي زارت بين مجاري الرتبة الأولى نجد أن نسبة التشعب بين الرتب المائية كالاتي :

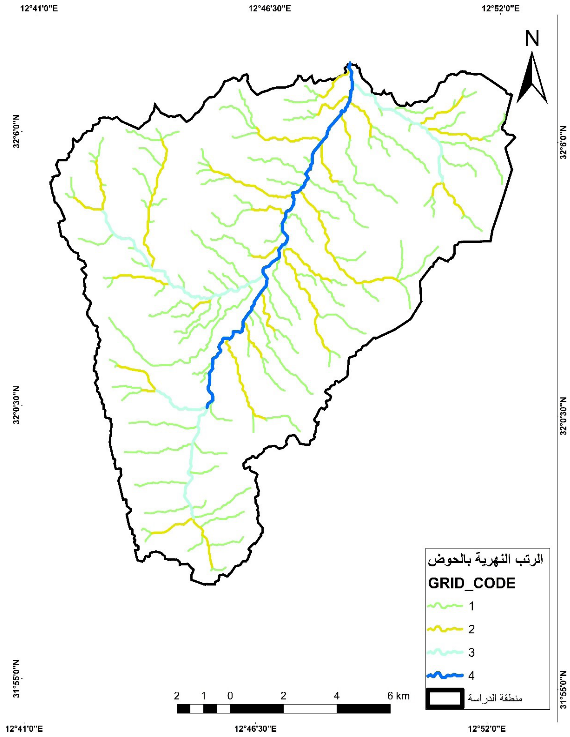
$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري المائية في رتبة ما}}{\text{عدد المجاري الرتبة التي تليها}}$$

جدول (5) نسبة التشعب بين الرتب المائية والنسبة العامة للحوض

	العدد	النسبة	نسبة التشعب
الأولى	144	59.02	2.18
الثانية	66	27.05	2
الثالثة	33	13.52	3
الرابعة	1	0.41	-
المجموع	244	% 100	7.18

نسبة التشعب بحوض وادي زارت تبلغ 1.79 وانخفاض هذا المعدل عن الضوابط التي حددها (ستراهلر) بين (5-3) درجات، يدل على توافق بين نسبة التشعب وشكل الحوض من جهة وانخفاض نسبة الروافد من جهة أخرى، إضافة إلى طبيعة الصخور في الحوض ، وعدم تشكل الشعب المائية بشكل كبير، كما أن

الحالـة الطبوغرافيـة وطبيعـة السـطح وانحـداره المتبايـن (باسـتثناء بعـض الجهـات الجرفيـة التـي ترتفـع بهـا درجـة الانحـدار 89درجـة) مـا ينتـج عنـه قلـة ترافـد أوديتـه، إضافـة إلى أن تباعـد قيـم نسـب التشـعب بـين الرتـب الثـلاث يعـد دليـلا عـلى أن حـوض زارت غـير متجانـس في امتـداده وفي ظروفـه المكانيـة (مناخيـا وجيولوجيـا) .



المصدر : الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي وباستخدام برنامج (ARCGIS10.4).

الشكل (8) رتب الشبكة النهرية (الأودية) بحوض وادي زارت

3.3.10 كثافة التصريف المائي :

وتمثـل العلاقـة التـي توضـح تقطيـع سـطح الحـوض للمجـاري المائيـة بـه ، بفعـل عمليـات النحـت والتعريـة، ويتـم حسـابها وفقـا للمعادلـة الاتيـة :

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض}}{\text{مساحة الحوض كم}} = \frac{268.064}{196.74} = 1.36 \text{ كم / كم}^2$$

مما يعني أن كل (1) كلم2 من الحوض يصرف مياهه الى (1.36كم) من المجاري المائية وفق نموذج الارتفاع الرقمي المستخدم بالدراسة، ولعل انخفاض هذا المعدل يرجع الى عدة أسباب من بينها النفاذية العالية بالصخور وانخفاض معدلات التساقط وعدم كفايتها وكذلك معدلات الانحدار المتوسطة والهينة في العديد من أجزاء الحوض.

11 – النتائج

1. إن استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة أحواض الأودية في ليبيا له فائدة كبيرة في الحصول على مختلف المتغيرات الرقمية والإحصائية المورفومترية ذات الدقة العالية .
2. تعد الخصائص المورفومترية بحوض وادي زارت (الشكلية والهندسية والتضاريسية) انعكاسا لخصائص المناخ والغطاء النباتي والبناء التضاريسي للحوض.
3. يأخذ حوض وادي زارت الشكل البيضاوي الذي يقترب من الشكل الكمثري)، مما تبين أن هناك تباينا في شكله العام نتيجة لاختلاف العوامل الجيومرفولوجية به (التعرية والنحت والترسيب).
4. بلغ عدد المجاري والمسيلات المائية بالحوض 274 مجرى موزعة على أربع رتب بأطوال بلغت 268.06كلم، وبهذا تم الاستفادة من جزء كبير من شبكة التصريف بالحوض ببناء السد الخرساني المعروف بسد وادي زارت .

12 – التوصيات

1. تكثيف الدراسات المماثلة للأحواض المائية وتوظيف نتائجها في تنمية موارد المياه وعمليات حصاد مياه الجريان السطحي .
2. العمل على دعم البحاث في استخدام التقنيات الحديثة التي من بينها نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات الهيدرولوجية .
3. توجيه الجهات الفاعلة وذات العلاقة في الدراسات المورفومترية للتعاون مع الجامعات وتقديم العون للباحثين في مجال المياه ، وتسخير كافة الإمكانيات العلمية لهم .

13 – المراجع

إبراهيم ، أحمد حسن (1994م)، الموقع والموضع أثرهما في العمران في مدينة العين بالإمارات العربية المتحدة ، رسائل جغرافية ، الجمعية الجغرافية الكويتية العدد نوفمبر 174، الكويت .

إبراهيم، جنان رحمان (2016م)، التحليل الهبسومتري والتكامل الهبسومتري لأعلى حوض نهر الزاب الكبير بالعراق ، مجلة الجامعة العراقية ، العدد 47ج3.

أبو العينين ، سيد حسن أحمد، (1979م)، أصول الجيومورفولوجيا ، دار النهضة

العربيــة للطباعــة والنــشر ، بــيروت
الصغــير، خــيري ، (1980م) التوزيــع الفصــلي لبعــض عنــاصر المنــاخ في ليبيــا، منشــورات جامعــة الفاتــح ، طرابلــس .
المزوغــي، طــارق حامــد، عــون، عمــر ضــوء (2018م) دراســة الخصائــص المورفومتريــة لحــوض وادي غــان باســتخدام نظــم المعلومــات الجغرافيــة، المؤتمــر الدولي الثالــث للتقنيــات الجيومكانيــة ، طرابلــس .
الدليمــي ، حســين خلــف (2001م) ، الجيومرفولوجيــة التطبيقيــة علــم أشــكال الأرض التطبيقــي ،الــدار الأهليــة للنــشر والتوزيــع ، عمــان ، الأردن .
بحــر، عيــسى عــلي ،(2020م)، التحليــل الجيمورفولوجــي للخصائــص المورفومتريــة باســتخدام تقنيــة الاستشــعار عــن بعــد ونظــم المعلومــات الجغرافيــة (دراســة حالــة وادي تماســله في ليبيــا)، المؤتمــر الجغــرافي الخامــس عــشر، منشــورات جامعــة سرت (22 ديســمبر 2020م) .
برقــان، محمــد عبداللــه عــادل ،(2015) دراســة الخصائــص المورفومتريــة لحــوض وادي غــزة والحصــاد المائــي لحوضــه الأعــلى باســتخدام نظــم المعلومــات الجغرافيــة ، رســالة ماجســتير ، جامعــة النجــاح ، نابلــس، فلســطين .
جــودة، جــودة حســنين (1995م)، دراســات في الجغرافيــة الطبيعيــة والصحــاري العربيــة ، دار المعرفــة الجامعيــة، الإســكندرية،
جــون ، ديبــوا (2005م) جغرافيــة جبــل نفوســة دراســة ميدانيــة في الجغرافيــة الطبيعيــة والبشريــة، ترجمــة عبداللــه زارو، مؤسســة تاوالــت الثقافيــة .
ســلوم ، غــزوان ، (2012م) حــوض وادي القنديــل دراســة مورفومتريــة ، مجلــة جامعــة دمشــق العــدد الأول، دمشــق .
ســلوم، غــزوان (2015م) مفهــوم الاســتطالة والاســتدارة وطرائــق ترتيــب المجــاري المائيــة دراســة مورفومتريــة ، مجلــة جامعــة دمشــق ، العــدد الثالــث ، دمشــق .
عاشور، محمود محمد(1986م) ، طرق التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي، حولية كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد التاسع .
عبداللــه، عصــام عبــد الســلام، البركــي، عبــد المنعــم عبدالســلام (2019م) الخصائص المورفومتريــة لــوادي المســيد بليبيــا ، وتســخيرها في تنميــة المــوارد المائيــة، مجلــة روافــد المعرفــة العــدد الخامــس مايــو ، جامعــة الزيتونــة ، ترهونــة، ليبيــا.
محســوب ، محمــد صــبري ،(1997م) ، جيومرفولوجيــة الأشــكال الأرضيــة ، دار الفكــر ، القاهــرة .
مرفوعة، عبدالحميد أحمد (2008م) النبات الطبيعي واستعمالاته الطبية في منطقة غريان، رسالة ماجستير غير منشورة ، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس .
مركز البحوث الصناعية ، (2009م)، خريطة ليبيا الجيولوجية ، 1:1000000، طرابلس .
مصلحــة المنــاخ والأرصــاد الجويــة (2019) ، قســم المنــاخ (محطــات غريــان – يفــرن)، طرابلــس، بيانــات غــير منشــورة .

نــاصر، شــوقي شــحدة أحمــد ، (2016م) مقارنــة بــين نموذجــي الارتفاعــات الرقميــة (SRTM3 & ASTER GDEM) في اســتخلاص الخصائــص المورفومترية لحــوض وادي تنزوفــت (جنــوب غــرب ليبيــا(، المؤتمــر والمعــرض الــدولي للتقنيــات الجيومكانيــة ، ليبيــا جيوتــك2، طرابلــس 8-6، ديســمبر 2016م.

Aldarraji, S.A.,(2017): Simplify Equation to Calculate Elongation River Basin Proposed by Schumm “1956”, jour .sci 1 dar al salam, Baghdad University.

الموقــع الإلكترونــي للمســاحة الجيولوجيــة الأمريكيــة (. https//www.USGS.gov) للحصــول عــلى المرئيــة المســتخدمة ، تاريــخ المرئيــة (2020/9/18) .

الأهمية الاقتصادية للخامات المعدنية في منطقة الجبل الغربي

د.محمد الجيلاني محمد أ.إبراهيم علي عمر رمضان د.علي سالم بنصيرة
قسم الجيولوجيا – كلية العلوم بالزنتان

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على الخامات المعدنية في منطقة الجبل الغربي، وأماكن تواجدها وأهمالتكاوين الجيولوجية التي تحتوي على الترسبات المعدنية ذات القيمة الصناعية والاقتصادية العالية. وقد تبين من الزيارات الميدانية للمنطقة أنها تحتوي على ترسبات معدنية بكميات واحتياطيات كبيرة، وأغلبها قريبة من السطح لاتحتاج إلإزالة الطبقات الصخرية الغطائية، وكذلك فإن وضع المنطقة الجغرافي وقربها من مواني التصدير يجعل من هذه الترسبات المعدنية ذات قيمة اقتصادية وصناعية في المستقبل. تم إجراء العديد من الزيارات الميدانية لمناطق مختلفة من الجبل الغربي لتحديد الخامات المعدنية ذات الجدوى الاقتصادية والقابلة للاستخراج. تبين من العمل الحقلي أنجميع الخامات التي تم اكتشافها من التكاوين الجيولوجية المختلفة في منطقة الدارسة هي خامات رسوبية التكوين، متمثلة في رواسب الرمل والحصى، ورواسب الطين والطفل والحجر الجيري والدولومايتومعادن المتبخرات كالجبس والانهيدرايت حيث تم أخذ عينات من هذه الرواسب و إجراء التحاليل الجيوكيميائية لها لتحديد نسب الاكاسيد الرئيسية major oxides وكذلك العناصر الشحيحة trace elements في هذه الخامات، ومن ثم تمت مقارنة هذه النتائج بالمتطلبات الصناعية لهذه الخامات؛ فتبين أنالتركيب الجيوكيميائيللخاماتفي منطقة الدراسة ذوجودة عالية ويصلح لإجراء العديد من الصناعات في المستقبل.

الكلمات المفتاحية : الخامات المعدنية، التحاليل الجيوكيميائية، الخامات الرسوبية، منطقة الجبل الغربي

The Economic Importance of Ore Deposits in Aljabal Algharbi Region

Mohamed A. Masoud; Ibramim .A.Ramadan; Ali S. Bensira
Department of Geology – Faculty of Sciences, Alzintan University

Abstract

This study aims to shed light on the mineral deposits in Al-Jabal Al-Gharbi region, their locations and the most important geological formations that contain mineral deposits of high industrial and economic value. It was found from field visits that the region contains mineral deposits in large quantities and reserves, all the studied deposits near the surface, and do not need to remove the overlying rock layers. Also the region has good geographical location due to its closeness to high population density and seaports as well as availability of manpower made the area to become of economic and industrial value in the future. Several field visits were conducted to different areas of the Aljabal Algharbi region to determine the mineral deposits which has a good economic feasibility and can be extractable. It has been found that most of these ores are sedimentary ores, represented by deposits of limestone, dolomite, sand, gravel, clay and shale deposits, and evaporated minerals such as gypsum and anhydrite. In order to determine if these minerals deposits suitable for industrial requirements number of samples were collected and taken to the chemical lab in order to determine the major oxides and trace elements in these minerals deposits, the geochemical analysis of the studied samples has shown that ore deposits in the study area are in high quality and suitable for many industrials requirements.

Key words: mineral deposits, sedimentary deposits, geochemical analysis, Aljabal Algharbi region

1 - مقدمة

تعتبر الخامات الاقتصادية إحدى أهم ركائز الاقتصاد في الدول الصناعية الكبرى، والتي تبنى عليها العديد من الصناعات والتي تعزز الاقتصاد وتسهم في تنمية المناطق الموجودة فيها هذه الخامات.إذا نظرنا إلى ليبيا فإنها من المناطق التي لها مستقبل واعد في التخطيط لإقامة العديد من الصناعات المعدنية لأن أراضيهاتزخر بالعديد من الثروات الطبيعية إضافةلأنها تمتلك زادا بشريا ذا كفاءة عالية،وإمكانيات مالية تستطيع من خلالها الاستثمار في استخراج الخامات المعدنية. لأجل ذلك جاءت هذه الدراسة لتسهم بشكل فعال في وضع معلومات علمية ولتجلب النظر إلى منطقة جيولوجية مهمة ذات أراضي زاخرة بالصخور والمعادن الصناعية بكميات كافية لبناء صناعات متنوعة، وتظل معرفة هذه الخامات واحتياطياتها وتركيبها المعدني هوأساس يبنى عليه أي قرار بإقامة أي مشروع؛الأمر الذييبنى عليه اتخاذ القرار المناسب لاستغلال هذه الخامات الاستغلال الأمثل.

تم الاعتماد في هذه الدراسة على تجميع المعلومات و العينات عن طريق الزيارات الحقلية للمنطقة وإجراء التحاليل الكيميائية اللازمة للعينات، والاستعانة ببعض الكتب والدوريات والتقارير والخرائط الجيولوجية عن المنطقة كذلك تم الاستعانة ببعض الدراسات السابقة للمنطقة، من هذه الدراسات دراسة أجراها كل من مسعود وعباس (1998). حيث تناولت الدراسة مقالع الحجارة في منطقة الزنتان وماحولهاوأثبتت إن المنطقة تزخر بالعديد من الخامات المعدنية التي يجب أن تستغل بالطرق العلمية الصحيحة لكي لا يتم هدر هذه الخامات الصناعية المهمة.

تناولت دراسة حسين،ومحمد (2016) تواجد الأحجار الجيرية في شمال غرب ليبيا؛ وخلصت إلى وجود احتياطيات كبيرة من هذا الخام في عدة مواقع و بتراكيز مهمة من الناحية الاقتصادية وانتشار كبير.

دراسة قام بها مسعود، وحسين (2017) تناولت خام الحجر الجيري وخام الدولومايت في منطقة الزنتان حيث أثبتت الدراسة أنها تتميز بتركيب كيميائي جيد يجعلها صالحة للدخول في العديد من الصناعات الإستراتيجية.

1.1 أهداف الدراسة: Aims of the study

تهدف الدراسة إلي :

1. دراسة الترسبات المعدنية وأماكن تواجدها وعمرها الجيولوجي في المنطقة المستهدفة.
2. إجراء التحاليل الجيوكيميائية لهذه الترسبات ومقارنتها بالمتطلبات الصناعية لهذه الخامات.
3. تقديم بعض التوصيات للجهات ذات العلاقة عن كيفية استخراج هذه الخامات والاستفادة منها.

2.1 أهمية الدراسة : Importance of the studying

تستمد الدراسة أهميتها من كونها دراسة لمنطقة تزخر بالعديد من الخامات المعدنية التي لو تم الاهتمام بها ستكون رافدا من روافد الاقتصاد الوطني في المستقبل، خصوصاً إن هذه الخامات ذات جودة عالية وبكميات واحتياطيات كبيرة.

3.1 منهجية الدراسة : Methodology of the study

تعتبر هذه الدراسة من الدراسات الأولية لتكوينات الجيولوجية لمنطقة الجبل الغربي، الغرض منها معرفة ما تحتويه هذه المنطقة من خامات معدنية وتنبيه الجهات المسؤولة على أهمية هذه الخامات وكيف يمكن الاستفادة منها في دعم الاقتصاد الوطني. ومن أجل الوصول إلى الهدف من الدراسة سيتم الاعتماد على الأتي :

1. الكتب والدوريات والدراسات السابقة ذات العلاقة بالدراسة، من أهمها الدراسة التي أجراهامسعود وحسين (2017). تناولت خام الحجر الجيري وخام الدولومايت في منطقة الزنتانوأثبتت التحاليل الجيوكيميائية لخام الحجر الجيري أن نسبة أكسيد الكالسيوم تتراوح مابين 46.4% إلى 53.2%؛ مما يفيد بأن كربونات الكالسيوم قد تكون عالية في هذا الخام وهو ماسيتم تحديده في هذه الدراسة. كذلك أثبتتالتحاليل الجيوكيميائيةأن خام الدولومايت يحتوي على نسبة جيدة من أكسيد الماغنيسيوم تتراوح مابين 16% إلى 16.6%وسوف يتم تحديد نسبة كربونات الماغنيسيوم في هذه الدراسة لمعرفة مدى صلاحية هذا الخام في العديد من الصناعات الإستراتيجية.
2. استخدام جهاز سبكترومتر(XRF spectrometer) وهو فلورة الأشعة السينية ويرمز لها بالرمز XRF وهي اختصار لكلمة (X-ray fluorescence) في معمل الكيمياء التحليلية بكلية العلوم بالزنتان؛ تم اختيار هذا الجهاز لأنه يمكننا من معرفة التركيب الكيميائي للخامات المدروسة وبالتالي نستطيع تحديدنسب الاكاسيد الرئيسية major oxides وكذلك العناصر الشحيحة trace elements في هذه الخاماتللتعرف على جودة الخامات المدروسة ومطابقتها للصناعات المختلفة.
3. الزيارات الميدانية للتكاوين الجيولوجية المختلفة في منطقة الدراسة وتجميع عينات من هذه التكاوين، ومن ثم يتم تحليل هذه العينات بواسطة جهاز (XRF spectrometer). لمعرفة النسبة المئوية للعناصر الكيميائية الموجودة بالعينات المدروسة؛ والتي ستفيدنا في مقارنة التركيب الكيميائي للخامات المعدنية في منطقة الدراسة والمتطلبات الصناعية لهذه الخامات.

4.1 موقع الدراسة Place of Study : ـ

تقع منطقة الدراسة شمال غرب ليبيا المتمثلة في منطقة الجبل الغربي

وتبعد عن العاصمة طرابلس 90 كم في اتجاه الجنوب الغربي تحتخطي طول وعرض51 °31‘54“11 °E”47’36 - N

2 - جيومورفولوجية منطقة الدراسة Geomorphology of Study area :

يمكن تقسيم منطقة الدراسة من الناحية الجيومورفولوجية إلى ثلاث أجزاء رئيسية وهي:

1.2 سهل الجفارة:

وهي منطقة واسعة ذات تضاريس منبسطة تقريباً وتقع شمال الجبل الغربي، تمتد من الخمس شرقاً إلى الحدود التونسية غرباً، ويحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب الجبل الغربي، ويتخللها بعض التلال والمرتفعات التي تتكون في معظمها من صخور الجبس والانهيدرايت، مع بعض التداخلات من الحجر الجيري والدولومايت كما يوجد بعضالرواسب الحصوية على درجاتمتفاوتة من السمك في مجاري الوديان التي تتجه من الجبل إلى البحر المتوسط (Salem &Busrewil, 1980).

2.2 واجهة الجبل (قدم الجبل):

وهي من أهم المظاهر الجيومورفولوجية في الشمال الغربي لليبيا،حيث ترتفع عن سطح الأرض حوالي 800-700 متر وتمتد شرق غرب وتتكون من صخور جيرية ودولومايتية و صخور رملية وطين وجبس وانهيدرايت في شكل تتابعات طبقية أفقية، وتحوي العديد من التكاوين الجيولوجية التي يعود عمرها الجيولوجي من حقبة الحياة المتوسطة إلى حقبة الحياة الحديثة (Salem &Busrewil, 1980). وقد اختلفت الآراء حول حقبة نشوء الجبل الغربي؛ لكن على الأرجح انه نشأ في فترة ماقبل عصر المايوسين، حيث تعرضت المنطقة إلى حركات أرضية نتج عنها العديد من الصدوع التي تمتد باتجاه شمال جنوب ــــ شرق غرب، أكبرها صدع العزيزية الكبير الذي يقسم المنطقة إلى جزأين مختلفين في الارتفاع (El-Zouki, 1980).

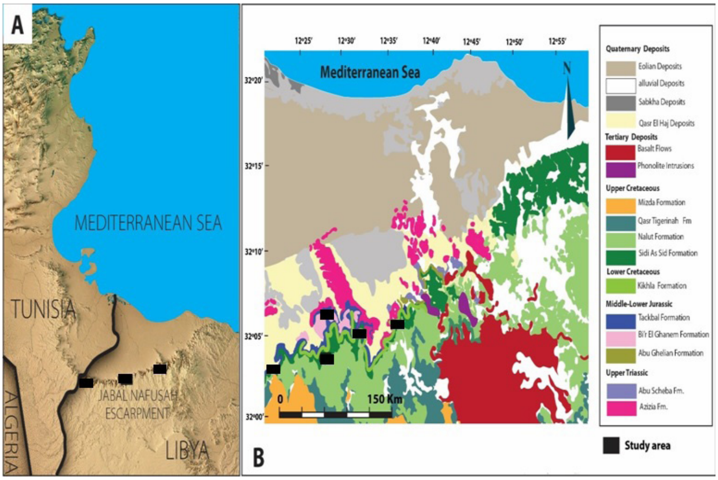
2.3 ظهر الجبل أو الهضبة:

وهي المنطقة الواقعة جنوب الواجهة الجبلية، وتشمل كل المناطق الصحراوية المرتفعة فوق سطح الجبل الغربي، وهي بمثابة امتداد شرقي لجبال أطلس،وتغطيها صخور جيرية دولومايتية تتبع العصر الطباشيري الأعلى(مركز البحوث الصناعية أ، 1984).

كما توجد بعض الانسيابات من الصخور النارية مثل البازلت في الجزء الجنوبي الشرقي من سهل الجفارة نتيجة الاندفاعات النارية خلال عصر الايوسين وعصر المايوسين، مع بعض القباب والاندفاعات النارية لصخور الفونولايت القاعدية (Salem & Busrewil, 1980).

3 – جيولوجية منطقة الدراسة Geology of Study area :ـ

تحـوي المنطقـة مـن الناحيـة الجيولوجيـة مجموعـة مـن التكاويـن الجيولوجيـة ترسـبت في حقبـة الحيـاة المتوسـطة مـن العـصر الجـوراسي إلى العـصر الكريتـاسي (الشـكل رقـم 1)، في بيئـات ترسـيبية مختلفـة تتموضـع بشـكل أفقـي تقريبـاً،وفي مـا يـلي التكاويـن التـي تمـت دراسـتها في هـذه الدراسـة مـن الأقـدم إلى الأحـدث كالأتـي:



المصدر: (Ben Sera &Alzughoul,2021)

شكل رقم 1: يوضح الخارطة الجيولوجية للجبل الغربي وسهل الجفارة موضح عليها موقع الدراسة

1.3 تكوين كرش Kurrush Formation :

تـم تسـمية هـذا التكويـن نسـبة إلى جبـل كـرش الـذي يبعـد حـوالي 70 كـم باتجـاه الجنـوب الغربـي لمدينـة طرابلـس، يظهـر تكويـن كـرش جزئيـاً عنـد بعـض القبـاب بمنطقـة غريـان والمناطـق المجـاورة لهـا، ويبلغ سـمكه حـوالي 40 مـتر. وهـو يتألف من الحجـر الرمـلي الميكائـي مـع الطـين الـذي يتبـدل لونـه مـن الأخضرإلىالأصفرإلىالأحمـر مـع بعـض التداخـلات مـن الحجـر الجـيري ويرجـع عمـر هـذا التكويـن إلى الجـوراسي الأوسـط (مركـز البحـوث الصناعيـة ب، 1984).

2.3 تكوين العزيزية AL Aziziyah Formation:

يتألـف هـذا التكويـن مـن أحجـار جيريـة وجيريـة دولومايتيـة تميـل إلى اللـون الرمـادي، ويكـون تطبقهـا مـن المتوسـط إلى السـميك، كمـا يوجـد بـه بعـض الطبقـات الرقيقـة المتكونـة مـن المـارل وعقـد الصـوان. أمـا في جزئـه العلـوي يتكـون مـن الدولومايـت مـع وجـود طبقـات تحتـوي العديـد مـن المتحجـرات مـن أهمهـا: البراكيوبـودا وثنائيـة المـصراع. ويرجـع عمـر هـذا التكويـن إلى الترياسـي الأوسـط إلىالأعـلى (مركـز البحـوث الصناعيـة ب، 1984).

3.3 تكوين أبو شيبة Abu Shaybah Formation:

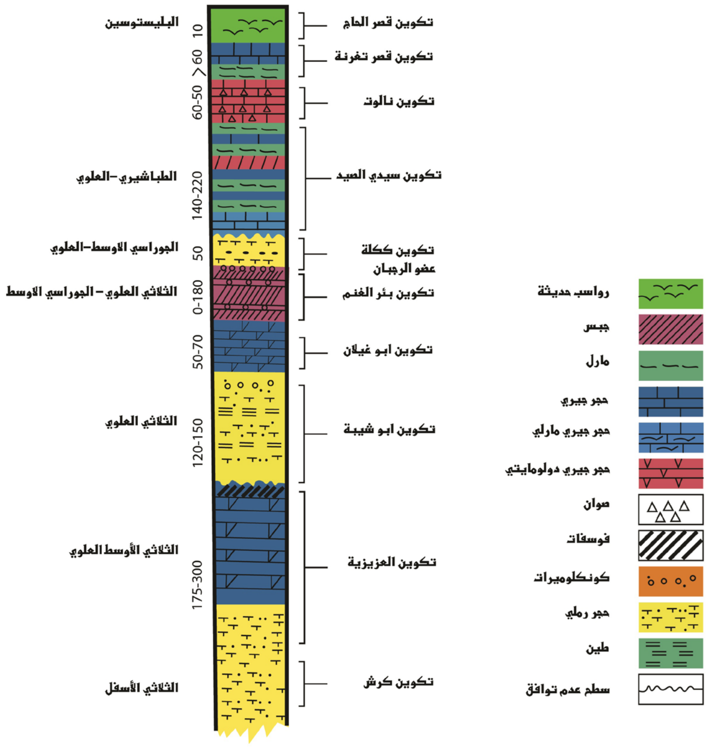
يــبرز هــذا التكويــن بواجهــة الهضبــة بالجــزء الواقــع بــين كاف تهشــمت غربــاً، ووادي البطايحــة شرقــاً، ويتكــون أساســا مــن الحجــر الرمــلي مــع تداخــلات مــن الطفل والطــين . ويمكــن تقســيم التكويــن إلى ثلاثــة أجــزاء، حيــث الجــزء الســفلي يتكــون مــن حجــر رمــلي دقيــق الحبيبــات بــه بعــض العــروق الصغيرة،أمــا الجــزء الأوســط هــو عبــارة عــن طبقــة رقيقــة مــن الطفلــة الطينيــة الحمــراء، وفي الجــزء العلــوي هــو عبــارة عــن أحجــار رمليــة يظهــر في بعــض أجزائهــا الكونجلومــيرات (مركــز البحــوث الصناعيــة ب، 1984).

4.3 تكوين بئرالغنم Bir Al Ghanam Formation:

وهــو مــن أقدمالتكاويــن الجيولوجيــة في المنطقــة حيــث يتكشــف عــلى الســطح في عــدة أماكــن، ويظهــر بوضــوح عــلى جانبــي الطريــق بــين بــئر عيــاد وبئرالغنــم، ويتكــون مــن صخــور رســوبية تعــرف بصخــور المتبخــرات والتــي تتكــون مــن الجبــس والانهيدرايــت تتخللهــا طبقــات مــن الحجــر الجــيري والدولومايــت التيرجــع عمرهــا إلى العــصر الثلاثــي العلــوي، وينقســم هــذا التكويــن إلى ثلاثــة أعضــاء هــي عضــو منــبر بــئر الغنــم الــذي يتكــون مــن الجبــس والانهيدرايــت ويصــل ســمكه حــوالي 200مــتر عنــد المقطــع المثــالي في بــئر الغنــم، وعضــو بنــيران الــذي يتكــون مــن الحجــر الجــيري والطفــل والطــين ويبلــغ ســمكه حــوالي 20 مــترًا، وعضــو جبــس ابريــق الــذي ويتكــون مــن طبقــات مــن الجبــس والانهيدرايــت يصــل ســمكه حــوالي 70 متر(مركــز البحــوث الصناعيــة أ، 1984).

5.3 تكوين ككله Kikla Formation:

يتكــون هــذا التكويــن مــن أحجــار رمليــة مــع الطــين وبعــض الحجــر الجــيري في تتابــع منظــم ويرجــع عمــره الجيولوجــي مــن الثلاثــي العلــوي إلى الكريتــاسي السفلي،وينقســم هــذا التكويــن إلى ثلاثــة أعضــاء هيعضــو خشــم الــزرزور الــذي ويتكون مــن طبقــات متتابعــة مــن الطــين والحجــر الرمــلي، مــع تداخــلات مــن الحجــر الجــيري المــارلي ويبلــغ ســمكه حــوالي 110 مــتر، كمــا يحتــوي عــلى حفائــر ميــاه عذبــة، وأوراق أشــجار مــع بعــض ســيقان الأشــجار مختلطــة بمــواد كربونية،وعضــو شكشــوك الــذي يتكــون مــن أحجــار جيريــة مــع تداخــلات مــن الحجــر الرمــلي وطــين ويبلــغ ســمكه حــوالي 20 مــترا، كمــا يحتــوي عــلى حفائــر يرجــع عمرهــا إلى العــصر الجــوراسي الأعــلى؛ لهــذا تميــزت المنطقــة بتقــدم البحــر وتغــير البيئــة الرســوبية. أماعضــو الرجبــان الــذي يتكــون في جزئــه الســفلي مــن حجــر رمــلي خشــن الحبيبــات ذات طبقــات متقاطعــة مع تداخــلات مــن الحجــر الرمــلي والطــين ذي لــون أحمــر في جزئــه العلوي،ويبلــغ ســمكه حــوالي 120 مــترا في مقطعــه المثــالي قــرب مدينــة الرجبــان، ولــم يعثــر عــلى متحجــرات في هــذا العضو(مركــز البحــوث الصناعيــة أ، 1984)



المصدر: إعداد الباحثين

شكل رقم 2: العمود الجيولوجي لمنطقة الدراسة

6.3 تكوين سيدي الصيدSiedyAlsid Formation :

يتكون هذا التكوين من صخور جيرية، ويتألف من عضوين هما: عضو عين طبي الذي يتكون من حجر جيري، والدولومايت التي تظهر على شكل طبقات رمادية مصفرة إلى بيضاء يصل سمكها حوالي 70 مترا، ذات احتياطيات كبيرة وامتدادات واسعة،وعضو يفرن مارل الذي يتكون بشكل رئيسي من صخور المارل مع طبقات بسيطة من الحجر الجيري. ويرجعالعمر الجيولوجي لهذا التكوين إلى العصر الطباشيري المتأخر(مركز البحوث الصناعية أ، 1984).

7.3 تكوين نالوتNalut Formation :

يتكون بشكل رئيسي من الحجر الجيري والدولومايت على هيئة طبقات متبادلة في أغلب أجزائه مع بعض التدخلات من الصوان في بعض المناطق، وتميل صخور هذا التكوين في اتجاه الشرق بحوالي °5ويبلغ سمكه حوالي50 مترا،ويرجع عمره الجيولوجي إلى الطباشيري المتأخر(مركز البحوث الصناعية أ، 1984).

8.3 تكوين قصر تغرنه Qasir Tagrena Formation :

يتكـون مـن صخـور المـارل ذو الألـوان الصفـراء المائلـة إلي الاحمـرار، مـع تداخـلات مـن الطـين والحجـر الجـيري ويبلـغ سـمكه مـن 40-30 مـترا حيـث ترسـب خـلال الطباشـيري المتأخـر.

9.3 تكوين مزدةMizda Formation :

يقـع هـذا التكويـن في أعـلى الجبـل ويظهـر في بعـض المناطـق بشـكل تـلال مرتفعـة، وتعـرض جـزء كبـير مـن هـذا التكويـن للتعريـة بحيـث يكـون شـبه مختفـي، ويتكـون هـذا التكوينبشـكل رئيـس مـن الحجـر الجـيري الـذي يميـل بـين اللـون الأصفـر والأخـضر، ويبلـغ سـمكه مـن 20 – 30 مترا،ويرجـع عمـره الجيولوجـي إلى العـصر الطباشـيري العلـوي. ينقسـم هـذا التكويـن إلى عضويـن همـا: عضـو تالـه الـذي يتكون بشـكل رئيـس مـن الحجـر الجـيري ذو اللـون الأصفرإلىالأخـضر، مـع بعـض المارل.أمـا عضـو معـزوزة فيتكـون مـن الحجـر الجـيري مـع الدولومايـت ويحتـوي عـلى الكثـير مـن المتحجـرات (مركـز البحـوث الصناعيـة أ، 1984).

10.3 تكوين قصر الحاج:

توجـد في هـذا التكويـن الرواسـب الحصويـة عنـد سـفح الجبـل في الجـزء الغربـي مـن منطقـة الدراسـة،وتكونت هـذه الرواسـب بفعـل جريـان الأوديـة التـي تحمـل المـواد الصخريـة إلىأسـفل الجبـل؛ فتكـون رواسـب شاسـعة تعـرف برواسـب الشرفـات النهريـة والتـي تتميـز بعـدم تجانـس رواسـبها، حيـث وجـد بعـض الترسـبات المتلاحمـة في منطقـة الدراسـة يصـل سـمكها إلى حـوالي 10 مـتر متكونـة مـن السـلت والرمـل والحـصى والجلاميد، يرجـع عمـر هـذا التكويـن إلى عـصر البليستوسـين (مركـز البحـوث الصناعيـة أ، 1984).

4 – جمع النماذج وطريقة تحليل العينات Sampling and Methodology

تـم تقسـيم هـذه الخطـوة إلى عـدة مراحـل هـي: المرحلـة التحضيريـة، ومرحلـة العمـل الحقـلي، ومرحلـة العمـل المختـبري.

1.4 المرحلة التحضيرية :

تضمنـت هـذه المرحلـة البحـث والاطـلاع عـلى البحـوث والتقاريـر المتعلقـة بمنطقـة الدراسـة، وكيفيـة الاسـتفادة منهـا، وكذلـك تجهيـز المعـدات الحقليـة اللازمـة: (مطرقة جيولوجيـة، شريـط قيـاس، خرائـط جيولوجيـة، أكيـاس نمـاذج ... الـخ).

2.4 مرحلة العمل الحقلي:

بعـد دراسـة المنطقـة جيولوجيـاً، وتحديـد التكاويـن المسـتهدفة بالزيـارات الميدانية، تـم تقسـيم الزيـارات الميدانيـة إلى ثـلاث رحـلات جيولوجيـة. الرحلـة الأولى المسـتهدف منهـا منطقـة الزنتـان والمناطـق المجـاورة لهـا حيـث تـم تجميـع عـدد مـن العينـات مـن التكاويـن المهمـة في تلـك المنطقـة (جـدول). الرحلـة الثانيـة المسـتهدف منهـا منطقـة نالـوت والمناطـق المجـاورة لهـا حيـث تـم تجميـع عـدد مـن العينـات مـن

التكاوين المهمة في تلك المنطقة (جدول). الرحلة الثالثة المستهدف منها منطقة غريان والمناطق المجاورة لها حيث تم تجميع عدد من العينات من التكاوين المهمة في تلك المنطقة (جدول رقم 1).

تم جمع النماذج المدروسة حسب الطرق المتبعة في جمع النماذج من الدراسات الجيولوجية الميدانية حيث تم جمع النماذج من التكوينات المدروسة من الطبقات المكشوفة من أسفل التكوين إلى أعلاه أما المسافة بين العينة والأخرى هي متباينة اعتماداً على التغيرات في التركيب الصخري للتكوين. تم تحديد التكوينات المستهدفة بالدراسة وهي ليست كل التكوينات في منطقة الدراسة بل التكوينات التي تحتوي على الخامات المراد دراستها. أما بخصوص عدد العينات من كل تكوين كان العامل الأساسي فيها هو التركيب الصخري للتكوين و سمك التكوين والتغير اللثولوجي ونوعية الخام المراد دراسته، لذلك تم اخذ أكثر من عينة لبعض التكوينات للحصول على أفضل النتائج. وفي ما يلي عدد العينات وأماكن تجميعها:

جدول رقم 1: مواقع العينات التي تم تجميعها في الزيارات الميدانية

رقم العينة	موقع العينة	التكوين الجيولوجي	وصف العينة	تاريخ اخذ العينة
1	الشمال الغربي لمدينة الزنتان ((منطقة خشم الشنطيرة	تكوين ككلة	حجر رملي	1/10/2020
2	الشمال الغربي لمدينة الزنتان ((منطقة خشم الشنطيرة	تكوين سيدي الصيد	حجر جيري	1/10/2020
3	الشمال الغربي لمدينة الزنتان ((منطقة خشم الشنطيرة	تكوين سيدي الصيد (عضوعين طبي)	دولومايت	1/10/2020
4	الشمال الغربي لمدينة الرياينة ((منطقةالعين	تكوين ككلة	حجر رملي	1/10/2020
5	الشمال الشرقي لمدينة يفرن (منطقة تاغمة)	تكوين سيدي الصيد (عضو يفرن)	الطين	1/10/2020
6	بالقرب من بئر الغنم (منطقة المنشار)	تكوين بئر الغنم (أسفل التكوين)	جبس	1/10/2020
7	بالقرب من بئر الغنم (منطقة المنشار)	تكوين بئر الغنم (أعلى التكوين)	جبس	1/10/2020
8	بالقرب من بئر الغنم (منطقة المنشار)	تكوين بئر الغنم (موقع رقم 2)	جبس	1/10/2020
9	الجنوب الغربي لمدينة نالوت ((منطقة رأس الحشنة	تكوين نالوت	حجر جيري	21/11/2020

10	الشمال الشرقي لمدينة نالوت ((منطقة تكوت	تكوين نالوت	دولومايت	21/11/2020
11	الشمال الغربي لمدينة غريان ((منطقة ابوشيبة	تكوين ابوشيبة (أسفل التكوين)	حجر رملي	16/12/2020
12	الشمال الغربي لمدينة غريان ((منطقة ابوشيبة	تكوين ابوشيبة (أعلى التكوين)	حجر رملي	16/12/2019
13	مدينة غريان (منطقة جبل (كرش	تكوين كرش	حجر رملي	16/12/2019
14	الشمال الغربي لمدينة غريان ((منطقة عين طبي	تكوين سيدي الصيد (عضو عين طبي)	حجر جيري	16/12/2019
15	الجنوب الغربي لمدينة غريان ((منطقة تغرنة	تكوين قصر تغرنة	الطين	16/12/2019
16	الجنوب الغربي لمدينة العزيزية ((منطقة رأس اللفع	تكوين العزيزية	دولومايت	16/12/2019

3.4 مرحلة العمل المختبري:

مـن أجـل الحصـول عـلى التركيـب الكيميائـي للعينـات التـي تـم تجميعهـا مـن الزيـارات الميدانيـة لمنطقـة الدراسـة؛ تـم أخـذ جميـع العينـات إلى معمـل التحليـل وتنظيفهـا وطحنهـا حتـى نتحصـل عـلى مسـحوق دقيـق للعينـة (شـكل رقـم 3). ومـن ثـم يتـم تحليـل هـذه العينـة المحـضرة بواسـطة تقنيـة الفلـورة بالأشـعة السـينية (XRF spectrometer) التـي تمـت الإشـارة إليهـا في منهجيـة الدراسـة، حيـث أعطتنـا التقنيـة النسـبة المئويـة للعنـاصر الكيميائيـة الموجـودة بالعينـات المدروسـة، والتـي سـتفيدنا في مقارنـة التركيـب الكيميائـي للخامـات المعدنيـة في منطقـة الدراسـة والمتطلبـات الصناعيـة لهـذه الخامـات.

شكل رقم 3: يوضح طحن العينات وتجهيزها للتحليل (جانب من العمل المختبري)

5 - نتائج الدراسة Study Results

1.5 الحجرالرمليSandstone:

وهـي تلـك الصخـور التـي تحتـوي عـلى نسـبة عالية مـن الحبيبـات بحجـم الرمـال، مؤلفـة مـن أكسـيد السـيليكون (SiO_2) والتـي لا تقـل نسـبته عـن 75% مـن مكوناتهـا مـع وجـود نسـبة قليلـة مـن الفلدسـبار وبعـض المـواد السـمنتية اللاحمـة (Anthony, 2013).نسـبة أكسـيد السـيلكون في الصخـر هـي التـي تتحكـم في نوعيـة الصناعـة التـي يدخـل فيها.جـدول رقـم 2 يوضـح التركيـب المثـالي لخـام الحجـر الرمـلي الـذي سيسـتخدم في مقارنـة التحاليـل الجيوكيميائيـة لخـام الحجـر الرمـلي في منطقـة الدراسـة.

جدول رقم 2: يوضح التركيب الكيميائي المثالي لخام الحجر الرملي

الاكاسيد	Sio2	Al2o3	Fe2o3	Cao	Mgo	Na2o	K2o	So3	H2o & Co2
النسبة المئوية	93-94	2-5.7	1.5-1.6	0.8-0.9	0.2-0.25	1-1.2	0.6-0.9	0.3-1.2	4.2- 6.2

المصدر: Pettijohnat al,1987

تواجد الحجر الرملي في منطقة الدراسة :

يتواجـد الحجـر الرمـلي بمنطقـة الدراسـة بكميـات وفـيرة جـداً وفي العديـد مـن التكوينـات الجيولوجيـة التـي تغطـي مسـاحة شاسـعة مـن المنطقـة ومـن أهـم هـذه التكوينـات، تكويـن ككلـة (شـكل رقـم 4) وتكويـن أبـو شـيبة، كمـا يوجـد في تكويـن كـرش إلاأن هـذا التكويـن لـه امتـدادات محـدودة بالقـرب مـن منطقـة غريـان.

تتميـز صخـور الحجـر الرمـلي في تكوين ككلـة بأعضائـه الثلاثـة الرجبان وشكشـوك وخشـم الـزرزور بـأن لهـا امتـدادات كبـيرة وكميـات اقتصاديـة مهمة،أيضـا تتميـز صخـور هـذا التكويـن بهشاشـتها وسـهولة اسـتثمارها بـدون الحاجـة إلى التفجـير أو القلـع العـالي الكلفـة، خصوصـاً أنهـا قريبـة مـن السـطح في العديـد مـن المناطـق مثـل الرجبـان والزنتـان والرياينـة ويفـرن.

أمـا صخـور الحجـر الرمـلي في تكويـن أبـو شـيبة تتميـز بألوانهـا المختلفـة مـن البيضـاء إلى الصفـراء إلى الحمـراء تبعـاً لنسـبة تواجد أكاسـيد الحديـد والمعـادن الأخرى، صخـور هـذا التكويـن مؤلفـة مـن حبيبـات رمليـة ناعمـة يسـهل اسـتخدامها في العديد مـن الصناعـات الإنشـائية وفي صناعـة الزجـاج.

شكل رقم 4 : يوضح تكوين ككلة الرملي واستخدام الخام في أغراض البناء

أما التكوين الرملي الثالث فهو تكوين كرش، حيث يتألف من صخور الحجر الرملي الميكائي الذي المتميز بنعومة وهشاشة حبيباته ذات الألوان الصفراء، وقد تكون في بعض الأحيان حمراء نسبة إلى تواجد أكاسيد الحديد.

التحاليل الجيوكيميائية لخام الحجر الرملي:

تم تجميع عدد من العينات من منطقة الدراسة عن طريق الزيارات الميدانية، بحيث تغطي العينات أماكن تواجد خام الحجر الرملي، ثم تم إجراء التحاليل الجيوكيميائية عليهاللتعرف على نسبة العناصر الكيميائية بها وتم التوصل إلى النتائج الآتية:

أثبتت الدراسات المعملية والتحاليل الجيوكيميائية لتكوين ككلة أنه يحتوي على نسبة عالية من السيليكا مع القليل من الشوائب خاصة الشوائب العضوية المفسدة للعديد من الصناعات الإنشائية والعمرانية (جدول 3).

اثبتت الدراسات المعملية والتحاليل الجيوكيميائية للعينات المأخوذة من تكوين أبو شيبة؛ أنهيتكون من نسبة عالية من السيليكا والقليل من الشوائب (جدول 3)، كما تشير الدراسات المعملية إلىإمكانية تواجد معادن الروتيل والزركون بنسبة جيدة على شكل حبيبات ناعمة يمكن فصلها بسهولة من خلال جهاز الفصل المغناطيسي Magnatic Seperator. وتعتبر هذه المعادن مهمة من الناحية الاقتصادية والصناعية حيث يكمن استخدامها في الصناعات العسكرية وفي تغليف المفاعلات النووية.

أثبتت الدراسات المعملية أن الحجر الرملي لتكوين كرش يحتوي على نسبة عالية من السيليكا (جدول 3). وكذلك صخور هذا التكوين تتميز بوجود معدن المايكا حيث بالإمكان فصل كميات منه بعد تهشيمه وفصله بشكل معدن نقي. تكمن أهمية هذا المعدن في كونه يدخل في العديد من الصناعات الدقيقة والحساسة أهمها الصناعات الكهربائية واستخدامه في صناعة العوازل والمتسعات الكهربائية.

جدول رقم 3: يوضح التحاليل الجيوكيميائية لعينات الرمل

موقع العينة / الاكاسيد	عينة 1 (%) تكوين ككلة	عينة 2 (%) تكوين ككلة	عينة 3 (%) تكوين ابوشيبة	عينة 4 (%) تكوين ابوشيبة	عينة 5 (%) تكوين كرش
$Sio2$	94.35	95	87.2	88.1	82.3
$Al2o_3$	0.5	0.7	5.3	4.56	4.21
Fe_2o_3	3	2.5	1.9	2.02	3.7
Cao	1.3	1.08	2.1	1.72	3.1
Mgo	0.02	0.07	1.26	1.13	2.2
Na_2o	0.13	0.2	0.23	0.27	0.99
K_2o	0.1	0.11	0.18	0.12	0.32
So_3	0.1	0.09	0.03	0.07	0.12
H_2o & Co_2	0.5	0.25	1.8	2.01	3.06

2.5 الجبس والانهيدرايت Gypsum and Anhydrite

الجبس هو كبريتات الكالسيوم المائية CaSo4.2H2o وهو صخر رسوبي كيميائي، ويعرف بصخور المتبخرات نظراً لتكونه من تبخر المياه وترسب الأملاح الذائبة فيها. أما الانهيدرايت فهو كبريتات الكالسيوم غير المائية CaSo2 (صوالحة، 2005).تعتبر معادن الجبس والانهيدرايت من المعادن الصناعية الهامة التي تدخل في العديد من الصناعات مثل: صناعة الأسمنت، وصناعة الأسمدة، والمخصبات، وتعديل نسب العناصر في الأراضي الزراعية وغيرها.الجدول رقم 4 يوضح التركيب المثالي لخام الجبس الذي سوف يستخدم في مقارنة التحاليل الجيوكيميائية لخام الجبس في منطقة الدراسة.

جدول 4: يوضح التركيب الكيميائي المثالي للجبس

الاكاسيد	Sio2	Al_2o3	$Fe2o_3$	Cao	Mgo	Na2o	K2o	So3	H2o & Co_2
النسبة المئوية	0.1-6.3	0.1-5.1	0.1-5.7	27-32	1-4.9	0- 0.6	0- 0.6	44-46	4.2- 6.2

المصدر: (Junior et al,2008)

تواجد الجبس والانهيدرايت بمنطقة الدراسة:

يتواجد في منطقة الدراسة ترسبات ضخمة من الجبس والانهيدرايت يصل سمكها في بعض التكوينات إلى 400 متر في تكوين بئر الغنم (شكل رقم 5).

شكل رقم 5 : يوضح مواقع استخراج الجبس من تكوين بئر الغنم

التحاليل الجيوكيميائية لخام الجبس:

من خلال التحاليل الجيوكيميائية للعينات المأخوذة من تكاوين الجبس والانهيدرايت (جدول 5) ومقارنة هذه النتائج مع الخام المثالي؛ تبين أن هذه الخامات ذات جودة عالية، وتصلح للعديد من الصناعات، خصوصاً إنهذه الاحتياطيات الهائلة من هذه المواد الخام في منطقة الدراسة متواجدة مع احتياطيات كبيرة من الحجر الجيري والدولومايت والطين، والتي لو تم استغلالها بشكل علمي صحيح؛ سوف تساعد على إقامة العديد من الصناعات الإستراتيجية التي تدعم الاقتصاد الوطني.

جدول 5: يوضح التحاليل الجيوكيميائية لعينات الجبس والانهيدرايت

موقع العينة الاكاسيد	عينة 1 (%) تكوين بئر الغنم	عينة 2 (%) تكوين بئر الغنم	عينة 3 (%) تكوين بئر الغنم
Sio2	0.38	1	0.8
Al_2o_3	-	-	-
Fe_2o_3	0.5	0.3	0.4
Cao	30.1	32.5	31.2
Mgo	-	0.1	0.01
Na_2o	0.1	0.03	0.02
K_2o	0.02	0.15	0.1
So_3	45.7	44.9	44.5
H_2o & Co_2	23.2	21.04	23

المصدر: اعداد الباحثين

3.5 الطين Clay

يعـرف الطـين بأنـه أحـد معـادن الصخـور الرسـوبية والـذي يتصـف ببلـورات صغـيرة الحجـم، ويطلـق عليهـا مـن الناحيـة الجيوكيميائيـة بسـيليكاتالألمونيوم المائيـة، ويرمـز لهـا بالصيغـة الكيميائيـة لاكاسـيده Al2O3.2Sio2.2H2o (صوالحـة، 2005).معـادن الطـين تعتـبر مـن المعـادن المهمـة التـي تدخـل في العديـد مـن الصناعات المختلفـة. الجـدول رقـم 6 يوضـح التركيـب المثـالي لخـام الطـين الـذي سـوف يسـتخدم في مقارنـة التحاليـل الجيوكيميائيـة لخـام الطـين في منطقـة الدراسـة.

جدول 6: يوضح التركيب الكيميائي المثالي لطين

الاكاسيد	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cao	Mgo	Na_2O	K_2O	TiO_2	Mno
النسبة المئوية	44-45	>38.6	0-0.87	0-0.1	0-0.1	0-0.16	0-0.1	0-2.6	>10

المصدر:(Harrison, 1992)

تواجد معدن الطين بمنطقة الدراسة:

تتواجـد معـادن الطـين في منطقـة الدراسـة عـلى شـكل ترسـبات كبـيرة منتـشرة في معظـم المنطقـة، وهـي متداخلـة مـع الرمـل في تكويـن ككلـة وتكويـن أبـو شـيبة، كمـا يوجـد عـلى هيئـة طبقـات سـميكة في تكويـن قـصر تغرنة،وقـد تـم إنشـاء بعـض المحاجـر لاسـتخراج الطـين الـذي يتـم اسـتخدامه في الوقـت الحـالي في صناعـة الفخـار والطابـوق الحـراري وبعـض الصناعـات البسـيطة.

التحاليل الجيوكيميائية لخام الطين:

مـن خـلال التحاليـل الجيوكيميائيـة لهـذه المعـادن يتبـين إن لهـا تركيـب كيميائـي مميـز (جـدول 7) وإذا مـا نظرنـاإلى التحليـل الكيميائـي لهـذه المعـادن ومقارنتـه مـع التحليـل النموذجـي لخـام الطـين نجـد أن معـادن الطـين في منطقـة الدراسـة تصلـح لإنتـاج العديـد مـن الصناعـات المختلفـة مثـل صناعـة العـوازل الكهربائيـة والسـيراميك والمعـدات الالكترونيـة نتيجـة لارتفـاع نسـبة أكسـيد السـيليكا، كذلـك ارتفـاع نسـبة أكسـيد السـيليكا والألومونيـوم يجعـل هـذه الخامـات مهمـة في تصحيـح نسـب هـذه الاكاسـيد في صناعـة الاسـمنت بشـكل مبـاشر دون الحاجـة لمعالجتهـا.

تواجـد أنـواع كثـيرة مـن معـادن الطـين في منطقـة الدراسـة تحتـاج إلى العديـد مـن الدراسـات والتحليـلات الجيوكيميائيـة الشـاملة لتحديـد مكوناتهـا بدقـة حتـى نتمكـن مـن تحديـد مـدى صلاحيتهـا للدخـول في العديـد مـن الصناعـات المتقدمـة خـيراً مـن البقـاء عـلى اسـتخداماتها الحاليـة البسـيطة .

جدول 7: يوضح التحاليل الجيوكيميائية لعينات الطين

الاكاسيد	عينة 1 (%) منطقة تاغمة	عينة 2 (%) منطقة غريان
SiO_2	54	48
Al_2O_3	23	24
Fe_2O_3	6.4	5.8
Cao	3.79	1.1
TiO_2	0.89	1.4
Mgo	0.6	5
Na_2O	0.2	2
K_2O	1.2	2.6
SO_3	0.8	0.1
L.O.I	9.1	9

المصدر: اعداد الباحثين

4.5 خام الحجر الجيريLimestone :

يعتبر الحجر الجيري من الناحية الجيولوجية عبارة عن صخور رسوبية ترسبت في بيئة بحرية تتركب كيميائياً من كربونات الكالسيوم (Ca) وكلما زادت نسبة الكالسيوم تزداد القيمة الاقتصادية لهذا الخام حتى تصل إلنسبة 95 % وهي النسبة الأفضل في خام الحجر الجيري. يترافق مع الكالسيوم معدن آخر هو الماغنسيوم (Mg) ويترسب معه حيث يتغير اسم الصخر تبعاً إلى نسبة الماغنيسوم فيه؛ فإذا زادت نسبة الماغنيسوم عن 10 % يسمى الصخر الحجر الجيري الدولومايتي (صوالحة، 2005).الجدول رقم 8 يوضح نسبة كربونات الكالسيوم فيالحجر الجيريوكيف تتحكم هذه النسبة في استخدامه في الصناعات المختلفة.

جدول 8: يوضح تصنيف صخور الحجر الجيري تبعاً لنسبة كربونات الكالسيوم فيها

درجة النقاء	النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم في الحجر الجيري	الاستخدمات
فائق النقاء	اكثر من 98.5 %	الزجاج، الفيبر كلاس، الصوف الصخري، استخلاص الفلزات، صناعة الورق، الصناعات الطبية
نقي	97 - 98.5 %	البتروكيماويات، دباغة الجلود، الاسمدة، الاسمنت العادي
متوسط النقاء	93.5 - 97 %	الاسمنت العادي، الجير الزراعي، تنقية الغازات
منخفض النقاء	85 - 93.5 %	الاسمنت العادي، الجير الزراعي، خلطات الاسفلت، اغراض البناء
غير نقي	اقل من 85 %	رصف الطرق، الخرسانات

المصدر: (Harrison, 1992)

الجدول رقم 9 يوضح التركيب المثالي لخام الحجر الجيري الذي سوف يستخدم في مقارنة التحاليل الجيوكيميائية لخام الحجر الجيري في منطقة الدراسة.

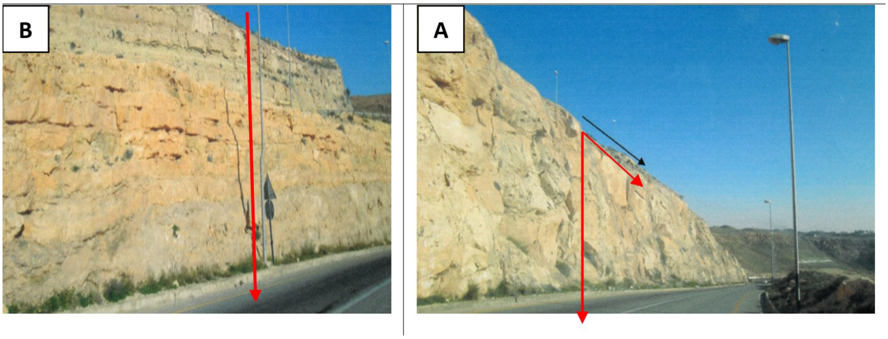
جدول رقم 9: يوضح التركيب الكيميائي المثالي للحجر الجيري

الاكاسيد	$Caco_3$	$Mgco_3$	Cao	Mgo	Sio_2	Al_2o_3	Fe_2o_3	LOI
النسبة المئوية	85-90	0.8-1.6	40-45	0.8-1.2	10-14	4-5	2.5-3.5	33.5-37.5

المصدر: (Nath, 2010)

تواجد الحجر الجيري في منطقة الدراسة:

تعتبر منطقة الجبل الغربي من أهم المناطق في ليبيا لتواجد ترسبات ضخمة من خام الحجر الجيري بحجوم واحتياطيات عالية (شكل 6)، حيثمن خلال الزيارات الميدانية للمنطقة والخرائط الجيولوجية تبين أن أهمأماكن تواجد خام الحجر الجيري في منطقة الجبل الغربي هي تكوين مزدة؛الذي يتكون من عضوين هما (عضو تالة وعضو معزوزة)،وهو من التكاوين المهمة التي تتكون أساسًا من الحجر الجيري وكذلك يتميز بكونه التكوين الأحدثفي منطقة الدراسة؛أي بمعنى أن التكوين على سطح الأرض يجعل استخراج الخام منها بصورة سهلة وبدون كلفة كبيرة، ولاتقل نسبة كربونات الكالسيومفي هذا التكوين عن 69%. أما التكوين الثاني فهو تكوين نالوت الذي ترسب فوق تكوين سيدي الصيد الذي يفصل بينهم سطح عدم توافق يظهر بوضوح شديد.ويتكونهذا التكوين من طبقات من حجر جيري دولومايتي مع تداخلات من الصوان متبادلة مع طبقات من الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي.وتظهر تكشفات هذا التكوين على مساحات شاسعة من منطقة الدراسة، ونظراً لسماكته العالية فهو يمتلك احتياطيات صخرية كبيرةيبلغ سمكها حوالي 200 متر بالقرب من مدينة نالوت،ولاتقل نسبة كربونات الكالسيومفي هذا التكوين عن 74 %.أما التكوين الثالث فهو تكوين سيدي الصيد الذي يتكون من عضو يفرن المارلي و عضو عين طبي الجيري، ويظهر عضو عين طبي الجيري في مناطق متعددة في منطقة الدراسة قرب مدينة الزنتان وفي منطقة سيدي الصيد وقرب مدينة جادو حيث يمتلك احتياطيات هامة من الحجر الجيري وبسمك كبير وامتداد واسع يسهل استخراجهاحيث لاتقل نسبة كربونات الكالسيومفي هذا التكوين عن 63 %.



شكل رقم 6 : يوضح تكوين نالوت (A) وتكوين سيدي الصيد عضو عين طبي (B)

التحاليل الجيوكيميائية لخام الحجر الجيري:

من خلال التحاليل الجيوكيميائية التي تم إجراؤها لصخور الحجر الجيري في منطقة الزنتان من قبل مسعود وحسين (2017) والتي بينت أن نسبة أكسيد الكالسيوم مرتفعة في جميع العينات، ونسبة الشوائب في الخام قليلة نسبياً مما يجعله ذا نوعية مناسبة لبعض الصناعات.

تم تجميع عدد من عينات الحجر الجيري من تكاوين مختلفة في منطقة الجبل الغربي بالكامل؛ من أجل تأكيد هذه النتائج عن طريق الفلورة بالأشعة السينيةفتحصلنا على نتائج تؤكدأن خام الحجر الجيري في منطقة الدراسة من الخامات ذات نوعية وجودة جيوكيميائية عالية؛ لارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في هذا الخام (جدول10)،حيث إن معظم الدراسات العلمية تشير إلىأنه كلما ارتفعت نسبة كربونات الكالسيوم في خام الحجر الجيري؛ازدادت قيمته الاقتصادية (جدول 8). وبالتالي فإن ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في خام الحجر الجيري في منطقة الدراسة يجعل منه خاماصالحًا للعديد من الصناعات الاستراتيجية مثل: صناعة الإسمنت، والجير، وبعض الصناعات الكيميائية، والطبية،التي تساهم في تطوير وخلق فرص عمل في المنطقة إذا استثمر بالطريقة العلمية الصحيحة

جدول 10: يوضح مقارنة التحاليل الجيوكيميائية لبعض صخور الحجر الجيري

موقع العينة المركب	عينة 1 (%) الزنتان تكوين مزدة	عينة 2 (%) نالوت تكوين نالوت	عينة 3 (%) غريان تكوين سيدي الصيد
$CaCO_3$	69.1	74	63
$MgCO_3$	7.8	4.3	5.3
SiO_2	13.4	13.1	20
Al_2O_3	7.4	5.3	7.6
Fe (total)	2	2.9	4.1

المصدر: اعداد الباحثين

5.5 خام الدولومايت Dolomite :

تعتبر صخور الدولومايت تلك الصخور المحتوية على نسبة 50% فما فوق ماغنيسيوم والنسبة الباقية هي معادن الكالسيوم والسيلكا وهياكل الحيوانات وأصدافها؛ وعليه فإن الصخرة الأساسية هي الحجر الجيري الذي ترسب في الأوساط البيئية البحرية، ثم تحل أيونات الماغنسيوم محل أيونات الكالسيوم فيتبلور الحجر الجيري مكوناً الدولومايت(صوالحة، 2005). جدول رقم 11 يوضح التركيب الكيميائي المثالي لدولومايت والذي سوف يستخدم في مقارنة نتائج التحاليل الجيوكيميائية للخام المدروس.

جدول رقم 11: يوضح التركيب الكيميائي المثالي لخام الدولومايت

الاكاسيد	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cao	$MgCO_3$
النسبة المئوية	20-25	0-3	0-4	29-31	> 45

المصدر:(Zenger&Mazzulla, 1992)

تواجد الدولومايت في منطقة الدراسة:

تعتبر منطقة الدراسة واحدة من أهم المناطق في ليبيا الحاوية على ترسبات هائلة من صخور الدولومايت. تكوين العزيزية يعتبر من التكاوين المهمة التي تحتوي على خام الدولومايت ذات اللون الرمادي والتي تتكشف على طول المنطقة الممتدة من العزيزية إلى الزنتانعلى شكل تلال يصل سمكها في بعض المناطق إلى 120 متر، وتستغل في الوقت الحالي لاستخراج الزلط المستخدم في الأعمال الخرسانية. أما التكوين الثاني فهو تكوين سيدي الصيد (عضو عين طبي) الذي يصل سمكه إلى حوالي 100 متر. أما التكوين الثالث هو تكوين نالوت وبسمك قد يصل إلى 50 متر. وينتشر خام الدولومايت بشكل واسع في منطقة الدراسة حيث يمتلك احتياطيات ممتازة يمكن استغلالها في العديد من الصناعات في المنطقة.

التحاليل الجيوكيميائية لخام الدولومايت:

من خلال التحاليل الجيوكيميائية لخام الدولومايت عن طريق الفلورة بالأشعة السينية تبين النتائج المتحصل عليها (جدول رقم12) أن خام الدولومايت ذا نوعية جيدة لارتفاع نسبة كربونات الماغنيسوم في العينات المدروسة وهذا يدل على أن هذه الخاماتتصلح لإقامة العديد من الصناعات الكيميائية والطبية وصناعة السكر ومواد البناء والطوب الحراري واستخلاص الماغنيسوم، وبتالي استغلال هذه الخامات بالصورة الصحيحة سوف تساهم في النهضة الاقتصادية للمنطقة خاصة والدولة بصفة عامة.

جدول 12: يوضح مقارنة التحاليل الجيوكيميائية لبعض صخور الدولومايت

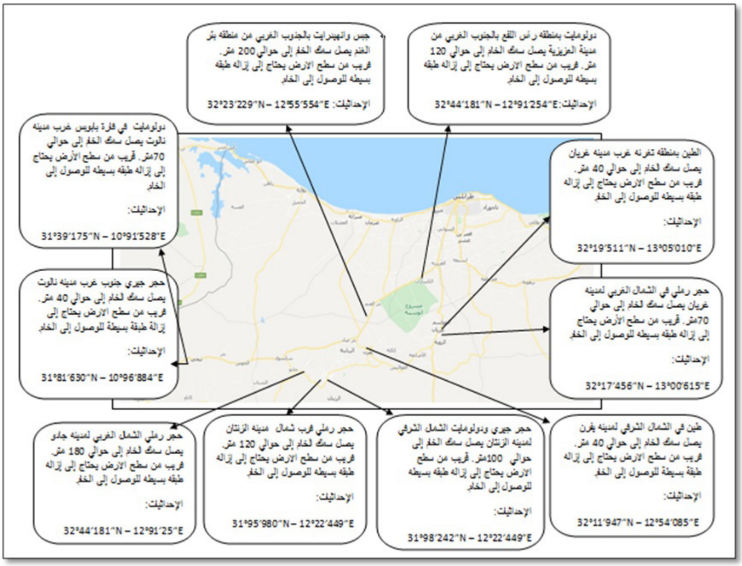
المركب	عينة 1 (%) تكوين سيدي الصيد	عينة 2 (%) تكوين نالوت	عينة 3 (%) تكوين العزيزية
$CaCO_3$	38.5	54.5	50.3
$MgCO_3$	28.8	44.3	39.5
SiO_2	21.6	0.06	16.7
Al_2O_3	6.9	0.02	3.5
Fe (total)	4.0	0.3	2.7

المصدر: اعداد الباحثين

6.5 خارطة لمواقع الخامات المعدنية في منطقة الدراسة:

بعد الزيارات الميدانية والتحاليل الجيوكيميائية للعينات تم إعداد خارطة (شكل 7) توضح مواقع الخامات المعدنية في منطقة الدراسة والتي يمكن استخدامها كمرجع للبحث عن الخامات في الجبل الغربي، وهي كالتالي:

1. الحجر الجيري والدولومايت:تتواجد هذه الخامات على امتداد واسع في منطقة الدراسة، لكنأهم المواقع التي يتواجد بها خام الحجر الجيري والدولومايت بكميات اقتصادية كبيرة هي تكوين مزدة (عضو معزوزة) بالقرب من مدينة نالوت؛ حيث يصل سمك التكوين إلى حوالي 34 متر، وتكوين العزيزية بمنطقة راس اللفع حيث يصل سمك التكوين الى حوالي 100 متر.
2. الرمل: تعتبر منطقة الدراسة غنية بصخور الحجر الرملي الذي يظهر على امتداد واجهة الجبل الغربي، ومن أهم المواقع التي يتواجد بها الحجر الرملي بكميات اقتصادية وبالقرب من السطح هي تكوين ككلةفي منتصف الجبل شمال مدينة الزنتان والرجبان وجادو، حيث يصل سمكه حوالي 120 متر، كذلك تكوين أبو شيبة وتكوين كرش بالقرب من مدينة غريان حيث يصل سمكه الى حوالي 40 متر.
3. الطين : يتواجد خام الطين في جميع مناطق الجبل الغربي وبأشكال متعددة، يعتبرتكوين قصر تغرنة بالقرب من مدينة يفرنمن أهم المواقع التي يمكن استخراج الطين منها بكميات اقتصادية حيث يصل سمك التكوين الى حوالي 40 متر.
4. الجبس والانهيدرايت: يتواجد الجبس والانهيدرايت في منطقة الدراسة بكميات كبيرةوفي تكاوين جيولوجية قريبة من السطح حيث يعتبر تكوين بئر الغنم من اهم المواقع التي يمكن استخراج الجبس والانهيدرايت منه بكميات اقتصادية حيث يصل سمك التكوين الى حوالي 200 متر.



المصدر: إعداد الباحثين

شكل رقم 7: خارطة توضح مواقع الخامات المعدنية في منطقة الدراسة

7.5 توصيات بكيفية استخراج الخامات المعدنية في منطقة الدراسة:

من خلال الزيارات الميدانية لموقع الخامات في منطقة الدراسة معظم الخامات قريبة من السطحمتموضعة بشكل افقي وبالتالي أفضل طريقة لاستخراجها هي التعدين السطحي (Open Pit)، حيث لاتحتاج هذه الطريقةإلا لإزالة طبقات الغطاء ثم استغلال الخام بشكل مباشر وهذا ما يعطي هذه الخامات أهمية كبيرة، كونها سوف تستخرج بسهولة وتكاليف بسيطة ومرونة في الانتاج.ومن هذا المنطلق يجب على وزارة الصناعة ومركز البحوث الصناعية العمل معاً للاستفادة من هذه الخامات واستغلالها بشكل العلمي والبيئي الصحيح خصوصاً ان موقع هذه الخامات يؤهلها ان تلعب دور كبير في دعم الاقتصاد الوطني.

6. الاستنتاجاتConclusions

من خلال النتائج المتحصل عليها من الدراسات الميدانية والتحاليل الجيوكيميائية لعينات الخاماتنستنتج:أن المنطقة تحتوي على كميات كبيرة من الخامات المعدنية اللافلزية، وباحتياطيات وتراكيز مهمة، وتتواجد ضمن تكاوين جيولوجية شبه متكشفة على السطح يسهل الوصول إليها واستثمارها؛ خصوصاً ان المنطقة يتوفر فيها الأيدي العاملة، وقربها من الكثافة السكانية، وكذلك قربها من موانى التصدير، وتوفر المياه الجوفية وخطوط إمداد البترول تعتبر من العوامل الإضافية التي تشجع على استثمار هذه الخامات.

من خلال نتائج التحاليل الجيوكيميائية لعينات الخامات نستنتج: أنالخامات ذات جودة عالية، ونوعية مناسبة، تصلح لإقامة العديد من الصناعات المهمة بعضها بشكل مباشر وبعضها بعد تصحيح نوعيتها الجيوكيميائية من خلال إضافة مواد معدنية بسيطة تجعلها صالحة للصناعة.

توجد في المنطقة بعض الصناعات المعتمدة على هذه الخامات الصناعية لكنها غير مكتملة وغير مخطط لها؛ عليه فمن الضروري وجود التخطيط السليم والمتوازن لتوزيع مواقع ونوعية المنشاءات الصناعية بموجب عامل الاحتياطيات وجودة الخام، حتى نتمكن من استغلال هذه الخامات بالصورة الصحيحة، وخلق فرص عمل كبيرة تساهم في التنمية المكانية لمنطقة الدراسة.

7. التوصيات Recommendations

من خلال البحث توصي الدراسة بالآتي:

1. إجراء تحليلات جيوكيميائية متكاملة لصخور كل التكوينات الجيولوجية في المنطقة لمعرفة نوعية الخامات المتوفرة وتحديد الخام الاقتصادي ومدى ملأءمته للصناعات المختلفة.
2. حساب كميات وحجم الاحتياطيات الجيولوجية لتلك الترسبات الصخرية في المنطقة وامتداداتها الجغرافية لتقدير مدى إمكانية كفايتها لإقامة الصناعات في المنطقة على المدى الطويل.
3. وضع قوانين وتشريعات تلزم المستثمرين مراعاة الجانب البيئي في المنطقة وإلزامهمبالمحافظة على البيئة وعدم الاستثمار بشكل عشوائي يضر بالمنظر العام ومستقبل المنطقة بيئياً.
4. تشجيع أصحاب رؤوس الأموال ومنحهم المحفزات والامتيازات الخاصة بغية استثمار هذه الخامات.
5. إجراء دراسات متكاملة على معادن الطين المنتشرة بشكل كبير في المنطقة؛ حتى نتمكن من استغلالها في الصناعات المختلفة.
6. إجراء دراسة مجهرية لتكوين أبو شيبة لتقدير نسبة العناصر الثقيلة (الروتيل والزركون) ومدى إمكانية استخراج هذه العناصر صناعيًا.
7. إجراء دراسة شاملة لتكوين كرش لمعرفة نسبة المايكا في التكوين، والجدوى الاقتصادية من استخلاصها.

8. المراجعReferences

حسين، محمد (2016)تواجد الأحجار الجيرية في شمال غرب ليبيا وإمكانية الاستفادة منها.مجلة الجبل العلمية، مجلد 1(1)، 372-355.

صوالحة، حكم (2005)الجيولوجيا العامة، الطبعة الأولى، اليرموك، الأردن:دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

مركز البحوث الصناعية (1984) لوحة مزدة والكتيب التفسيري، طرابلس أ، ليبيا.

مركز البحوث الصناعية ب (1984) لوحة طرابلس والكتيب التفسيري، طرابلس، ليبيا.

مسعود،محمدوالبدري،عباس (1998) الآثار البيئة لمقالع الحجارة والرمل في مدينة الزنتان والمنطقة المحيطة به.كلية العلوم، جامعة الجبل الغربي.

مسعود، محمد و حسين،محمد (2017)خامات الحجر الجيري والدولومايت بمنطقة الزنتان وكيفية الاستفادة منها، مقدمة في المؤتمر الأول حول العلوم التطبيقية، كلية العلوم جامعة الزنتان، الزنتان، ليبيا.

Salem, M and Busrewil, M (1980)The Geology of Libya,London:Academic Press.

El-Zouki A. Y (1980) Stratigraphy and lithofacies of the continental clastics (Upper Jurassic and Lower Cretaceous) of Jabal Nafūsah, NW Libya. The Geology of Libya, Vol 2. PP393-418.London:Academic Press.

Pettijohn, F. J, Potter P. E, Siever R. R, (1987) Sand and sandstone. Spering-verlage, New York.USA

Zenger, D. H & Mazzullo, S. J (1992) Dolomitization. Hutchinson Ross in stroudsburg. Writte. PP 410-420

Harrison D. J (1992) Industrial Minerals Laborotry Manual. BGS. Tech. Rep. UK WG/92/29.

Junior, H. S & Carvalho, M. A & Junior, C. C (2008) Microstructure and Mechanical Properties of Gypeum Compostion Reinfored with Recycled Cellulose. Journal of material Research. Vol 11, No 4, 391-397.

Nath K. S (2010) Fluorde Removal Water Using Crushed Limestone, Indian-Journal of Chemical Technology. 17 (2) 120-125.

Anthony. M. E, (2013) Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction, London: Wiley-Blackwell.

Ben Sera. A. S & Alzughoul. K (2021) Geochemical Charactristics of Upper Cretaceous Dolomite in Northwest Libya: Implications for Dolomization and Daigenesis, El Zintansection as a Case Study. International Journals of Science and Research. Vol 10, No10, 1323-1331.

مؤشر الجفاف العالمي في شمال ليبيا
دراسة تطبيقية مقارنة بين البيانات المفتوحة المصدر وبيانات الأرصاد لجوية

د. حافظ عيسى خيرالله
أستاذ مشارك - قسم الجغرافيا - جامعة بنغازي

الملخص

تناول البحث دراسة مقارنة لمؤشر الجفاف ما بين البيانات المناخية المتحصل عليها من سجلات الأرصاد الجوية والمرئيات الفضائية المفتوحة المصدر، ويهدف هذا البحث لدراسة مؤشر الجفاف Aridity Index ، في ليبيا كونها إحدى العناوين البارزة في الجغرافية الطبيعية التي تختص بالتغير المناخي، اعتماداً على بيانات درجات الحرارة والأمطار في السجل المناخي وبيانات المرئيات الفضائية لعدد (18) محطة أرصاد جوية تغطي معظم الأراضي الشمالية والوسطى من ليبيا (المنطقة الجبلية والساحلية والصحراوية وشبه الصحراوية)، خلال المدة الممتدة بين (1970 – 2000) وذلك من خلال تطبيق مؤشر الجفاف العالمي Global Aridity Index لكل من Trabucco,A.,and Zomer,R.J.2009 فضلا عن مؤشر المناخ لـ ديمارتون De Martonne من المرئيات ومقارنتها بالبيانات المناخية المتحصل عليها من المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس. وتتجلى أهمية هذه الدراسة بالنظر لوقوع ليبيا ضمن النطاقات الجافة وشبه الجافة، واعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، بهدف التوصل إلى النتائج التي تتعلق بالظاهرة قيد الدراسة، كما اشتمل البحث على عدد من الخرائط التي تم استخراجها بواسطة برنامج ArcGis10.8 وملحقاته في استخراج بيانات درجات الحرارة والأمطار للمحطات قيد الدراسة التي من خلالها تم استخراج مؤشر الجفاف العالمي ومؤشر الجفاف لـ دي مارتون، وقد أثبتت الدراسة من خلال مقارنة النتائج باستخدام معاملي الجفاف أن هناك تقارباً كبيراً بين بيانات الأرصاد الجوية وبيانات المرئيات الفضائية، مما يؤكد الاعتماد على البيانات مفتوحة المصدر في مختلف الدراسات المناخية.

الكلمات المفتاحية: مؤشر الجفاف العالمي، دي مارتون.

Global drought index in northern Libya

A comparative study between open source data and meteorological data

Abstrac

The research dealt with a comparative study of the aridity index between climatic data obtained from meteorological records and open-source satellite visuals. Climatic record and satellite visual data for (18) meteorological stations covering most of the northern and central lands of Libya (mountainous, coastal, desert and semi-desert regions), during the period (1970 - 2000) through the application of the Global Aridity Index of Trabucco, A.,and Zomer,RJ2009 In addition to the De Martonne climate index from the visuals and its comparison with the climatic data obtained from the National Center of Meteorology in Tripoli. The importance of this study is evident in view of Libya's falling within the arid and semi-arid ranges, and this study relied on the descriptive analytical approach, with the aim of reaching results related to the phenomenon under study. Temperature and rainfall of the stations under study, through which the global drought index and de Marton's drought index were extracted. Various climatic studies.

Keywords: global drought index, de Marton

1. المقدمة:

يُعد الجفاف أحد أهم المخاطر الطبيعية في العديد من دول العالم لاسيما عندما يستمر شهوراً أو لسنوات متواصلة، مما يتسبب في الكثير من الخسائر الاقتصادية والبيئية الهائلة لعدد كبير من المجتمعات. ويرتبط الجفاف بانعدام أو نقص توفر موارد المياه لمدة زمنية طويلة (محمد، 2020: 65)، كما أنه يمكن أن يمتد إلى مساحات جغرافية واسعة تضم البلدان أو القارات، فلا يكاد يخلو إقليم ما من سطح الأرض من مؤثراته. وبالأخص المناطق الجافة وشبه الجافة التي تشكل نحو ثلث مساحة اليابسة (مقيلي، 2033: 27)، إلا أن آثاره أكثر حدةً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، حيث توجد بالفعل تقلبات طبيعية شديدة في نمط سقوط الأمطار (Thomas.T.et al,2016,p24). وعلى هذا الأساس يمكن اعتبار ليبيا من الدول التي تعاني من ظاهرة الجفاف المتكرر، لذلك فإن الإسهام في فهم ظروف الجفاف في بلادنا سيكون خطوة نحو التخفيف من آثاره وحدته (الحبتي، 2017: 2).

ويتضح أن هطول الأمطار ودرجة الحرارة يمكن أن تكون العوامل الرئيسية لتميز مناخ المنطقة، فضلا عن أن عامل (التبخر – نتح الممكن) الذي أصبح يشارك مباشرةً في دراسات توازن المياه (Tigkas.D et al, 2013, p17).

لقد تطور مصطلح الجفاف تبعاً لتطور جميع المعلومات المناخية وانتشار محطات الرصد في المناطق الجافة وشبه الجافة، فقد جرت في بدايات القرن العشرين محاولات لتعريف الجفاف على أساس كمية المطر الساقطة واختير خط تساوي المطر (250 مليمتر) حداً فاصلاً بين المناطق الرطبة وشبه الجافة وخط المطر المتساوي (127 مليمتر) حداً بين المناطق الرطبة والجافة (السامرائي، 1990: 145) ، وعليه يعد الجفاف ظاهرة طبيعية وبشرية و المفاهيم المطروحة حولها غير واضحة وغير محددة فالجفاف "محصلة العلاقة بين المطر والحرارة والتبخر [1] " (علي، 2008: 214 ، البياتي، 2002: 299).

يلعب الطقس والمناخ دوراً مهماً في النظم البيئية والزراعية في جميع أنحاء العالم، وغالباً ما تواجه الباحثين قلة سجلات الأرصاد الجوية، وبالتالي أصبح الطلب على البيانات المكانية لعناصر المناخ في شكل رقمي مهماً للباحثين سواء على مستوى الأفراد أو على مستوى المنظمات الدولية المهتمة بالتغير المناخي العالمي (Ali, 2018, p 35).

لقد وضع بعض علماء المناخ معادلات معينة لحساب مؤشر الجفاف بالاعتماد على بعض العناصر المناخية (كمية المطر الساقطة ودرجة الحرارة) نذكر منها مؤشر الأمطار القياسي SPi الذي استخدم على نطاق واسع والذي

(1) يعرف (IPCC, 2007) الجفاف على أنه "الظاهرة التي تحدث عندما تنخفض معدلات الأمطار كثيراً إلى ما دون المستويات العادية المسجلة، مما يسبب اختلالاً هيدرولوجياً خطيراً يؤثر تأثيراً ضاراً على نظم إنتاج موارد الأراضي".
كما عرفه (صيام، 1989: 5) بأنه "نتاج العلاقة بين المياه المتوفرة والحاجة إليها، فعندما تكون المياه الضائعة عن طريق التبخر أكبر من المياه الهاطلة يحدث الجفاف".

يتطلب بيانات الأمطار فقط وميزة هذا المؤشر البساطة، في حين أن العيب الرئيسي هو استخدام معلمة واحدة فقط من الأرصاد الجوية لوصف العجز المائي. ومنها أيضاً مؤشر الجفاف الاستطلاعي RDI الذي يستند على هطول الأمطار (P) والتبخر – نتح الممكن (PET) ويعد موثوقاً به، لأنه يحسب مجموع الفرق بين الأمطار والتبخر، كما أنه مؤشر مثالي لدراسة آثار عدم استقرار ظروف المناخ (Asadi.A et al, 2013, p24.09).

وفي هذه الدراسة استخدم مؤشر الجفاف العالمي)Global Aridity Index[2](لكل من Trabucco,A.,and Zomer,R.J.2009 ، فضلا عن أن مؤشر الجفاف لـ ديمارتون De Martonne ومن خلال معاملي الجفاف تم مقارنة النتائج بين بيانات المرئيات الفضائية والبيانات المناخية المتحصل عليها من المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس.

2. ما المقصود بالمؤشرات مقابل الأرقام القياسية ؟

نستطيع القول أن لكل ظاهرة جغرافية بعد مكاني يمكن أن نستخدم فيها تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية. ومن بين هذه التطبيقات حساب مؤشرات الجفاف التي تعد من أهم المعاملات المعروفة في الدراسات البيئية بصفة عامة.

والمؤشرات هي عبارة عن متغيرات أو بارامترات لوصف أحوال الجفاف. ومن بين الأمثلة الهطول ودرجة الحرارة وتدفق المجاري المائية ومستويات المياه الجوفية والمستودعات ورطوبة التربة والتراكم الثلجي. أما الأرقام القياسية فهي عادةً تمثيلات عددية محسوبة لشدة الجفاف المقدرة باستخدام مدخلات مناخية أو مدخلات أحوال جوية هيدرولوجية. وهي تهدف إلى قياس الحالة النوعية للجفاف على أرض الواقع لمدة زمنية معينة. (دليل المؤشرات والأرقام القياسية للجفاف ص3).

ومؤشرات الجفاف هي مؤشرات كمية (رقمية) توضح درجة شح أو تناقص المياه في أي مكان، ويعد ثورنثويت Thornthwaite سنة 1948 أول من أشار إلى مصطلح مؤشر الجفاف، ولقد طبقت مؤشرات الجفاف في كثير من أقاليم العالم وهي مرتبطة بشكل كبير بتوزيع النبات الطبيعي Natural vegetation والمحاصيل الزراعية crops، ولكل مؤشر القيمة الحدية أو الحرجة Critical values التي تحدد الأقاليم والمناطق الجافة وشبه الجافة وشديدة الجفاف والمناطق الرطبة.

3.أهداف البحث :

- التعرف على مفهوم مؤشرات الجفاف و بعض المعادلات الشائعة وطبيعة البيانات المطلوبة لحسابه وحدوده وفقاً لكل معادلة.

---

(2) عموماً الجفاف هو محصلة العلاقة بين المطر والحرارة وليس المطر هو المؤشر الوحيد لهذه الظاهرة المناخية، فالعلاقة بين الأمطار الساقطة والحرارة هي التي يمكن الاعتماد عليها كمؤشر لتحديد الجفاف (المحمدي، 2014: 35). وهنا لابد من التمييز بين مصطلحين مناخيين متقاربين هما القحولة والجفاف، فالقحولة (Aridity) تعكس عجزاً مطرياً مستمراً، لكنه يرتبط أيضاً بمعطيات مناخية أخرى من درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية المنخفضة والتبخر المتواصل وبالتالي تعد القحولة ظاهرة مكانية (منطقة قاحلة) (فلاح، 2012: 41). أما الجفاف (Drought) فينتج عن نقص مطري مؤقت، وهو حالة مناخية لا تقتصر على الصحاري بل تجتاح جميع المناطق المناخية وعليه فالجفاف ظاهرة زمنية (فترة جفاف) (مينغة، 1999: 55).

- الوقوف على التباين المكاني للجفاف في منطقة الدراسة خلال المدة الزمنية الممتدة بين (1970 - 2000)، باستخدام مؤشر الجفاف العالمي Global Aridity Index ومؤشر المناخ لـ ديمارتون.
- المقارنة بين نتائج مؤشر الجفاف لـ ديمارتون المستخرجة من البيانات المتحصل عليها من الأرصاد الجوية للمحطات في ليبيا وبين البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية المفتوحة المصدر.

4. أهمية الدراسة:

تتجلى أهمية دراسة مؤشرات الجفاف في هذا الجزء من ليبيا لوقوعه ضمن النطاقات الجافة وشبة الجافة، حيث يشكل ازدياد درجات الحرارة وقلة الأمطار وارتفاع نسبة التبخر عن معدلها العام السبب الرئيس للجفاف، ما يجعل الجفاف العامل الأساسي في تهيئة التربة للانتقال وإثارة الظواهر الغبارية في ليبيا.

5. مشكلة البحث :

انحصرت مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

- ما مدى التوافق والاعتماد على البيانات والقيم المستخرجة لمؤشرات الجفاف من البيانات المفتوحة المصدرة المستخرجة من المرئيات مع بيانات محطات الأرصاد الجوية؟
- ما مدى التباين المكاني على قيم مؤشرات الجفاف للمحطات المناخية؟
- ما مدى تأثير (درجة الحرارة وكمية الأمطار) على الزيادة أو النقص قيم في مؤشر الجفاف؟

6. الفرضيات:

- إن قيم مؤشر الجفاف المستخرجة من البيانات المفتوحة المصدرة تتوافق بشكل كبير مع قيم البيانات المستخرجة من محطات الأرصاد الجوية.
- يلعب التباين المكاني دوراً مهماً في تغير قيم معامل الجفاف.
- هناك علاقة موجبة بين كمية الأمطار وقيم معامل الجفاف.

7. مصادر البيانات:

تعد البيانات المناخية ذات الدقة المكانية الواضحة ضرورية للعديد من عمليات النمذجة ، خاصةً على النطاق الإقليمي على سبيل المثال، تتطلب نماذج محاكاة المحاصيل عادةً كميات كبيرة من بيانات المدخلات المناخية، بما في ذلك درجات الحرارة العظمى والصغرى، وهطول الأمطار، والإشعاع الشمسي (Wei et al., 2012: 125). ولقد اعتمدت الدراسة على البيانات التالية:

- البيانات المناخية لدرجات الحرارة وكميات الأمطار لمدة 30 سنة خلال الفترة (1970 - 2000) من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس كما هو مبين بالجدول (1).
- قواعد البيانات المتحصل عليها من البيانات المفتوحة المصدر الخاصة بمؤشر الجفاف العالمي Global Aridity Index، سواء الشهرية أم السنوية وهي ما

سنتناوله بالتفصيل خلال شرحنا للطريقة الأولى والثانية في حساب مؤشرات الجفاف. وقد دعمت تلك البيانات و تم توفيرها من خلال التقدم في التكنولوجيا التي وفرت مجموعة متنوعة من نماذج الموارد الزراعية والهيدرولوجية والبيئية والجيولوجية والطبيعية وربطها بأنظمة نظم المعلومات الجغرافية (Daly et al., 2000: 1960). وتعد هذه المواقع مصدراً مهماً للبيانات المناخية التي من الصعب الحصول عليها أو لعدم توافرها بشكل كامل متسلسل، وغالباً ما يتم تبني هذه المواقع من قبل المراكز الدولية على سبيل المثال المركز الدولي للزراعة في المناطق الجافة (ICARAD).

8. حدود منطقة الدراسة:

تشمل منطقة الدراسة مجموعة من المحطات الواقعة على خط الساحل والمناطق الجبلية فضلا عن المحطات الواقعة في المنطقة الوسطى من ليبيا، وتشمل منطقة الدراسة عدد 18 محطة مناخية، وتم الحصول على البيانات المناخية لدرجات الحرارة وكميات الأمطار لمدة 30 سنة خلال المدة الممتدة بين (1970 – 2000) من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس، كما هو مبين بالشكل (1).

9. الدراسات السابقة:

قليلة هي تلك الدراسات التي تعرضت للمقارنة بين البيانات المناخية المستخرجة من المرئيات الفضائية وتلك المتوفرة في المحطات المناخية. ومن بين تلك الدراسات ما يلي:

- دراسة (سامح عبد الوهاب و محمود عادل حسان، 2009) بعنوان "مصداقية استخدام المرئيات الفضائية في بناء نماذج كارتوغرافية للجزر الحرارية بالمناطق الحضرية دراسة حالة: القاهرة الكبرى"، وقد اتضح من البحث أنه يمكن الاعتماد على المرئيات الفضائية من نوع LANDSAT ETM+ في حساب درجات حرارة الهواء من درجات حرارة سطح الأرض المشتقة من تلك المرئيات وبناء نماذج كارتوغرافية للجزر الحرارية أكثر مصداقية، وبدقة مساحية مرتفعة تبرز التباينات المكانية الدقيقة في درجات الحرارة وبشكل متصل.
- دراسة (Sabah,Hussein A., 2018) بعنوان "Using of GIS Software for Map-ping the Climatic Data Obtained from Internet Network: Iraq Case Study"، وفي هذه الدراسة تم استخلاص الشبكة المكانية بدقة (0.5*0.5 درجة) للمعدل الشهري للأمطار لسنة 2016 من موقع (GPCC Visualizer) للعراق كونها منطقة دراسة. وقد كشفت الدراسة عن إمكانية استخدام مواقع المناخ من الإنترنت للحصول على البيانات المناخية للتعويض عن النقص في البيانات المتوفرة من محطات الأرصاد الجوية بالعراق، والتي غالباً ما يصعب الحصول على معلومات حديثة عنها.

- دراسة (محيي الدين صلاح الدين وآخرين، 2018)، عن "بناء النماذج الكارتوجرافية لاستنتاج دراجات حرارة الهواء من المرئيات الفضائية مدينة قويسنا – دراسة حالة"، وقد توصلت الدراسة إلى إمكانية الاعتماد على تلك النماذج التي توفرها صور الأقمار الصناعية متعددة القنوات مثل مرئيات LANDSAT8 في توفير بيانات درجات حرارة الهواء بدقة مكانية عالية للمناطق التي تفتقر للمحطات المناخية الثابتة، إلى جانب توفير النماذج الكارتوجرافية.

10. منهجية الدراسة وأساليبها:

1.10 منهجية الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، بهدف التوصل إلى النتائج التي تتعلق بالظاهرة قيد الدراسة، وقد استند البحث على بيانات (18) محطة أرصاد جوية تغطي معظم منطقة الدراسة، فضلا عن بيانات الخرائط المستخرجة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 وملحقاته الخاصة بدرجات الحرارة والأمطار للمحطات قيد الدراسة والتي من خلالها تم استخراج مؤشر الجفاف العالمي ومؤشر الجفاف لـ دي مارتون ومقارنة النتائج ببيانات الأرصاد الجوية الليبية.

2.10. أساليب الدراسة.

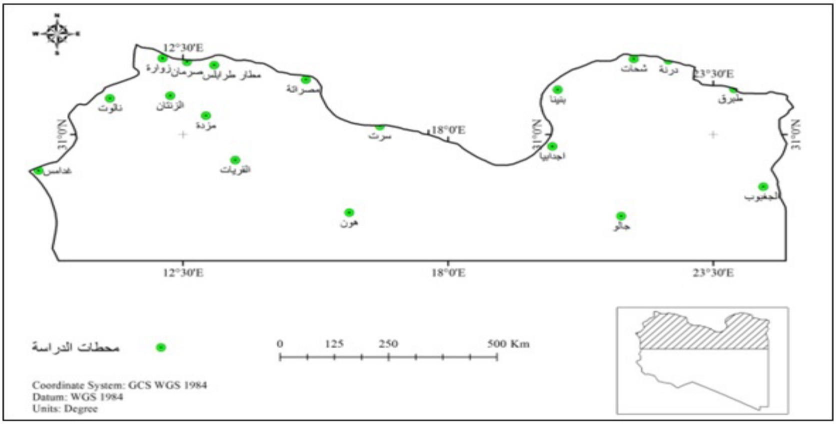
تلعب البيانات المناخية طويلة الأجل التي تعرض من قبل المواقع المناخية المعروفة عن طريق الأنترنيت دوراً مهما في تحليل خرائط العناصر المناخية المهمة ورسمها (درجات الحرارة، التساقط المطري، الاشعاع الشمسي، ....الخ). ويعد التساقط المطري ومعرفة الجفاف المرتبط به من الأمور المهمة في الكثير من الدراسات المناخية.

جدول (1) المحطات المناخية قيد الدراسة

م	اسم المحطة Station Name	الرقم الدولي Index Nbr	الارتفاع عن سطح البحر مستوى ELV (m)	الموقع بالنسبة لدوائر العرض LAT (N)	الموقع بالنسبة لخطوط الطول LON (E)
1	طبرق	62062	50	32.06	23.56
2	درنة	62059	26	32.47	22.35
3	شحات	62056	621	32.49	21.51
4	بنينا	62053	129	32.05	20.16
5	إجدابيا	62055	07	30.43	20.10
6	سرت	62019	13	31.12	16.35
7	مصراتة	62016	32	32.19	15.03
8	مطار طرابلس	62010	81	32.40	13.09

9	زوارة	62007	03	32.53	12.05
10	صرمان		23	32.45	12.35
11	الزنتان		713	31.56	12.14
12	نالوت	62002	621	31.52	10.59
13	الجغبوب	62176	-1	29.45	24.32
14	جالو	62161	60	29.02	21.34
15	هون	62131	263	29.07	15.57
16	مزدة		476	31.27	12.59
17	القريات	62120	497	30.23	13.35
18	غدامس	62103	357	30.08	09.30

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس ليبيا.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis 10.8

شكل (1) المحطات المناخية قيد الدراسة

وفي هذا البحث سيتم استخراج معامل الجفاف بطريقتين:

1.2.10. حساب مؤشر الجفاف العالمي Global Aridity Index لكل من Trabucco,A.,and Zomer,R.J.2009:

ويتم التعامل مع البيانات المفتوحة المصدر لمؤشر الجفاف العالمي Global Aridity Index من قاعدة البيانات للجفاف العالمي، حيث توفر مجموعة البيانات العالمية المحتملة للتبخر النتح (Global-PET) ومؤشر الجفاف العالمي (Global-Aridity)، وهي عبارة عن بيانات مناخية عالمية نقطية Raster عالية الدقة تتعلق بعمليات التبخر والنتح وعجز هطول الأمطار من أجل النمو الخضري المحتمل [3] والتي تم تحديثها في يناير 2019.

(3) https//:cgiarcsi.community/data/global-aridity-and-pet-database/

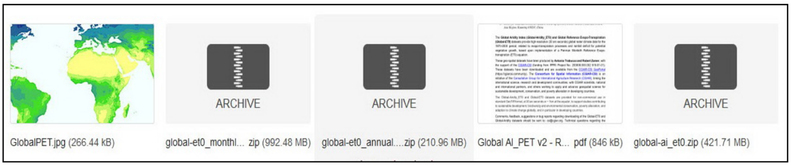
ويتم توفير وتحميل قواعد هذه البيانات Global-PET و Global-Aridity من مستودع البيانات المفتوحة [4] Figshare open data repository ، كما هو مبين بالشكل (2) وهي بيانات مناخية عالمية عالية الدقة 30 ثانية (حوالي 1 كيلومتر عند خط الاستواء) للمدة الممتدة بين 1970-2000 ، لدعم الدراسات التي تسهم في التنمية المستدامة والتنوع البيولوجي والحفاظ على البيئة والتكيف مع تغير المناخ على الصعيد العالمي، لا سيما في البلدان النامية [5] ، وتتعلق هذه البيانات بعمليات التبخر وعجز هطول الأمطار للنمو الخضري المحتمل ، بناءً على تنفيذ معادلة Penman-Montieth المرجعية التبخر النتح (ET0). ولقد تم نمذجة كل من Global-PET و Global-Aridity باستخدام البيانات المتاحة من بيانات المناخ العالمي [6] (http://WorldClim.org). وهي عبارة عن طبقات Raster من خلالها يمكننا حساب مؤشر الجفاف العالمي من خلال هذه المعادلة (Zomer et al 2008: 69 & Trabucco, et al 2018: 4)

$$\text{Aridity Index (AI)} = \frac{\text{MAP}}{\text{MAE}}$$

حيث:

MAP= (Mean Annual Precipitation) المتوسط السنوي للمطر.

MAE= (Mean Annual Potential Evapo-Transpiration) المتوسط السنوي للتبخر النتح المحتمل.



شكل (2) مستودع البيانات المفتوحة المصدرة التي تم الاعتماد عليها بالدراسة

وتستند هذه البيانات إلى النمذجة والتحليلات التي أجراها أنطونيو ترابوكو Trabucco Antonio (المركز الأورو-متوسطي لتغير المناخ ، إيطاليا) ، بدعم من المعهد الدولي لإدارة المياه (IWMI) والمركز الدولي للتنمية المتكاملة للجبال (ICIMOD) ، ويتم توفيرها عبر الإنترنت من قبل CSI-CGIAR بدعم من المركز الدولي للزراعة الاستوائية (CIAT).

(4)https//:cgiarcsi.community/2019/01/24/global-aridity-index-and-potential-evapotranspiration-climate-database-v2/

(5) للاستزادة لفهم الطرق المستخدمة لاشتقاق هذه البيانات يمكن مراجعة (Zomer et al. 2007 & Zomer et al. 2008).

(6) وهو عبارة عن مجموعة بيانات عالية الدقة تم تطويرها بدقة عالية لجميع أنحاء العالم، باستثناء القارة القطبية الجنوبية، ويحتوي موقع WorldClim على تقديرات عالمية للمتوسط الشهري والحد الأقصى والحد الأدنى لدرجات الحرارة وهطول الأمطار بدقة 1 كم (Ali ,2018: 39).

ووفقا لهذه المعادلة يتم تصنيف مؤشر الجفاف على النحو التالي، حيث هذا التصنيف من أفضل التصنيفات لمؤشرات الجفاف، كما هو مبين بالجدول (2).

جدول (2) يوضح حدود الفئات والقيم لمؤشر الجفاف العالمي

الفئة المناخية		قيمة مؤشر الجفاف
شديدة الجفاف	Hyper Arid	< 0.03
جافة	Arid	0.03 – 0.2
شبه جافة	Semi-Arid	0.2 – 0.5
جافة وشبه رطب	Dry sub-humid	0.5 – 0.65
رطب	Humid	> 0.65

(Trabucco, et al ,2018: 4)

الخطوات العملية لاستخراج مؤشر الجفاف العالمي:

1. تحديد منطقة الدراسة ومن خلاله يظهر لنا الجدول الخاص بالمرئية At-tribute table ، الـ Rowid الخاص بكل خلية والقيمة Value وعدد الخلايا count التي تمثلها كل قيمة.
2. إرجاع القيم بالمرئية الخاصة بمؤشر الجفاف لوضعها الصحيح وذلك من خلال ضرب القيم لمؤشر الجفاف العالمي ET0 بمعامل 10000 لاشتقاق البيانات وتوزيعها كونها أعدادا صحيحة (بدقة 4 عشرية). حيث تم استخدام هذا المضاعف لزيادة دقة القيم المتغيرة دون استخدام الكسور العشرية، ولإرجاع أو لإعادة هذه القيمة لوضعها الصحيح إما نقسمها على 10000 أو نضرب في 0.0001 وهنا تظهر لنا مؤشرات الجفاف الفعلية.
3. نقوم بتصنيف classification القيم السابقة وفقاً للحدود الخاصة بمعامل الجفاف كما هو مبين بالجدول السابق (2)، ونلاحظ أن ليبيا تقع ضمن ثلاث فئات:

- الفئة الأولى شديدة الجفاف Hyper Arid وهي القيم الأقل من 0.03

(>= 0.03"ARIDITY")

- الفئة الثانية وهي الجافة Arid وهنا مؤشر الجفاف يساوي أكبر من 0.03 و أقل من 0.2

(>0.03 And "ARIDITY" <0.2 "ARIDITY").

- الفئة الثالثة وهي شبه جافة Semi-Arid وتكتب كالاتي

(>0.2 And "ARIDITY" <0.5 "ARIDITY").

4. ولتحسين إخراج الخريطة نقوم بتحويل الخريطة من Raster إلى Vector .

2.2.10. الطريقة الثانية حساب مؤشر الجفاف من خلال تطبيق معادلة دي مارتون.

تهدف هذه الطريقة لعمل أقاليم مناخية بناء على معادلة يستخرج بها ما أسماه مؤشر الجفاف Aridity Index الذي يعبر عنه الآخرون بمؤشر الرطوبة Moisture Index وذلك من المعدلات السنوية لكميات الأمطار ودرجات الحرارة (الرحيلي، 2017: 173)، ولحساب قيم ومعدلات الجفاف استخدمت قرينة الجفاف

لـــ ديمارتــون التــي تصــاغ وفــق العلاقــة التاليــة (جاســم، 2019: 183):

$$De\ Martonne = \frac{P_{mm}}{(TC° + 10)}$$

حيث:
P = المتوسط السنوي للمطر بالمليمتر.
Tc° = المتوسط السنوي لدرجات الحرارة المئوية.
10 = رقم ثابت.
واقــترح ديمارتــون القيــم التاليــة في مــؤشر الجفــاف والحــدود النباتيــة كمــا هــو مبــين بالجــدول (3) (أحمــد، 1993: 284).

جدول (3) مؤشر الجفاف لـ ديمارتون

مؤشر الجفاف	نوع المناخ	الحياة النباتية
أقل من 5	جاف	صحراء
5 – 10	شبه جاف	أعشاب فقيرة
10 – 20	رطب نسبياً	حشائش "أعشاب قصيرة"
20 – 30	رطب	حشائش غنية تتخللها أشجار
أكثر من 30	مطير شديد الرطوبة	غابات

(التهامي، 2015: 140، حنتوش، 2002: 3، العامود، 2018 : 10).

ويمكننــا الحصــول عــلى بيانــات الحــرارة والأمطــار مــن خــلال الموقــع [7] ، وهــو عبــارة عــن قاعــدة بيانــات مــن نــوع Raster لبيانــات الطقــس والمنــاخ العالميــة ذات الدقــة المكانيــة العاليــة. يمكــن اســتخدامها لرســم الخرائــط والنمذجــة المكانيــة. ويمكن تحميــل بيانــات الطقــس والمنــاخ الشــبكية للظــروف التاريخيــة (الحاليــة القريبــة) والمســتقبلية. وآخــر تحديــث للموقــع في 13 (مــارس) 2020 ، ويقــدم الموقــع هــذه البيانــات بثلاثــة أنــواع:

1. البيانات المناخية السنوية Historical climate data.
2. بيانات الطقس الشهرية Historical monthly weather data.
3. البيانات المناخية المستقبلية Future climate data.

وقــد اعتمــدت الدراســة عــلى النــوع الأول مــن هــذه البيانــات المناخيــة (Histori-cal climate data) والتــي تشــمل المــدة مــن 1970 - 2000 التــي تــم إصدارهــا في ينايــر 2020، وهــي تتمثــل في البيانــات المناخيــة الشــهرية لدرجات الحــرارة العظمــى والصغرى والمتوســط الشــهري، إلى جانــب معــدلات الأمطــار، والإشــعاع الشــمسي، وسرعــة الريــاح، وضغــط بخــار المــاء، إلى جانــب 19 متغــيراً "مناخيًــا بيولوجيًــا". ونمــاذج الارتفاعــات الرقميــة المشــتقة مــن SRTM.

(7) https//:worldclim.org/data/index.html

وتتوفر هذه البيانات المتاحة بأربعة أنواع من الدقة المكانية، ما بين 30 ثانية (~ 1 كم2) إلى 10 دقائق (~ 340 كم2). كما هو مبين بالجدول (4)، ويحتوي كل ملف مضغوط "zip" على 12 ملف تشمل يمثل كل ملف شهر من الشهور.

جدول (4) العناصر المناخية والدقة المناخية المتاحة خلال الحقبة 1970 - 2000

variable	10 minutes	5 minutes	2.5 minutes	30 seconds
minimum temperature (°C)	tmin 10m	tmin 5m	tmin 2.5m	tmin 30s
maximum temperature (°C)	tmax 10m	tmax 5m	tmax 2.5m	tmax 30s
average temperature (°C)	tavg 10m	tavg 5m	tavg 2.5m	tavg 30s
precipitation (mm)	prec 10m	prec 5m	prec 2.5m	prec 30s
solar radiation (kJ m-2 day-1)	srad 10m	srad 5m	srad 2.5m	srad 30s
wind speed (m s-1)	wind 10m	wind 5m	wind 2.5m	wind 30s
water vapor pressure (kPa)	vapr 10m	vapr 5m	vapr 2.5m	vapr 30s

الخطوات العملية لاستخراج مؤشر معامل الجفاف لـ ديمارتون:

1. نقوم بقطع الجزء الخاص بالدراسة للمتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة والأمطار لكل شهر من شهور السنة.
2. نقوم بتطبيق معادلة دي مارتون على كل شهر من الشهور بالكامل، أو باستخراج المتوسط السنوي للحرارة والأمطار واستخراج مؤشر دي مارتون السنوي.

كيفية استخراج مؤشر دي مارتون الشهري:

أ. نقوم بإضافة 10 لكل بكسل من البكسلات التي تحتوي على درجات الحرارة للمرئية .

ب. نقوم بقسمة المرئية الخاصة بالأمطار لشهر يناير على مرئية الحرارة 10+ لنفس الشهر مضروبة في 12. وهكذا بقية الشهور.

كيفية استخراج دي مارتون السنوي:

أ. نقوم بجمع كميات الأمطار في كل الشهور = المجموع السنوي للأمطار.

ب. نقوم بجمع درجات الحرارة 10+ لكل الشهور، ثم نقسم الناتج بعد الجمع على 12 لاستخراج المتوسط السنوي.

ج. نقوم بقسمة المجموع السنوي للأمطار على المتوسط السنوي لدرجات الحرارة + 10.

د. إعادة تصنيف دي مارتون السنوي وفقاً لبيانات الجدول السابق (3).

ه. تحويل المرئية المصنفة إلى شكل polygon (Raster To Polygon).

و. نقوم باستخراج البيانات لكل محطة من قائمة Extract Values to Points.

11. النتائج والمناقشة:

1.11. مؤشر الجفاف العالمي:

من خلال تطبيق معادلة مؤشر المناخي العالمي باستخدام برنامج ArcGis10.8 على الطبقات Raster وكما هو مبين بالجدول (5) والشكل (3) الموضح له نستنتج الآتي:

- أن 61.11 % من المحطات تقع ضمن المناخ الجاف، في حين أن المناخ شديد الجفاف يسجل ما نسبته 33.33 %، أي أن (94.44 %) من مناخ المنطقة يقع ضمن المناخ الجاف وشديد الجفاف، في حين لا يسجل المناخ شبه الجاف إلا محطة واحدة فقط المتمثلة بمحطة شحات (5.56 %).
- يمكننا تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاثة أقاليم مناخية:

أ. المنطقة شبه الجافة وهي تمثل محطة شحات فقط.

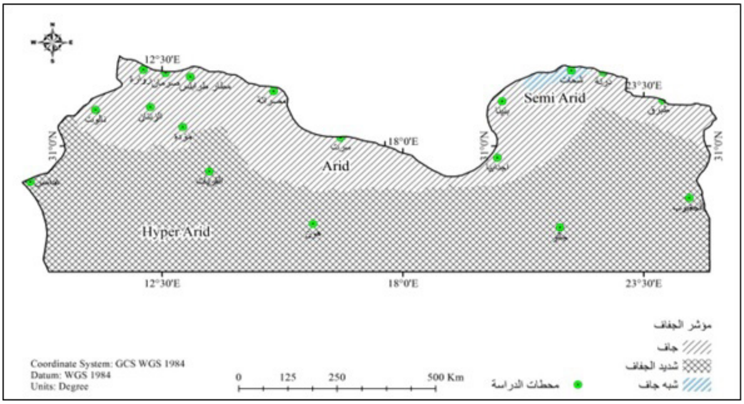
ب. المنطقة الجافة وهي تشمل كل المحطات المنتشرة على الشريط الساحلي والمحطات الجبلية، وتسجل محطة طرابلس أعلى مؤشر بلغ (0.146)، في حين أن أقل مؤشر بلغ (0.056) بمحطتي طبرق واجدابيا.

ج. المنطقة شديدة الجفاف وهي تتمثل في بقية المحطات الداخلية البعيدة عن المؤثرات البحرية.

جدول (5) مؤشر الجفاف العالمي بمحطة الدراسة

المحطة	مؤشر الجفاف العالمي	التصنيف	المحطة	مؤشر الجفاف العالمي	التصنيف
طبرق	0.056	جاف	صرمان	0.119	جاف
درنة	0.124	جاف	الزنتان	0.088	جاف
شحات	0.276	شبه جاف	نالوت	0.061	جاف
بنينا	0.113	جاف	الجغبوب	0.005	شديد الجفاف
إجدابيا	0.056	جاف	جالو	0.004	شديد الجفاف
سرت	0.096	جاف	هون	0.011	شديد الجفاف
مصراتة	0.137	جاف	مزدة	0.036	شديدة الجفاف
طرابلس	0.146	جاف	القريات	0.014	شديد الجفاف
زوارة	0.113	جاف	غدامس	0.009	شديد الجفاف

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الأرصاد الجوية والبيانات المستخرجة من المرئيات.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج ArcMap10.8

شكل (3) مؤشر الجفاف العالمي

2.11. مؤشر الجفاف لـ ديمارتون:

1.2.11. المؤشر السنوي لـ ديمارتون: من خلال الجدول (6) والشكل (4) الموضح له نستنتج الآتي:

نستطيع تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاثة أقاليم مناخية وذلك على النحو:

أ. المناخ الرطب والرطب نسبياً وهو إقليم يبلغ فيه مؤشر الجفاف قريبة من المناخ الرطب وفقاً لمؤشر الجفاف لـ ديمارتون يمثل محطة واحدة فقط هي محطة شحات شمل شرق ليبيا ويرجع ذلك لارتفاع المحطة عن سطح البحر ومواجهتها للرياح الممطرة قياساً بالمحطات الموجودة على الساحل مثل سرت ومصراتة وزوارة، وقد اختلف مؤشر الجفاف بين القراءتين فقد سجل مناخ رطب ببيانات الأرصاد الجوية (20.17)، في حين كان المؤشر رطبا نسبياً (18.08) من خلال البيانات المرئيات بواقع (2.09) بين القراءتين والسبب في ذلك لاختلاف المعدل السنوي للأمطار بينهما.

ب. المناخ شبة الجاف يتراوح مؤشر الجفاف ما بين 5 – 10 ويمثل هذا المناخ المحطات الساحلية والجبلية، حيث يتراوح مؤشر الجفاف ما بين (5.62) بمحطة طبرق و(9.62) بمحطة طرابلس، ويلاحظ أن الفارق هنا بين القراءتين يكون أقل من (2) ويسجل أقل فارقا في محطة مصراتة (0.21)، في حين يكون أعلى فارقا بمحطة طبرق (1.96) مما أدى إلى اختلاف المؤشر بين القراءتين.

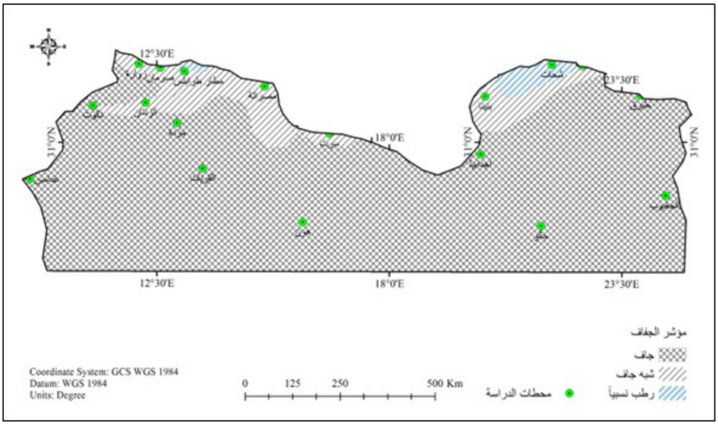
ج. المناخ الجاف وهو يمثل بقية المحطات الواقعة جنوب المحطات الساحلية حيث يقل تأثير البحر وقلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة والتي بدورها تعمل على ارتفاع التبخر، ونتيجة لذلك نلاحظ أن الفارق هنا يكون بسيط جداً فقد سجل أعلى فارق بين القراءتين (0.64) بمحطة القريات في حين لا يوجد فارق بمحطة جالو.

- أن 50 % من المحطات سجلت مناخاً جافاً من بيانات المرئيات الفضائية، في حين كانت أقل 38.89 % بالنسبة لنتائج الأرصاد. أما بالنسبة لفئة المناخ شبه الجاف بلغت 55.56 % من بيانات الأرصاد الجوية، و 44.44 % من المرئيات.
- أن المناخ الجاف وشبه الجاف يمثل أكثر من 94.44 % في كل من النوعين، في حين أن المناخ شبه الرطب أو الرطب لم يسجل الا في محطة واحدة فقط شحات.
- أن الفرق بين النتائج يكون بسيطا جداً، فقد كان الفارق أقل من (1) في عدد 13 محطة تمثل (72.22 % من عدد محطات الدراسة)، أما الفارق من (1 - 2) فقد سجل في 4 محطات ، بواقع (11.11 %) من إجمالي المحطات قيد الدراسة، في حين تجاوز الفارق أكثر من (2) في بمحطة واحدة فقط هي شحات حيث بلغ (2.09) بين الناتجين ويرجع ذلك إلى الفرق في المتوسطات السنوية للأمطار أكثر من المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة بين بيانات الأرصاد وبيانات المرئية غير أنه لا يعد فارقاً كبيراً.

جدول (6) مقارنة بين المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة والأمطار المستخرجة من المرئيات الفضائية والبيانات المتحصلة عليها من الأرصاد الجوية

المحطة	درجة الحرارة		الأمطار		مؤشر ديمارتون			
	الأرصاد	المرئية	الأرصاد	المرئية	الأرصاد		المرئية	
طبرق	19.35	19.80	11.10	9.08	5.62	شبه جاف	3.66	جاف
درنة	20.04	19.51	21.73	20.17	8.68	شبه جاف	8.20	شبه جاف
شحات	16.6	16.82	44.72	40.42	20.17	رطب	18.08	رطب نسبياً
بنينا	21.21	20.01	22.52	20.00	8.95	شبه جاف	8.00	شبه جاف
إجدابيا	20.71	21.02	11.98	10.75	4.68	جاف	4.16	جاف
سرت	20.49	20.41	16.89	15.83	6.65	شبه جاف	6.25	شبه جاف
مصراتة	20.20	20.71	23.07	22.92	9.17	شبه جاف	8.96	شبه جاف
طرابلس	20.57	20.14	23.26	24.17	9.13	شبه جاف	9.62	شبه جاف
زوارة	20.05	20.08	21.61	18.67	8.63	شبه جاف	7.45	شبه جاف
صرمان	20.15	20.05	22.27	17.83	8.86	شبه جاف	7.12	شبه جاف
الزنتان	17.07	18.59	19.57	16.42	8.67	شبه جاف	6.89	شبه جاف
نالوت	19.25	19.37	13.87	11.83	5.69	شبه جاف	4.83	جاف
الجغبوب	21.29	21.77	1.56	1.17	0.60	جاف	0.44	جاف
جالو	22.37	22.81	0.74	0.75	0.27	جاف	0.27	جاف
هون	21.12	20.89	2.86	2.42	1.10	جاف	0.94	جاف
مزدة	19.99	19.81	6.41	6.92	2.56	جاف	2.78	جاف
القريات	20.46	21.41	4.78	3.25	1.88	جاف	1.24	جاف
غدامس	22.21	22.63	2.74	2.33	1.02	جاف	0.86	جاف

المصدر: البيانات المناخية من المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس حسبت البيانات الجدول من قبل الباحث.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج ArcMap10.8

شكل (4) مؤشر الجفاف العالمي لـ ديمارتون

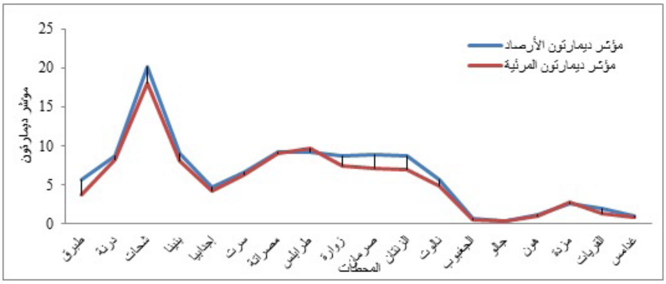
مـن خـلال الجـدول (7) الخـاص بالتحليـل الإحصائـي البسـيط نلاحـظ أن الفـارق يكـون بسـيطا جـداً وخاصـةً بالنسـبة لدرجـات الحـرارة فقـد بلـغ الفـارق (0.32) بـين القراءتـين في القيمـة الأقـل و (0.44) في القيمـة الأعـلى وهـذا يعـد فارقـاً بسـيطاً جـداً ، أمـا بالنسـبة للأمطـار فيكـون الفـارق بسـيطا بالنسـبة للأقـل قيمـة (0.01 ملـم) في حـين يرتفـع ليسـجل (4.3 ملـم) بـين أعـلى قيمـة بـين الطريقتـين.

جدول (7) يوضح المقارنة للتحليل الاحصائي البسيط بين البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية والبيانات المستخرجة من الارصاد الجوية

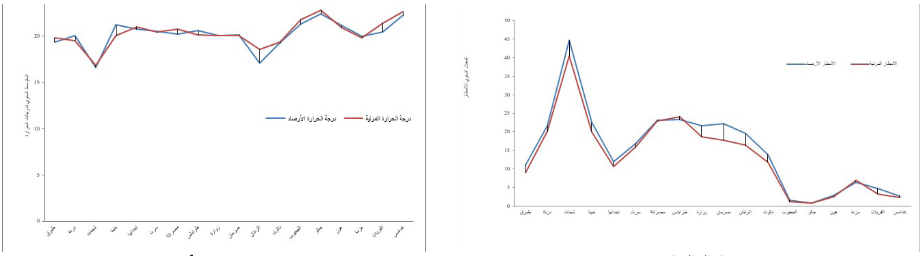
العنصر	أقل قيمة	أعلى قيمة	الوسط	الوسيط	الانحراف المعياري
درجة الحرارة	16.28	22.81	20.32	20.11	1.40
درجة الحرارة	16.60	22.37	20.17	20.33	1.47
الأمطار	0.75	40.42	13.61	13.83	10.33
الأمطار	0.74	44.72	15.09	15.38	11.18
مؤشر الجفاف	0.27	18.08	5.54	5.54	4.45
مؤشر الجفاف	0.27	20.17	6.24	6.17	4.85

البيانات باللون الأزرق تمثل نتائج المرئية.

يلاحـظ مـن خـلال الأشـكال (5)(6)(7) أن الفـارق يكـون أقـل مـا يكـون في المحطـات الداخليـة وذلـك لقلـة الأمطـار فيهـا، وبالتـالي تعـد الأمطـار العامـل المؤثـر في الاختـلاف بـين القراءتـين بالرغـم مـن أنـه اختـلاف بسـيط، في حـين تتسـاوى الناتجـين في محطـة جالـو.



شكل (5) الفرق بين مؤشر الجفاف لبيانات الأرصاد الجوية وبيانات المرئيات الفضائية



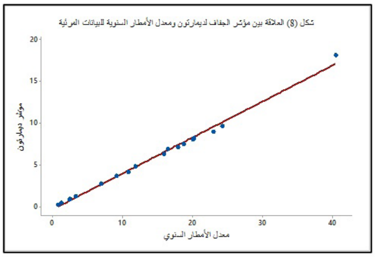
شكل (6)(7) الفرق بين المتوسط السنوي لدرجات الحرارة ومعدلات الأمطار لبيانات الأرصاد الجوية وبيانات المرئيات الفضائية

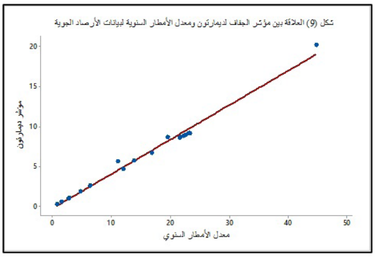
إن سبب التباين الحاصل في قيم الجفاف في محطات الدراسة يعود إلى التباين في الموقع الجغرافي لمحطات الدراسة من خلال البعد والقرب من المسطحات المائية المتمثلة بالبحر، فضلا عن ارتفاع محطات الدراسة عن مستوى سطح البحر. فقد سجل معامل الارتباط بين مؤشر ديمارتون للبيانات المستخرجة من الأرصاد الجوية والارتفاع علاقة ضعيفة بلغت (0.158) بمعامل ثقة (0.531)، أما بين مؤشر الجفاف لـ ديمارتون والبيانات المستخرجة من المرئية والارتفاع فقد بلغ (0.126) بمعامل ثقة (0.618)، وبالتالي تعد علاقة ضعيفة. أما بالنسبة للعلاقة بين مؤشر الجفاف دي مارتون والبعد عن المسطحات المائية فهي علاقة عكسية بلغت (-0.720) بمعامل ثقة بلغ (0.001).

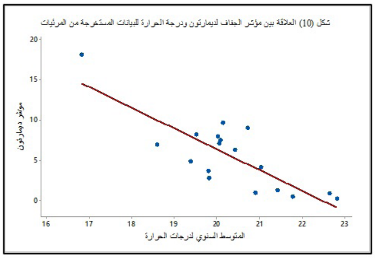
من خلال الجدول (9) والأشكال الموضحة (8)(9)(10)(11) يتبين أن هناك علاقة سالبة بين درجة الحرارة والأمطار ودرجة الحرارة ومعامل الجفاف بلغت (-0.686 و -0.791) بين نوعين البيانات المستخرجة، في حين تكون العلاقة موجبة وكبيرة وشبه تامة بين كمية الأمطار ومؤشر الجفاف. كما هو مبين بالجدول (8) والأشكال (8)(9)(10)(11).

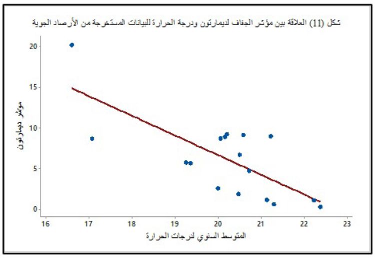
جدول (8) معامل الارتباط بين درجة الحرارة والأمطار ومؤشر الجفاف لــ ديمارتون

نوعية البيانات	درجة الحرارة مع الأمطار	درجة الحرارة مع مؤشر الجفاف	الأمطار مع مؤشر الجفاف
البيانات المستخرجة من الأرصاد الجوية	-0.686	-0.735	0.994
البيانات المستخرجة من المرئيات	-0.791	-0.811	0.997









الأشكال (8)(9)(10)(11) العلاقة بين درجات الحرارة والأمطار ومؤشر الجفاف بالنسبة لبيانات الأرصاد والبيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية

2.2.11. المؤشر الشهري لــ ديمارتون:

من خلال الجدول (9) والشكل (12) المبينة له نستنتج ما يلي:

- يمثل شهر سبتمبر - بداية موسم الأمطار - ، أقل القيم عن باقي شهور موسم المطر، أما شهر يناير فيمثل أعلى هذا المعدل في معظم المحطات، (باستثناء بنينا وسرت وزوارة وصرمان ومزدة وغدامس) حيث يمثل شهر 12 هو أعلى هذه القيم، ويرجع ذلك الارتفاع إلى زيادة كميات الأمطار، وانخفاض درجات الحرارة خلال شهري ديسمبر ويناير، وتبدأ قيم المؤشر في الانخفاض التدريجي في باقي شهور الشتاء.
- تسجل محطة شحات أعلى قيمة لمؤشر الجفاف خلال شهر يناير 69.65

بالنسبة لبيانات الأرصاد الجوية، في حين يقل المؤشر ليصل إلى 65.51 بالنسبة لبيانات المرئية.

- يعد المطر العامل الأكثر تاثيراً في الاختلاف بين النتائج فقد سجل أعلى اختلافا في محطة أرصاد يفرن بفارق 15.73 خلال شهر ديسمبر، ويليها محطة الخمس بفارق 12.71 بين القراءتين خلال شهر فبراير، وبفارق 12.53 بمحطة طبرق خلال شهر يناير.
- يتباين مؤشر الجفاف مكانياً وزمانياً باختلاف أشهر السنة، وباستثناء شهور الصيف نجد شهري أبريل ومايو يمثلان أقل القيم حيث يتراوح ما بين (1.3 – 1.5) ويرجع ذلك إلى قلة كميات الأمطار وإلى هبوب رياح القبلي الحارة من الجنوب في فصل الربيع مما يؤدي إلى زيادة قيم التبخر وزيادة حدة الجفاف، أما شهر ديسمبر فيمثل أعلى قيم مؤشر الجفاف حيث يصل إلى 23.2 ويمكن أن يعزا ذلك إلى ارتفاع كميات الأمطار، لكون شهر ديسمبر هو قمة المطر، وانخفاض درجات الحرارة فيه، وتبدأ القيم على مستوى منطقة الدراسة في الانخفاض التدريجي خلال باقي شهور فصل الشتاء حتى تصل إلى أقل قيمة لها في نهاية موسم المطر في شهر مايو.
- يتناسب قيمة معامل الجفاف لـ ديمارتون تناسباً طردياً مع قيم كمية التساقط المطري وتناسباً عكسياً مع قيم درجة الحرارة المسجلة بكل المحطات. أي أن هناك علاقة قوية بين التوزيع الشهري للأمطار خلال موسم المطر، والقيمة الفعلية للأمطار وضعف تلك العلاقة بانعدام فاعلية المطر خلال أشهر فصل الصيف الجاف.
- اختلاف القيمة العددية لمؤشر الجفاف في نوعي البيانات (الأرصاد والمرئية) يرجع إلى الاختلاف في كميات الأمطار، حيث نلاحظ أن المحطات الساحلية والجبلية تسجل أعلى قيم الاختلاف الشهرية بين النتائج، كما يلاحظ أن الشهور المطيرة تسجل أيضاً أعلى قيم الاختلاف، حيث سجل شهر مارس بمحطة أرصاد شحات أعلى قيمة كانت (10.47) بين القراءتين، في حين يقل هذا الاختلاف في المناطق الدواخل كلما ابتعدنا عن الساحل حيث يسجل أعلى قيمة للاختلاف في شهر 12 بمحطة مزدة يصل إلى (2.79) فقط.

- يتباين نوع المناخ بين المحطات طبقاً لمؤشر الجفاف لـ ديمارتون. حيث يسود المناخ الرطب الجاف خلال شهور الصيف وشهري مايو وسبتمبر، أما خلال الاعتدالين فنلاحظ أن هناك اختلافا بينها، حيث يلاحظ أن المناخ الجاف وشبه الجاف يسود معظم المحطات خلال شهري مارس وأبريل، أما الخريف فنتيجة لبداية فصل الأمطار وارتفاع الرطوبة نلاحظ سيادة المناخ الرطب والرطب نسبياً، بل نلاحظ أن محطة شحات تسجل مناخاً مطيراً خلال شهر نوفمبر، أما المناخ الأكثر رطوبة فيسود معظم المحطات الساحلية خلال شهور الشتاء، في حين يلاحظ أن المحطات الداخلية يسودها المناخ الجاف وشبه الجاف معظم شهور السنة.

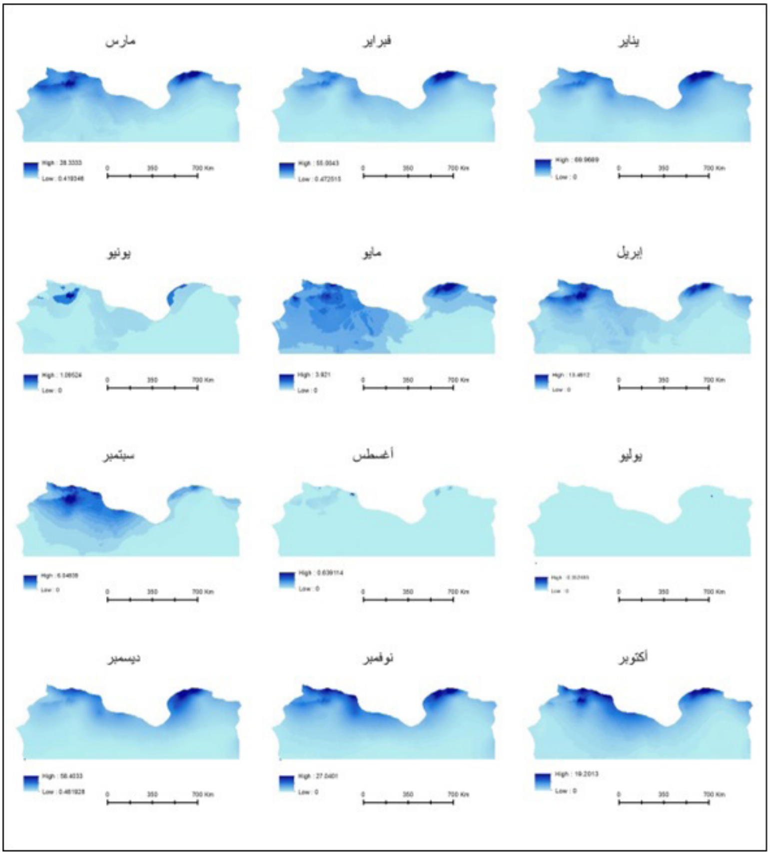
12. النتائج والتوصيات:

1. تظهر نتائج تطبيق الطريقتين لاستخراج مؤشر الجفاف وجود تطابق كبير بينها وخاصةً خلال شهور الصيف، وأن الاختلاف في النتائج يكون خلال شهور الخريف والشتاء (الأشهر المطيرة)، فغالباً ما يكون في المعدلات الشهرية أو السنوية لكميات الأمطار وخاصةً في المناطق الساحلية والجبلية.
2. أوضحت النتائج أن مناخ المنطقة جاف وشبه جاف باستثناء محطة شحات.
3. توجد علاقة قوية بين التوزيع الشهري للأمطار ودرجات الحرارة ومؤشر الجفاف.
4. في النهاية توصي الدراسة بالاعتماد على البيانات المفتوحة المصدر في الدراسات المناخية والبيئية باستثناء الدراسات في التغيرات المناخية التي تعتمد على بيانات أدق.

جدول (9) مقارنة بين نتائج مؤشر الجفاف المستخرجة من بيانات المرئيات الفضائية والارصاد الجوية

المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
طبرق	13.94	9.66	4.68	2.54	1.15	0.00	0.00	0.00	1.39	3.33	3.38	11.25
طبرق	18.49	12.46	5.44	2.99	1.01	0.07	0.00	0.00	0.55	3.96	6.81	13.11
درنة	29.17	19.9	11.01	3.52	1.99	0.72	0.00	0.00	1.05	11.62	11.30	22.36
درنة	30.20	19.06	11.09	4.20	1.93	0.33	0.00	0.02	1.50	10.54	12.72	27.07
شحات	65.51	51.16	27.78	12.49	2.92	0.37	0.00	0.36	3.41	19.07	26.70	52.97
شحات	69.65	51.44	38.25	13.80	2.96	0.15	0.15	0.45	3.59	20.36	33.15	60.99
بنينا	29.83	19.78	8.08	2.90	1.11	0.68	0.00	0.00	1.70	6.61	12.95	31.92
بنينا	32.63	22.59	13.12	3.49	0.95	0.01	0.00	0.12	1.00	6.94	16.93	31.76
اجدابيا	20.15	9.39	3.64	1.19	0.71	0.00	0.00	0.00	0.66	2.50	5.48	17.70
اجدابيا	22.91	9.57	5.54	1.85	0.47	0.01	0.00	0.00	0.73	2.58	10.26	14.83
سرت	17.97	8.79	7.29	1.66	1.15	0.35	0.00	0.00	3.34	9.30	11.57	23.41
سرت	20.33	10.36	8.25	1.45	1.29	0.19	0.00	0.01	3.53	11.13	11.13	22.37
مصراتة	27.73	13.91	9.18	3.76	1.51	0.34	0.00	0.63	3.92	13.52	21.13	26.92
مصراتة	28.05	13.94	9.69	4.07	1.20	0.51	0.01	0.14	3.67	12.11	22.74	29.43
طرابلس	31.55	19.00	14.35	7.17	1.84	0.33	0.00	0.00	3.30	12.58	18.49	30.24
طرابلس	27.92	16.58	15.48	7.09	2.31	0.18	0.02	0.03	3.22	13.58	18.87	24.64
زوارة	20.33	11.14	8.42	4.68	1.93	0.35	0.00	0.32	3.62	12.26	17.57	21.60
زوارة	20.36	11.70	9.65	4.81	2.37	0.19	0.02	0.15	5.08	13.23	24.19	24.77
صرمان	23.91	13.40	8.04	4.67	1.13	0.34	0.00	0.00	2.32	7.66	13.37	27.16
صرمان	24.72	14.33	11.84	5.19	2.41	0.28	0.05	0.03	2.64	14.28	17.76	29.57
الزنتان	28.41	18.85	14.10	7.43	1.92	0.67	0.00	0.32	2.78	4.35	10.33	15.90
الزنتان	24.06	19.54	22.98	8.69	3.22	0.52	0.02	0.22	1.65	12.42	11.28	24.75
نالوت	9.09	10.6	14.27	5.96	2.98	0.66	0.00	0.31	1.68	4.61	9.42	9.65
نالوت	9.64	10.20	17.10	6.82	6.40	0.62	0.02	0.07	2.10	9.53	7.42	9.65
الجغبوب	2.64	0.99	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	1.49
الجغبوب	2.09	2.01	2.03	0.47	0.06	0.01	0.00	0.00	0.07	0.06	0.36	2.04
جالو	1.02	0.47	0.42	0.37	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.42	0.48
جالو	0.69	0.98	0.86	0.21	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.51	0.14	0.49
هون	2.2	1.52	1.80	1.18	0.72	0.32	0.00	0.00	0.65	1.80	0.85	1.53
هون	3.07	0.95	2.16	1.25	1.18	0.03	0.00	0.00	0.70	1.98	2.16	1.57
مزدة	4.87	4.90	6.20	2.94	1.45	0.64	0.00	0.31	2.67	4.99	4.14	5.13
مزدة	3.60	4.15	6.08	2.21	2.10	0.56	0.15	0.10	2.16	6.28	3.70	2.23
القريات	2.26	2.06	1.78	1.18	1.37	0.00	0.00	0.00	0.95	1.81	3.06	2.63
القريات	5.05	2.32	4.48	1.29	2.10	0.44	0.02	0.07	1.51	2.13	2.80	4.01
غدامس	1.7	2.01	3.01	1.11	0.65	0.00	0.00	0.00	0.30	0.71	0.88	2.18
غدامس	3.18	2.97	2.73	1.15	0.91	0.15	0.01	0.02	0.18	1.03	0.80	2.08

البيانات باللون الأزرق تمثل نتائج المرئية.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

شكل (12) مؤشر الجفاف لـ ديمارتون خلال أشهر السنة

13.المراجع:

أحمد، بدر الدين يوسف (1993): مناخ المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية الكويتية، قسم الجغرافيا جامعة الكويت، الكويت، العدد (157).

البياتي، صبري مصطفى و أحلام أحمد جمعة الدوري (2002): الجفاف في العراق، تحليلات باستعمال عمليات بواسون المركبة، مجلة البحوث الجغرافية، العدد (4)، جامعة الكوفة.

التهامي، مصطفى أبوغرسة (2015): القيمة الفعلية للمطر والموازنة المائية في منطقة سرت، مجلة كلية الآداب، جامعة سرت، العدد (5) ديسمبر.

جاسم، نهلة محمد و علوان، سندس محمد (2019): دراسة التغير في قيم معامل الجفاف بين فترتي السبعينات والألفية في العراق، مجلة الباحث العدد (32)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة كربلاء.

الحبتـي، أبوبكـر عبداللـه (2017): تحليـل الجفـاف في شـمال ليبيـا باسـتخدام مـؤشر الجفـاف الاسـتطلاعي RDI، المؤتمـر الـدولي للتقنيـات الجيومكانيـة طرابلـس.
حنتـوش، طاهـر حسـن (2002): دراسـة التوزيـع التكـراري لمعامـل الجفـاف لمنطقـة كركـوك، المؤتمـر العلمـي الأول، الهيئـة العامـة للأنـواء الجويـة والرصـد الزلـزالي.
دليـل المـؤشرات والأرقـام القياسـية للجفـاف (بـدون تاريـخ): البرنامـج المتكامـل لإدارة الجفـاف، المنظمـة العالميـة للأرصـاد الجويـة.
الرحيـلي، أمينـة بنـت عطـا اللـه بـن عبـد ربـه (2017): التصنيفـات المناخيـة في منطقـة مكـة المكرمـة للفـترة مـن عـام 1970 – 2000 وتأثيرهـا عـلى راحـة الإنسـان، المجلـة المصريـة للتغـير البيئـي، المجلـد (9) العـدد (2) أكتوبـر.
السـامرائي، قـصي عبـد المجيـد، عبـد مخـور نجـم الريحانـي (1990): "جغرافيـة الأراضي الجافـة"، جامعـة بغـداد.
صيام، نادر (1989): المناطق الجافة، جامعة دمشق.
العامود، فهد أحمد فرحان (2018): معامل الجفاف كمؤشر للتغير المناخي في العراق للمدة (1970-2011)، مجلة أبحاث ميسان، المجلد (14)، العدد (28)، كانون الأول.
عـلي، مثنـى فاضـل (2008): تحليـل جغـرافي لواقـع الجفـاف والعجـز المائـي المناخـي والإمكانيـات المقترحـة لمعالجتهـا (دراسـة تطبيقيـة عـلى محافظـة النجـف)، مجلـة آداب الكوفـة المجلـد (1) العـدد (2).
فـلاح، ريـاض قـره (2012): اتجـاه تغـير قرينـة الجفـاف لـــ ديمارتـون وعلاقتـه بتغير درجـة الحـرارة وكميـة الأمطـار في محطـة اللاذقيـة خـلال الفـترة (1968-2008)، مجلـة جامعـة تشريـن للبحـوث والدراسـات العلميـة، سلسـلة الآداب والعلـوم الإنسـانية المجلـد (34) العـدد (5).
محمد، جودت هدايت (2020): حساب معامل الجفاف وتحديد نوع المناخ للأشهر المطيرة في محطات مختارة من العراق، مجلة جامعة كركوك، المجلد (15)، العدد (2) يونيو.
المحمـدي، نظـير صبـار حمـد و الدليمـي، هيثـم هـلال دبيـس (2014): المنـاخ الجـاف وأثـره في النشـاط الخدمـي: لقطاعـي الصحـة والطاقـة الكهربائيـة في محافظـة الأنبـار: دراسـة مناخيـة تطبيقيـة، مجلـة جامعـة الأنبـار للعلـوم الإنسـانية، العـدد (1) أذار.
المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس ليبيا
مقيـلي، إمحمـد عيـاد (2003): مخاطـر الجفـاف والتصحـر والظواهـر المصاحبـة لهـا، دار شـموع الثقافـة، طرابلـس، ليبيـا.
مينغـه، مونيـك، الإنسـان والجفـاف (1999): ترجمـة ميشـيل خـوري، دراسـات فكرية، وزارة الثقافة، دمشـق.

Ali, Sabah Hussein,. Using of GIS Software for Mapping the Climatic Data Obtained from Internet Network: Iraq Case Study. Iraqi National of Earth Sciences Vol. 18, No. 2, 2018.
Asadi. A,. Vahdat. S .F,(2013) The Efficiency of Meteorological Drought Indices

for Drought Monitoring and Evaluating in Kohgilouye and Boyerahmad Province, Iran, (IJMER), 2249-6645.

Daly, C., Taylor, G. H., Gibson, W.P., Parzybok, T.W., Johnson, G.L., Pasteris, P.A., 2000. HIGH-QUALITY SPATIAL CLIMATE DATA SETS FOR THE UNITED STATES AND BEYOND. Transactions of the ASAE, Vol.43, No.6, pp. 1957-1962.

Thomas.T., Jaiswal.R. K, Galkate . R.V., and Nayak.T.R, (2016) Reconnaissance drought index based evaluation of meteorological characteristics in Bundelkhand intern.

Tigkas .D., Vangelis. H. and Tsakiris. G.(2013) The RDI as a composite climatic index. European Water 41: 17-22, 2013.

Trabucco,. Antonio ,. Robert J. Zomer . Global Aridity Index and Potential Evapo-Transpiration (ET0) Climate Database v2. November 2018.

Wei, W., Li, F., Maofen, L., Hongbin, L., Yaoqin, L., 2012. Sensitivity Analysis of Crop Growth Models to Multi-Temporal Scale Solar Radiation. Transactions of the CSAE, Vol. 28, No. 3, pp.123 - 128.

Zomer J. Robert, Antonio Trabucco, Deborah A. Bossio, Louis V. Verchot. Climate change mitigation: A spatial analysis of global land suitability for clean development mechanism afforestation and reforestation. Agriculture Ecosystems and Environment, 126 March 2008.

Zomer J. Robert, Antonio Trabucco, Oliver van Straaten, and Deborah A. Bossio, Carbon, land and Water A Global Analysis of the Hydrologic Dimensions of Climate Change Mitigation through Afforestation/Reforestation, Research Report (101), 2007.

IPCC, Report(2007): The Fourth Assessment Report. (AR4) http://www.ipcc.ch/,March 14,2008

https://worldclim.org/data/index.html

https://cgiarcsi.commuity/data/global-aridity-and-pet-database/

https://cgiarcsi.community/2019/01/24/global-aridity-index-and-potential-vapotranspiration-climate-database-v2/

علاقة مؤشري تذبذب البحر المتوسط (MOI-1 و MOI-2) بالأمطار في شمال ليبيا في المدة الممتدة من 1960 إلى 2000م

د. أبوبكر عبدالله الحبتي
أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا، كلية الآداب و العلوم مسلاتة، جامعة المرقب

الملخّص

تذبذب البحر المتوسط (MOI±)؛ هو أحد مؤشرات المناخ الذي تتراوح قيمه بين الموجب والسالب، والذي يؤثر في أهم متغيرات المناخ؛ مثل و هطول الأمطار ودرجة الحرارة. و تهدف الدراسة إلى تحديد العلاقة بين تذبذب البحر المتوسط (MOI)والأمطار بشمال ليبيا؛ بداية من شهر: (أكتوبر)، حتى شهر: (مارس)؛ للمدة: 2000-1960. وقد استُخدام معامل ارتباط بيرسون (R) لتحديد علاقة الارتباط ومن ثم تقييم نتيجة تحليل الارتباط وفقاً لاختبار T-test. كما تم استخدام مجموعتين من البيانات MOI-1(الجزائر والقاهرة) وMOI-2 (جبل طارق و إسرائيل). وأظهرت النتائج أن أعلى قيم للارتباط (R) ذات دلالة إحصائية عند مستوى أقلّ من: (P<0.05) كانت في شهر ديسمبر، كما أن تأثير المؤشرين في شهر فبراير كان واضحاً على المنطقة الوسطى والشرقية، أما المنطقة الغربية فلا تخضع لهذا التأثير. ومن خلال التحليلات الإحصائية تم الكشف أيضاً على وجود ارتباط موجب في كافة محطات الدراسة بشمال ليبيا؛ أي: (علاقة طردية) بين مؤشري: (MOIMO2-)، وهطول الأمطار في منطقة الدراسة، وكشف تحليلُ الارتباط الشهري أيضاً عن النسخة الأولى من مؤشر MO1 أكثر ملاءمة لمنطقة شمال ليبيا من النسخة الثانية MO2في جميعا لأشهر عدا شهر أكتوبر.

الكلمات الدالة: الارتباط، تذبذب البحر المتوسط ، الأمطار، ليبيا.

The relationship of the two Mediterranean Oscillation indexes (MOI-1 and MOI-2) to rainfall in northern Libya for the period 1960-2000

Abstract

Mediterranean Oscillation (MOI ±); It is one of the climate indexes whose values range between positive and negative, and which affects the most important climate variables; Like precipitation and temperature. The study aims to determine the relationship between the Mediterranean Oscillation (MOI) and rainfall in northern Libya; Starting from: October, until: March, for the period 1960-2000. Pearson's correlation coefficient (R) was used to determine the correlation and then evaluate the result of the correlation analysis according to the T-test. Two data sets, MOI-1 (Algeria and Cairo) and MOI-2 (Gibraltar and Israel) were also used. The results showed that the highest values of the correlation R (statistically significant at a level less than: ($P<0.05$) were in December, and the effect of the two indexes in February was clear on the central and eastern regions, while the western area is not subject to this effect. Through statistical analyzes, it was also revealed that there is a positive correlation in all study stations in northern Libya; That is: (Positive relationship) between the MOI-MO2 indexes and the rainfall in the study area, The monthly correlation analysis also revealed that the first version of the MO1 index is more suitable for the northern Libya region From the second MO2 version in all months except October.

Keywords: correlation, Mediterranean oscillation, Rain, Libya.

1. مقدمة

تعد ليبيا واحدة من أكثر البلدان جفافاً في العالم، حيث يتراوح متوسط هطول الأمطار السنوي على طول الساحل الليبي بين 140 و550 ملم ونادراً ما يتجاوز 50 ملم في المنطقة الداخلية (1945 - 2010).كما أن شهري ديسمبر ويناير هما أكثر الشهور أمطاراً، حيث تستقبل الأشهر الستة من:أكتوبر، حتى: مارس 87 % من إجمالي هطول الأمطار السنوي، والتي تحدث غالباً في أشهر الشتاء: (ديسمبر-يناير-فبراير)، حيث يبدأ موسم الأمطار في سبتمبر-أكتوبر، وينتهي في مارس-أبريل.(Ageena, 2013) .

ويعد هطول الأمطار أهم متغيرات المناخ التي تلعب دوراً رئيسياً على مستوى الطاقة العالمية ودورة المياه،كما أن الإحاطة بمعلومات هطول الأمطار ضرورية لفهم التوازن الهيدرولوجي والتفاعلات المعقدة بين المكونات الصغيرة والكبيرة ضمن الدورة الهيدرولوجية ؛فعنصر المطر هو أهم العوامل التي تؤخذ دائماً في الاعتبار في مناقشات التغيرات المناخية الحالية والمستقبلية،ومن بين تلك المناقشات: حوض البحر الأبيض المتوسط (بما فيها ليبيا) لأنها منطقة شديدة الحساسية مناخياً،ومهددة بعديد التغيرات؛خاصة تناقص عمليات الهطول، وتزايد التصحر(Hatzianastassiou et al, 2008).

يفسر دوران الغلاف الجوي معظم الحيز المكاني والتغير الزمني في هطول الأمطار من العالم ونصف الكرة الأرضية إلى النطاقات الإقليمية، فعادة ما يتم تفسير أوقات الجفاف والرطوبة من خلال حالات شاذة في ظروف الضغط الجوي، التي تستمر من أيام إلى عدة أشهر أو حتى سنوات؛ فعلى سبيل المثال: ارتبطت مدة الجفاف التي أثرت على أجزاء واسعة من منطقة البحر المتوسط خلال الثمانينيات والتسعينيات بمراحل إيجابية من مؤشر تذبذب شمال الأطلسي NAO(Hurrell, 1995. ;Hurrell and van Loon, 1997)، ومع ذلك ،توجد اختلافات مكانية واضحة في تأثير أنماط دوران الغلاف الجوي على هطول الأمطار في منطقة البحر المتوسط (Gonzalez-Hidalgo et al. 2009).حتى عبر مسافات صغيرة تصل الى 100كيلومتر، نتيجةلأنماط التضاريس وتوزيع البحار والمحيطات (Vicente‐Ser-rano. et al.2009; Goodess,2002). وقد دلت الأعمال السابقة على أن التباينالمكاني والزماني لهطول الأمطاريرتبط ارتباطاً وثيقا بأساليب وأنماط دوران الغلاف الجوي (Hurrell 1995; Dünkeloh and Jacobeit 2003; Beranová and Huth 2008) تأثير مؤشر MOI على المناخ ، وخاصة درجة حرارة الهواء وهطول الأمطار تم تأكيده في الأبحاث (Maheras&Kutiel, 1999; Supić et al., 2004; Burić et al., 2014) حيث يرتبط مؤشر MOI ارتباطاً وثيقاً في فصل الشتاء بأنماط الاتصال عن بعد في نصف الكرة الشمالي بتذبذب القطب الشمالي AO وتذبذب شمال الأطلسي NAO (Dunkeloh and Jacobeit, 2003).

إن مؤشريNAO وMOI من المحتمل أن يؤثرا على تقلب هطول الأمطار في

الجزء الغربي من شمال إفريقيا: (ساحل المغرب، والغرب الجزائري) مع قيم ارتباط سالبة ذات أهمية إحصائية مقارنة مع الجزء الشرقي مع نتائج إيجابية ضعيفة (Djebbar. et al. 2020) ،إلى جانب ذلك تم الحصول على ارتباطات موجبة - صغيرة نوعاً ما من: 22%إلى: 41% -لكنها مهمة وذات دلالة إحصائية بين مؤشرNAO،والأمطار في فصل الشتاء في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا (الحبتي وآخرون، 2020).

أجرى كل من Colacino و 1993) Conte)، وكذلك Piervitali وآخرون (1999). دراسة مناخية للبحر المتوسط لوحظ فيها تذبذبٌ ثنائي القطب في أنماط الضغط بين المنطقة الوسطى والغربية والشرقية،وقدم فيها الباحثون مؤشر MOI لوصف هذا التذبذب فتبين أن MOI يوضح التباين السنوي لهطول الأمطار فوق حوض البحر المتوسط أفضل من مؤشر NAO(Brunettiet al.2002).بحث Gonzalez-Hidalgoوآخرون عن الصلة بين مؤشرات NAO وMOI وتذبذب غرب البحر المتوسط (WeMO))، ونمط هطول الأمطار الشهري لشبه الجزيرة الأيبيرية، فتحصلوا على ارتباطات مهمة بين MOI وبيانات الأمطار في بعض الأشهر مثل: ديسمبر، ومارس (Gonzalez-Hidalgo et al.2009).

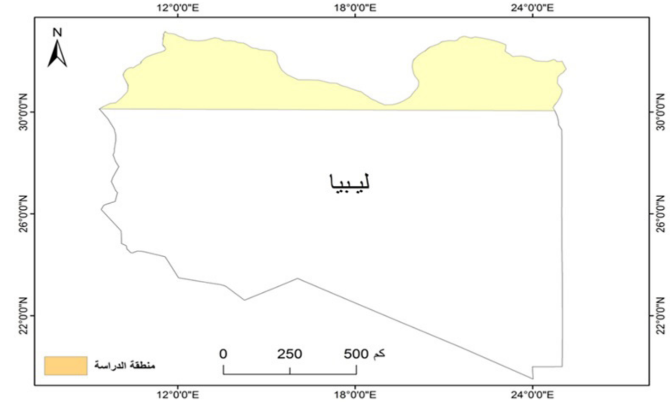
كما بحث Ramdan وآخرون2012 عن العلاقة بين الاتصالات الجوية عن بعد ونظام درجة الحرارة وهطول الأمطار في حوض الليطاني في لبنان، ونتيجة لذلك، أشاروا إلى أن مؤشر MOI له ارتباطات إيجابية عالية مع هطول الأمطار في فصل الشتاء بشكل عام في حوض الليطاني(Ramadan et al.2012). درس أيضاً (Törnros 2013) العلاقة بين بيانات هطول الأمطار الشتوية ومؤشر MOIفي جنوب بلاد الشام، ضمن هذا النطاق فوجد أن مؤشر MOI له ارتباطات إيجابية مع هطول الأمطار في فصل الشتاء، علاوة على ذلك، و أشار أيضاً إلى أن كمية الأمطار تميل إلى أن تكون أعلى عندما تكون قيمةMOI إيجابية مؤثرة من ناحية أخرى، فإذا كانت قيمةMOI سلبية فعالة، فإن كميّات هطول الأمطار تميل إلى أن تكون أقلّ من المتوسط (Törnros .2013).

وبحث (Soto وCriado) عن العلاقة بين مؤشراتMOIومتغيرات المناخ مثل الأمطار والتبخر في حوض البحر المتوسط، فوجدا ارتباطات سلبية بين هطول الأمطار ومؤشراتMOI.(Criado-Aldeanueva, & Soto-Navarro.2013) ومن خلال عرض الدراسات السابقة لم تكن هناك دراسة تختص بعلاقة أي من مؤشرات تذبذب البحر المتوسط والأمطار في ليبيا،عليه استهدفت الدراسة الكشف عن العلاقة بين مؤشريMO1 وMO2 والأمطار بشمال ليبيا.

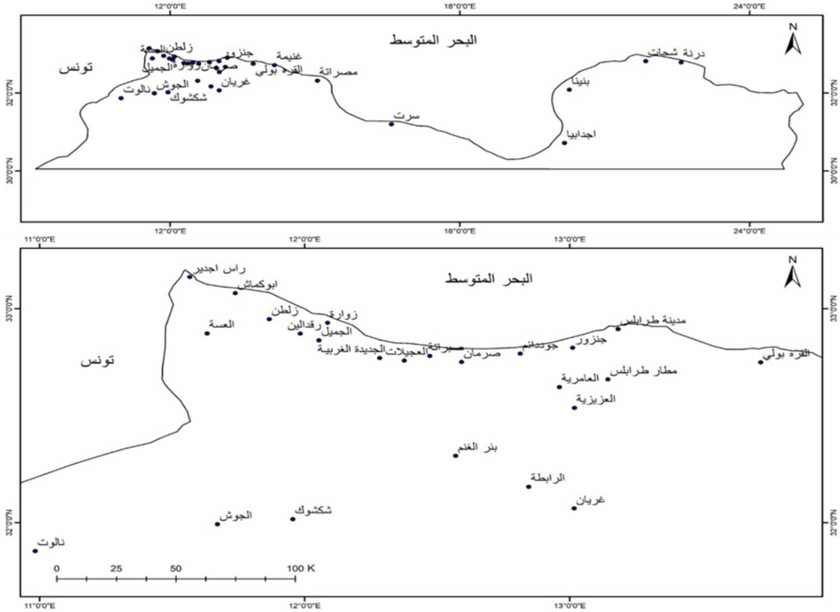
2. منطقة الدراسة

تم تحديد موقع الدراسة في الجزء الشمالي من ليبيا ـ القريب من الساحل نسبياً ـ نظراً لقلة الأمطار، أو انعدامها كلما ابتعدنا عن ساحل البحر المتوسط، وبذلك تنحصر منطقة الدراسة بين خطي طول 9 إلى25 درجة شرقاً ودائرتي

عـرض 30 إلى34 درجـة شـمالاً تقريبـاً؛ شـكل(1). ويوضـح شـكل (2) توزيـع محطـات الأمطـار في شـمال ليبيـا.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة بشمال ليبيا



المصدر: الباحث (تم تكبير الجزء الغربي لأجل توضيح أسماء المحطات)

شكل (2) موقع توزيع محطات الأمطار بشمال ليبيا

3. مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة في عدم توفر معلومات حول علاقة وتأثير مؤشرات تذبذب البحر المتوسط - بما فيها مؤشر MOI-1 و MOI-2- على أمطار شمال ليبيا، مما دعا الباحث الى محاولة كشف نوع هذه العلاقة.

4. هدف الدراسة

الهدف الدراسة إلى تحديد ما إذا كان مؤشرا MOI-1 و MOI-2 لهما علاقة ببيانات كمية الأمطار في شمال ليبيا للمدة 1960-2000 بالإضافة إلى توضيح الاختلافات المكانية والزمانية بينهما، وأيهما أكثر ملائمة.

5. أهمية الدراسة

من المؤكد أن التعرف على نوع العلاقة بين مؤشري تذبذب البحر المتوسط (MO1 و MO2)، وتتبع حالتهما الموجبة والسالبة وارتباطهما بكمية الأمطار في شمال ليبيا، ذو أهمية من خلال التوقع ولو نسبياً عن حالة الأمطار بشمال ليبيا.

6. البيانات وطريقة البحث

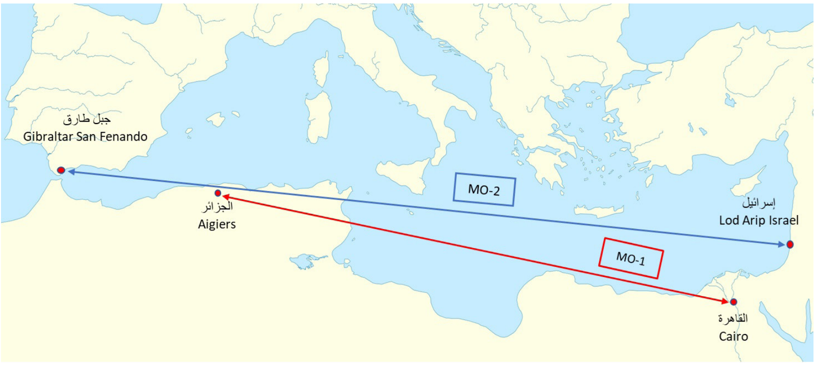
استُخدام المجموع الشهري للأمطار في 31 محطة موزعة على شمال ليبيا، بداية من شهر أكتوبر إلى مارس للمدة2000-1960. من خلال البيانات المتحصل عليها من مركز الأرصاد الجوية طرابلس. أما بيانات مؤشري تذبذب البحر المتوسط (MO2-MO1) الشهرية للمدة 2000-1960 تم الحصول عليها من وحدة البحوث المناخية بجامعة East Anglia (2021) Mediterranean Oscillation Index (MOI). ولأن من أهداف الدراسة تحليل علاقة الارتباط بين المؤشرين وبيانات كمية الأمطار فقد تم التحقق من ذلك عن طريق استخدام معامل الارتباط بيرسون (R)، ومن ثم التحقق من أهمية الارتباط باستخدام اختبارT-test بمستوى معنوية P-value أقلّ من 0.05 .إلى جانب ذلك تم تحويل نتائج قيم الارتباط وقيم مستوى المعنوية P-valueإلى خرائط لكل منهما باستخدام برنامج GIS-10.7 بطريقة مقلوب المسافة الموزونة Inverse Distance Weighting (IDW) Interpolation.

7. مؤشرات دوران الغلاف الجوي (MOI)

المؤشرات المناخية هي أدوات تشخيصية تستخدم لوصف الظروف المناخية وحالة النظام المناخي.في هذه الدراسة تم حساب مؤشري MOI-1و MOI-2بالرغم من وجود أكثر من مؤشر في حوض البحر المتوسط ؛إلا أن هذه الدراسة سوف تتطرق إلى هذين المؤشرين لموقعهما المناسب من شمال ليبيا؛ شكل(3)، هناك نسختان من مؤشر تذبذب البحر المتوسط(MOI) Mediterranean Oscillation Index. الأول (MOI-1) يعرف بأنه فرق الضغط الطبيعي بين الجزائر العاصمة (36.4 درجة شمالاً، 3.1 درجة شرقاً)، و القاهرة (30.1 درجة شمالاً ، 31.4 درجة شرقاً) ،ويرمز له كذلك بالاختصار(MOAC) تم حسابه وفقاً للباحث Conte

وآخرين (Criado-Aldeanueva and Soto,2013) والثاني مؤشر (MOI-2) محسوب بين شمال جبل طارق (36.1 درجة شمالاً ، 5.3 درجة غرباً) وإسرائيل (32.0 درجة شمالاً ، 34.5 درجة شرقاً) ويرمز له كذلك (MOGI) بناءً عن الباحث (Palutikof,2003) Palutikof، et al.,2017) Martić-Bursać).

في المرحلة الإيجابية من مؤشر MO1 ، تكون الأعاصير شديدة بشكل غير طبيعي في حين أنه في المرحلة السلبية يكون ضعيفاً أيضاً بشكل غير طبيعي.
وجد Piervitali وآخرون في المدة المدروسة (1951-1995) أن اتجاه كمية الأمطار فوق وسط غرب حوض البحر المتوسط آخذ في التناقص، كما يزداد الانخفاض من الشمال إلى الجنوب، وهذا قد يعني ضمناً تقدم التصحر نحو خطوط العرض العليا (Piervitali et al.,1998).



شكل (3) مؤشر تذبذب البحر الأبيض المتوسط (MO-1 و MO-2)

8. النتائج والمناقشة:

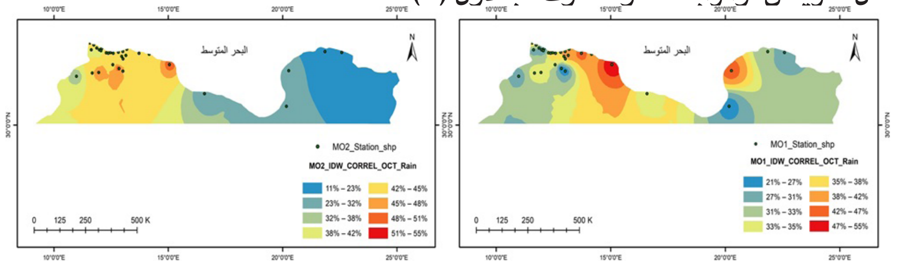
1.8. تحليل الارتباط بين مؤشري (MO2-MO1) وبيانات كمية الأمطار

أظهرت نتائج الدراسة في هذا الجانب من تحليل الارتباط بين مؤشري MO1-MO2 وبيانات الأمطار الشهرية في شمال ليبيا ارتباطاً موجباً في كافة الأشهر وفي محطات الدراسة البالغ عددها 31 محطة وهي كالتالي:

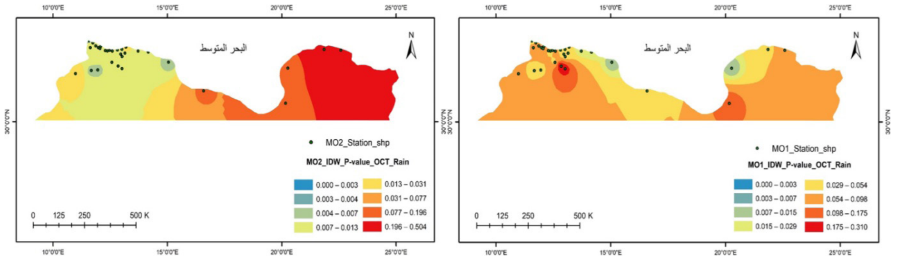
1.8. 1. شهر أكتوبر

من خلال مقارنة نتائج قيم الارتباط بين مؤشري MO2- MO1 والأمطار في شهر (أكتوبر)؛ يتضح أن مؤشر MO2 له تأثير أقوى من مؤشر MO1 على المنطقة الغربية بالكامل بداية من رأس جدير مروراً بمنطقة الجبل الغربي إلى حدود منطقة مصراتة بدلالة إحصائية أقلّ من 0.05؛ وحسب نتائج تحليل الارتباط أيضاً أن مؤشر MO2 لا يؤثر على المنطقة الوسطى والشرقية بداية من سرت إلى منطقة درنة حيث كانت قيمة P-valueأكبر من 0.05 جدول (3) و شكل (5،4).

ومـن ناحيـة أخـرى فقـد كان مـؤشر MO1 لـه تأثـير متباين عـلى المنطقـة الغربية فعـلى سـبيل المثـال يتضـح مـن شـكل(5) الخـاص بمعامـل الارتبـاط لمـؤشر MO1 ان منطقـة أقـصى السـاحل الغربـي (يسـتثنى رأس جديـر و أبوكمـاش) بدايـة مـن العسـة إلى منطقـة الجديـدة الغربيـة لا تخضـع إلىتأثـيرMO1 وحسـب نتائـج تحليـل الارتبـاط والدلالـة الإحصائيـة لمنطقـة الدراسـة يكـون تأثـير المـؤشرMO1 عـلى الأمطـار بدايـة مـن منطقـة العجيـلات مـروراً بطرابلـس وكذلـك مصراتـة وسرت ،مـع وجـود بعـض المناطـق التـي لا تتأثـر بالمـؤشر؛ فقـد كانـت نتائـج الدلالـة الإحصائيـة أكـبر مـن 0.05 مثـل: غريـان، والرابطـة، و نالـوت؛ جـدول (1).



شكل (4) التوزيع المكاني للارتباط بينMO1 والأمطار على اليمين و MO2على اليسار لشهر اكتوبر.



شكل(5) معامل الارتباط عند مستوى أهمية P-value أقلّ من 0.05 على اليسارMO1 وعلى اليمين MO2 لشهر أكتوبر

2 .1.8. شهر نوفمبر

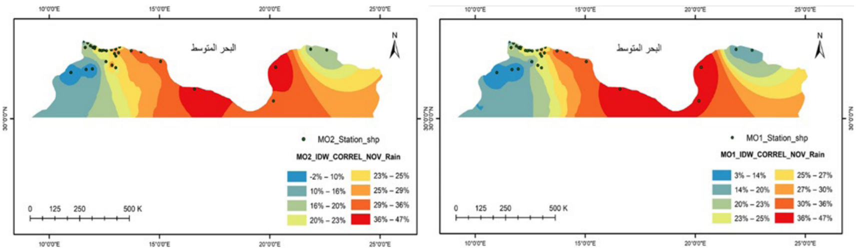
يتضـح مـن خـلال جـدول(1،3) وشـكل (6،7) وجـود تشـابه في نتائـج تحليـل علاقـة ارتبـاط مـؤشر كل مـنMO1 وMO2 بأمطـار شـهر نوفمـبر حيـث كانـت النتائـج للمؤشريـن غـير دالـة إحصائيـاً في أقـصى الشـمال الغربـي وأقـصى الشـمال الشرقـي، بجانـب ذلـك كانـت هنـاك علاقـات مهمـة للمؤشريـن في غـرب ليبيـا بدايـة مـن منطقـة القـره بولـلي وغنيمـة بالاتجـاه شرقـاً مـروراً بمنطقـة مصراتة،وتتضـح زيـادة قـوة وأهميـة الارتبـاط ذي الدلالـة الإحصائيـة بشـكل ملحـوظ بمنطقـة خليـج سرت بدايـة مـن منطقـة سرت بالاتجـاه نحـو الـشرق إلى أجدابيـا و بنينـا، ويمكـن الإشـارة إلى أن

مجموع كمية الأمطار لشهر نوفمبر تقل عن كمية أمطار شهر أكتوبر في أغلب محطات منطقة الدراسة ـ كما في جدول (2).

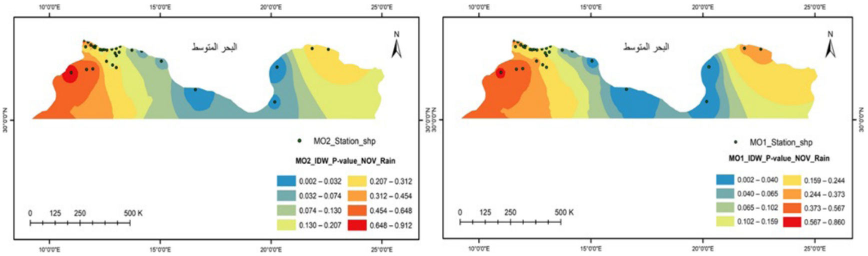
جدول (1) علاقة الارتباط R بين MO1 والأمطار عند مستوى أهمية أقلّ $P<0.05$

المحطة	أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر		يناير		فبراير		مارس	
	R-MO1	P-MO1	R-MO1	P-MO1	R-MO1	P-MO1	R-MO1	P-MO1	R-MO1	P-MO1	R-MO1	P-MO1
راس اجدير	0.407	0.013	0.064	**0.708**	0.158	**0.350**	0.307	**0.065**	-0.093	**0.585**	-0.012	**0.942**
ابوكماش	0.371	0.026	0.270	**0.111**	0.425	0.010	0.199	**0.244**	-0.048	**0.782**	0.039	**0.823**
العسة	0.259	**0.102**	0.272	**0.086**	0.414	0.007	0.198	**0.214**	0.048	**0.764**	-0.015	**0.926**
زلطن	0.306	**0.065**	0.119	**0.482**	0.346	0.036	0.176	**0.298**	-0.025	**0.885**	-0.016	**0.925**
زوارة	0.274	**0.087**	0.192	**0.235**	0.573	0.000	0.248	**0.123**	0.084	**0.607**	0.018	**0.912**
رقدالين	0.268	**0.090**	0.243	**0.126**	0.338	0.031	0.266	**0.092**	0.000	**1.000**	-0.025	**0.877**
الجميل	0.262	**0.112**	0.273	**0.097**	0.508	0.001	0.222	**0.181**	0.115	**0.492**	-0.255	**0.122**
الجديدة الغربية	0.315	**0.058**	0.244	**0.145**	0.263	**0.115**	0.305	**0.066**	0.072	**0.672**	0.059	**0.730**
العجيلات	0.398	0.010	0.257	**0.105**	0.462	0.002	0.417	0.007	0.178	**0.266**	0.023	**0.887**
صبراتة	0.475	0.002	0.264	**0.095**	0.449	0.003	0.305	**0.052**	0.141	**0.381**	0.103	**0.520**
صرمان	0.302	**0.134**	0.236	**0.246**	0.500	0.009	0.417	0.034	0.161	**0.431**	0.227	**0.264**
جوددائم	0.388	0.013	0.217	**0.178**	0.415	0.008	0.436	0.005	0.117	**0.474**	-0.049	**0.763**
جنزور	0.421	0.006	0.301	**0.056**	0.395	0.011	0.297	**0.059**	0.246	**0.121**	0.042	**0.793**
مدينة طرابلس	0.381	0.035	0.228	**0.218**	0.498	0.004	0.373	0.039	0.083	**0.656**	-0.034	**0.855**
القره بولي	0.484	0.003	0.356	0.033	0.615	0.000	0.276	**0.104**	0.197	**0.249**	-0.010	**0.952**
غنيمة	0.388	0.013	0.355	0.024	0.664	0.000	0.396	0.012	0.165	**0.308**	0.129	**0.428**
مطار طرابلس	0.455	0.003	0.295	**0.061**	0.289	**0.067**	0.341	0.029	0.120	**0.454**	0.050	**0.756**
العامرية	0.380	0.014	0.239	**0.133**	0.422	0.006	0.357	0.022	0.074	**0.644**	0.203	**0.204**
العزيزية	0.346	0.027	0.205	**0.199**	0.478	0.002	0.352	0.024	0.154	**0.336**	0.180	**0.260**
غريان	0.213	**0.259**	0.240	**0.201**	0.430	0.018	0.141	**0.457**	-0.004	**0.984**	0.107	**0.574**
بئر الغنم	0.350	0.025	0.155	**0.334**	0.329	0.036	0.282	**0.074**	0.007	**0.965**	0.223	**0.161**
الرابطة	0.212	**0.310**	0.250	**0.228**	0.535	0.006	0.336	**0.101**	-0.051	**0.810**	0.189	**0.367**
شكشوك	0.380	0.024	0.031	**0.860**	0.225	**0.194**	0.237	**0.171**	0.019	**0.915**	0.125	**0.474**
الجوش	0.343	0.028	0.112	**0.486**	0.280	**0.076**	0.427	0.005	0.015	**0.928**	0.043	**0.787**
نالوت	0.276	**0.081**	0.075	**0.642**	0.333	0.033	0.219	**0.169**	-0.083	**0.606**	0.098	**0.542**
مصراتة	0.551	0.000	0.365	0.019	0.708	0.000	0.455	0.003	0.444	0.004	0.231	**0.147**
سرت	0.331	0.035	0.437	0.004	0.663	0.000	0.545	0.000	0.468	0.002	0.465	0.002
اجدابيا	0.245	**0.127**	0.361	0.022	0.637	0.000	0.389	0.013	0.323	0.042	0.322	0.042
بنينا	0.443	0.004	0.467	0.002	0.654	0.000	0.362	0.022	0.319	0.045	0.375	0.017
شحات	0.312	0.047	0.184	**0.250**	0.530	0.000	0.562	0.000	0.383	0.013	0.374	0.016
درنة	0.282	**0.078**	0.177	**0.274**	0.562	0.000	0.379	0.016	0.507	0.001	0.308	0.053

المصدر: الباحث (الأرقام الداكنة غير معنوية)



شكل (6) التوزيع المكاني للارتباط بينMO1 والأمطار على اليمين و MO2 على اليسار لشهر نوفمبر



شكل (7) معامل الارتباط عند مستوى أهمية P-value أقلّ من 0.05 على اليسارMO1 وعلى اليمين MO2 لشهر نوفمبر

جدول (2) مجموع كميات الأمطار الشهرية خلال فترة 39 سنة ممتدة من عام 1961 - 2000

المحطة 61-2000	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس
العسة	1165.8	794.5	918.2	853.6	669	749.8
نالوت	946.6	538.1	549.8	633.4	658.6	1323.8
الجوش	855.9	561.4	527.7	633.5	604.9	971.5
رقدالين	1416.5	902.8	1379.3	1405.3	726.7	783
زوارة	1636.7	1462.8	1784.3	1569.2	870.3	811.6
العجيلات	1674	1198	1347	1286.7	842.6	858.4
صبراتة	1623.3	1158	1581.7	1445.3	823.7	913.2
بئر الغنم	1207	815	1058	1194.9	1014.5	1247.1
جود دائم	1283.3	1469.8	1958.4	2113.9	1235.6	929.7
العامرية	1683	1561.8	1641.9	2164.7	1292.7	1190.7
العزيزية	1408.4	1196.7	1630.6	1964.4	1297.8	1194.6
مطار طرابلس	1593.8	1557.1	1926.1	2267.8	1338.1	1260.5
جنزور	1478.3	1555.9	2033.7	2317.1	1114.3	870.4
مصراتة	1552.1	1895.5	2335.2	2376	1092.5	853.6
سرت	1174	1059.6	1676.4	1635.4	942.3	657
اجدابيا	342.4	784.7	1758.1	1691.1	774.7	506.5
بنينا	805.0	1377.2	2628.3	2681.1	1704.8	1089.4
شحات	2301.9	2609.2	4627.6	4924.8	3518.9	2678.2
درنة	1461.3	1086.5	2200.3	2569	1578.1	860.1

المصدر: مركز الأرصاد الجوية طرابلس،تجميع الباحث.

جدول(3) علاقة الارتباط R بين 2MO والأمطار عند مستوى أهمية أقلّ$P<0.05$

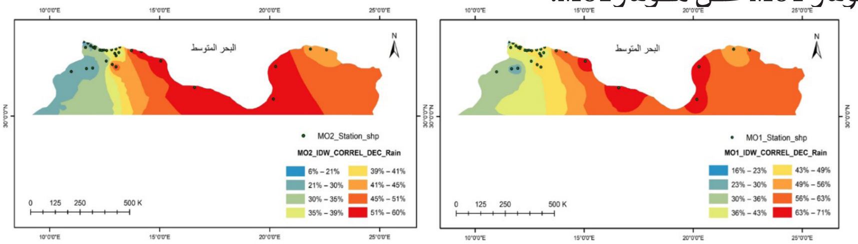
المحطة	أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر		يناير		فبراير		مارس	
	R-MO2	P-MO2	R-MO2	P-MO2	R-MO2	P-MO2	R-MO2	P-MO2	R-MO2	P-MO2	R-MO2	P-MO2
راس اجدير	0.466	0.004	0.035	**0.839**	0.064	**0.708**	0.272	**0.103**	-0.066	**0.699**	0.033	**0.845**
ابوكماش	0.475	0.003	0.226	**0.186**	0.308	**0.068**	0.084	**0.625**	-0.014	**0.935**	0.078	**0.650**
العسة	0.391	0.012	0.243	**0.125**	0.377	0.015	0.116	**0.470**	0.140	**0.382**	0.003	**0.987**
زلطن	0.410	0.012	0.078	**0.646**	0.207	**0.218**	0.129	**0.445**	0.027	**0.872**	-0.018	**0.918**
زوارة	0.399	0.011	0.163	**0.313**	0.457	0.003	0.223	**0.166**	0.183	**0.258**	0.002	**0.992**
رقدالين	0.374	0.016	0.199	**0.213**	0.274	**0.084**	0.293	**0.063**	0.099	**0.539**	-0.010	**0.953**
الجميل	0.367	0.024	0.291	**0.076**	0.360	0.026	0.259	**0.116**	0.157	**0.346**	-0.214	**0.197**
الجميدة الغربية	0.455	0.005	0.200	**0.235**	0.135	**0.427**	0.344	**0.037**	0.128	**0.450**	0.093	**0.585**
العجيلات	0.513	0.001	0.265	**0.093**	0.398	0.010	0.430	**0.005**	0.217	**0.172**	0.012	**0.938**
صبراتة	0.553	0.000	0.228	**0.151**	0.367	0.018	0.269	**0.089**	0.139	**0.387**	0.079	**0.622**
صرمان	0.443	0.023	0.182	**0.374**	0.401	0.043	0.490	0.011	0.118	**0.567**	0.200	**0.328**
جودائم	0.441	0.004	0.258	**0.107**	0.315	0.048	0.400	0.010	0.213	**0.188**	-0.030	**0.853**
جنزور	0.470	0.002	0.286	**0.070**	0.401	0.009	0.287	**0.069**	0.231	**0.146**	0.047	**0.772**
مدينة طرابلس	0.394	0.028	0.221	**0.231**	0.426	0.017	0.400	0.026	0.167	**0.370**	0.010	**0.956**
القره بولي	0.465	0.004	0.302	**0.074**	0.532	0.001	0.331	0.049	0.175	**0.307**	0.070	**0.685**
غنيمة	0.404	0.010	0.345	0.029	0.565	0.000	0.390	0.013	0.213	**0.186**	0.173	**0.285**
مطار طرابلس	0.437	0.004	0.282	**0.074**	0.302	**0.055**	0.382	0.014	0.250	**0.115**	0.061	**0.706**
العمرية	0.372	0.016	0.243	**0.127**	0.393	0.011	0.309	**0.050**	0.183	**0.253**	0.174	**0.278**
العزيزية	0.344	0.028	0.215	**0.176**	0.425	0.006	0.360	0.021	0.194	**0.225**	0.187	**0.240**
غريان	0.450	0.013	0.208	**0.270**	0.495	0.005	0.236	0.209	0.073	**0.703**	0.180	**0.340**
بئر الغنم	0.438	0.004	0.193	**0.227**	0.262	**0.097**	0.167	**0.297**	0.121	**0.451**	0.280	**0.077**
الرابطة	0.512	0.009	0.296	**0.151**	0.466	0.019	0.324	**0.115**	0.007	**0.972**	0.246	**0.236**
شكشوك	0.479	0.004	-0.019	**0.912**	0.203	**0.242**	0.280	**0.104**	0.162	**0.351**	0.215	**0.215**
الجوش	0.449	0.003	0.085	**0.598**	0.303	**0.054**	0.347	0.026	0.112	**0.487**	0.117	**0.466**
نالوت	0.334	0.033	0.031	**0.849**	0.287	**0.069**	0.177	**0.268**	0.027	**0.866**	0.142	**0.377**
مصراتة	0.489	0.001	0.300	**0.057**	0.596	0.000	0.490	0.001	0.472	0.002	0.276	**0.081**
سرت	0.269	**0.088**	0.411	0.008	0.525	0.000	0.419	0.006	0.437	0.004	0.489	0.001
اجدابيا	0.245	**0.127**	0.346	0.029	0.560	0.000	0.446	0.004	0.341	0.032	0.305	**0.056**
بنينا	0.279	**0.081**	0.475	0.002	0.578	0.000	0.384	0.015	0.324	0.042	0.423	0.007
شحات	0.107	**0.504**	0.198	**0.214**	0.442	0.004	0.537	0.000	0.379	0.015	0.388	0.012
درنة	0.121	**0.459**	0.160	**0.324**	0.429	0.006	0.242	**0.132**	0.503	0.001	0.339	0.032

المصدر: الباحث (الأرقام الداكنة غير معنوية)

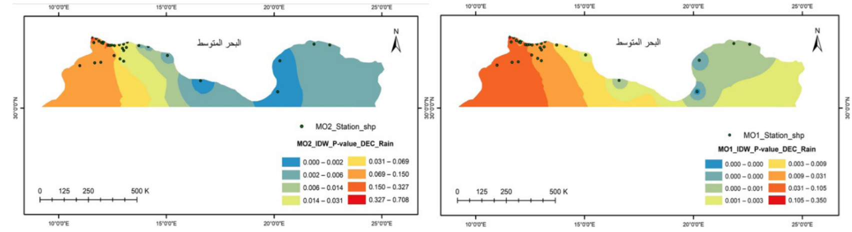
3.1.8. شهر ديسمبر

يمكن القول أن مجموع بيانات هطول الأمطار في شهر ديسمبر له علاقة واضحة بمؤشر كل من تذبذب البحر المتوسط MO1 و MO2 في معظم محطات منطقة الدراسة، كما أن قيم الارتباط تتجه إلى الارتفاع في مؤشر MO1 عن مؤشر MO2، ونتيجة لذلك نجد في أقصى الشمال الغربي من سهل الجفارة قرابة 5 محطات أمطار فقط ذات ارتباطات ضعيفة بمؤشر MO1 في حين نجد 10 محطات أمطار ارتباطاتها ضعيفة بمؤشر MO2في ذات المكان مما يدل على اختلاف قوة التأثير بينهما كما في جدول(3،1) و من خلال شكليّ (9،8) يميل الارتباط بين MO2-MO1 والأمطار بالمناطق الساحلية إلى أن يكون بشكل جيد في هذا الشهر حيث تتراوح القيم ما بين -%42 %71بداية من منطقة العجيلات بالاتجاه نحو

الـشرق مــروراً بالعاصمــة طرابلــس، كمــا يلاحــظ تزايــد قــوة الارتبــاط مــع بداية منطقــة مصراتــة بالاتجــاه نحــو الـشرق مــع ميـل واضـح نحـو زيـادة قـوة ارتبـاط مــؤشر MO1 عــن مــؤشر MO2.



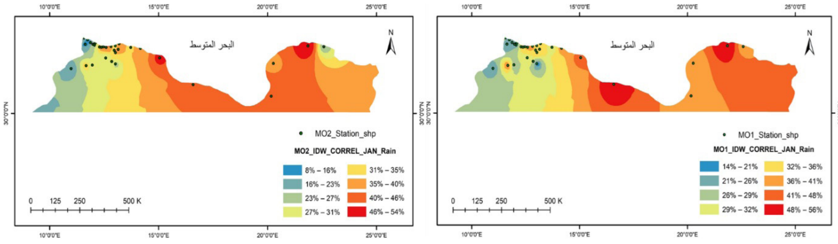
شكل (8) التوزيع المكاني للارتباط بين MO1 والأمطار على اليمين و MO2 على اليسار لشهر ديسمبر



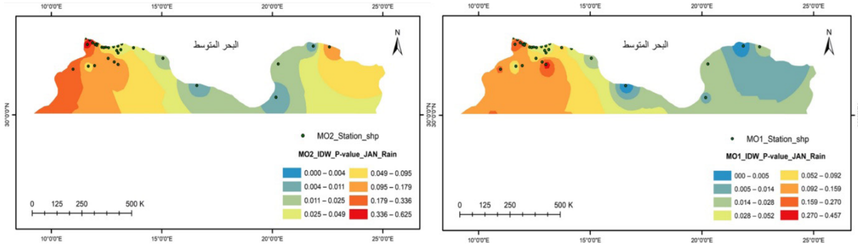
شكل (9) معامل الارتباط عند مستوى أهمية P-value أقلّ من0.05على اليسارMO1 وعلى اليمين MO2 لشهر ديسمبر

4 .1.8. شهر يناير

يعــد شــهر ينايــر مــن أكثــر الشــهور أمطــاراً في ليبيــا ،ومــن خــلال نتائــج تحليــل الارتبــاط بــين كميــة الأمطــار لهــذا الشــهر ومــؤشري MO1وMO2 اتضــح أنهمــا متشــابهان تشــابهاً كبــيراً مــن حيــث نتائــج قيــم الارتبــاط وقيــم P-value للدلالــة الإحصائيــة جــدول (3،1) لشــهر ينايــر ،وبالنظــر إلى شــكل (10) يتضــح ضعــف الارتبــاط في أقــصى غــرب البــلاد ؛خاصــة مناطــق أقــصى الشــمال الغربــي والمناطــق التــي تبعــد عــن الســاحل بمــا فيهــا منطقــة الجبــل الغربــي؛ فقــد كان الارتبــاط بهــذه المناطــق ضعيــف جــداً؛ يقــل عــن 30 %، لكــن بالمقابــل يــزداد الارتبــاط في المناطــق الســاحلية غــرب البــلاد، ويبــدأ الارتبــاط فيهــا بالزيــادة بدايــة مــن منطقــة العجيــلات الســاحلية بالاتجــاه شرقــاً، إلى منطقــة شــحات ليــتراوح مــا بــين 35 % إلى 56 % بدلالــة إحصائيــة أقلّمــن 0.05.



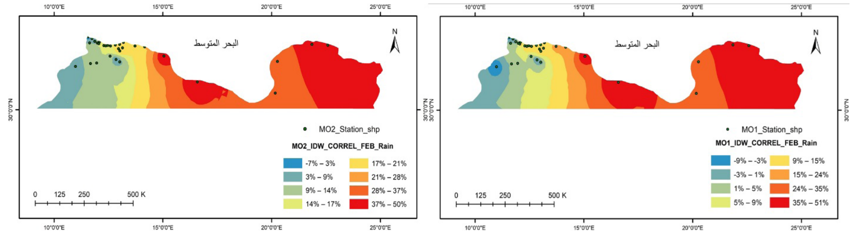
شكل (10) التوزيع المكاني للارتباط بينMO1 والأمطار على اليمين و MO2 على اليسار لشهر يناير



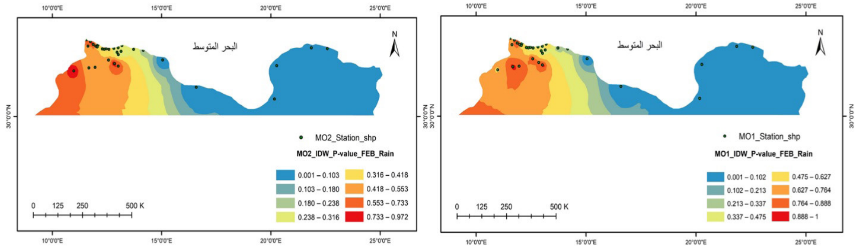
شكل(11)معامل الارتباط عند مستوى أهمية P-valueأقلّ من0.05 على اليسارMO1 وعلى اليمين MO2 لشهر يناير

1.8. 5. شهر فبراير

تقل الأمطار في شهر فبراير مقارنة بشهر يناير في جميع محطات شمال ليبيا خلال فترة الدراسة 1960-2000 و من مقارنة نتائج الارتباط بين مؤشري MO2-MO1 والأمطار يتضح أن قوة الارتباط تقل أيضاً في شهر فبراير بشكل واضح مقارنة بشهر يناير، كما أن MO1 وMO2 حسب التحليلات الإحصائية لا يعتبر مؤثراً على أمطار منطقة شمال غرب ليبيا ـ شكل (13)، بما فيها منطقة سهل الجفارة ـ ذات الأهمية السكانية والاقتصادية ،وكذلك الجبل الغربي ،كما يمكن تحديد المنطقة الساحلية التي لا تخضع أيضاً لتأثير مؤشري تذبذب البحر المتوسط بداية من رأس جدير مروراً بجميع المناطق الساحلية في غرب البلاد إلى منطقة زليتن فقد كانت قيمة P-value في جميع هذه المناطق أكبر من 0.05. ومن جهة أخرى تعتبر منطقة مصراتة الواقعة غرب البلاد بداية تأثير تذبذب البحر المتوسط MO1 و MO2على كمية الأمطار بالاتجاه نحو الشرق فقد تراوحت قيم الارتباط ما بين 31 % و 50 % بدلالة إحصائية ـ كما في جدول(3،1)، ونخلص إلى أن تأثير المؤشرين على الأمطار متساوٍ ـ تقريباً في شهر فبراير على كامل منطقة الدراسة.



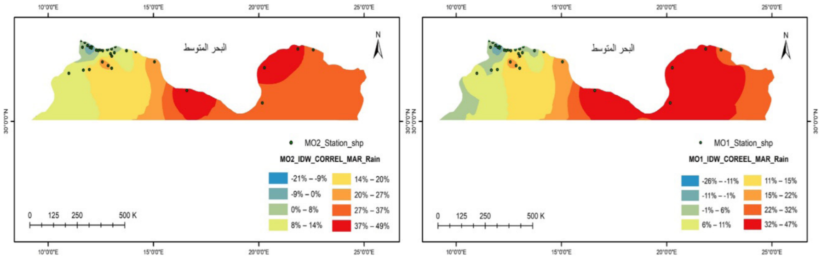
شــكل (12) التوزيــع المكانــي للارتبــاط بــينMO1 والأمطــار عــلى اليمــين و MO2 عــلى اليســار لشــهر فبرايــر



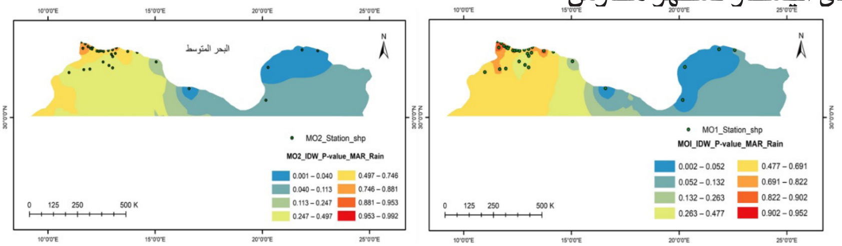
شــكل (13) معامــل الارتبــاط عنــد مســتوى أهميــة P-value أقــلّ مــن 0.05 عــلى اليســـارMO1 وعــلى اليمــين MO2 لشــهر فبرايــر

1.8. 6. شهر مارس

تقــل كميــة الأمطــار بشــكل واضــح في شــهر مــارس؛ مقارنــة بشــهر فبرايــر، في أغلــب مناطــق شــمال ليبيــا خــلال المــدة الممتــدة بــين عامــي 1961-2000باســتثناء مناطــق أقــصى غــرب ســهل الجفــارة- جــدول (2)، تــزداد فيهــا كميــة الأمطــار في شــهر مــارس عــن كميــة الأمطــار في شــهر فبرايــر. معظــم الارتباطــات التــي تــم الحصــول عليهــا موجبــة حتــى وإن كانــت متوســطة لكنهــا ذات دلالــة إحصائيــة- شــكل (14)، بدايــة مــن منطقــة سرت مــروراً بشــحات ودرنــة في شرق البــلاد. أمــا المنطقــة الغربيــة بدايــة مــن شرق سرت إلى رأس جديــر، وســهل الجفــارة، والجبــل الغربي؛فقــد لوحــظ عــدم تأثــير مــؤشري MO2-MO1 عــلى أمطــار هــذه المناطــق المذكــورة كمــا تبــين مــن خــلال نتائــج التحليــلات الإحصائيــة ـ جــدول(1،3).



شكل (14) التوزيع المكاني للارتباط بين MO1 والأمطار على اليمين و MO2 على اليسار لشهر مارس



شكل (15) معامل الارتباط عند مستوى أهمية P-value أقلّ من 0.05 على اليسار MO1 وعلى اليمين MO2 لشهر مارس

2.8. علاقة أعلى كمية أمطار خلال المدة الممتدة بين عامي 1961 - 2000 بمؤشري MO1 وMO2

اتضح من خلال نتائج تحليل الارتباط أن الأمطار بشمال ليبيا ترتبط ارتباطاً موجباً (طردياً) بمؤشري(MO1-MO2)، لهذا من المتوقع ازدياد كمية الأمطار مع زيادة قيم (MO2-MO1) و انخفاض كمية الأمطار مع انخفاض قيمة (MO2- MO1) وذلك حسب قوة الارتباط والدلالة الإحصائية. وفي محاولة لزيادة التأكد تم اختيار أعلى 5 سنوات لكمية الأمطار خلال المدة الممتدة بين عامي 1961-2000بداية من شهر أكتوبر إلى مارس لـ19 محطة موزعة على شمال ليبيا؛فتم مقارنتها بمؤشري تذبذب البحر المتوسط MO1 وMO2 في حالتيهما الموجبة و السالبة، مقابل كل قيمة من كمية الأمطار خلال الخمس السنوات الأعلى على الإطلاق في كمية الهطول ،فقد تبين ارتباط كمية الأمطار في شهر ديسمبر - وهو ضمن أكثر الشهور أمطاراً- في معظمها بالقيمة الموجبة (+) لمؤشري MO2-MO1 وقليل جداً من المحطات ارتبطت بالقيمة السالبة (-) خلال سنوات المقارنة الخمس جدول (4) و (5). فعلى سبيل المثال في سنة 1991- وهي من ضمن السنوات الخمس الأكثر أمطاراً - هطلت أعلى كمية للمطر لشهر ديسمبر في محطات كل من: شحات (434.8ملم)، بنينا (234.7 ملم)، أجدابيا (200.5ملم)، سرت(220.9ملم)، مصراتة (167.1ملم) وجميعها ارتبطت بالقيمة الموجبة لـ+3.5 = +MO1

كما يمكن الإشارة إلى شهر أكتوبر لاختلاف ارتباطه بالمؤشرين بين غرب

البلاد وشرقها فقد تبين أن أعلى كمية أمطار لهذا الشهر في الخمس سنوات ارتبطت بالقيمة الموجبة(+) لـ MO2 في معظم المنطقة الغربية، أما في المنطقة الشرقية فقد ارتبطت القيم الأعلى في كمية الأمطار بالقيم السالبة (-) لـ MO2 في سنة أو سنتين من بين سنوات المقارنة الخمس ـ جدول(5). أما باقي الأشهر فقد كانت مقابل أعلى كميات الأمطار في الخمس سنوات الأعلى مطراً في بعض الأحيان الإشارة السالبة للمؤشر MO1 وMO2مع اختلافها من شهر إلى آخر.

جدول(4) مقارنة مؤشرMO-1 في الحالة (±) بكميات الأمطار في 5 السنوات الأعلى مطراً خلال الحقبة 1961-2000

العسة

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1974	177	0.05	1986	190	1.68	1986	79.5	2.33
1967	123	0.62	1987	79.5	-0.36	1980	78.5	1.52
1982	113	-0.22	1978	73	1.71	1985	76	0.68
1968	110.5	1.22	1980	57.5	0	1984	74.5	1.1
1997	69	-0.55	1970	50	0.9	1992	58.5	-0.28
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1990	127.7	0.98	1976	66.6	-0.35	1976	86.5	1.22
1964	81	1.11	1962	60	0.8	1979	69.5	-0.55
1976	69	1.01	1968	47.5	-1.79	1961	65	1.61
1998	40	-0.07	1979	44.1	-1.37	1972	57	-0.43
1984	39	0.41	1999	43	0.46	1989	44.5	0.43

العجيلات

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1974	213.5	0.05	1978	139.5	1.71	1984	155.5	1.1
1968	167.5	1.22	1986	123.2	1.68	1988	141.6	2.76
1982	131	-0.22	1987	113	-0.36	1962	99	0.19
1995	121	0.96	1990	95.9	-0.4	1985	91	0.68
1963	99	1.43	1984	81	-1.51	1975	80	0.33
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1964	116.3	1.11	2000	92	2.16	1976	92	1.22
1976	102	1.01	1964	60	0.21	1974	83.5	-1.35
1995	87.5	0.51	1996	54	-0.83	1965	75.1	1.04
1973	76.5	0.32	1975	48	0.84	1972	74.2	-0.43
1982	73.5	-0.02	1976	45.5	-0.35	1979	56	-0.55

نالوت

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1995	238.3	0.96	1987	87.3	-0.36	1985	81.5	0.68
1974	111.7	0.05	1986	85.9	1.68	1993	51	1.32
2000	94.1	-0.53	1988	62.8	-0.72	1984	42.6	1.1
1963	74.5	1.43	1980	53.2	0	1975	36.9	0.33
1997	55.9	-0.55	1966	30.7	0.92	1982	33.4	1.08
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1990	107.2	0.98	1996	108	-0.83	1976	251.9	1.22
1976	71.3	1.01	1976	81.9	-0.35	1962	111.8	-1.76
1992	37.5	0.64	1999	49.2	0.46	1992	74.6	-0.18
1964	28	1.11	1975	48.4	0.84	1986	66.4	0.25
1962	26.7	1.29	1987	35.3	-1	1961	60.7	1.61

صبراتة

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO1.	السنة	امطار.	MO1.	السنة	امطار.	MO1.
1982	155	-0.22	1986	162.5	1.68	1988	180.5	2.76
1963	154	1.43	1978	136.5	1.71	1984	122.5	1.1
1986	116.5	0.5	1993	95	-0.51	1985	122.5	0.68
1983	113	1.35	1979	62	1.43	1962	114	0.19
1968	98	1.22	1990	57.5	-0.4	1972	86.5	0.04
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO1.	السنة	امطار	MO1.	السنة	امطار	MO1.
1973	155	0.32	1975	67	0.84	1989	119	0.43
1964	142	1.11	1962	56	0.8	1974	110	-1.35
1995	121.5	0.51	1973	50.5	0.31	1976	95	1.22
1962	83	1.29	1976	46	-0.35	1972	78	-0.43
1990	78.5	0.98	1964	42.5	0.21	1965	50	1.04

الجوش

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
2000	110.5	-0.53	1980	100	0	1985	61	0.68
1974	86	0.05	1986	89	1.68	1980	59	1.52
1984	85	0.75	1987	61	-0.36	1984	45	1.1
1963	80.5	1.43	1962	40	-1.6	1982	38	1.08
1983	74	1.35	1978	33	1.71	1972	37.5	0.04
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1990	61.5	0.98	1996	111.2	-0.83	1986	119	0.25
1976	55.5	1.01	1976	52	-0.35	1976	94	1.22
1983	52.5	3.93	1999	44	0.46	1979	86.5	-0.55
1985	46	-1.21	1979	42.5	-1.37	1999	79	-0.94
1964	37	1.11	1964	36	0.21	1989	60	0.43

بئر الغنم

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1968	142	1.22	1980	111	0	1997	105	-1
1995	139	0.96	1986	103	1.68	1984	92.5	1.1
1982	122	-0.22	1990	96	-0.4	1980	81	1.52
1980	95.5	0.19	1979	53	1.43	1988	79	2.76
1983	91	1.35	1987	53	-0.36	1962	76.8	0.19
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1964	114.5	1.11	1996	138.5	-0.83	1998	105	1.8
1994	84.5	1.18	1979	80.5	-1.37	1997	94	2.42
1962	75.2	1.29	1982	59.2	0.32	1972	83.5	-0.43
1963	74.2	-1.51	1976	57.5	-0.35	1974	80	-1.35
1982	59.5	-0.02	1993	57	0.72	1979	79.5	-0.55

رقدالين

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1982	206	-0.22	1987	113	-0.36	1984	153.7	1.1
1968	144	1.22	1978	106.5	1.71	1985	110.5	0.68
1983	103.6	1.35	1986	96.5	1.68	1972	99	0.04
1978	92	1.01	1990	50.3	-0.4	1988	85	2.76
1974	87	0.05	1988	45	-0.72	1997	78.5	-1
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1990	118	0.98	1976	59	-0.35	1979	80	-0.55
1984	107	0.41	1996	57.5	-0.83	1976	76	1.22
1964	101.2	1.11	1964	52.5	0.21	1974	68.5	-1.35
1971	94	-1	1999	50	0.46	1961	62	1.61
1976	87	1.01	1973	43	0.31	1999	55	-0.94

جود دائم

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1968	113.5	1.22	1990	184.1	-0.4	1984	292.1	1.1
1980	111.5	0.19	1987	113.8	-0.36	1988	177.5	2.76
1982	104.8	-0.22	1978	105.3	1.71	1975	148.5	0.33
1978	93	1.01	1986	101	1.68	1974	107.5	3.45
1984	89.3	0.75	1979	90	1.43	1980	105.5	1.52
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1964	177.5	1.11	1962	103.5	0.8	1974	110	-1.35
1973	163	0.32	1973	101	0.31	1999	65	-0.94
1995	151	0.51	1996	90.9	-0.83	1972	63.5	-0.43
1981	122.5	2.92	1975	80.5	0.84	1979	63	-0.55
1976	119	1.01	2000	66	2.16	1983	60.3	0.38

زوارة

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1982	164.7	-0.22	1987	189.7	-0.36	1988	171.5	2.76
1968	144.6	1.22	1978	181.1	1.71	1984	155.4	1.1
1978	129.4	1.01	1986	144.3	1.68	1974	151.6	3.45
1986	125.5	0.5	1984	121.4	-1.51	1975	120.7	0.33
1984	103.9	0.75	1988	71.8	-0.72	1962	106.3	0.19
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1990	149.7	0.98	1996	72.8	-0.83	1976	79.6	1.22
1964	139.3	1.11	2000	64.1	2.16	1979	66.9	-0.55
1976	97.2	1.01	1976	63.4	-0.35	1961	63.1	1.61
1995	90	0.51	1993	62.7	0.72	1974	56.7	-1.35
1973	77.1	0.32	1979	53.9	-1.37	1972	53.2	-0.43

العامرية

اكتوبر			نوفمبر			ديسمبر		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1986	246.5	0.5	1986	191.5	1.68	1984	276.4	1.1
1968	174	1.22	1990	122.5	-0.4	1988	164.5	2.76
1967	161	0.62	1980	99.8	0	1980	129.4	1.52
1980	145.4	0.19	1973	80	1.1	1962	104	0.19
1969	108	0.57	1979	77	1.43	1999	88	0.67
يناير			فبراير			مارس		
السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.	السنة	امطار.	MO-1.
1962	220	1.29	1962	111.4	0.8	1974	96.5	-1.35
1964	212.3	1.11	1964	106	0.21	1998	80	1.8
1981	146	2.92	1996	98	-0.83	1989	77.5	0.43
1988	134.5	-0.65	1982	77.5	0.32	1967	70	1.93
1976	100	1.01	1975	74	0.84	1972	60	-0.43

المصدر: إعداد الباحث

يتبع جدول (4) MO-1

العزيزية

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
2.76	219.5	1988	0	220	1980	0.19	192	1980
0.66	165	1977	1.68	152.5	1986	1.35	124	1983
1.52	129	1980	1.43	68.3	1979	-0.02	120	1962
1.1	123.5	1984	1.01	63.5	1964	1.22	113.5	1968
0.19	94.5	1962	0.42	50.9	1991	0.62	99.1	1967
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
-1.35	127	1974	0.32	105.5	1982	1.11	148	1964
1.22	87.5	1976	0.8	102.5	1962	0.51	138.5	1995
0.43	79	1989	0.21	95	1964	2.92	132	1981
0.02	66	1973	0.84	91	1975	0.32	126.6	1973
1.29	63.4	1966	-0.83	87	1996	-0.65	114.5	1988

اجدابيا

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
3.59	200.5	1991	-0.52	65.5	1983	-0.26	68.9	1994
1.05	137.8	1998	1.43	57.1	1979	0.5	47.7	1986
0.19	102.6	1962	-0.6	55.9	1995	0.17	37.1	1996
1.53	101.3	1966	1.24	55	1976	1.01	22.2	1978
0.69	88.7	1961	2.54	55	1981	1.43	22.1	1963
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
1.8	50.6	1998	3.09	55.3	1961	2.92	196.6	1981
2.42	40.7	1997	0.8	49.9	1962	1.18	88.2	1994
0.43	32.6	1989	-1.93	23.7	1963	0.35	88.1	1969
-1.66	28.4	1991	0.21	10.4	1964	1.01	86.5	1976
-0.99	25.8	1996	0.24	11.8	1965	-0.42	63.2	1965

مطار طرابلس

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
0.19	211.1	1962	0	154.8	1980	0.5	167.8	1986
0.66	138.6	1977	1.68	117.3	1986	0.19	135.9	1980
1.1	136.5	1984	1.71	97.7	1978	1.22	133.1	1968
0.33	116.8	1975	1.01	84.5	1964	1.43	107.4	1963
1.52	102	1980	-0.36	84.2	1987	-0.48	91.6	1972
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
-1.35	100.4	1974	-0.83	92.9	1996	0.51	173.4	1995
1.22	91	1976	2.16	86.7	2000	2.92	172.6	1981
-0.43	88.1	1972	0.8	83.3	1962	1.29	151.8	1962
1.93	78.9	1967	1.62	79.8	1971	0.32	140.8	1973
0.43	73.1	1989	0.21	71.3	1964	1.11	133.7	1964

بنينا

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
3.59	234.7	1991	1.43	141.8	1979	1.01	109.1	1978
0.66	176.7	1977	2.54	126.1	1981	1.22	73.3	1968
2.76	160.9	1988	-0.4	64.1	1990	-0.55	54.2	1965
1.53	146.2	1966	2.17	61.4	1994	1.35	53.4	1983
3.45	136.8	1974	-0.36	60.9	1987	0.96	51.7	1995
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
0.43	112.5	1989	1.62	134.8	1971	0.35	212.6	1969
1.8	86.4	1998	3.09	108	1961	2.92	176.6	1981
1.55	75.6	1978	-2.13	105.1	1978	1.18	117.6	1994
0.64	60.5	1987	0.18	97	1981	0.51	107.1	1995
1.04	56.4	1965	0.8	78.7	1962	-0.42	95.4	1965

جنزور

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
1.1	233	1984	-0.4	159.5	1990	1.01	152	1978
2.76	177.2	1988	1.68	149.1	1986	1.43	136.5	1963
0.19	117	1962	-0.36	113.8	1987	-0.22	132.8	1982
1.53	116	1966	1.71	103	1978	0.19	104.5	1980
3.45	109	1974	1.43	91	1979	0.5	100.9	1986
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
-1.35	108.5	1974	0.84	94	1975	0.32	332	1973
-0.43	80.5	1972	0.32	80.2	1982	1.11	173.8	1964
1.22	68.5	1976	2.16	66.7	2000	0.51	151.5	1995
-0.94	65	1999	0.31	66	1973	2.92	140.9	1981
1.93	59	1967	1.7	54	1998	1.29	111.5	1962

شحات

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
3.59	434.8	1991	-1.51	163.5	1984	-0.48	168.4	1972
0.66	357.2	1977	2.17	150	1994	0.57	150.1	1969
0.19	269.4	1962	2.54	146.3	1981	0.62	145.2	1967
2.76	263.7	1988	-0.52	139.4	1983	0.96	145.1	1995
0.69	261	1961	0.42	113.5	1991	1.43	115.2	1963
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
0.43	230.1	1989	3.09	284.5	1961	2.92	332.1	1981
1.8	175	1998	-2.13	165	1978	0.35	243.2	1969
0.64	163.4	1987	2	154.1	1992	-0.74	217.9	1966
-0.81	145.6	1970	0.8	152.3	1962	1.4	199.2	1968
1.29	109.9	1966	0.18	152.2	1981	2.48	189.3	1993

مصراتة

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
3.59	167.1	1991	-0.4	222.5	1990	0.96	136.3	1995
1.1	164.5	1984	1.71	200.9	1978	1.43	135.4	1963
2.33	143.8	1986	1.68	113.2	1986	0.19	116.7	1980
0.68	135.3	1985	1.1	104.9	1973	1.22	107.6	1968
2.76	121.7	1988	2.54	102.1	1981	0.62	95.4	1967
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
0.25	70.2	1986	1.62	70.4	1971	0.51	215	1995
1.29	62.9	1966	-0.83	65	1996	2.92	206.8	1981
1.04	61.9	1965	0.8	56.7	1962	1.11	141.7	1964
-0.43	50.5	1972	0.21	56.5	1964	1.29	113	1962
-0.99	45.7	1996	0.72	56.5	1993	0.98	112.4	1990

درنة

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
3.59	225.5	1991	1.68	74.1	1986	0.57	163.2	1969
2.76	221.5	1988	2.17	74.1	1994	0.96	116.3	1995
1.05	192	1998	-0.6	70.6	1995	1.01	101.5	1978
0.68	122.4	1985	-0.52	64.9	1983	-0.19	97.3	1961
0.66	89.4	1977	1.24	54.4	1976	-0.55	95.7	1965
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
1.8	98.4	1998	3.09	98.6	1961	0.98	222.2	1990
0.64	75	1987	0.91	86.8	1995	1.29	142.7	1962
0.02	60.3	1973	1.44	82.7	1980	2.22	134.9	1974
-0.99	52.4	1996	0.21	67.7	1964	2.11	108.8	1989
1.22	48.7	1976	2	66.7	1992	-0.79	105.7	1978

سرت

ديسمبر			نوفمبر			اكتوبر		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
3.59	220.9	1991	1.68	74.5	1986	0.7	215.7	1973
0.66	166.6	1977	1.24	70.7	1976	-0.48	105.5	1972
3.45	136.3	1974	1.01	69.3	1964	1.35	98.5	1983
1.52	131.7	1980	2.17	62.2	1994	1.01	81.1	1978
1.25	100.4	1994	-1.6	60.2	1962	1.43	69	1963
مارس			فبراير			يناير		
MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة	MO-1.	امطار.	السنة
1.8	68.7	1998	0.8	104.2	1962	2.92	154.3	1981
0.25	57.7	1986	0.21	63.7	1964	1.57	107.5	2000
0.43	45.9	1989	0.72	61.9	1993	2.48	93.7	1993
0.02	43	1973	3.09	57.9	1961	1.11	86.8	1964
0.64	39.3	1987	-2.13	53.7	1978	-1	72.6	1971

المصدر: إعداد الباحث

جـــدول(5) مقارنـــة مـــؤشرMO-2 في الحالـــة (±) بكميـــات الأمطـــار في 5 الســـنوات الأعـــلى مطـــراً خـــلال الفـــترة 1961-2000

العسة

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1974	177	0.88	1986	190	1.71	1986	79.5	2.68
1967	123	0.27	1987	79.5	-0.36	1980	78.5	2.5
1982	113	0.59	1978	73	1.34	1985	76	0.4
1968	110.5	0.67	1980	57.5	-0.04	1984	74.5	0.46
1997	69	-0.67	1970	50	0.45	1992	58.5	-0.4
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1990	127.7	0.89	1976	66.6	-0.16	1976	86.5	1.21
1964	81	-0.18	1962	60	1.75	1979	69.5	-0.05
1976	69	0.9	1968	47.5	-2.29	1961	65	0.79
1998	40	-0.31	1979	44.1	-0.55	1972	57	-0.34
1984	39	1.59	1999	43	1.06	1989	44.5	0.42

العجيلات

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1974	213.5	0.88	1978	139.5	1.34	1984	155.5	0.46
1968	167.5	0.67	1986	123.2	1.71	1988	141.6	2.73
1982	131	0.59	1987	113	-0.36	1962	99	0.46
1995	121	0.54	1990	95.9	-0.26	1985	91	0.4
1963	99	0.96	1984	81	-1.48	1975	80	-0.82
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1964	116.3	-0.18	2000	92	2.02	1976	92	1.21
1976	102	0.9	1964	60	0.34	1974	83.5	-1.2
1995	87.5	1.58	1996	54	0.47	1965	75.1	0.89
1973	76.5	0.67	1975	48	0.22	1972	74.2	-0.34
1982	73.5	-0.19	1976	45.5	-0.16	1979	56	-0.05

نالوت

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1995	238.3	0.54	1987	87.3	-0.36	1985	81.5	0.4
1974	111.7	0.88	1986	85.9	1.71	1993	51	1.91
2000	94.1	0.05	1988	62.8	-1.68	1984	42.6	0.46
1963	74.5	0.96	1980	53.2	-0.04	1975	36.9	-0.82
1997	55.9	-0.67	1966	30.7	0.85	1982	33.4	1.93
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1990	107.2	0.89	1996	108	0.47	1976	251.9	1.21
1976	71.3	0.9	1976	81.9	-0.16	1962	111.8	-1.65
1992	37.5	-0.23	1999	49.2	1.06	1992	74.6	-0.18
1964	28	-0.18	1975	48.4	0.22	1986	66.4	0.66
1962	26.7	1.1	1987	35.3	-0.23	1961	60.7	0.79

صبراتة

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1982	155	0.59	1986	162.5	1.71	1988	180.5	2.73
1963	154	0.96	1978	136.5	1.34	1984	122.5	0.46
1986	116.5	0.6	1993	95	-0.73	1985	122.5	0.4
1983	113	1.05	1979	62	1.85	1962	114	0.46
1968	98	0.67	1990	57.5	-0.26	1972	86.5	-0.66
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1973	155	0.67	1975	67	0.22	1989	119	0.42
1964	142	-0.18	1962	56	1.75	1974	110	-1.2
1995	121.5	1.58	1973	50.5	0.83	1976	95	1.21
1962	83	1.1	1976	46	-0.16	1972	78	-0.34
1990	78.5	0.89	1964	42.5	0.34	1965	50	0.89

الجوش

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
2000	110.5	0.05	1980	100	-0.04	1985	61	0.4
1974	86	0.88	1986	89	1.71	1980	59	2.5
1984	85	0.87	1987	61	-0.36	1984	45	0.46
1963	80.5	0.96	1962	40	-1.59	1982	38	1.93
1983	74	1.05	1978	33	1.34	1972	37.5	-0.66
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1990	61.5	0.89	1996	111.2	0.47	1986	119	0.66
1976	55.5	0.9	1976	52	-0.16	1976	94	1.21
1983	52.5	3.03	1999	44	1.06	1979	86.5	-0.05
1985	46	-1.58	1979	42.5	-0.55	1999	79	-0.8
1964	37	-0.18	1964	36	0.34	1989	60	0.42

بئر الغنم

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1968	142	0.67	1980	111	-0.04	1997	105	-0.66
1995	139	0.54	1986	103	1.71	1984	92.5	0.46
1982	122	0.59	1990	96	-0.26	1980	81	2.5
1980	95.5	0.23	1988	53	1.85	1988	79	2.73
1983	91	1.05	1987	53	-0.36	1962	76.8	0.46
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1964	114.5	-0.18	1996	138.5	0.47	1998	105	1.65
1994	84.5	1.8	1979	80.5	-0.55	1997	94	1.7
1962	75.2	1.1	1982	59.2	0.43	1972	83.5	-0.34
1963	74.2	-2.62	1976	57.5	-0.16	1974	80	-1.2
1982	59.5	-0.19	1993	57	-0.12	1979	79.5	-0.05

رقدالين

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1982	206	0.59	1987	113	-0.36	1984	153.7	0.46
1968	144	0.67	1978	106.5	1.34	1985	110.5	0.4
1983	103.6	1.05	1986	96.5	1.71	1972	99	-0.66
1978	92	0.68	1990	50.3	-0.26	1988	85	2.73
1974	87	0.88	1988	45	-1.68	1997	78.5	-0.66
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1990	118	0.89	1976	59	-0.16	1979	80	-0.05
1984	107	1.59	1996	57.5	0.47	1976	76	1.21
1964	101.2	-0.18	1964	52.5	0.34	1974	68.5	-1.2
1971	94	-1.04	1999	50	1.06	1961	62	0.79
1976	87	0.9	1973	43	0.83	1999	55	-0.8

جود دائم

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1968	113.5	0.67	1990	184.1	-0.26	1984	292.1	0.46
1980	111.5	0.23	1987	113.8	-0.36	1988	177.5	2.73
1982	104.8	0.59	1978	105.3	1.34	1975	148.5	-0.82
1978	93	0.68	1986	101	1.71	1974	107.5	2.84
1984	89.3	0.87	1979	90	1.85	1980	105.5	2.5
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1964	177.5	-0.18	1962	103.5	1.75	1974	110	-1.2
1973	163	0.67	1973	101	0.83	1999	65	-0.8
1995	151	1.58	1996	90.9	0.47	1972	63.5	-0.34
1981	122.5	3.15	1975	80.5	0.22	1979	63	-0.05
1976	119	0.9	2000	66	2.02	1983	60.3	0.26

زوارة

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1982	164.7	0.59	1987	189.7	-0.36	1988	171.5	2.73
1968	144.6	0.67	1978	181.1	1.34	1984	155.4	0.46
1978	129.4	0.68	1986	144.3	1.71	1974	151.6	2.84
1986	125.5	0.6	1984	121.4	-1.48	1975	120.7	-0.82
1984	103.9	0.87	1988	71.8	-1.68	1962	106.3	0.46
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1990	149.7	0.89	1996	72.8	0.47	1976	79.6	1.21
1964	139.3	-0.18	2000	64.1	2.02	1979	66.9	-0.05
1976	97.2	0.9	1976	63.4	-0.16	1961	63.1	0.79
1995	90	1.58	1993	62.7	-0.12	1974	56.7	-1.2
1973	77.1	0.67	1979	53.9	-0.55	1972	53.2	-0.34

العامرية

السنة	أكتوبر امطار	MO-2	السنة	نوفمبر امطار	MO-2	السنة	ديسمبر امطار	MO-2
1986	246.5	0.6	1986	191.5	1.71	1984	276.4	0.46
1968	174	0.67	1990	122.5	-0.26	1988	164.5	2.73
1967	161	0.27	1980	99.8	-0.04	1980	129.4	2.5
1980	145.4	0.23	1973	80	0.27	1962	104	0.46
1969	108	0.37	1979	77	1.85	1999	88	1.18
السنة	يناير امطار	MO-2	السنة	فبراير امطار	MO-2	السنة	مارس امطار	MO-2
1962	220	1.1	1962	111.4	1.75	1974	96.5	-1.2
1964	212.3	-0.18	1964	106	0.34	1998	80	1.65
1981	146	3.15	1996	98	0.47	1989	77.5	0.42
1988	134.5	-0.27	1982	77.5	0.43	1967	70	2.05
1976	100	0.9	1975	74	0.22	1972	60	-0.34

المصدر: الباحث

يتبع جدول (5) MO-2

العزيزية

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1980	192	0.23	1980	220	-0.04	1988	219.5	2.73
1983	124	1.05	1986	152.5	1.71	1977	165	-0.39
1962	120	-0.33	1979	68.3	1.85	1980	129	2.5
1968	113.5	0.67	1964	63.5	1.19	1984	123.5	0.46
1967	99.1	0.27	1991	50.9	0.82	1962	94.5	0.46
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1964	148	-0.18	1982	105.5	0.43	1974	127	-1.2
1995	138.5	1.58	1962	102.5	1.75	1976	87.5	1.21
1981	132	3.15	1964	95	0.34	1989	79	0.42
1973	126.6	0.67	1975	91	0.22	1973	66	-0.31
1988	114.5	-0.27	1996	87	0.47	1966	63.4	0.74

اجدابيا

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1994	68.9	-0.28	1983	65.5	-0.9	1991	200.5	2.57
1986	47.7	0.6	1979	57.1	1.85	1998	137.8	0.75
1996	37.1	0.47	1995	55.9	-0.73	1962	102.6	0.46
1978	22.2	0.68	1976	55	1.69	1966	101.3	2.02
1963	22.1	0.96	1981	55	1.74	1961	88.7	0.5
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1981	196.6	3.15	1961	55.3	2.9	1998	50.6	1.65
1994	88.2	1.8	1962	49.9	1.75	1997	40.7	1.7
1969	88.1	0.01	1978	49.5	-2.43	1989	32.6	0.42
1976	86.5	0.9	1975	44.1	0.22	1991	28.4	-1.51
1965	63.2	0.33	1996	36.8	0.47	1996	25.8	-1.01

مطار طرابلس

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1986	167.8	0.6	1980	154.8	-0.04	1962	211.1	0.46
1980	135.9	0.23	1986	117.3	1.71	1977	138.6	-0.39
1968	133.1	0.67	1978	97.7	1.34	1984	136.5	0.46
1963	107.4	0.96	1964	84.5	1.19	1975	116.8	-0.82
1972	91.6	-0.95	1987	84.2	-0.36	1980	102	2.5
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1995	173.4	1.58	1996	92.9	0.47	1974	100.4	-1.2
1981	172.6	3.15	2000	86.7	2.02	1976	91	1.21
1962	151.8	1.1	1962	83.3	1.75	1972	88.1	-0.34
1973	140.8	0.67	1971	79.8	1.34	1967	78.9	2.05
1964	133.7	-0.18	1964	71.3	0.34	1989	73.1	0.42

بنينا

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1978	109.1	0.68	1979	141.8	1.85	1991	234.7	2.57
1968	73.3	0.67	1981	126.1	1.74	1977	176.7	-0.39
1965	54.2	-1.39	1990	64.1	-0.26	1988	160.9	2.73
1983	53.4	1.05	1994	61.4	2.25	1966	146.2	2.02
1995	51.7	0.54	1987	60.9	-0.36	1974	136.8	2.84
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1969	212.6	0.01	1971	134.8	1.34	1989	112.5	0.42
1981	176.6	3.15	1981	108	2.9	1998	86.4	1.65
1994	117.6	1.8	1978	105.1	-2.43	1978	75.6	2.09
1995	107.1	1.58	1981	97	-0.08	1987	60.5	0.65
1965	95.4	0.33	1962	78.7	1.75	1965	56.4	0.89

جنزور

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1978	152	0.68	1990	159.5	-0.26	1984	233	0.46
1963	136.5	0.96	1986	149.1	1.71	1988	177.2	2.73
1982	132.8	0.59	1987	113.8	-0.36	1962	117	0.46
1980	104.5	0.23	1978	103	1.34	1966	116	2.02
1986	100.9	0.6	1979	91	1.85	1974	109	2.84
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1973	332	0.67	1975	94	0.22	1974	108.5	-1.2
1964	173.8	-0.18	1982	80.2	0.43	1972	80.5	-0.34
1995	151.5	1.58	2000	66.7	2.02	1976	68.5	1.21
1981	140.9	3.15	1973	66	0.83	1999	65	-0.8
1962	111.5	1.1	1998	54	0.54	1967	59	2.05

شحات

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1972	168.4	-0.95	1984	163.5	-1.48	1991	434.8	2.57
1969	150.1	0.37	1994	150	2.25	1977	357.2	-0.39
1967	145.2	0.27	1981	146.3	1.74	1962	269.4	0.46
1995	145.1	0.54	1983	139.4	-0.9	1988	263.7	2.73
1963	115.2	0.96	1991	113.5	0.82	1961	261	0.5
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1981	332.1	3.15	1961	284.5	2.9	1989	230.1	0.42
1969	243.2	0.01	1978	165	-2.43	1998	175	1.65
1966	217.9	-0.55	1992	154.1	1.35	1987	163.4	0.65
1968	199.2	2.03	1962	152.3	1.75	1970	145.6	-1.06
1993	189.3	1.76	1981	152.2	-0.08	1966	109.9	0.74

مصراتة

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1995	136.3	0.54	1990	222.5	-0.26	1991	167.1	2.57
1963	135.4	0.96	1978	200.9	1.34	1984	164.5	0.46
1980	116.7	0.23	1986	113.2	1.71	1986	143.8	2.68
1968	107.6	0.67	1973	104.9	0.27	1985	135.3	0.4
1967	95.4	0.27	1981	102.1	1.74	1988	121.7	2.73
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1995	215	1.58	1971	70.4	1.34	1986	70.2	0.66
1981	206.8	3.15	1996	65	0.47	1966	62.9	0.74
1964	141.7	-0.18	1962	56.7	1.75	1965	61.9	0.89
1962	113	1.1	1964	56.5	0.34	1972	50.5	-0.34
1990	112.4	0.89	1993	56.5	-0.12	1996	45.7	-1.01

درنة

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1969	163.2	0.37	1986	74.1	1.71	1991	225.5	2.57
1995	116.3	0.54	1994	74.1	2.25	1988	221.5	2.73
1978	101.5	0.68	1995	70.6	-0.73	1998	192	0.75
1961	97.3	0.41	1983	64.9	-0.9	1985	122.4	0.4
1965	95.7	-1.39	1976	54.4	1.69	1977	89.4	-0.39
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1990	222.2	0.89	1961	98.6	2.9	1998	98.4	1.65
1962	142.7	1.1	1995	86.8	1.6	1987	75	0.65
1974	134.9	2.61	1980	82.7	0.99	1973	60.3	-0.31
1989	108.8	1.18	1964	67.7	0.34	1996	52.4	-1.01
1978	105.7	-0.23	1992	66.7	1.35	1976	48.7	1.21

سرت

السنة	أكتوبر أمطار	MO-2	السنة	نوفمبر أمطار	MO-2	السنة	ديسمبر أمطار	MO-2
1973	215.7	0.78	1986	74.5	1.71	1991	220.9	2.57
1972	105.5	-0.95	1976	70.7	1.69	1977	166.6	-0.39
1983	98.5	1.05	1964	69.3	1.19	1974	136.3	2.84
1978	81.1	0.68	1994	62.2	2.25	1980	131.7	2.5
1963	69	0.96	1962	60.2	-1.59	1994	100.4	1.55
السنة	يناير أمطار	MO-2	السنة	فبراير أمطار	MO-2	السنة	مارس أمطار	MO-2
1981	154.3	3.15	1962	104.2	1.75	1998	68.7	1.65
2000	107.5	0.98	1964	63.7	0.34	1986	57.7	0.66
1993	93.7	1.76	1993	61.9	-0.12	1989	45.9	0.42
1964	86.8	-0.18	1961	57.9	2.9	1973	43	-0.31
1971	72.6	-1.04	1978	53.7	-2.43	1987	39.3	0.65

المصدر: الباحث

9. الخاتمة

توصلت دراسة علاقة مؤشري MO1 و MO2 بالأمطار بشمال ليبيا خلال المدة2000-1960 الى عدة نتائج أهمها ما يأتي:

1. كشفت التحليلات الإحصائية باستخدام معامل ارتباط بيرسون علاقة ارتباط موجبة بين مؤشري تذبذب البحر المتوسط MOI و MO2، و الأمطار في كافة محطات الدراسة بشمال ليبيا .
2. كشف تحليل الارتباط في كافة الأشهر الممطرة أن النسخة الأولى من مؤشر MO1 أكثر ملاءمة لمنطقة شمال ليبيا من النسخة الثانية MO2في كافة الأشهر عدا شهر أكتوبر.
3. كما تبين في شهر أكتوبر أيضاً أن مؤشر MO2 له تأثير أقوى من مؤشر MO1 على المنطقة الغربية في حين عدم تأثيرMO2 على المنطقة الوسطى والشرقية.
4. من خلال مقارنة أعلى خمس سنوات لكميات الأمطار بداية من شهر أكتوبر إلى مارس للمدة 2000-1961 مع قيم المؤشر السالبة والموجبة تبين أن أعلى قيمة على الإطلاق في جميع الأشهر (عدا شهر نوفمبر وأحيانا قليلة جدا في شهر مارس) ارتبطت بالإشارة الموجبة للمؤشرين MOI-MO2 والتي تتوافق مع نتائج الدراسة (علاقة الارتباط موجبة) أي أن العلاقة طردية مما يعني أنه كلما زادت قيم المؤشر يتوقع زيادة كمية هطول الأمطار بشمال ليبيا.
5. ارتفاع قيم الارتباط في شهر ديسمبر للمؤشرين لتتراوح بين 42% و71% بدلالة إحصائية في معظم محطات شمال ليبيا مع ملاحظة تزايد قوة الارتباط بالاتجاه نحو الشرق مع بداية منطقة مصراتة.
6. تخضع المنطقة الوسطى بداية من منطقة سرت بالاتجاه نحو الشرق إلى تأثيرMO1 وMO2 على كمية أمطار شهر مارس بأهمية إحصائية ومن جانب آخر فمن المتوقع عدم تأثير المؤشر ينفي كمية الأمطارعلى معظم المنطقة الغربية.

و بناءاً على ذلك توصي الدراسة بإجراء مزيد من الدراسات والتحليلات حول آثار MOI على متغيرات المناخ والعلاقات مع مؤشرات دوران الغلاف الجوي الأخرى.

10. المراجع

الحبتي، أبوبكر عبدالله؛ والمبرد، مصطفى عبدالسلام؛ و أبو حمرة، على عطية، (2020)، ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (NAO) وعلاقتها بالأمطار في شمال ليبيا، مجلة اتحاد الجامعات العربية للآداب، المجلد 17، العدد2، الأردن، ص564.

Ageena, I. (2013). Trends and patterns in the climate of Libya (1945-2010) (Doctoral dissertation, University of Liverpool).p.2.

Beranová R, Huth R (2008) Time variations of the effects of circulation var-

iability modes on European temperature and precipitation in winter. Int J Climatol 28:139–158.
Brunetti, M., Maugeri, M., & Nanni, T. (2002). Atmospheric circulation and precipitation in Italy for the last 50 years. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 22(12), 1455-1471.p.1459.
Burić, D., Ducić, V., Mihajlović, J., Luković, J., &Dragojlović, J. (2014). Relationship between the precipitation variability in Montenegro and the Mediterranean oscillation. GlasnikSrpskoggeografskogdrustva, 94(4), 109-120.
Criado-Aldeanueva, F., & Soto-Navarro, F. J. (2013). The Mediterranean Oscillation teleconnection index: station-based versus principal component paradigms. Advances in Meteorology, 2013.p3.
Djebbar, A., Goosse, H., & Klein, F. (2020). Robustness of the Link between Precipitation in North Africa and Standard Modes of Atmospheric Variability during the Last Millennium. Climate, 8(5), 62.p.18.
Dunkeloh A, Jacobeit J. 2003. Circulation dynamics of Mediterranean precipitation variability 1948–98. International Journal of Climatology 23: 1843–1866.P.1863.
Gonzalez-Hidalgo, J. C., Lopez-Bustins, J. A., Štepánek, P., Martin-Vide, J., & de Luis, M. (2009). Monthly precipitation trends on the Mediterranean fringe of the Iberian Peninsula during the second-half of the twentieth century (1951–2000). International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 29(10), 1415-1429.p1416.
Goodess, C. M., & Jones, P. D. (2002). Links between circulation and changes in the characteristics of Iberian rainfall. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 22(13), 1593-1615.p.1613.
Hatzianastassiou, N., Katsoulis, B., Pnevmatikos, J., &Antakis, V. (2008). Spatial and temporal variation of precipitation in Greece and surrounding regions based on global precipitation climatology project data. Journal of Climate, 21(6), 1349-1370.p.1349.
Hurrell, J. W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. Science, 269(5224), 676-679.PP. 676:679.
Hurrell, J. W., & Van Loon, H. (1997). Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. In Climatic change at high elevation sites (pp. 69-94). Springer, Dordrecht.PP.77:87.
Maheras, P., & Kutiel, H. (1999). Spatial and temporal variations in the temperature regime in the Mediterranean and their relationship with circulation during the last century. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 19(7), 745-764.

Martić-Bursać, N. M., Bursać, B. L., Ducić, V. D., Radivojević, A. R., Živković, N. L., Ivanović, R. D., ... &Gocić, M. J. (2017). The impact of Mediterranean oscillations on periodicity and trend of temperature in the valley of the Nisava River: A fourier and wavelet approach. Thermal Science, 21(3), 1389-1398.p.1390.

Mediterranean Oscillation Index (MOI) 2021 Climatic Research Unit, University of East Anglia. URL: https://crudata.uea.ac. uk/cru/data/moi. /

Palutikof, J. (2003). Analysis of Mediterranean climate data: measured and modelled. In Mediterranean Climate (pp. 125-132). Springer, Berlin, Heidelberg.p.126:130.

Piervitali, E., Colacino, M., & Conte, M. (1998). Rainfall over the Central-Western Mediterranean basin in the period 1951-1995. Part I: Precipitation trends. Il Nuovo Cimento C, 21(3), 331-344.p.343.

Ramadan, H. H., Ramamurthy, A. S., & Beighley, R. E. (2012). Inter-annual temperature and precipitation variations over the Litani Basin in response to atmospheric circulation patterns. Theoretical and applied climatology, 108(3), 563-577.

Supić, N., Grbec, B., Vilibić, I., &Ivančić, I. (2004, March). Long-term changes in hydrographic conditions in northern Adriatic and its relationship to hydrological and atmospheric processes. In Annales Geophysicae (Vol. 22, No. 3, pp. 733-745). Copernicus GmbH.

Törnros, T. (2013). On the relationship between the Mediterranean Oscillation and winter precipitation in the Southern Levant. Atmospheric Science Letters, 14(4), 287-293.PP,293:294.

Vicente, Serrano, S. M., Beguería, S., López, Moreno, J. I., El Kenawy, A. M., & Angulo, Martínez, M. (2009). Daily atmospheric circulation events and extreme precipitation risk in northeast Spain: Role of the North Atlantic Oscillation, the Western Mediterranean Oscillation, and the Mediterranean Oscillation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 114(D8).p.2.

اتجاه التغيرات المناخية لأمطار الساحل الليبي (دراسة في الجغرافية المناخية)

د. مفيدة أبوعجيلة بلّق، قسم الجغرافيا ـ جامعة الزاوية
د. رجب فرج اقنيبر ، قسم الجغرافيا ـ جامعة المرقب

الملخص

يهدف البحث إلى الكشف عن مقدار واتجاه التغير في كميات الأمطار بإقليم الساحل الليبي، وتم تحليل بيانات الأمطار لسبع محطات مناخية للمدة من 1945-2010. ومن خلال البحث وجد أن اتجاه الأمطار السنوية في محطتي أجدابيا وسرت يسير نحو الارتفاع التدريجي وبلغ مقدار الزيادة 30، 21 ملم على التوالي، في حين يسير الاتجاه نحو التناقص بدرنة وبنغازي وطرابلس، وقد بلغ مقدار التناقص على الترتيب 10، 40، 75ملم. واتجه نحو الثبات بمحطتي زواره ومصراتة. أما اتجاه أمطار فصل الخريف فهو يسير نحو الزيادة في أجدابيا، ونحو النقصان في درنة وبنغازي وسرت وطرابلس وزوارة، وأخذ في مصراتة صفة الثبات، واتجهت أمطار فصل الشتاء نحو الزيادة في درنة وإجدابيا وسرت وزوارة، ونحو التناقص في بنغازي ومصراتة وطرابلس. واتجهت أمطار فصل الربيع نحو الزيادة في سرت، ونحو التناقص في درنة وبنغازي وزوارة، وتميز بالثبات في أجدابيا ومصراتة وطرابلس. يوصي البحث باستخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة، وضرورة الالتزام المحلي والعالمي بالاتفاقيات الدولية الخاصة بتغير المناخ. كما يوصي بدعم وتشجيع الجامعات والمراكز البحثية المتخصصة على البحث العلمي في مشكلة تغير المناخ وأثره على البيئة الليبية، والعمل على وضع خطط لإعداد كوادر علمية وبناء قدرات لرفع الكفاءات الليبية.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية، الأمطار السنوية، اتجاه التغير، الساحل ا لليبي .

The direction of climatic changes to the rains of the Libyan coast

Abstract:

The research aims to reveal the amount and direction of change in rainfall amounts in the Libyan coastal region. The precipitation data was analyzed for seven climatic stations for the period from 1945-2010. Through the research, it was found that the trend of annual rainfall in the stations of Ajdabiya and Sirte is moving towards a gradual rise. In addition, the amount of increase is 30 and 21 mm, respectively. While the trend is decreasing in Derna, Benghazi and Tripoli. The amount of decreasing, respectively, reached 10, 40, and 75 mm and headed towards stability in the two stations of Zuwara and Misrata.Also, the direction of the autumn rains, it is moving towards an increase in Ajdabiya, and towards a decrease in Derna, Benghazi, Sirte, Tripoli and Zuwara. It has taken a stable character in Misurata. The winter rains have tended to increase in Derna, Ajdabiya, Sirte and Zuwara, and towards a decrease in Benghazi, Misurata and Tripoli. The spring rains have tended to towards the increase in Sirte, and towards the decrease in Derna, Benghazi and Zuwara, and characterized by stability in Ajdabiya, Misurata and Tripoli.The research recommends the use of clean and renewable energy sources, and the necessity of local and global commitment to international agreements on climate change. It also recommends supporting and encouraging universities and specialized research centers to conduct scientific research on the problem of climate change and its impact on the Libyan environment, and working on developing plans to prepare scientific cadres and build capacities to raise Libyan competencies.

key words: Climatic changes - annual rainfall - change direction - Libyan coast.

1. مقدمة

يعد المناخ ((Climate أحد الظواهر الطبيعية المتغيرة على مختلف المقاييس المحلية والإقليمية والعالمية، وكذلك المقاييس الزمانية القصيرة والطويلة، وإن الشيء الوحيد الثابت في الظواهر المناخية هو التغير المستمر (امقيلي، 2003)، ويؤدي تغير المناخ (Climate) Change إلى تغير موارد الغذاء والطاقة؛ وعليه فإن مراقبة أحوال المناخ وتحليل بياناتها أمور جديرة بالاهتمام ويجب أن توليها الدول والمنظمات المتخصصة أهمية بالغة، وتعتبر ظاهرة الاحتباس الحراري (Glob-al Warming) أو الدفء العالمي أحد مظاهر تغير المناخ كنتيجة مباشرة لتلوث الهواء، وهي من المشاكل الخطيرة التي يعاني منها العالم بشكل عام وأقاليم المناخ الجاف والشبه جاف بشكل خاص، حيث عمل تغير المناخ على انخفاض كميات الأمطار الساقطة الأمر الذي ينعكس على تقلص المساحات الزراعية مما يهدد الأمن الغذائي بهذه المناطق، وتعرف التغيرات المناخية بأنها حدوث تغير في المتوسط العام للعناصر المناخية، وهذه التغيرات قد تكون باتجاه نحو البرودة أو السخونة، أي حدوث تغير في ثابت الإشعاع في ميزانية الطاقة على سطح الأرض (محمد، 2020).

يسعى الإنسان منذ ظهوره على سطح الأرض إلى حماية وجوده بالتغلب على الظروف المناخية وإيجاد حلول للتكيف معها حسب طبيعة المناخ الذي يعيش فيه، وتشهد السنوات الأخيرة تزايدا واضحا في عدد الكوارث الطبيعية بأنواعها ودرجاتها المختلفة وجلها مرتبط بالتغيرات المناخية. شهدت الأرض تغيرات مناخية كبيرة عبر تاريخها الجيولوجي والبشري تمثلت في مختلف الأزمنة بين فترة جليدية وأخرى دفيئة، ففي أثناء العصور الجليدية زحف الجليد من الأقطاب باتجاه العروض الأدنى مما سبب انخفاض درجة حرارة الأرض وغطى الجليد مساحات واسعة تقدر بأضعاف ما هو عليه الأن، وهو ما يعادل 10% من مساحة اليابسة. كما مرت الأرض بفترات دفيئة إلا أنها لم تكن أكثر حرارة من الآن، وتشير الكثير من الدراسات إلى أن الإحترار العالمي قد حصل في القرن العشرين؛ حيث ارتفعت الحرارة بمقدار 0.23° م خلال الحقبة 1945-1910 ، وارتفعت خلال الحقبة 2007-1976 بمقدار أعلى من الفترة الأولى وكان 0.55° م ، كما تشير الدراسات إلى أن القرن العشرين هو الأعظم حرارة خلال الألف عام الماضية (قصي فاضل عبد 2019، ص340)، وما يحدث في وقتنا الحاضر من تغيرات مناخية فيعود معظمها إلى الأنشطة البشرية الناتجة عن تزايد النمو السكاني العالمي وما يترتب عليه من زيادة في استهلاك الوقود الأحفوري الذي يتسبب في انبعاثات غازات الدفيئة المسببة في ظاهرة الاحتباس الحراري والتغير المناخي، وهذا التغير انعكس سلبا على مناخ ليبيا وذلك بارتفاع درجات الحرارة وتناقص كميات الأمطار، وعليه سوف يتم تأكيد الاتجاه العام لعنصر المطر خلال المدة الممتدة من سنة 1945 الى سنة 2010.

وبمــا أن إقليــم الســاحل الليبــي يقــع ضمــن المنــاخ الجــاف وشــبه الجــاف وشــبه الرطــب، فأنــه يمتــاز بتبايــن كميــة أمطــاره مــن مــكان إلى آخــر ومــن ســنة إلى أخــري، فكميــة الأمطــار وموســم ســقوطها لهــا تأثــير مبــاشر في الحيــاة بمنطقــة الدراســة؛ فهــو المصــدر الرئيــس للميــاه بعــد الميــاه الجوفيــة، فالأمطــار تحــدد نــوع الزراعــة ومواســمها وأنــواع المحاصيــل التــي يمكــن زراعتهــا في الإقليــم، وهــذا ينعكــس عــلى اقتصــاد البــلاد. ونظــراً لأهميــة التغــيرات المناخيــة وتأثيراتهــا الكبــيرة والمتزايــدة عــلى الأنظمــة البيئــة والبشريــة المختلفــة، فأنــه مــن الــضروري دراســة وفهــم هــذه التغــيرات، ويســعى هــذا البحــث إلى توفــير معلومــات مفصلــه عــن الأمطــار واتجاهاتهــا في إقليــم الســاحل الليبــي، والتــي تعــد مــن ضروريــات اتخــاذ القــرار في مجــلات التنميــة المســتدامة.

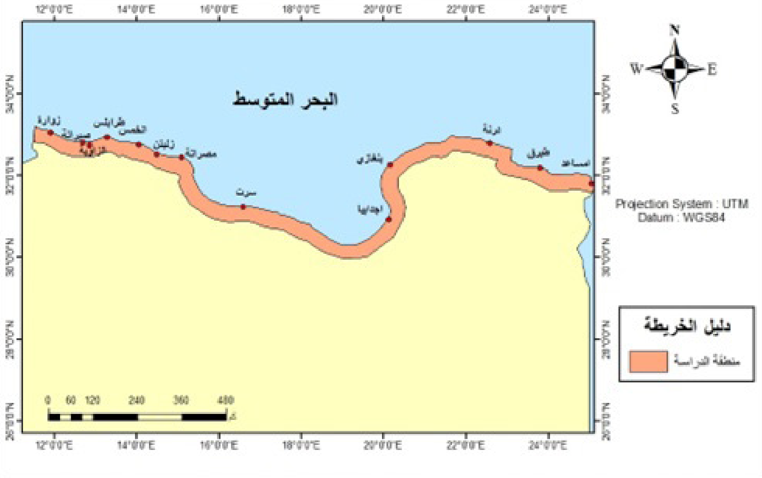
يهــدف البحــث إلى توضيــح مــدى التبايــن المكانــي والزمانــي للأمطــار وموســمها في منطقــة الدراســة، وتقييــم اتجاهــات تغــير كميــات الأمطــار، ومعرفــة مقــدار وســير اتجــاه هــذا التغــير.

تتمثــل مشــكلة الدراســة في الســؤال الآتــي: مــا الاتجــاه العــام لســير كميــات الأمطــار. وللإجابــة عــلى هذا الســؤال نفــترض فرضيتــين الأولى تقــول إن أمطار الســاحل الليبــي تتجــه نحــو الزيــادة. أمــا الفرضيــة الثانيــة فتقــول أن أمطــار الســاحل الليبــي تتجــه نحــو التناقــص.

تضــم منطقــة الدراســة نطــاق الســاحل الليبــي الــذي، ويمتــد مــن رأس اجديــر غربــاً إلى الســلوم شرقــاً، ومــن البحــر المتوســط شــمالاً حتــى امتــداد 40 كــم باتجــاه الجنــوب، إذ يمتــد بــين دائرتــي عــرض °30 ،°33 شــمالاً، وبــين خطــي طــول ’11°33 و ’25°10 شرقــاً. شــكل (1).

اعتمــد البحــث عــلى الوصــف والتحليــل والتمثيــل البيانــي باســتخدام برنامــج Excel Microsoft office وتــم جمــع البيانــات المناخيــة مــن المركــز الوطنــي للأرصــاد الجويــة لســبع محطــات مناخيــة وهــي زواره، طرابلــس، مصراتــة، سرت، اجدابيــا، بنغــازي، درنــة، لسلســلة زمنيــة بلغــت 65 ســنة، وذلــك للفــترة مــن 1945 إلى 2010، وتــم تقديــر البيانــات المفقــودة بحســاب متوســط ثــلاث ســنوات قبــل وثــلاث ســنوات بعــد الســنة المفقــودة.

شكل (1) موقع منطقة الداسة



2. العوامل المؤثرة في أمطار الساحل الليبي:

يعتبر المطر من أهم مظاهر التساقط في الأقاليم المدارية ودون المدارية عامة وفي إقليم الساحل الليبي خاصة؛ لأن درجة الحرارة نادرا ما تنخفض عن الصفر المئوي، وللمطر تأثير فعال على مختلف جوانب الحياة على سطح الأرض والتي لها علاقة وطيدة بحياة الإنسان وأنشطته المتباينة. وهناك عدة عوامل تتحكم في المطر وتوزيعه مكانياً وزمانياً بمنطقة الدراسة وتعمل هذه العوامل مجتمعة في تأثيرها على المطر لدرجة لا يمكن معها إيجاد حدود واضحة بين تأثير عامل عن الآخر، ومن هذه العوامل ما يتعلق بالموقع من حيث القرب والبعد عن البحر؛ فليبيا لا تشرف على محيطات وبحار واسعة وإنما تشرف على بحر ضيق له تأثير محدود يعتمد عادة على بعد اليابس من البحر، ولا يتوغل تأثير البحر المتوسط كثيرا داخل أراضي منطقة الدراسة فتأثيره لا يتجاوز مسافة 40 كيلو متر تقريباً باتجاه الجنوب، وبذلك فإن كمية الأمطار تتباين بين الساحل والداخل، فتعد المناطق الساحلية أغزر مطرا من الداخلية، ويقل المطر كلما ابتعدنا عن الساحل باستثناء بعض البقع الجبلية، ويؤثر شكل الساحل وتعرجاته تأثيراً مباشراً في مناخ الساحل الليبي، ويظهر واضحاً تأثيره على عنصر المطر عن غيره من العناصر الأخرى، فمن المعروف أن الجهات الساحلية التي تكون موازية للرياح المحملة بالبخار تكون قليلة المطر عن تلك التي تتعامد عليها الرياح الممطرة، ويظهر آثر هذه الاختلافات في أنحاء السواحل المتباينة الاتجاه وما يترتب على هذا من اختلاف كمية المطر ومدى توغل المؤثرات البحرية (محمود جلال الدين، 1961، ص42)، وبالتالي تكون السواحل الليبية المواجهة للشمال الغربي أكثر مطرا

من السواحل المواجهة للشرق والشمال الشرقي، وسبب ذلك هو الرياح الممطرة التي تهب من الشمال الغربي والغرب تكون عمودية على السواحل المواجهة لها، بينما تكون موازية للسواحل المواجهة للشرق أو الشمال الشرقي(عبد العزيز طريح شرف، 1958، ص296)، وعلى هذا الأساس نجد أن أمطار الساحل الشرقي لخليج سرت أغزر من الساحلين الغربي والجنوبي من ناحية، ومن أمطار ساحل خليج بمبه من ناحية أخرى، كما أن أمطار ساحل مدينة طرابلس أكثر من أمطار الساحل الممتد إلى الغرب من مدينة الزاوية مثل صرمان وصبراتة (الضاوي علي أحمد، 2002، ص44). وأغزر أجزاء الساحل الليبي مطرا هي الجوانب التي يبرز فيها الساحل نحو الشمال؛ لأنها تواجه الرياح الممطرة مباشرة وخاصة الأجزاء التي تقترب فيها الجبال من البحر إضافة إلى اقترابها من مسارات المنخفضات الجوية، وهذا ينطبق على المنطقة الممتدة من جنزور في الشرق حتى الخمس في الغرب، والمنطقة الممتدة من توكره في الغرب حتى درنة في الشرق، وتعتبر المنطقة الثانية أغزر مناطق ليبيا مطراً، أما بالنسبة لأقل أجزاء الساحل مطراً فهي الأماكن التي يتقوس فيها الساحل نحو الجنوب مثل الساحل الغربي والجنوبي الغربي لخليج سرت والساحل الغربي والجنوبي لخليج بمبه ويرجع السبب هنا إلى بعدها عن مسارات المنخفضات الجوية (نوح، 1998)

يعتبر تأثير عامل التضاريس على مناخ الساحل الليبي محدودا، ولا يؤثر تأثيراً كبيراً على كل العناصر المناخية، وإن التأثير الأكثر وضوحاً متمثلاً في عنصر المطر، حيث تزداد الأمطار في كميتها بزيادة الارتفاع، فهي تزيد في المناطق الجبلية عنها في المناطق المنخفضة والسهلية التي تشبهها في ظروف الموقع، وعلى أي حال ليس هناك معدل ثابت لتزايد المطر بالارتفاع لتأثير عوامل أخرى غير الارتفاع إلا أن المعدل التقريبي لهذا التزايد يتراوح بين 2% ـ 5% كلما زاد الارتفاع 20 مترا (شرف، د.ت). حتى تصل إلى مستوى معين تبدأ بعده في التناقص؛ لأن رطوبة الهواء تقل تدريجيا بالارتفاع لتكاثفها عند وصولها مستوى معين من الارتفاع، كما أن المستوى الذي تبدأ عنده الأمطار في التناقص بالارتفاع يختلف فهو يكون منخفضاً في الجهات المدارية؛ لأن السحب السائدة هي السحب الركامية المنخفضة التي لا يزيد ارتفاعها عن 3000 متر، وبالتالي فإن الأمطار تتركز تحت هذا المستوى، بينما يكون مستوى تناقص الأمطار أعلى من ذلك في المناطق المعتدلة والباردة؛ لانتشار السحب الطبقية العالية (جودة حسنين جودة، 1998، ص 245)، ومن الأمثلة عن علاقة الارتفاع بكمية المطر الساقط اختلاف كميات المطر السنوي بين كل من شحات وسوسة، والبيضاء وطلميثة، فعلى الرغم من وقوع سوسة وطلميثة على ساحل البحر ووقوع شحات والبيضاء بالداخل إلا أن كميات الأمطار السنوية على شحات والبيضاء أكثر منها على سوسة وطلميثة وهذا راجع إلى عامل الارتفاع حيث تقع محطة شحات على ارتفاع 625 متراً فوق سطح البحر، والبيضاء على ارتفاع 537 متراً فوق سطح البحر، بينما تقع

سوسة وطلميثة على ارتفاع 6 أمتار، 5 أمتار فوق سطح البحر على التوالي، وتبلغ كميات المطر السنوي بمحطات شحات، سوسة، البيضاء، طلميثة 584، 343، 461، 324 ملم على التوالي، وتعد مدينة شحات أغزر مناطق ليبيا مطراً.

تؤثر سلسلة جبال أطلس التي تمتد في شمال غرب الوطن العربي من الجنوب الغربي عند ساحل المحيط الأطلسي وإلى الشمال الشرقي حتى رأس الطيب في تونس والتي يتراوح معدل ارتفاعها ما بين 1500ـ 1800 متر فوق مستوى سطح البحر(خوري، والدوري، 1990) على مناخ الجزء الغربي من الساحل الليبي فهي تعوق الرياح الرطبة القادمة من المحيط الأطلسي والبحر المتوسط، وتمنع توغلها إلى المناطق الداخلية الواقعة خلفها مما أدى إلى انخفاض معدلات الأمطار السنوية في زوارة والعسة والوطية حيث تبلغ على التوالي 238، 159، 98 ملم، كما تؤثر سلسلة جبال أطلس على مسارات المنخفضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق؛ حيث تعمل هذه المرتفعات على تغيير مسارها بانحرافها قليلاً ناحية الشمال مما يقلل من تأثيرها على مناطق الساحل الشمالي الغربي.

ويتأثر مناخ الساحل الليبي بالمنخفضات الجوية التي تتكون فوق البحر المتوسط حيث تمثل 90% من نسبة المنخفضات التي يتأثر بها إقليم الساحل خلال فصل الشتاء, أما باقي الانخفاضات فتتكون نتيجة لتقابل الكتل الهوائية المختلفة الخصائص فوق المحيط الأطلسي ثم تتجه إلى البحر المتوسط عن طريق مضيق جبل طارق بالاتجاه من الغرب إلى الشرق (سعد قسطندي،1975). وبشكل عام يقدر المتوسط السنوي لعدد المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط بحوالي 50 منخفضاً جوياً، وإن أعلى معدل لمرورها يحدث في شهر يناير وأقل معدل في شهر يوليو؛ وبذلك فإن معدل مرورها في فصل الشتاء أكثر من أي فصل آخر وهو يبلغ 19 منخفضاً جوياً تقريباً(زكري، 1998). وتتزحزح مسارات المنخفضات الجوية شمالاً وجنوباً تبعاً لحركة الشمس الظاهرية، ففي فصل الشتاء تتحرك هذه المسارات جنوباً فتقترب من الساحل الليبي فيزداد تأثيرها حيث تؤثر في حركة الرياح، ويكون اتجاه الرياح في مقدمة هذه الانخفاضات جنوبية غربية وجنوبية قادمة من الصحراء وبعد مرور المنخفض، وفي مؤخرته تكون الرياح شمالية غربية باردة وهي مسئوله عن أغلب الأمطار الشتوية الساقطة على الساحل الليبي، حيث تبلغ الأمطار قمتها في شهري (ديسمبر ويناير) وهذا ينطبق مع ذروة نشاط المنخفضات الجوية. أما في فصل الربيع فتتزحزح المنخفضات الجوية قليلاً نحو الشمال وتكون أقل عمقاً وأضعف أثراً على مناخ الساحل الليبي من المنخفضات الشتوية، إلا أنها تسبب رياح القبلي الحارة والمحملة بالأتربة، ومع زيادة تزحزح مسار المنخفضات الجوية نحو الشمال في فصل الصيف يقل تأثيرها على مناخ الساحل الليبي بقدر لا يكاد يذكر، وفي فصل الخريف تتزحزح هذه المنخفضات قليلاً نحو الجنوب ويزداد

بالتالي تأثيرها إلا أنها أقل عمقاً وأثراً من المنخفضات الشتوية والربيعية وتؤدي إلى سقوط رخات قليلة من المطر على المناطق الساحلية.

وتتأثر مسارات المنخفضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق بالتيارات النفاثة التي تحدث في طبقة التربوبوز أو بالقرب منها على ارتفاع 12 كيلو متراً تقريباً، وتصل سرعتها إلى حدود 500 كيلومتر في الساعة، وتنتشر بكثرة في خطوط العرض المعتدلة بين درجتي عرض 30 ـ 35 مما يدل على وجود علاقة بين موقع تلك التيارات وموقع المنخفضات الجوية، وتسلك التيارات النفاثة وجهة سير موجية حول الكرة الأرضية من الغرب إلى الشرق، وتكون في فصل الشتاء أسرع وأقل انخفاضاً منها في فصل الصيف؛ لأن ذلك يرتبط بمدى الفرق في درجات الحرارة بين المناطق القطبية والمدارية، حيث يزيد هذا الفارق في الشتاء عنه في الصيف (منسي،1981). وتتزحزح نطاقات هبوبها شمالاً وجنوباً مع حركة الشمس الظاهرية مثله في ذلك مثل المنخفضات الجوية، ففي فصل الصيف يتمركز محور التيار النفاذ على امتداد خط اواسط بحر قزوين وشمال البحر المتوسط وهذا الامتداد يتفق مع امتداد مسالك المنخفضات الجوية، أما في الشتاء فينتقل محور التيار النفاذ ومسالك المنخفضات الجوية جنوباً فوق البحر المتوسط وأراضي الوطن العربي، ولا يتعدى تداخل هذه المنخفضات دائرة العرض °30شمالاً(جودة،1998)، ومن العرض السابق يتضح أن الاضطرابات الجوية السطحية بالساحل الليبي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتيارات النفاثة، وعلى الرغم من أنه لم يثبت حتى الآن بصورة قاطعة أن التيار النفاذ هو السبب الرئيسي في تكوين المنخفضات المتكونة فوق البحر المتوسط والتي تؤثر على مناخ الساحل الليبي، حيث تساعد تلك التيارات على تفريغ عمود الهواء مما ينشط عملية صعود الهواء السفلي المحمل بالرطوبة فيتكاثف البخار بقوة؛ مما يؤدي إلى سقوط الأمطار بغزارة في بعض الأحيان، كما أن التيارات النفاثة تتحكم إلى حد كبير في اتجاهات تلك المنخفضات من الغرب إلى الشرق وفي التعرجات التي تظهر في مسالكها أحيانا بحيث تجعلها تقترب وتبتعد عن الساحل الليبي، إضافة لذلك تؤثر التيارات النفاثة في الدورة الهوائية العامة وفي كميات الأمطار الساقطة وتعديل الضغط الجوي، كما تؤثر على أحوال الطقس فوق سطح الأرض بما في ذلك الساحل الليبي، ويقال إن بعض هوائها يندفع إلى أسفل نحو الأرض فيؤدي إلى حدوث اضطرابات جوية عنيفة على سطح الأرض.

3.طبيعة أمطار الساحل الليبي:

يعد المطر أهم مظاهر التساقط ذات الصلة الوثيقة بمختلف جوانب الحياة، وتخضع منطقة الدراسة لثلاثة أنواع من الأمطار وهي الأمطار الإعصارية وأمطار العواصف الرعدية، والأمطار التضارسية التي تحدث في المناطق الشمالية الشرقية؛ وذلك لامتداد السلاسل الجبلية في هذه الجهات كمصدات للرياح الممطرة. كما تسبب التضاريس في سقوط الأمطار من خلال الحركة

الصاعدة للتيارات الهوائية الناشئة بتأثير المنحدرات الجبلية، وتتجلى الأمطار التضارسية بوضوح في محطة شحات، ويسقط بها أعلى معدل سنوي للمطر في ليبيا، إلا أن معظم أمطار منطقة الدراسة من النوع الإعصاري وهو الذي يسقط بسبب المنخفضات الجوية، ونظرا لشدة عنف المنخفضات الشتوية وقربها لمنطقة الدراسة، فمن الطبيعي أن تكون هذه الانخفاضات أغزر مطراً من المنخفضات الخريفية والربيعية، وتتباين كميات الأمطار الإعصارية من سنة لأخرى تبعا لتباين نشاط المنخفضات الجوية ومدى قوتها وقربها من الساحل الليبي، فعندما تكون المنخفضات الجوية نشطة في بعض السنوات تسقط أمطار غزيرة أضعاف الكميات التي تسقط في السنوات التي تكون فيها المنخفضات الجوية أقل شدة وعنف. أما بالنسبة لأمطار العواصف الرعدية أو كما تسمى بأمطار التصعيد أو الانقلابية، فهي تحدث نتيجة لارتفاع حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض وتمدده مما يضطره إلى الصعود إلى أعلى حتى يصل إلى نقطة التشبع ومن ثم يتكاثف في شكل سحب ركامية وتسقط منها أمطار على شكل رخات غزيرة وشديدة، وترافقها في الغالب عواصف البرق والرعد، لكنها لا تستمر طويلا ولا تزيد مدة سقوطها كل مرة عن 15ـ 20 دقيقة(امقيلي، 1993). وتتميز أمطار العواصف الرعدية بعدم الانتظام وبتباينها الكبير في كميتها بحيث تكون في سنة من السنين أضعافها في سنة أخرى.

وعلى الرغم من قلة أمطار الساحل الليبي وتذبذبها إلا أنه أغزر أقاليم البلاد مطرا؛ ويرجع السبب في قلة أمطار الساحل الليبي إلى شكل الساحل الذي يبدو في أغلب المناطق موازي للرياح الرطبة، إضافة إلى وقوع الساحل الليبي عند أقصى الحدود لمسارات الانخفاضات الجوية. ففي درنة على سبيل المثال كان مجموع كمية المطر 343ملليتر في سنة 1994، وسجلت 436ملليتر في سنة 1959،بينما سجلت 124.4ملليتر في سنة 1951، وقد تمر عدة سنوات متتالية دون مطر يذكر كما في الساحل الواقع شرق درنة، وتتباين كمية الأمطار الساقطة من مكان إلى آخر فقد تسقط الأمطار بغزارة فوق منطقة ما في يوم ما في حين لا تسقط قطرة مطر واحدة في منطقة مجاورة لها في نفس اليوم. كما لوحظ على أمطار الساحل الليبي نمط التباين في مناطق متجاورة في السنة الواحدة ففي سنة 1933كان مجموع المطر في مدينة الزاوية 453 ملليتر في حين سجلت محطة مرسى ديله شمال الزاوية بحوالي ثلاث كيلومتر 510 ملليتر، وتتسم أمطار منطقة الدراسة بالفصلية حيث تسقط أمطارها في الشهور الباردة من السنة مما يزيد من قيمتها الفعلية، ويعد فصل الشتاء أكثر فصول السنة المناخية مطرا.

4.التوزيع الفصلي والسنوي لأمطار الساحل الليبي:

يبدأ موسم المطر في منطقة الدراسة مع بداية شهر سبتمبر وينتهي مع نهاية شهر مايو، وتصل ذروته في شهور فصل الشتاء، وبالتالي فإن موسم المطر يمتد لمدة تسعة أشهر، منها شهور مطيرة وشهور انتقالية، واخرى جافة تتمثل

في شهور فصل. وبالنظر إلى الجدول (1) والشكل (2) الذي يبين النسبة المئوية للأمطار خلال فصول السنة بمنطقة الساحل الليبي يتضح أن أمطار الساحل الليبي تتركز في فصل الشتاء فهو يستحوذ على نسبة 55% من الأمطار السنوية، ويليه في الترتيب فصل الخريف والذي يأخذ نسبة 30%من الأمطار السنوية بالمنطقة، أما فصل الربيع فتبلغ نسبة أمطاره إلى الأمطار السنوية 14%، بينما لا تزيد نسبة أمطار فصل الصيف عن 1%من الأمطار السنوية بمنطقة الساحل الليبي.

يشمل فصل الخريف شهور(سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر) وتتباين كمية المطر الساقطة في محطات الساحل الليبي خلال هذا الفصل، حيث تتراوح بين 20 ملم و 132 ملم، ويبلغ معدل كميات المطر لهذا الفصل في الزاوية وطرابلس ومصراتة وإجدابيا ودرنة وطبرق 96، 113.3، 96.8، 26.4، 75.8، 27.7 ملم على الترتيب، ويعد شهر سبتمبر أقل شهور فصل الخريف مطراً، حيث تتراوح كمية الأمطار الساقطة خلال هذا الشهر في كل محطات الساحل الليبي بين 0.3 ملم، 16.1 ملم، وتبلغ نسبة هذا الشهر إلى المعدل الفصلي بمنطقة الساحل الليبي 11.5%، أما شهر اكتوبر فهو يعد البداية الفعلية لموسم المطر في جميع مناطق الساحل وتبلغ نسبة أمطار هذا الشهر إلى المعدل الفصلي 43.5% ويتراوح متوسط كمية المطر في هذا الشهر ما بين 6.8 ملم، 60.4 ملم، وأن اكثر من 88% من أمطار فصل الخريف تسقط خلال شهري أكتوبر ونوفمبر، حيث يتقاسم هذين الشهرين النسبة فيأخذ شهر أكتوبر نسبة 43.5% وشهر نوفمبر 44.9%، وبالتالي فإن كميات المطر خلال شهر أكتوبر في زوارة وطرابلس ومصراتة وبنغازي وسرت وطبرق 44.5، 47.5، 40.9، 17، 24.4، 12.8 ملليتر على التوالي، أما كميات الأمطار لشهر نوفمبر في نفس المحطات السابقة على التوالي 14.1، 49.7، 43.7، 38، 26.3، 14.6 ملم.

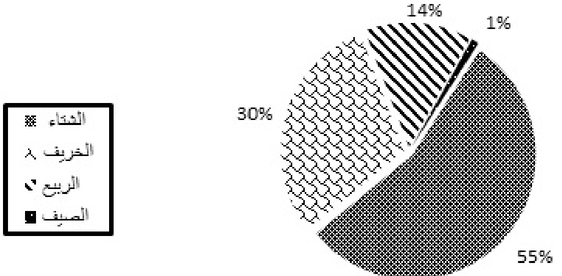
جدول (1) المعدلات الفصلية لكميات المطر ونسبة كل فصل من المعدل السنوي (ملم).

المحطة	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
	المعدل الفصلي	نسبته إلى السنوي %	المعدل الفصلي	نسبته إلى السنوي %	المعدل الفصلي	نسبته إلى السنوي %	المعدل الفصلي	نسبته إلى السنوي %
زوارة	101.4	42.6	36.4	15.2	1.3	0.5	99.1	41.6
الزاوية	129.3	49.1	36.4	13.8	1.3	0.4	96	36.5
طرابلس	152.3	48.1	48.3	15.2	2	0.6	113.3	35.8
الخمس	147.4	49.7	45.2	15.2	0.7	0.2	103	34.7
مصراتة	155.8	54.0	33.7	11.7	1.2	0.4	96.8	33.6
سرت	94.9	53.3	20.8	11.6	0.7	0.3	61.3	34.4
إجدابيا	99	69.7	16.4	11.5	0.9	0.6	26.4	18.5

بنغازي	169	63.2	35.3	13.2	4.4	1.6	57.8	21.6
سوسة	199.7	58.2	47.6	13.8	0.5	0.1	95.4	27.8
درنة	147.5	55.8	37.8	14.3	3.3	1.2	75.8	28.7
شحات	349.8	60	96.7	16.5	4.8	0.8	132	22.6
طبرق	85.6	66.3	15.7	12.1	0.0	0.0	27.7	21.4
امساعد	43.5	56.4	13.3	17.2	0.1	0.1	20.1	26.1
	1875.2	55.4	483.6	14.3	21.2	0.6	1004.7	29.7

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، ليبيا، طرابلس، بيانات غير منشورة، حسابات الباحثان.

ويمتد فصل الشتاء من شهر ديسمبر إلى نهاية شهر فبراير، وهو أكثر فصول السنة مطراً نظراً لاقتراب مسارات الانخفاضات الجوية العابرة للبحر المتوسط من الغرب إلى الشرق من منطقة الساحل الليبي، إضافة إلى زيادة قوة وعدد هذه الانخفاضات الراحلة خلال هذا الفصل. وتتراوح معدلات كميات الأمطار خلال هذا الفصل في جميع محطات منطقة الدراسة بين 43.5ملم، 349.8 ملم، حيث يبلغ في زوارة ومصراتة وسرت وبنغازي وشحات وسوسة 101.8، 155.8، 94.9، 169، 349، 199.7، ملم على الترتيب، وتتراوح النسبة المئوية للمطر خلال هذا الفصل في كل محطات الساحل بين 42.6%، 69.7%، ويعد شهر يناير أكثر الشهور مطرا في اغلب المحطات إلا أن هناك بعض المحطات تسجل ذروة أمطارها في شهر ديسمبر. أما بالنسبة لفصل الربيع فيعد فصلا انتقاليا وتأخذ معدلات المطر في التناقص التدريجي من مارس إلى أبريل، وهذا ناتج عن بدء زحزحة مناطق الضغط الجوي نحو الشمال وتبدأ الانخفاضات الجوية في التناقص والضعف. ويتعرض الساحل الليبي خلال هذا الفصل لهبوب رياح القبلي التي تمتاز بشدة الحرارة والجفاف، وتتراوح معدلات المطر لهذا الفصل في كل محطات الساحل بين 13.3ملم، 96.7ملم، بينما تتراوح النسبة المئوية للأمطار في هذا الفصل وبكافة محطات الساحل بين 11.5%، 17.2%، ويعد شهر مارس أغزر شهور الفصل مطرا. أما بالنسبة لفصل الصيف وهو الفصل الجاف من السنة ولا تسقط به أمطار تذكر ويرجع ذلك لتزحزح مسارات المنخفضات الجوية شمالا بعيدا عن ليبيا.



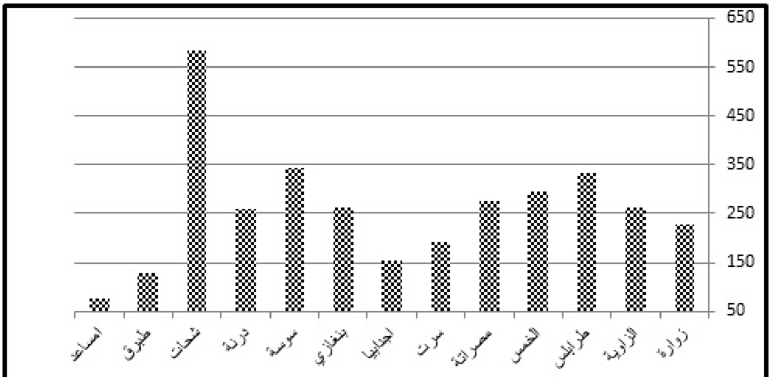
شكل (2) النسبة المئوية للأمطار خلال فصول السنة بإقليم الساحل الليبي.

أما بالنسبة للتوزيع السنوي لكميات الأمطار بمنطقة الدراسة فهو غير منتظم و يتباين من محطة إلى أخرى فعند النظر إلى الجدول (2) والشكل (3) الذي يبين المعدلات السنوية لكميات الأمطار نلاحظ أن كمية المطر السنوي في محطة شحات أكثر من 583ملم، وتقل في محطة أمساعد إلى 77ملم، وبذلك فإن كمية المطر تزيد في شحات أكثر من سبعة أضعاف كميتها في أمساعد؛ وذلك لارتفاع شحات ووقوعها على الحافة الثانية للجبل الأخضر ومواجهتها للرياح الرطبة بعكس أمساعد التي تقع على ساحل موازي للرياح الرطبة. وبصفة عامة يتراوح المعدل السنوي للأمطار في منطقة الساحل الليبي بين 77ملم و583ملم في السنة، حيث يبلغ في زوارة وطرابلس والخمس وسرت وإجدابيا وبنغازي ودرنة وطبرق 228، 332، 296، 191.2، 153.2، 264، 260.1، 129 ملم في السنة على التوالي، ويرجع السبب في هذا التباين إلى اختلاف شكل الساحل واتجاهه، وبصفة عامة فإن أمطار الساحل الشرقي أكثر مطراً من الساحل الأوسط والغربي. كما تتناقص الأمطار كلما اتجهنا صوب الجنوب بعيدا عن البحر وذلك لتعرض المناطق الشمالية إلى عدد أكبر من الانخفاضات الجوية وأكثر قوة وعنف من الانخفاضات التي تتعرض لها المناطق الجنوبية.

جدول (2) المعدلات السنوية لكمية المطر (ملم) في محطات الساحل الليبي.

المحطة	المعدل السنوي(ملم)	المحطة	المعدل السنوي(ملم)
زوارة	228	بنغازي	264
الزاوية	263	سوسة	343
طرابلس	332	درنة	260.1
الخمس	296	شحات	583
مصراتة	275.6	طبرق	129
سرت	191.2	امساعد	77
إجدابيا	153.2		

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، ليبيا، حسابات الباحثان.



شكل رقم(3) المعدلات السنوية لكمية المطر (ملم)
في محطات الساحل الليبي.

5.أسباب التغيرات المناخية

يتكــون منــاخ الأرض نتيجــة للتفاعــل المتبــادل بــين نظــم الأرض المختلفــة وهــي الغــلاف الجــوي (Atmosphere) والغــلاف المائــي (Hydrosphere) والغــلاف الحيــوي (Biosphere) والغــلاف الأرضي ((Lithosphere والغــلاف الجليــدي (Cryosphere)، وأي تغــير في هــذه الأغلفــة ســيؤثر بطــرق مبــاشرة أو غــير مبــاشرة في منــاخ الأرض، وذلــك بالإضافــة إلى التأثــير الكبــير الناتــج عــن العلاقــة القويــة بــين الأرض والشــمس (ميســون طــه محمــود الســعدي 2015،ص 368)، وتخضــع منطقــة حــوض البحــر المتوســط لتأثــير التغــيرات المناخيــة وهــي تظهــر اتجاهــاً مشــابهاً للاتجــاه العالمــي، وتتجــلى بارتفــاع درجــات الحــرارة وانخفــاض في معــدل الهطــول مــع زيــادة شــدة وتكــرار الحــوادث المتطرفــة مثــل الجفــاف والصقيــع. تحــدث التغــيرات المناخيــة عــلى المــدى القصــير او المــدى الطويــل بســبب تبايــن النشــاط الشــمسي والنشــاط البركانــي والغبــار الجــوي، والنشــاط البــشري الناجــم عــن اســتخدام الوقــود الأحفــوري؛ وبهــذا تحولــت ظاهــرة الاحتبــاس الحــراري مــن ظاهــرة طبيعيــة تنظــم عمليــات اكتســاب الحــرارة وفقدانهــا في الغــلاف الجــوي بمــا يوفــر القــدر المناســب مــن الــدفء إلى ظاهــرة غــير طبيعيــة تــضر بالبيئــة، ويزيــد خطرهــا مــع زيــادة انبعــاث الغــازات المســببة لهذه الظاهــرة والتــي يطلــق عليهــا اســم الغــازات الدفيئــة، وقــد ابتكــر العالــم الكيميائــي الســويدي (ســفانتى أرييــوس) عــام 1896 تســمية الاحتبــاس الحــراري (فتحــي عبــد العزيــز أبــوراضي 2012، ص 282)، وظهــرت بعــد ذلــك الكثــير مــن المســميات لهــذه الظاهــرة مثــل الدفيئــة والصوبــة والاحــترار وغيرهــا، وكلهــا تصــب في مفهــوم واحــد بأنهــا ظاهــرة تحــدث نتيجــة تعــرض جــزء مــن الإشــعاع الشــمسي إلى عمليــة امتصاص وانتشــار في الغــلاف الجــوي، وجــزء اخــر يمتصــه ســطح الارض ليعكــس جــزء منــه في شــكل اشــعاع حــراري طويــل الموجــة يســمى الألبيــدو (Albedo (إلى الغــلاف الجــوي، ويتــم حجــز جــزء كبــير منــه بفعــل مجموعــة مــن الغــارات تســمى الغــازات الدفيئــة

ليرجع مرة أخرى إلى سطح الأرض الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض(رضا عبد الجبار الشمر، حسين عبد الحسين، 2008، ص351)، وترجع اسباب حدوث هذه الظاهرة إلى انبعاث نسب كبيرة من الغازات الدفيئة تفوق المعدل الطبيعي لوجودها في الغلاف الجوي، وأهم هذه الغازات الكلوروفلوركربون (CFCs) والميثان (CH 4) وأكسيد النيتروز (NO) وبخار الماء (H2O) وثاني أكسيد الكربون (CO 2)، ويعد الأخير غاز الاحتباس الرئيسي والمسؤول عن 55% من الاحترار العالمي (فتحي عبد العزيز أبوراضي 2012،ص283)، وقد زادت نسبة تركيزه في الغلاف الجوي وتقدر نسبة الزيادة السنوية لهذا الغاز 4.3% (عمر أمحمد علي عنيبه، 2016 ،ص 175)، وتبعاً لتوقعات الهيئة الاستشارية الدولية للتغير المناخي (lpcc) أن نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء سترتفع إلى حوالي 720 جزء في المليون عام 2080 في حالة استمرار الزيادة في استهلاك الوقود بالمعدلات الحالية، وهذا من شأنه أن يرفع حرارة الأرض 3.5 م ومن مستوى سطح البحر بحوالي 84سم (محمد شرف، 2008 ، ص130)، وأخذت نسب الغازات الدفيئة تزيد في الجو بعد الثورة الصناعية (1899-1880)؛ وبذلك فإن المصدر الرئيسي لها يرجع لأسباب بشرية متمثلة في حرق الوقود الأحفوري. كما يؤثر الغبار والجسيمات العالقة في الجو على الموازنة الاشعاعية والحرارية لجو الأرض وتعمل على حجز الاشعاع الارضي ومنعة من التسرب إلى الفضاء (إمحمد عياد امقيلي، 1993، ص 112)، وبالتالي فهو يساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري، ويساهم تغير نشاط دورات البقع الشمسية في حرارة الأرض؛ فهي تؤثر بدورها المباشر على مقدار الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، هذا بالإضافة إلى تأثير الغبار البركاني الذي يعمل على حجب الاشعاع الأرضي ومنعه من التسرب إلى الفضاء. كما يؤثر تغير استخدامات سطح الأرض على الموازنة الاشعاعية للأرض وتغير نسبة الاشعاع الأرضي (الألبيدو). كل هذه العوامل تساهم بنسب مختلفة في الرفع من درجة حرارة الأرض.

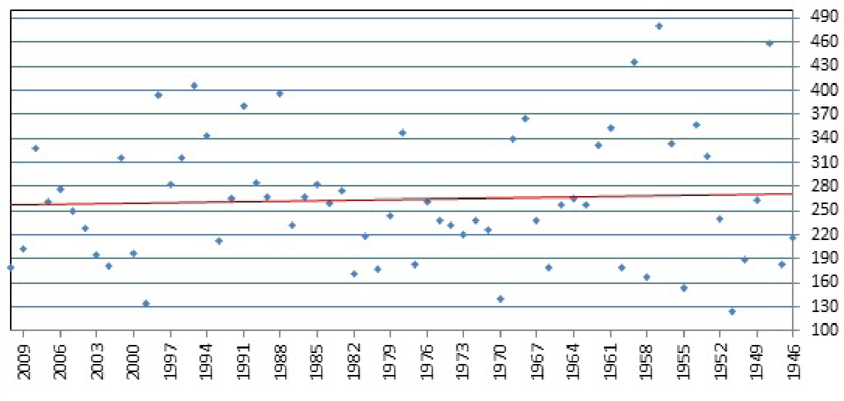
6. اتجاه الأمطار في محطات منطقة الدراسة:

سنتناول فيما يلي الاتجاه العام لكميات الأمطار في سبع محطات مختارة بناء على التوزيع الجغرافي من ناحية و توفر بياناتها لفترة زمنية طويلة تبلغ 65 سنة من ناحية أخرى، إذ كلما كانت المدة أطول كلما كانت النتائج أكثر دقة والاتجاه أكثر وضوحا، والمحطات المختارة هي زواره، طرابلس، مصراتة، سرت، أجدابيا، بنغازي، درنة، وسوف يتم تأكيد الاتجاه العام لعنصر الأمطار خلال الحقبة الممتدة من سنة 1945 الى سنة 2010. بالاعتماد على بيانات الجدول (3) المرفق في آخر البحث.

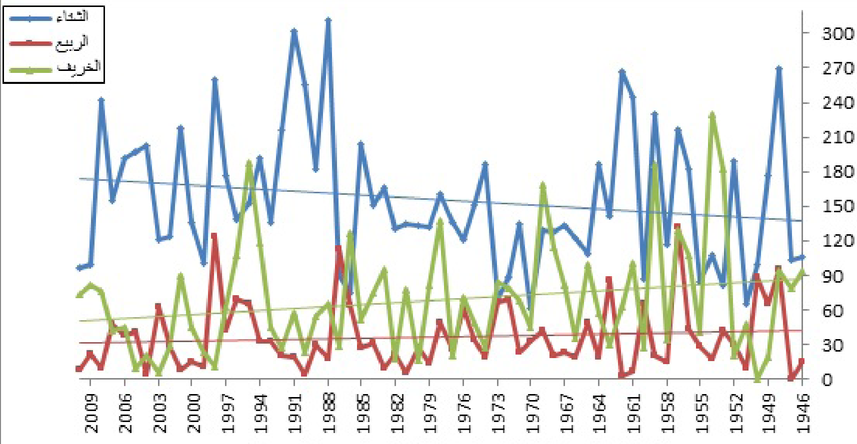
6. 1. اتجاه الأمطار في محطة درنة:

يظهر من النظر في الشكل (4) أن الاتجاه العام للأمطار السنوية في محطة درنة خلال المدة من 1946ـ 2010، يسير نحو التناقص بمقدار10ملم اقل من

المعدل العام للمحطة البالغ 264ملم، وقد بلغ عدد السنوات التي يقل فيها المعدل السنوي عن المعدل العام 36 سنة، وعدد السنوات التي يزيد فيها المعدل السنوي عن المعدل العام 28 سنة، وهذا لا يمثل اتجاه نحو الزيادة؛ وذلك لكون السنوات الأخيرة انخفض فيها المجموع السنوي بشكل واضح وذلك بعد سنة 2000 حتى سنة 2010، وسجل أدنى مجموع سنوي خلال فترة الدراسة سنة 1951 بلغ 124ملم، وأعلى مجموع سنوي بلغ 279ملم سنة 1957، وبهذا يكون الفرق بين أعلى مجموع سنوي وأدنى مجموع سنوي بنحو 155ملم. وبالنظر في الشكل(5) يتضح أن الاتجاه العام لأمطار فصلي الربيع والخريف في محطة درنة يتجهان نحو التناقص، بينما تتجه أمطار فصل الشتاء إلى التزايد بشكل واضح.



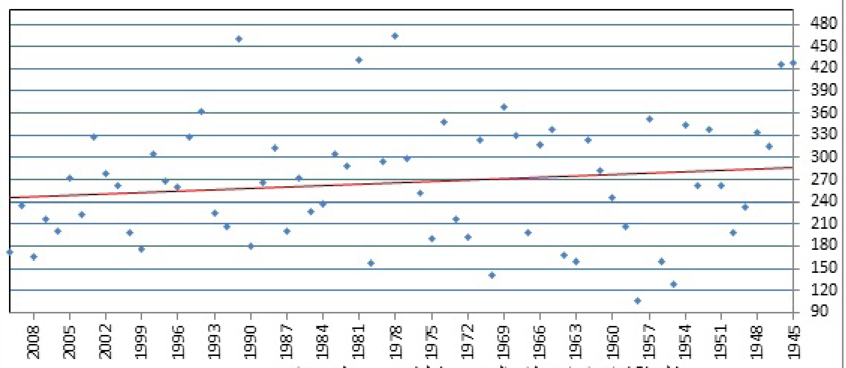
شكل(4) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة درنة.



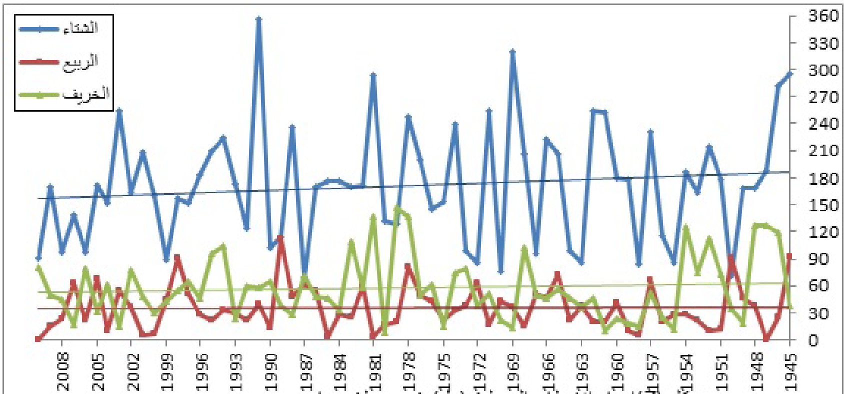
شكل(5) اتجاه الامطار الفصلية (ملم) في محطة درنة.

6. 2. اتجاه الأمطار في محطة بنغازي:

يتضح من خلال الشكل(6) إن الاتجاه العام لمجموع المطر السنوي يميل إلى الانخفاض خلال فترة الرصد من 1945 - 2010 بمقدار 40ملم أقل من المعدل العام للمحطة البالغ 266 ملم، وقد بلغ عدد السنوات التي يزيد فيها المجموع السنوي عن المعدل العام 30 سنة، وعدد السنوات التي يقل فيها المجموع السنوي عن المعدل العام 35 سنة، وهذا يمثل الاتجاه نحو الانخفاض؛ وذلك لكون السنوات الأخيرة بداية من سنة 2000 والتي أخذ فيها المجموع السنوي للأمطار بالانخفاض، وسجل أدنى مجموع سنوي في سنة 1958 بلغ 105ملم، وأعلى مجموع سنوي خلال فترة الدراسة بلغ 465 ملم في سنة 1978، وبهذا يكون الفرق بين أعلى مجموع سنوي وأدنى مجموع سنوي 360ملم. وبالنظر في الشكل(7) يتضح أن الاتجاه العام لأمطار الفصول الثلاثة (الخريف، الشتاء، الربيع) يتجه نحو التناقص، وهذا يؤكد على إن اتجاه أمطار محطة بنغازي يسير نحو التناقص.



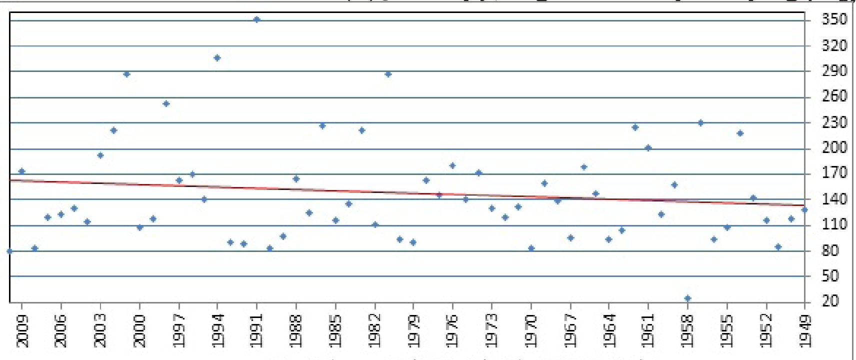
شكل (6) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة بنغازي.



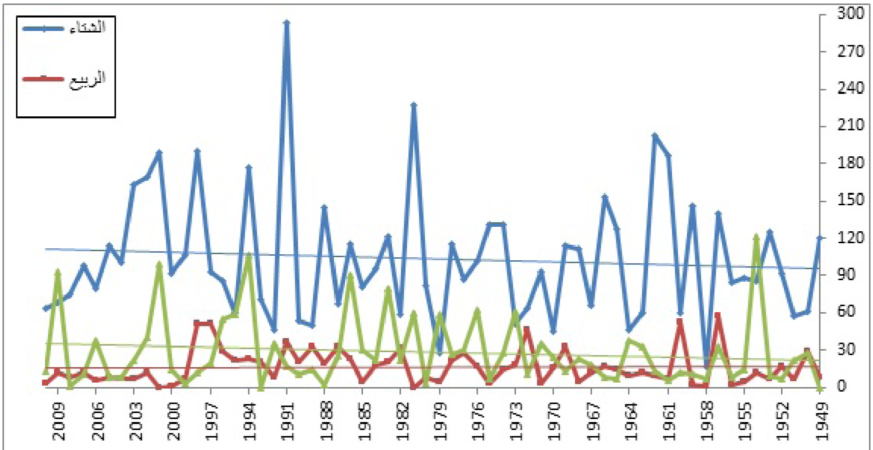
شكل (7)اتجاه الأمطار الفصلية (ملم) في محطة بنغازي.

6. 3. اتجاه الأمطار في محطة اجدابيا:

يسير الاتجاه العام لمجموع المطر السنوي نحو الارتفاع خلال سنوات الرصد من 1949 - 2010 بمقدار 30ملم أعلى من المعدل العام للمحطة البالغ 149ملم، وقد بلغ عدد السنوات التي يقل فيها المجموع السنوي عن المعدل العام 39 سنة، وعدد السنوات التي يزيد فيها المجموع السنوي عن المعدل العام 22 سنة، وهذا يمثل الاتجاه نحو التناقص. وسجل أدنى مجموع سنوي في سنة 1958 بلغ 25ملم، وأعلى مجموع سنوي خلال فترة الدراسة بلغ 351ملم في سنة 1991، وبهذا يكون الفرق بين أعلى مجموع سنوي وأدنى مجموع سنوي 326ملم، شكل (8). أما بالنسبة لاتجاهات الأمطار الفصلية بمحطة أجدابيا فهي تسير نحو الزيادة في فصلي الشتاء والخريف، في حين تسير أمطار فصل الربيع في اتجاه ثابت، كما موضح بالشكل(9).



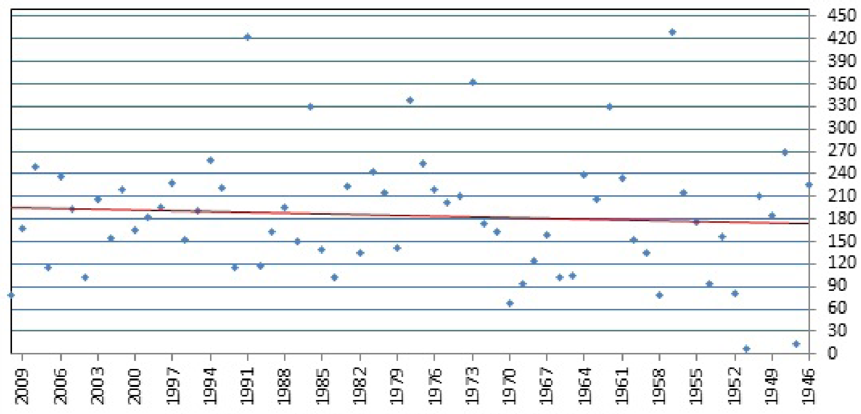
شكل(8) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة اجدابيا.



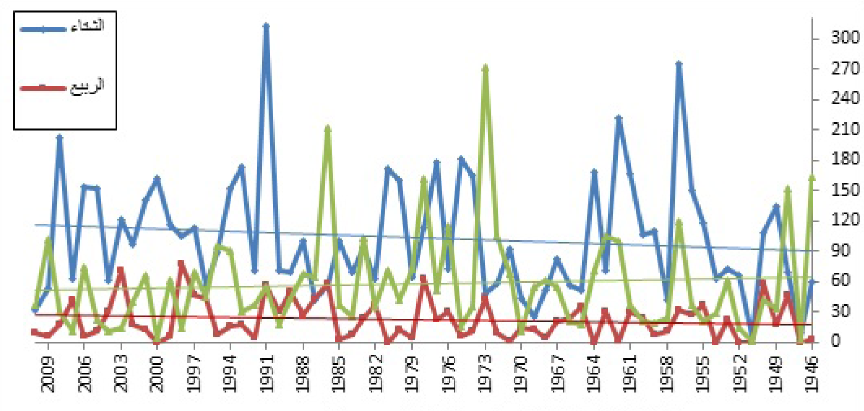
شكل(9) اتجاه الامطار الفصلية (ملم) في محطة اجدابيا.

6. 4. اتجاه الأمطار في محطة سرت:

عند النظر في الشكل (10) والذي يبين الاتجاه العام لكميات الأمطار بمحطة سرت يتضح أنه يتجه نحو الزيادة بمقدار 21ملم أكثر من المعدل العام بالمحطة البالغ 185ملم، وقد تساوى عدد السنين التي ارتفع فيها المجموع السنوي عن المعدل العام مع عدد السنوات التي انخفض فيها المجموع السنوي عن المعدل العام وهو 32 سنة، إذ سجل أعلى مجموع ضمن فترة الدراسة في سنة 1957 بلغ حينها 430ملم، وارتفع عن المعدل العام بنحو 245ملم، وفي سنة 1951 سجل أدنى معدل بلغ 7ملم. وبالنظر إلى الشكل (11) الذي يبين اتجاه الأمطار الفصلية في محطة سرت يتضح أن أمطار فصلي الربيع والشتاء تسير نحو الزيادة، بينما أمطار فصل الخريف فهي تتجه نحو التناقص.



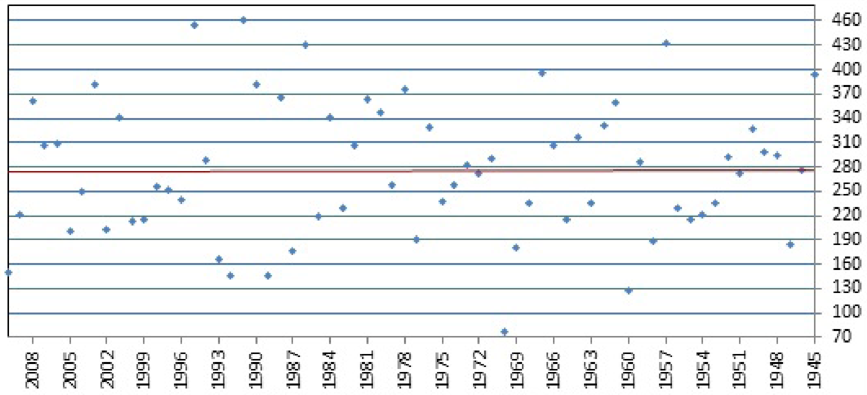
شكل(10) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة سرت.



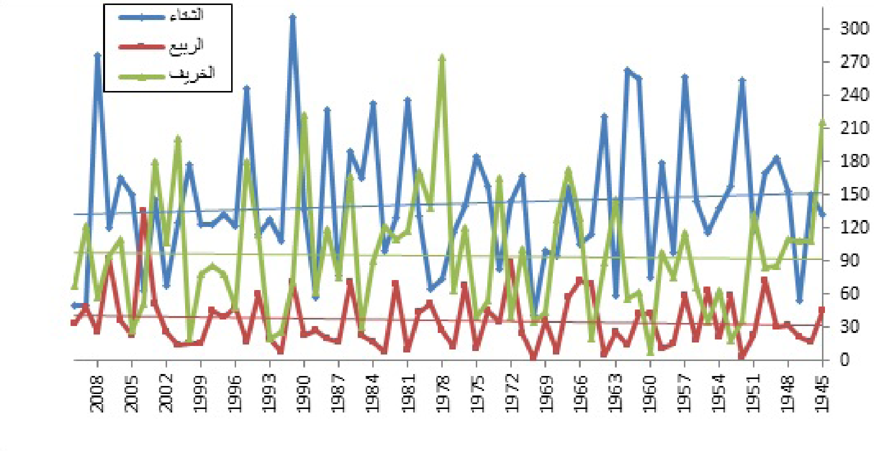
شكل(11) اتجاه الامطار الفصلية (ملم) في محطة سرت.

6. 5. اتجاه الأمطار في محطة مصراتة:

يتميز الاتجاه العام لمجموع المطر السنوي خلال فترة الدراسة في محطة مصراته بالثبات، وسجلت سنة 1970 أدنى مجموع سنوي طول فترة الدراسة بلغ 77ملم؛ بينما سجلت سنة 1991 أكبر كمية مطر بلغت 462 ملم بارتفاع عن المعدل العام بالمحطة بمقدار 187 ملم؛ علماً بأن المعدل العام يبلغ 275 ملم، وبلغ عدد السنوات التي مجموعها السنوي اقل من المعدل 33 سنة. أما السنوات التي يزيد مجموعها السنوي عن المعدل العام فبلغ عددها 32 سنة، شكل (12). أما بالنسبة لاتجاهات الأمطار الفصلية بمحطة مصراته فهي تسير نحو التناقص في فصل الشتاء، في حين تسير أمطار فصلي الخريف والربيع في اتجاه ثابت تقريباً، كما موضح بالشكل(13).

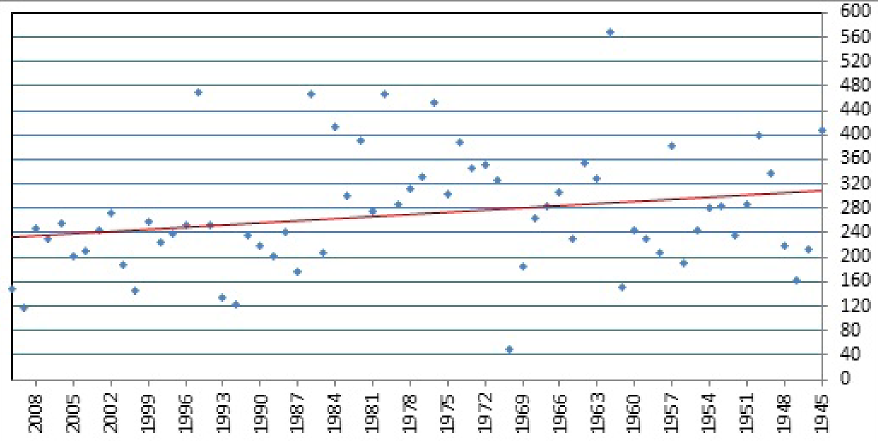


شكل(12) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة مصراتة.

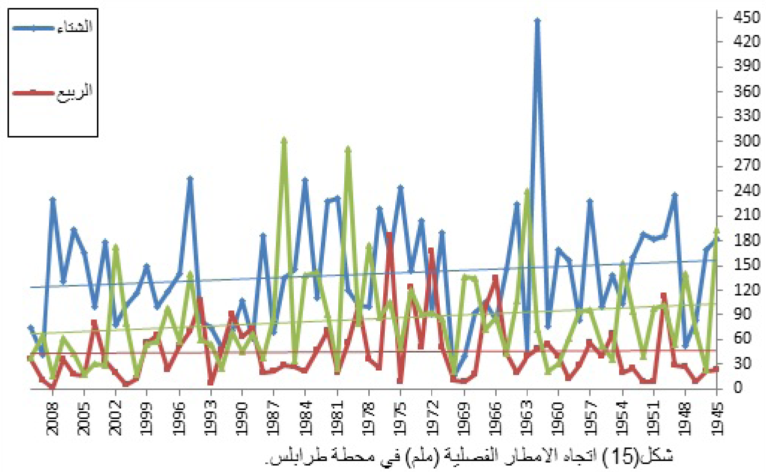


6. 6. اتجاه الأمطار في محطة طرابلس:

شهدت الحقبة الممتدة من سنة 1945-2010 تذبذباً من حيث الارتفاع والانخفاض في المجموع السنوي لكميات الأمطار وعدم الاستقرار حول المعدل العام بالمحطة وهو 272 ملم؛ إذ بلغت السنوات التي ارتفع فيها المجموع السنوي عن المعدل العام بنحو 28 سنة، وعدد السنوات التي انخفض فيها المجموع السنوي عن المعدل العام 37 سنة، وهذا المؤشر يدلنا على الاتجاه نحو التناقص بمقدار 75ملم، وسجل أعلى مجموع سنوي خلال هذه الفترة في سنة 1962 بلغ حينها 567 ملم، وارتفع عن المعدل العام بنحو 265 ملم، وفي سنة 1970 سجل أدنى مجموع بلغ 49ملم، شكل (14). وبالنظر في الشكل(15) يتضح أن الاتجاه العام لأمطار فصلي الخريف والشتاء في محطة طرابلس يتجه نحو التناقص، بينما تحافظ أمطار فصل الربيع على خط اتجاهها ثابت دون زيادة أو نقصان طول فترة الدراسة.



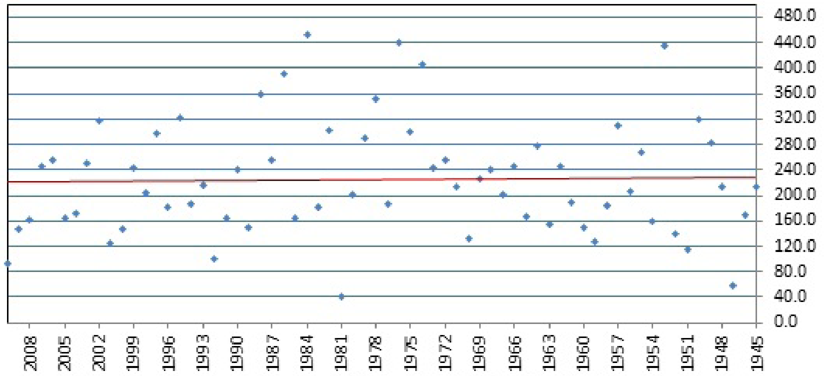
شكل(14) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة طرابلس.



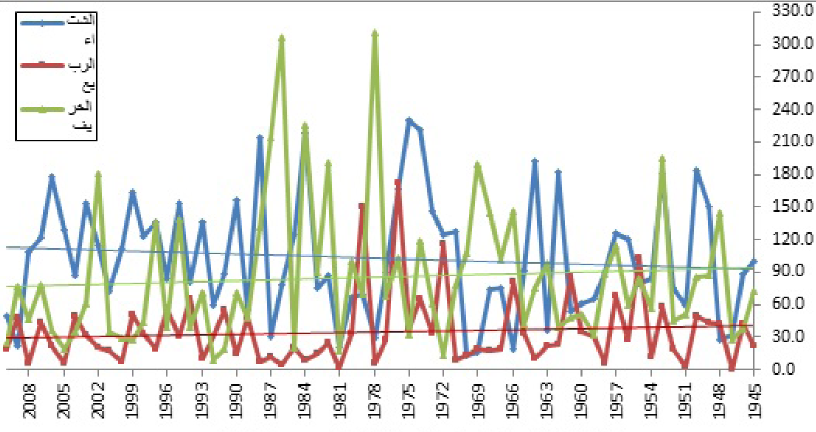
شكل(15) اتجاه الامطار الفصلية (ملم) في محطة طرابلس.

6. 7. اتجاه الأمطار في محطة زواره:

يتضح من ملاحظة الشكل (16) إن الاتجاه العام لأمطار محطة زواره يسير في اتجاه ثابت ولم يعط مؤشر بالزيادة أو النقصان خلال فترة الرصد من 1945 – 2010، وقد بلغ عدد السنوات التي يقل فيها المجموع السنوي للأمطار عن المعدل العام 35 سنة، وعدد السنوات التي يزيد فيها المعدل السنوي عن المعدل العام 30 سنة، وسجل أدنى مجموع سنوي في سنة 1981 بلغ 40 ملم، وأعلى مجموع سنوي خلال فترة الدراسة بلغ 454 ملم كان ذلك في سنة 1984، وبهذا يكون الفرق بين أعلى مجموع سنوي وأدنى مجموع سنوي بنحو 414 ملم. وبالنظر في الشكل (17) يتضح أن الاتجاه العام لأمطار فصلي الربيع والخريف في محطة زواره يتجهان نحو التناقص، وعلى الرغم من ثبات اتجاه المطر السنوي بهذه المحطة إلا إن أمطار أمطار فصل الشتاء تزيد على حساب أمطار فصلي الخريف والربيع.



شكل(16) اتجاه الامطار السنوية (ملم) في محطة زوارة



شكل(17) اتجاه الامطار الفصلية (ملم) في محطة زوارة.

7.النتائج:

تناولت الدراسة اتجاه التغيرات المناخية لأمطار الساحل الليبي للفترة من 1945-2010 من خلال توضيح التباين في طبيعة أمطار الإقليم وتوزيعها المكاني والزماني والعوامل المؤثرة فيها، ثم تقييم الاتجاهات طويلة المدى لكميات الأمطار الفصلية والسنوية لمحطات منطقة الدراسة؛ وبذلك فقد خلص البحث عدة نتائج وهي:

- خلصت الدراسة إلى حقيقة أن مشكلة التغير المناخي في كميات الأمطار من أهم المشاكل البيئية، وهذا يتطلب ضرورة الشروع الفوري في التعامل مع التغيرات المناخية وأخذ التدابير اللازمة لمواجهة أسبابها وآثارها.
- تباين مقدار التغير والاتجاه في كميات الأمطار الفصلية والسنوية بمحطات الدراسة.
- اتجاه الأمطار السنوية في محطتي أجدابيا وسرت يسير نحو الارتفاع التدريجي وبلغ مقدار الزيادة 30، 21 ملم على التوالي؛ في حين يسير الاتجاه العام للأمطار نحو التناقص بمحطات درنة وبنغازي وطرابلس، وقد بلغ مقدار التناقص على الترتيب 10، 40، 75ملم وتميزت محطتي زواره ومصراتة بثبات الاتجاه العام لكميات الأمطار.
- اتجاه أمطار فصل الخريف خلال فترة الدراسة نحو الزيادة في محطة أجدابيا، واتجهت نحو النقصان في محطات درنة وبنغازي وسرت وطرابلس وزوارة، وأخذ الاتجاه العام لأمطار محطة مصراته صفة الثبات خلال هذا الفصل.
- اتجاه أمطار فصل الشتاء خلال فترة الدراسة نحو الزيادة في درنة وإجدابيا وسرت وزوارة، في حين يسير الاتجاه نحو التناقص في بنغازي ومصراتة وطرابلس.
- اتجاه أمطار فصل الربيع خلال فترة الدراسة نحو الزيادة في محطة سرت، ونحو التناقص في درنة وبنغازي وزوارة، وتميز بالثبات في أجدابيا ومصراتة وطرابلس.

8. التوصيات:

- تكاثف الجهود الدولية لمعالجة مشكلة التغير المناخي بالحد من تلوث الغلاف الجوي؛ لأن هذه الظاهرة عالمية وليست محلية.
- الالتزام المحلي والعالمي بالاتفاقيات الدولية الخاصة بتغير المناخ.
- دعم وتشجيع الجامعات والمراكز البحثية المتخصصة على البحث العلمي حول مشكلة تغير المناخ وأثرها على ليبيا، والعمل على وضع خطط لإعداد كوادر علمية وبناء قدرات لرفع الكفاءات الليبية.
- التعاون بين المؤسسات الحكومية بما فيها الجامعات بهدف دراسة التغيرات المناخية وأثرها على البيئة في ليبيا، وذلك لمحاولة تجنب آثارها السلبية على

الأنشـطة البشريـة المختلفـة.

- اسـتخدام مصـادر الطاقـة النظيفـة والمتجـددة مثـل الطاقـة الشمسـية وطاقـة الريـاح؛ حيـث اثبتـت العديـد مـن الدراسـات إمكانيـة اسـتخدام طاقـة الشـمس والريـاح في ليبيـا وذلـك للحـد مـن انبعـاث الغـازات الناتجـة عـن حـرق الوقـود الأحفـوري لتحقيـق التـوازن بـين مصـادر الطاقـة والبيئـة.
- المحافظـة عـلى الغطـاء الغابـي والتوسـع في زراعـة المسـاحات الخـضراء للتقليـل مـن نسـب غـاز ثانـي أكسـيد الكربـون في الغـلاف الجـوي.
- التوسـع في انشـاء محطـات مناخيـة وتوزيعهـا عـلى كامـل ليبيـا، وتحديـث المحطـات القديمـة وعمـل صيانـة دوريـة لمحطـات الرصـد لضمـان اسـتمرار العمـل وعـدم انقطاعـه. كمـا يـوصي بتسـهيل طـرق تزويـد الباحثـين بالمعلومـات المناخيـة اللازمـة.

9. المراجع:

الضـاوي عـلي احمـد (2002) التحليـل الجغـرافي لخصائـص الأمطـار في إقليـم سـهل الجفـارة للمـدة مـا بـين 1957– 1999، رسـالة ماجسـتير، جامعـة السـابع مـن ابريـل، كليـة التربيـة، قسـم الجغرافيـا.

المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة، طرابلس، ليبيا.

خـوري، جـان و الـدوري، عبـد اللـه (1990) المـوارد في الوطـن العربـي، المركـز العربـي لدراسـة الأرضي الجافـة والقاحلـه، دمشـق.

جودة، جودة حسنين (1998) الجغرافيا المناخية والحيوية، دار المعرفة الجامعية.

الشـمر، رضـا عبـد الجبـار ، عبـد الحسـين، حسـين عـلي (2008) تغـير المنـاخ العالمـي بـين الـدول المسـتفيدة والمتـضررة. مجلـة القادسـية للعلـوم الإنسـانية، م 11، عـدد 1-2، جامعـة القادسـية، العـراق.

قسـطندي سـعد (1975) منـاخ إقليـم المـرج، مجلـة كليـة الآداب، جامعـة بنغـازي، العـدد7.

مقيـلي، امحمـد عيـاد (1993) مقدمـة في الطقـس والمنـاخ، الجامعـة المفتوحـة، طرابلـس.

مقيـلي، امحمـد عيـاد (2003) تطرفـات الطقـس والمنـاخ: الجـزء الثالث ط ا، دار شـموع الثقافة.

نـوح، سـعيد إدريـس (1998) منـاخ الجبـل الأخـضر: دراسـة تحليلـه لاصنـاف المنـاخ، رسـالة ماجسـتير، جامعـة قاريونـس، كليـة الآداب والتربيـة، قسـم الجغرافيـا.

شرف، عبـد العزيـز طريـح (د.ت) الجغرافيـا المناخيـة والنباتيـة، ط 11، دار المعرفـة الجامعيـة.

شرف، عبـد العزيـز طريـح (1958) مشـكلة الأمطـار في ليبيـا، مجلـة كليـة الآداب والتربيـة، جامعـة بنغـازي، المجلـد 1، المطبعـة الأهليـة، بنغـازي.

عنيبـه، عمـر أمحمـد (2016) أثـر التغـير المناخـي عـلى درجـة الحـرارة الصغـرى في

منطقة مصراتة في الفترة من 0212-1981م مجلة ابحاث، العدد 8، كلية الآداب، جامعة سرت.
أبو راضي، فتحي عبد العزيز(1991) المناخ والبيئة ومشكلاتهما المعاصرة، ط 1، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
شرف، محمد إبراهيم(2008) المشكلات البيئية المعاصرة: الأسباب، الآثار، الحلول، دار المعرفة الجامعية.
محمد، محمد سالم (2020) التغيرات المناخية وانعكاساتها على البيئة والإنسان في الإقليم الجنوبي والشرقي من اليمن، مجلة جامعة عدن للعلوم الإنسانية والاجتماعية، مجلد 1.
الجمل، محمود جلال الدين (1961) جغرافية ليبيا الإقليمية، رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.
السعدي، ميسون طه (2015) التغيرات المناخية العالمية ،اسبابها، دلائلها، توقعاتها المستقبلية" مجلة كلية التربية الأمامية، م 21 ، العدد 87.
منسي، نبيلة (1981) الطقس، معهد الإنماء العربي.
زكري، يوسف محمد (1998) الأمطار والتبخر في ليبيا، رسالة ماجستير، جامعة السابع من ابريل، كلية التربية، قسم الجغرافيا.

التغير في مستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في شمال شرق ليبيا للمدة الممتدة بين عامي 1958– 2019 بالاعتماد على درجة الحرارة الفعالة

أ.د. مولود علي بريبش 1، أ. أسمهان علي المختار عثمان 2 ، د.علي مصطفى سليم 2
1جامعة الزاوية- كلية الآداب - قسم الجغرافيا ، 2جامعة مصراتة- كلية التربية - قسم الجغرافيا

الملخص

يهدف البحث إلى تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية، والكشف عن تغيرها في شمال شرق ليبيا، من خلال تحليل البيانات المناخية للمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية؛لتحديد أثر هذين العنصرين على راحة الإنسان الحرارية في خمس نقاط للرصد، وهي: بنغازي والبيضاء والمرج ودرنة وطبرق للمدة الممتدة من (-1958 2019م) من أجل تحديد الأشهر والفصول المريحة، وغير المريحة حرارياً، والتعرف على الأوقات الملائمة لممارسة الأنشطة المختلفة، واختلافاتها المكانية خلال الستين سنة الأخيرة، وقد قسمت على مرحلتين زمنيتين: الأولى (1958–1988م)، والمرحلة الثانية (1989– 2019م)، وذلك بالاعتماد على قرينة درجة الحرارة الفعالة (The Effective Temperature) التي توضح العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية، واختبار الفروق بين متوسط مدتي الدراسة، باستخدام اختبار((t بالاعتماد على برنامج SPSS الإحصائي، واستخدام أسلوب التحليل المكاني Spatial Analyst tools لاسيما استخدام أداة الاستقراء، أو الاشتقاق المكانيInterpolation ، وتحديد التغير في المساحات التي تبيّن مستويات الراحة الفسيولوجية،وقد أشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن هناك تغيراً في مستويات الراحة في منطقة شمال شرق ليبيا على مستوى دلالة إحصائية أقل من(5%)؛ بسبب زيادة درجة الحرارة، درجة مئوية واحدة في المدة الثانية عنها في المدة الأولى،كما أن فصلي الصيف والخريف يمثلان فصلين مريحين، بعكس فصلي الشتاء والربيع اللذين يتراوح فيهما الإحساس ما بين عدم الراحة إلى المريح نسبياً المائل إلى البرودة،وقد مثلت درنة أفضل أجزاء منطقة الدراسة، من حيث الراحة المناخية في فصلي الخريف والشتاء خلال مدتي الدراسة، في حين كانت المرج أفضلها خلال فصل الصيف، وفي فصل الربيع جاءت كل من: بنغازي وطبرق في المرتبة الأول من حيث الراحة المناخية بحسب قرينة الحرارة الفعالة.

الكلمات الدالة: الراحة الفسيولوجية، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، درجة الحرارة الفعالة.

The change in Climatic (physiological) comfort levels in northeastern Libya for the period from (1958 – 2019) depending on the Effective Temperature.

ABSTRACT

The research aims to determine the levels of physiological comfort and detect its change in northeastern Libya, by analyzing the climatic data of the monthly rates of temperature and relative humidity to determine the effect of these two elements on human thermal comfort at five monitoring points, namely: Benghazi, Al-Bayda, Al-Marj, Derna and Tobruk for the period from 1958- 2019 in order to determine the comfortable and thermally uncomfortable months and seasons, and to identify the appropriate times for practicing different activities and their spatial differences during the last 60 years, as it was divided into two periods: the first period from (1958-1988), and the second period (1989-2019) based on a presumption The Effective Temperature, which shows the relationship between temperature and relative humidity, and testing the differences between the average of the two study periods, using the ((t-test) based on the SPSS statistical program, and the use of the spatial analysis method, especially the use of the interpolation tool And determine the change in the areas that show the levels of physiological comfort. The results of the study indicated that there is a change in the levels of comfort in the North Eastern Libya has a statistical significance level of less than 5%; Because the temperature increased by one degree Celsius in the second period than in the first period. The summer and autumn seasons are comfortable seasons, unlike the winter and spring seasons, in which the feeling ranges from discomfort to a transition between comfort and cold discomfort. Tuber represented the best parts of the study area in terms of climatic comfort in the autumn and winter seasons during the two study periods, while the meadow was the best during the summer. In the spring, Benghazi and Tobruk ranked first in terms of climatic comfort, according to the effective temperature index.

Keywords: physiological comfort, temperature, relative humidity, effective .temperature

1. المقدمـــــــــة :

يمثـل التغـير في درجـة الحـرارة العالميـة أبـرز أنـواع التغـير الـذي تهتـم بـه منظمـة الأرصـاد الجويـة العالميـة بشـكل عـام، ومنظمـة IPCC بشـكل خـاص؛ وذلـك لأن أي تغـير يحـدث في درجـة الحـرارة، سـيؤدي إلى تغـير في جميـع العنـاصر المناخيـة الأخـرى، التـي تعـد مـن أهـم العوامـل الطبيعيـة المؤثـرة في راحـة الإنسـان وصحتـه ونشـاطه(طلبة، 2004، ص257).

وعـلى الرغـم مـن التطـور التقنـي الـذي نشـهده اليـوم في وسـائل وسـبل التكيـف مـع الحيـاة المعـاصرة إلا أنـه يظـل للمنـاخ تأثـيرٌ في شـعور الإنسـان بالراحـة مـن عدمـه، مـن خـلال تأثـيره عـلى جسـمه والأمـراض التـي تصيبـه وطبيعـة النشـاط الـذي يمارسـه. (الجصانـي والعـرادي، 2019). فللمنـاخ تأثـيرٌ مـزدوج عـلى الإنسـان، فسـيولوجيا ونفسـيًا، وهـذه التأثـيرات قـد تكـون مبـاشرة، في حالـة تعـرض الإنسـان لموجـة بـرد أو حـر أو لأيـة تطرفـات مناخيـة شـديدة وهـو في العـراء، أو غـير مبـاشرة نتيجـة تعرضـه للميكروبـات والحـشرات، حيـث دلـت الإحصـاءات العالميـة عـلى وجـود صلـة وثيقـة بـين عـدد الوفيـات وحـالات الجـو (مـوسى، 2002).

ويشـعر الإنسـان بالانزعـاج وعـدم الراحـة إذا ارتفعـت درجـة حـرارة الهـواء أو انخفضـت عـن حـرارة جسـمه، إلا أن الإنسـان لا يشـعر بدرجـة الحـرارة كمـا يسـجلها الترمومـتر الجـاف، وإنمـا يشـعر بدرجـة الحـرارة مقترنـة بالرطوبـة النسـبية، إذ تنخفـض قدرتـه عـلى احتمـال درجـة الحـرارة حينمـا يقـترن ارتفاعهـا بارتفـاع رطوبتـه النسـبية، والعكـس في حالـة الهـواء الجـاف. إذ يـرى بعـض النـاس أن الإنسـان يشـعر بالراحـة عنـد درجـة حـرارة(30مْ) ورطوبـة نسـبية (50%)، في حـين ينزعـج حـين ارتفـاع الأخـيرة إلى (75%) مـع ثبـات درجـة الحـرارة، ويرتبـط ذلـك باختـلاف درجـة التأقلـم المناخـي Acclimatization للإنسـان مـع الإجهـاد الحـراري Heat Stress وفقًـا لرطوبتـه النسـبية (حمـادة، 2005).

2. أهمية الدراسة:

تكمـن أهميـة دراسـة ظاهـرة تغـير المنـاخ في تأثيراتهـا المختلفـة المبـاشرة وغـير المبـاشرة في حيـاة الإنسـان، وذلـك لخطـورة تأثيراتهـا عـلى بيئـة الإنسـان، وصحتـه، فقـد حظيـت هـذه الظاهـرة باهتمـام المجتمـع الـدولي والأوسـاط العلميـة والسياسـية؛ لأنهـا سـتعرِّض كثـيراً مـن دول العالـم إلى مخاطـر منهـا: الجفـاف الشـديد الـذي يـؤدي إلى نقـص الإنتـاج الزراعـي والحيوانـي، ولـذا تعـد راحـة الإنسـان الغايـة الكـبرى لكافـة الدراسـات، وتوفـير ظـروف الراحـة الحراريـة للجسـم لـه أثـره عـلى كفـاءة أداء الأنشـطة البشريـة.

3. أهداف الدراسة:

1 – التعرف على مقدار التغير في درجة الحرارة والرطوبة النسبية في المنطقة بين مدتي الدراسة.

2 – معرفـة أثـر التغـير في درجـة الحـرارة والرطوبـة النسـبية في تغـير مسـتويات الراحـة الفسـيولوجية الشـهرية والفصلية والسـنوية.

3 - تحديد أنسب الفصول لراحة الإنسان، وفقا لقرينة درجة الحرارة الفعالة.
4 -إنتاج خرائط توضح التباين المكاني في مستويات الراحة في شمال شرق ليبيا بين المدتين.

4. مشكلة الدراسة:

تحاول الدراسة الإجابة عن التساؤلات الآتية:

هل هناك تغير في درجة الحرارة بين مدتي الدراسة؟

ما أثر التغير في درجة الحرارة على مستوى الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة؟

هل يؤدي التغير في درجة الحرارة والرطوبة النسبية إلى تغير مستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في منطقة شمال شرق ليبيا؟

هل يمكن تحديد العنصر المناخي الأكثر تأثيراً في راحة الإنسان في منطقة الدراسة؟

هل يمكن تحديد الفصول المريحة وغير المريحة في شمال شرق ليبيا؟ وما هي المدة الأكثر راحة؟

5.فرضياتها:

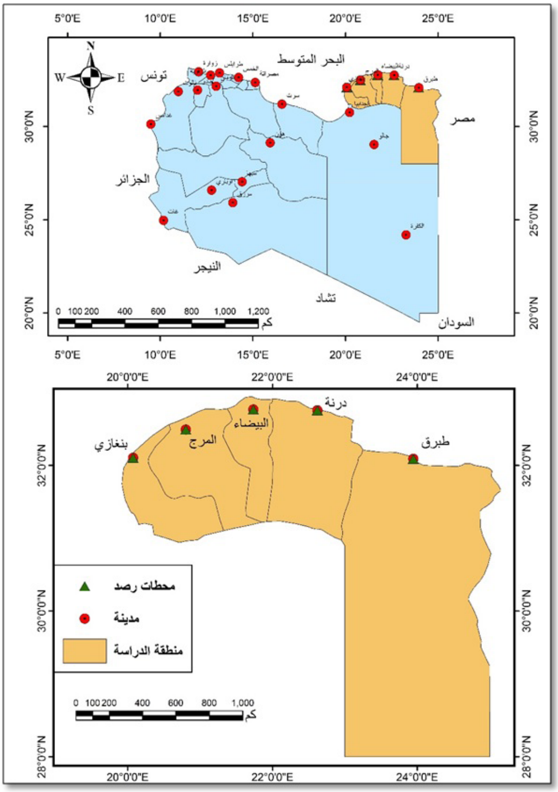
1 -هناك اتجاه للارتفاع في درجة الحرارة في جميع محطات الدراسة.
2 - إن العنصر المناخي الأكثر تأثيرًا في راحة الإنسان في المنطقة هو الرطوبة النسبية.
3 - شكلت المدة الثانية (1989- 2019م) معدلات راحة أكثر من الأولى (1958-1988م)، نتيجة لانخفاض الرطوبة النسبية.
4 - يعد فصلي الصيف والخريف الأنسب مناخياً لراحة الإنسان في منطقة الدراسة.

6. منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق ليبيا، حيث يحدها من الشمال البحر المتوسط، ومن الشرق جمهورية مصر، في حين يحدها من جهة الجنوب منطقة الواحات، ومن جهة الجنوب الغربي منطقة أجدابيا، وتمتد فلكيا بين خطي طول(55' 19°- 10' 25°) شرقاً وبين دائرتي عرض(00' 28°- 57' 32°) شمالاً، وتشغل مساحة (137906) كم2 بما يمثل نحو8 % من جملة مساحة الأراضي الليبية، وتضم إداريا مجموعة من المناطق منها: بنغازي والمرج والجبل الأخضر ودرنة والبطنان- الخريطة(1)، وتمثل أحد مناطق الثقل السكاني في ليبيا إلى جانب منطقة شمال غرب ليبيا، حيث يقطنها(1.740) مليون نسمة بما يعادل (25.1 %) من إجمالي سكان ليبيا البالغ حوالي(6.931) مليون نسمة في عام (2020م) (مصلحة الإحصاء والتعداد، 2020، ص1).

وتضم منطقة شمال شرق ليبيا عدداً من المدن المهمة منها: مدينة بنغازي ثاني أكبر المدن الليبية ومدن: البيضاء، وطبرق، ودرنة، والمرج، وسوسة، واعتمدت

الدراسة في تحليلها لمستويات الراحة المناخية (الفسيولوجية) في شمال شرق ليبيا على بيانات خمس محطات مناخية- جدول (1).



المصدر: الباحثين باستخدام GIS اعتمادًا على (الأطلس الوطني،1978، ص25).

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

جدول (1) موقع المحطات المناخية في منطقة الدراسة.

المحطة المناخية (نقطة الرصد)	الموقع الفلكي		الارتفاع (م)	البعد من البحر (كم)
	خط الطول	دائرة العرض		
طبرق	23.9464	32.0835	64	2.34
درنة	22.6337	32.7632	65	2.23
البيضاء	21.7545	32.7637	617	19.16
المرج	20.9774	32.5403	335	14.73
بنغازي	20.1060	32.1156	3	2.79

المصدر: الباحثين اعتمادا على برنامج Google Earth pro.

منهجية الدراسة ومصدر بياناتها:

1.7. منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الوصفي في عرض وتحليل مستويات الراحة الفسيولوجية في منطقة شمال شرق ليبيا وعناصرها وتحليل تغيرها من خلال استخدام معادلة الحرارة الفعالة اعتمادًا على درجة الحرارة، والرطوبة النسبية لقياس درجة تأثير المناخ على راحة الإنسان، فضلا عن المنهج الإحصائي من خلال استخدام اختبار (t) اعتماداً على الحزمة الإحصائية SPSS لتحديد فروق المتوسطات الحسابية لعنصري الحرارة والرطوبة النسبية بين مدتي الدراسة، ومعرفة ما إذا كان هناك دلالة إحصائية لتلك الفروقات،ووظفت الدراسة منهج التحليل المكاني اعتمادًا على برنامج(ArcGIS 10.8) من خلال أدوات الاشتقاق المكاني tools Interpolation لتحديد النطاقات المكانية لمستويات الراحة الفسيولوجية خلال فصول السنة في منطقة الدراسة.

2.7 البيانات المستخدمة:

اعتمدت الدراسة في تحديد مستويات الراحة المناخية وتحليل تغيرها المكاني على بيانات المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية لخمس نقاط للرصد المناخي، وهي:بنغازي والمرج والبيضاء، ودرنة، وطبرق – جدول (1) - اعتماداً على البيانات الصادرة عن نموذج القمر الصناعي Terra Climate التابع لوكالة الفضاء الدولية NASA والمعتمدة في منظمة الأغذية (الفاو)، فضلا عن البيانات اليومية من نموذج NASA POWER للمدة الممتدة بين عامي .(-1958 2019م). .(NASA Prediction of Worldwide Energy Resources POWER. 2021)

8. التغير في (معدلات درجة الحرارة الجافة مْ / والرطوبة النسبية%) السنوية والفصلية لمدتي الدراسة.

1.8.التغير في المعدلات السنوية:

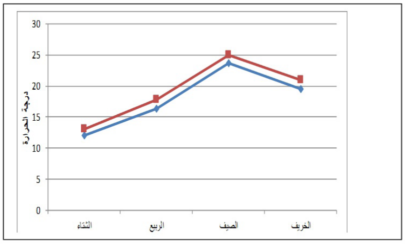
تعد مشكلة التغير المناخي من بين أبرز التهديدات على مستقبل السياسات الإستراتيجية التي يواجهها العالم نتيجة التغير في درجة الحرارة، وما ينتج عنها من تغير في باقي عناصر المناخ، ومن أهمها التغير في مقدار الرطوبة النسبية، إذ شهد النصف الثاني من القرن الماضي ارتفاعاً مستمراً في معدلات درجة الحرارة في جميع محطات منطقة الدراسة، إذ يلاحظ من الجدول (2) والشكل (2) التغير في درجة الحرارة،حيث بلغت قيمة الدلالة الإحصائية لدرجات الحرارة في جميع المحطات أقل من 0.001، وهي قيمة تقل عن مستوى الدلالة الإحصائية (0.05) ، فقد تراوحت الزيادة في متوسط درجة الحرارة الجافة ما بين (0.42 – 0.49 مْ) لصالح المدة الثانية (2019-1989م) عن المدة الأولى (1988-1958م)، وقد أثر هذا التغير في درجة الحرارة في انخفاض الرطوبة النسبية، ما أدى إلى حدوث تحسن في مستوى راحة الإنسان في منطقة شمال شرق ليبيا.

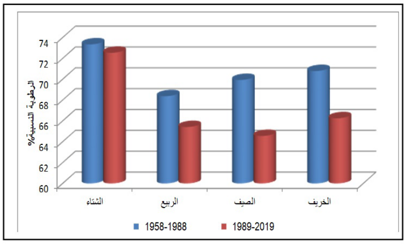
جـــدول (2) التغير في المعدلات السنوية
(لدرجة الحرارة الجافة مْ / الرطوبة النسبية%) لمنطقة الدراسة

المحطة المناخية	العنصر المناخي/ فترتي الدراسة		متوسط درجة الحرارة الجافة مْ والرطوبة % النسبية	T قيمة	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	19.66	-4.738	60	0.000	0.494
		2019-1989	20.15	-4.738	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.74	5.324	60	0.000	2.801
		2019-1989	69.94	5.324	60	0.000	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	20.08	-4.095	60	0.000	0.424
		2019-1989	20.51	-4.095	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.29	3.712	60	0.000	2.407
		2019-1989	69.66	3.712	60	0.001	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	17.05	-4.162	60	0.000	0.449
		2019-1989	17.50	-4.162	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	68.79	2.420	60	0.019	1.395
		2019-1989	67.39	2.420	60	0.020	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	17.65	-4.256	60	0.000	0.435
		2019-1989	18.08	-4.256	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.61	8.232	60	0.000	9.225
		2019-1989	61.38	8.232	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	20.48	-4.802	60	0.000	0.493
		2019-1989	20.97	-4.802	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	67.70	-4.482	60	0.000	2.966
		2019-1989	64.04	-4.482	60	0.000	

المصدر: عمل البحاثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:
https://power.larc.nasa.gov/data-access- viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB-42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU
https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

يبـين جـدول (2) الزيـادة في درجـة الحـرارة السـنوية بمقـدار نصـف درجـة مئويـة تقريبـا، مـا أدى إلى انخفـاض في مسـتوى الرطوبـة النسـبية في جميـع محطـات الدراسـة، حيـث يلاحـظ وجـود فـروق في متوسـط الرطوبـة النسـبية لصالـح المـدة الأولى (1958-1988م) عنـد مسـتوى دلالـة إحصائيـة أقـل مـن ((0.05))،فقـد تـراوح الفـرق في المتوسـط بـين مدتـي الدراسـة حـوالي(2.966 %)في بنغـازي، و(9.225 %) في المـرج.





المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الجدول 2.

شكل (1) التغير في المعدلات السنوية (لدرجة الحرارة الجافة مْ / الرطوبة النسبية%) بمنطقة الدراسة للمدة الممتدة بين عامي (1958 –2019 م).

1.8.التغير في المعدلات الفصلية:

أشارت النتائج باستخدام اختبار (t) إلى وجود اتجاه للزيادة في درجة الحرارة، يقابله اتجاه نحو التناقص في معدلات الرطوبة النسبية في جميع محطات منطقة الدراسة خلال مدتي الدراسة (1958-1988م) و(1989-2019م)، في حين يوجد هناك تباين فصلي في مقدار هذا التغير بين محطات الدراسة، نفصله في الآتي:

1.1.8. فصل الخريف:

يظهر من الجدول (3) أن هناك اتجاهاً نحو التغير في متوسطات درجة الحرارة في فصل الخريف في أغلب محطات منطقة الدراسة، باستثناء درنة لصالح الفترة الثانية (1989 - 2019م) وبدلالة إحصائية بلغت (0.001) في كل من طبرق، والبيضاء، والمرج، وبنغازي، حيث بلغ فرق المتوسطات بين مدتي الدراسة (0.711، و0.688، و0.631و0.594 مْ) في كل من بنغازي وطبرق والمرج والبيضاء على التوالي، أما درنة فلم تشهد تغيرًا ذو دلالة إحصائية في متوسط درجة الحرارة، حيث تجاوزت نتيجة اختبار(t)مستوى الدلالة ((0.05))، مسجلة قيمة بلغت (0.241 مْ)،كما كان هناك انخفاضٌ عامٌ في مستوى الرطوبة النسبية، وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من ((0.05)) في كل من:طبرق، درنة، المرج بفارق في المتوسط(4.167%،3.492%، 8.358%) على التوالي،في حين كان الفارق في معدل الرطوبة النسبية غير دال إحصائيا في منطقتي بنغازي والبيضاء.

جدول (3) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة و الرطوبة النسبية في فصل الخريف

المحطة المناخية	العنصر المناخي / فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة النسبية %	T قيمة	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	21.56	-4.335	60	0.000	0.688
		1989-2019	22.24	-4.335	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	72.17	5.531	60	0.000	4.167
		1989-2019	68.00	5.531	60	0.000	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	19.58	-1.185	60	0.241	0.325
		1989-2019	19.91	-1.185	60	0.241	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	72.16	4.533	60	0.000	3.492
		1989-2019	68.66	4.533	60	0.000	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	18.59	-3.617	60	0.001	0.594
		1989-2019	19.18	-3.617	60	0.001	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	70.81	4.397	60	0.066	3.771
		1989-2019	67.04	4.397	60	0.066	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	19.85	-3.784	60	0.000	0.631
		1989-2019	20.48	-3.784	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	70.09	6.920	60	0.000	8.358
		1989-2019	61.73	6.920	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	22.09	-4.400	60	0.000	0.711
		1989-2019	22.80	-4.400	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	64.74	-1.155	60	0.253	1.171
		1989-2019	65.84	-1.155	60	0.256	

المصدر:عمل الباحثين بالاعتماد على:

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB-42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

https://clim-engine.appspot.com/climateEngine.

2.1.8. فصل الشتاء:

أكدت نتائج التحليل الإحصائيلاختبار (t)- جدول (4) - أن درجة الحرارة الجافة في فصل الشتاء لم تشهد تغيراًواضحاًفي متوسطاتها خلال مدتي الدراسة في جميع المحطات،حيث تراوحت الفروق في متوسطات درجة الحرارة ما بين (0.150مْ) في

المـرج و(0.009 مْ) في البيضــاء، وهــي فروقــات ليســت ذات دلالــة إحصائيــة. كمــا لــم تشــهد متوســطات الرطوبــة النســبية تغــيراً يذكــر بــين مدتــي الدراســة في أغلبالمحطــات، إذ بلغــت نتيجــة اختبــار t مســتويات أعــلى مــن مســتوى الدلالــة (0.05).باســتثناء محطــة بنغــازي التــي شــهدت فروقــاً في متوســط الرطوبــة النســبية ذات دلالــة معنويــة لصالــح المــدة الأولى.

جدول(4) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الشتاء

المحطة المناخية	درجة الحرارة / فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة % النسبية	T قيمة	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	13.60	-0.620	60	0.538	0.094
		2019-1989	13.69	-0.620	60	0.538	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.11	0.913	60	0.365	0.689
		2019-1989	71.42	0.913	60	0.366	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	14.86	0.122	60	0.904	0.018
		2019-1989	14.84	0.122	60	0.904	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	71.25	-1.473	60	0.151	1.293
		2019-1989	72.55	-1.473	60	0.154	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	10.52	0.060	60	0.953	0.009
		2019-1989	10.52	0.060	60	0.953	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	76.44	1.866	60	0.064	1.546
		2019-1989	74.89	1.866	60	0.066	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	11.52	-0.098	60	0.922	0.150
		2019-1989	11.54	-0.098	60	0.922	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	72.84	0.237	60	0.813	0.203
		2019-1989	72.64	0.237	60	0.813	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	14.27	-0.491	60	0.625	0.074
		2019-1989	14.34	-0.492	60	0.625	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	73.41	2.379	60	0.021	1.817
		2019-1989	71.60	2.380	60	0.022	

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1-https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB-42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2-https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

3.1.8.فصل الربيع:

تشيربيانات الجدول (5) إلى أن هناك اتجاها دالا إحصائياً لزيادة متوسطات درجة الحرارة في الربيع في محطتي طبرق والبيضاء لصالح المدة الثانية (1989-2019) إذ بلغت الفروقات في المتوسط (0.415مْ) في طبرق، وبلغت (0.367مْ) في البيضاء. في حين لم تسجل باقي المحطات(درنة، المرج، بنغازي) أي تغير في متوسطات درجات الحرارة خلال مدتي الدراسة، إذ سجلت فروقات غير دالة إحصائياً.

جدول (5) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الربيع

المحطة المناخية	العنصر المناخي/ فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة النسبية %	T قيمة	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.40	-2.287	60	0.026	0.415
		2019-1989	18.82	-2.287	60	0.026	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	71.48	3.078	60	0.003	2.471
		2019-1989	69.01	3.078	60	0.003	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.10	-1.880	60	0.065	0.354
		2019-1989	18.46	-1.880	60	0.066	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	70.46	1.246	60	0.004	1.281
		2019-1989	69.14	1.246	60	0.004	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	15.33	-1.918	60	0.006	0.367
		2019-1989	15.69	-1.918	60	0.006	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	64.60	-0.395	60	0.695	0.414
		2019-1989	64.96	-0.395	60	0.695	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	15.69	-1.829	60	0.072	0.358
		2019-1989	16.32	-1.829	60	0.073	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	69.23	7.469	60	0.000	10.405
		2019-1989	58.82	7.469	60	0.000	
بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1988-1958	18.98	-1.935	60	8(0.05)	0.394
		2019-1989	19.36	-1.935	60	8(0.05)	
	الرطوبة النسبية	1988-1958	58.08	-6.893	60	0.000	6.988
		2019-1989	65.07	-6.893	60	0.000	

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1-https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxB-FQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2-https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

لقد أدى الارتفاع في درجة الحرارة في جميع محطات الدراسة إلى انخفاض مستوى الرطوبة النسبية، فقد كان هناك انخفاضاً واضحاً في متوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع ضمن مستوى دلالة إحصائية أقل من(0.05) في أغلب محطات الدراسة، بفروق في المتوسطات تراوحت بين (1.281 %) في درنة و(10.405%) في المرج. في حين لم تظهر في البيضاء فروقات في متوسطات الرطوبة النسبية بين مدتي الدراسة،حيث بلغ مستوى الدلالة (0.695).

4.1.8.فصل الصيف:

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي لاختبار(t)- جدول (6) -أن هناك ارتفاعاً واضحاً في درجة الحرارة بين مدتي الدراسة في فصل الصيف لصالح المدة الثانية (1989-2019م) ومن خلال التحليلات الإحصائية بلغ مستوى الدلالة الإحصائية في كافة محطات الدراسة قيمة أقل من (0.001)، وقد تراوح فارق متوسط الحرارة ما بين (0.139مْ) في المرج و(0.910 مْ) في درنة.

جدول (6) الفروق بين المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية في فصل الصيف

المحطة المناخية	العنصر المناخي/ فترتي الدراسة		المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى مْ والرطوبة % النسبية	T قيمة	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
طبرق	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	25.07	-6.046	60	0.000	0.688
		1989-2019	25.85	-6.046	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	75.23	5.633	60	0.000	3.940
		1989-2019	71.32	5.633	60	0.000	
درنة	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	25.12	-5.921	60	0.000	0.774
		1989-2019	25.90	-5.921	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	75.29	8.593	60	0.000	6.147
		1989-2019	69.14	8.593	60	0.000	
البيضاء	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	22.81	-5.935	60	0.000	0.762
		1989-2019	23.58	-5.701	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	63.33	0.846	60	0.401	1.677
		1989-2019	62.66	0.846	60	0.401	
المرج	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	23.25	-5.297	60	0.000	0.139
		1989-2019	23.99	-5.297	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	70.55	7.796	60	0.000	15.447
		1989-2019	55.10	7.796	60	0.000	

بنغازي	درجة الحرارة الجافة	1958-1988	25.24	-5.167	60	0.000	0.731
		1989-2019	25.97	-5.168	60	0.000	
	الرطوبة النسبية	1958-1988	60.04	-6.914	60	0.000	5.609
		1989-2019	65.65	-6.914	60	0.000	

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS للبيانات الصادرة عن:

1-https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFB-FklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

2-https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

أما بالنسبة لمتوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الصيف فقد أظهر اتجاهاً واضحاً للتناقص خلال المدة الثانية من الدراسة مقارنة بالأولى، وعند مستوى دلالة إحصائية بلغت قيمتها (0.001) في أغلب محطات الدراسة، وبفارق بين المتوسطين للمدتين بلغ أقصاه (15.447 %) في المرج،وأدناه في محطة طبرق إذ لم يتجاوز الفارق في المتوسط (3.940 %)، أما في البيضاء فقد كان مقدار التغير متوسط الرطوبة النسبية خلال مدتي الدراسة غير دال إحصائياً،والذي لم يتجاوز (1.677 %).

9.التغير في مستويات الراحة المناخية في منطقة الدراسة:

يقصد بالراحة المناخية (Climatic Comfort) تقليل أوقات الشعور بالضيق والملل والانزعاج وعدم الرضا عن البيئة المحيطة به، الناجمة عن حالة الشعور بالحر أو البرد، إذ يتأثر شعور الإنسان بالراحة من عدمها في الحيز المكاني الذي يعيش فيه بعدد من العناصر المناخية، أهمها درجة الحرارة والرطوبة النسبية، ويتباين ذلك الشعور من شخص إلى آخر تبعا لتباين متغيرات عدة أبرزها: العمر والجنس والحالة الصحية، ونوع الملبس والغذاء والمهنة، وموقع المكان الذي يقطن فيه، ومدى تأقلمه مع الظروف المناخية المحيطة. (إبراهيم، 2004، 173).

تطلق الراحة المناخية على القرائن المناخية الحيوية التي تعمل على قياس درجة راحة الإنسان من خلال دراسة العلاقة بين المناخ وإحساس الإنسان بالراحة، أو الضيق والانزعاج، حيث استخدمت بعض الدراسات قرائن حيوية تعتمد على عنصرٍ واحدٍ (القرائن الحيوية المفردة)، والبعض الآخر اعتمد على أكثر من عنصر مناخي(القرائن المناخية المركبة)؛لتحديد مستويات الراحة المناخية وفق الأقاليم الجغرافية،وتعتمد هذه النماذج الموازنة الحرارية لجسم الإنسان بوصفها أساسا للانطلاق في عملية القياس، والمعروف أن الإنسان يعيش في وسط يتبادل معه الحرارة بطرق عدة (الإشعاع، الحمل، التوصيل، التبخر) فالإنسان يشعر بالراحة عندما يكون في حالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة، ويقوم بالتبادل الحراري مع هذا الوسط بحيث يحافظ الجسم على ثبات درجة حرارته دون اللجوء إلى زيادة حرارته عن طريق الارتجاف أو زيادة التبريد بالتبخر مثلاً، أي لا تملي عليه الظروف المناخية وظائف فسيولوجية إضافية تكون على

حساب صحته وطاقته الجسمية، وهذه ما تسمى بالراحة الطبيعية أو درجة الحياد (نشوان، 2002، ص45).

فقد يشعر الإنسان بالضيق نتيجة الظروف المناخية ما يقلل من قدرته الذهنية والعضلية، ويظهر ذلك بالسلوكيات غير المرغوب فيها التي تظهر لدى الإنسان، كالصداع والتوتر النفسي، أو نزعات العنف الشديد وزيادة الجرائم والاعتداءات، فيما لوحظ أن الأجواء المريحة ترفع من قدرات الإنسان وفعاليته وإبداعه.

1.9. نتائج القرائن الفصلية:

1.1.9.درجة الحرارة الفعالة / The Effective Temperature

تمثل درجة حرارة الهواء أهم العناصر المناخية تأثيرًا على راحة الإنسان النفسية والفسيولوجية، ويعزا ذلك إلى أنها أول العناصر المناخية التي يحس بها الإنسان، وتعد صلب الدراسات المناخية؛ لذلك اتَّخذ العديد من العلماء درجة الحرارة الفعالة، قرينة لقياس مدى شعور الإنسان بالارتياح، أو الانزعاج الحراري في الظروف الجوية السائدة.

وتعد درجة الحرارة الفعالة إحدى القرائن المستعملة؛للدلالة على مدى ارتياح الناس في ظروف جوية معينة، وتعرَّف درجة الحرارة الفعالة على أنها درجة الحرارة التي يشعر بها الإنسان أو يحسها، والناتجة عن تداخل تأثيرات مختلف العناصر الجوية (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، الرياح)، وبالطبع فإن درجة الحرارة الفعالة تختلف عن درجة الحرارة التي تقاس في الظل، وعلى ارتفاع مترين عن سطح الأرض.

إن ارتفاع الرطوبة الجوية يزيد من درجة الحرارة الفعالة في فصل الصيف، فيشعر الإنسان بالضيق كما هو الحال في كثير من المناطق الساحلية(غانم، 2010، ص67).فلا يشعر الإنسان بدرجة الحرارة كما يسجلها الترمومتر الجاف، وإنما يشعر بدرجة الحرارة مقترنة بالرطوبة النسبية،إذ تنخفض قدرته على احتمال درجة حرارة الجو، حينما يقترن ارتفاعها بارتفاع رطوبته النسبية، وبالعكس في حالة الهواء الجاف. ويرى بعض الناس أن الإنسان يشعر بالراحة عند درجة حرارة (30مْ) ورطوبة نسبية (50 %) ،بينما ينزعج حين ارتفاع الأخيرة إلى (75 %) مع ثبات درجة الحرارة، ويرتبط ذلك باختلاف درجة التأقلم المناخي للإنسان مع الإجهاد الحراري، وفقا للرطوبة النسبية (حمادة، 2005، ص226).

وفي عام (1973م) وضع جافنيGaffney سلمًا تصنيفا لمستوى الراحة التي يشعر بها الإنسان والموافقة لدرجة الحرارة الفعالة، حيث يبين أن الراحة المثالية Perfect Comfort للسكان تكون عندما تتراوح درجة الحرارة الفعَّالة ما بين(17- 24.9)- تكون في قمة المثالية عندما تسجل (21) -وقبل هذا المدى وبعده يبدأ شعور الإنسان بعدم الراحة، الذي يكون مزعجاً جداً إذا تجاوزت درجة الحرارة

الفعَّالة(28)، ويشعر بالإرهاق الشديد عندما ترتفع إلى(31)-جدول (7)- وكذلك الحال عندما تقل قيمة درجة الحرارة الفعالة عن(15))الشلش، 1980، ص16).

جدول (7) القيم التصنيفية لمستوى راحة الإنسان وفق درجة الحرارة الفعالة.

ET درجة الحرارة الفعالة	الرمز	مستوى الراحة
أقل من 15 °م	C	عدم الراحة بسبب البرودة الشديدة
15- 16.9 °م	C-	انتقالي (مريح نسبيا) مائل للبرود
17- 24.9 °م	P	(مريح (مثالي
25-26.9 °م	H-	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للحرارة
27 – 28	H	(مزعج أو غير مريح (حار
أكثر من 28 °م	H+	مزعج جدانتيجة الحرارة والرطوبة الزائدة.

المصدر: علي حسن موسى، المناخ الحيوي، نينوى للدراسات والنشر والتوزيع، دمشق، سوريا، 2002، ص28. (بتصرف).

ويمكن حساب قرينة الحرارة الفعالة من خلال المعادلة الآتية (علي موسى، 1982، ص 102):

$$ET = T - (1 - 0.01 \times H)(T - 14.5)$$

ET = درجة الحرارة الفعالة		H = الرطوبة النسبية

ثوابت (-1 -0.01 14.5)		T = درجة الحرارة

2.1.9. التوزيع الفصلي لقرينة الحرارة الفعالة في منطقة الدراسة:

عند مقارنة مستويات الراحة الفصلية والشهرية بين مدتي الدراسة في المنطقة وفقا لقرينة درجة الحرارة الفعالة(ET) - جدولين (8 و9) - نجد أن مستويات الراحة تراوحت بين الراحة وعدم الراحة والمريح نسبياً،إذ يتضح أن فصلي الصيف والخريف فصلان يشعر خلالهما الإنسان بالراحة في منطقة الدراسة، في حين يشعر خلال فصل الربيع بالراحة النسبية نتيجة ميل الطقس خلاله إلى البرودة، بعكس الحال في فصل الشتاء الذي أظهرت قرينة الحرارة الفعالة بأنه غير مريح، نتيجة انخفاض درجات الحرارة خلاله.

مثلَّ فصل الصيف مدة الراحة الفسيولوجية المثالية في منطقة الدراسة نتيجة؛ لأنه فصل يتميز بصفة عامة في المنطقة بانخفاض في معدل الرطوبة النسبية؛وبمقارنة قيم (ET) الفصلية بين مدتي الدراسة نجد أن المدة الأولى سجلت مستويات في الراحة أقرب إلى المثالية (الراحة التامة) من المدة الثانية، حيث بلغت قيمة 21) ET) و (21.5) على التوالي، ويعود السبب في ذلك إلى الارتفاع النسبي لدرجة الحرارة خلال المدة الثانية من الدراسة (2019-1989م)، ما يقربنا من القيمة الانتقالية المائلة للحرارة التي تزيد عن(25) في متوسط درجة الحرارة للمدة الثانية.

وقد احتل فصل الخريف المرتبة الثانية في الراحة والذي تبدأ فيه الرطوبة النسبية بالارتفاع تدريجيا لتصل قمتها في فصل الشتاء، إذ سجلت قيمة (ET) في المدة الثانية شعوراً بالراحة بصورة أفضل من المدة الأولى بقيمة (19.1 و18.9)على التوالي، ويرجع ذلك لانخفاض درجة الحرارة في الأولى عنها في الثانية، والاتجاه نحو انخفاض معدلات الرطوبة النسبية.

جدول (8) درجة الحرارة الفعالة مع مستوى الراحة في المنطقة

المحطات	العنصر المناخي	المعدل الفصلي			
		فصل الخريف	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف
طبرق	درجة الحرارة الفعالة	19.3	13.9	17.2	21.9
	مستوى الراحة	P	C	P	P
درنة	درجة الحرارة الفعالة	20.1	14.8	17.1	22.5
	مستوى الراحة	P	C	P	P
البيضاء	درجة الحرارة الفعالة	17.4	11.5	14.9	19.8
	مستوى الراحة	P	C	C	P
المرج	درجة الحرارة الفعالة	18.0	12.1	15.1	19.8
	مستوى الراحة	P	C	C-	P
بنغازي	درجة الحرارة الفعالة	19.4	14.3	16.9	17.3
	مستوى الراحة	P	C	C-	P
المنطقة	ET درجة الحرارة الفعالة	18.9	11.3	15.8	21.0
	مستوى الراحة	P	C	C-	P

C	C-	P	H-	H	H+
غير مريح (بارد)	انتقالي (مريح نسبيا) مائل للبرود	مريح (مثالي)	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للحرارة	مزعج (حار)	مزعج جداً

المصدر عمل الباحثين بالاستناد:

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB-42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

جدول (9) درجة الحرارة الفعالة مع مستوى الراحة في منطقة الدراسة للمدة بين(1989 – 2019).

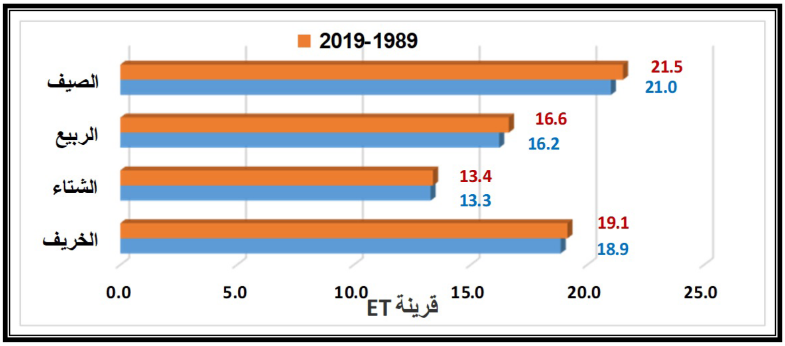
المحطات	العنصر المناخي	المعدل الفصلي			
		فصل الخريف	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف
طبرق	درجة الحرارة الفعالة	19.6	13.9	17.5	22.6
	مستوى الراحة	P	C	P	P
درنة	درجة الحرارة الفعالة	20.2	14.7	17.2	22.4
	مستوى الراحة	P	C	P	P
البيضاء	درجة الحرارة الفعالة	17.4	11.5	15.1	20.0
	مستوى الراحة	P	C	C-	P
المرج	درجة الحرارة الفعالة	18.5	12.3	15.6	20.5
	مستوى الراحة	P	C	C-	P
بنغازي	درجة الحرارة الفعالة	20.0	14.5	17.8	22.2
	مستوى الراحة	P	C	P	P
المنطقة	ET درجة الحرارة الفعالة	19.1	13.4	16.6	21.5
	مستوى الراحة	P	C	C-	P

C	C-	P	H-	H	H+
غير مريح (بارد)	انتقالي (مريح نسبيا) مائل للبرود	مريح (مثالي)	انتقالي (مريح نسبياً) مائل للحرارة	مزعج (حار)	مزعج جداً

المصدر عمل البحاثين بالاستناد: https://power.larc.nasa.gov/data

واتصف فصل الربيع خلال مدتي الدراسة بأنه فصل مريح نسبياً وانتقالي بين الراحة إلى عدم الراحة المائل إلى البرودة، وعند مقارنته خلال مدتي الدراسة نجد أن قيمة (ET) في المدة الثانية ضمن مستوى الإحساس بالراحة النسبية أفضل من المدة الأولى إذ سجلت على التوالي (16.6، 15.8)، ويرجع السبب في ذلك لوجود فروق واضحة في متوسطات درجة الحرارة لصالح المدة الثانية في جميع محطات الدراسة، إلى جانبالانخفاض الواضح في متوسط الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع ضمن مستوى دلالة إحصائية تقل عن(0.05)- جدول (5) في حين سجلت قرينة فصل الشتاء إحساساً بعدم الراحة خلال مدتي الدراسة.

فمن الجدولين المذكورين نجد أن مستوى الإحساس في المدة الأولى بلغ (11.3)، بينما بلغ في المدة الثانية (13.4)، ويرجع السبب في ذلك إلى الارتفاع في درجة الحرارة والانخفاض في مستوى الرطوبة النسبية في المدة الثانية حتى وإن كانت دون دلالة إحصائية - شكل (2).



المصدر عمل الباحثين بالاستناد على الجدولين (8 و9).

شكل (2) قيمة درجة الحرارة الفعالة في منطقة الدراسة خلال المدتين

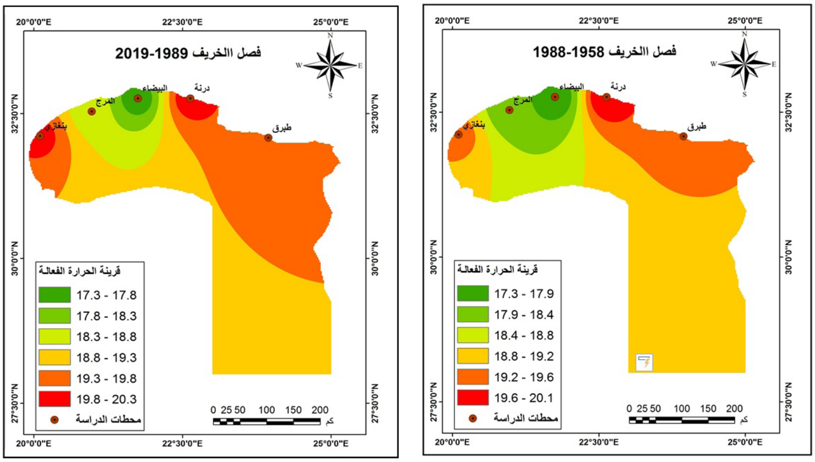
2.9.التحليل المكاني لقرينة الحرارة الفعالة:

يترتب على أي تغير في العناصر المناخية مكانياً و زمانياً تغيرٌ في الامتداد المكاني لمستويات الراحة الفسيولوجية للإنسان، ففي فصل الخريف تراوحت مستويات الراحة بحسب قرينة الحرارة الفعالة (ET)ما بين (17.3 و20.1) خلال المدة (1958-1988م)، في حين تراوحت ما بين (17.3 و20.3) خلال المدة (1989-2019م)، بحيث ظهرت محطة درنة من أفضل المناطق في مستويات الراحة الفسيولوجية مسجلة (20.1) خلال المدة الأولى، تلتها كل من محطتي بنغازي وطبرق بنحو (19.4 و19.3) على التوالي، في حين كانت أقلها في محطة البيضاء التي سجلت مستوى ضمن المناخ المريح بلغ (17.4)؛ وحافظت على نفس المستوى خلال المدة الثانية (1989 - 2019م). في حين كان التغير في محطتي درنة وبنغازي (20.2 و20.0)، أما طبرق والمرج فقد سجلتا قيماً تراوحت ما بين (18.5 و19.6).

توضح خريطة (2) التغير المكاني في مستويات الراحة المناخية (ET)في منطقة الدراسة خلال فصل الخريف، حيث يلاحظ أن مستويات الراحة المثالية كانت أكثر اتساعاً خلال المدة الثانية في كل من طبرق ودرنة وبنغازي، يقابلها تناقص في مساحة قيم الراحة التي تقل عن (18.3) في كل من البيضاء والمرج، مقارنة بمستوياتها في المدة الأولى، ما يشير إلى الاتساع النسبي في مستويات الراحة الفسيولوجية التي تراوحت ما بين (19.3و20.3) مقارنة بالمساحات التي تمثلها مستويات الراحة التي تراوحت ما بين (18.3-19.3 و17.3-18.3) خلال فصل الخريف بين المدتين.

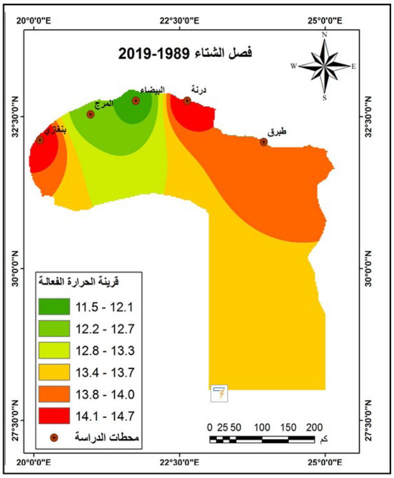
وعند مقارنة التباين المكاني لمستويات الراحة في فصل الشتاء تظهر جميع المحطات أن قرينة الحرارة الفعالة سجلت معدلات غير مريحة في المدتين (1958-1988م) لاسيما مدينة البيضاء (11.5) والمرج (12.1)، ويرجع ذلك إلى الانخفاض

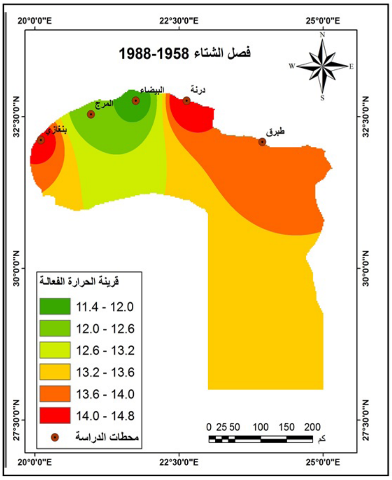
الشـــديد في درجـــة الحـــرارة خـــلال فصـــل الشـــتاء، نتيجـــة ارتفـــاع منســـوبهما عـــن مســـتوى ســـطح البحـــر الـــذي يبلـــغ (617م و335م) عـــلى التـــوالي، عـــلاوة عـــلى بعدهمـــا النســـبي عـــن المؤثـــرات البحريـــة بمســـافة (20كـــم) للبيضـــاء و(15كـــم) للمـــرج - جـــدول (1). كمـــا ســـجلت محطتـــا طـــبرق وبنغـــازي معـــدلات غـــير مريحـــة تقـــترب مـــن (14) حســـب القيـــم التصنيفيـــة التـــي حددهـــا جافنـــي. في حـــين ســـجلت درنـــة مســـتوى يقـــترب مـــن المنـــاخ الانتقـــالي المريـــح الـــذي بلـــغ (14.8). ويلاحـــظ أن القرائـــن المســـجلة خـــلال المـــدة الثانيـــة (1989 - 2019م) مماثلـــة لتلـــك المســـجلة في المـــدة الأولى لاســـيما محطتـــي البيضـــاء وطـــبرق؛ بعكـــس الحـــال بالنســـبة للمـــرج وبنغـــازي التـــي شـــهدت تحســـناً في مســـتوى الراحـــة بلـــغ (0.1) في المـــرج و(0.2) في بنغـــازي - خريطـــة (3) –التـــي تبـــين قرينـــة الحـــرارة الفعالـــة في منطقـــة الدراســـة خـــلال فصـــل الشـــتاء.



المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

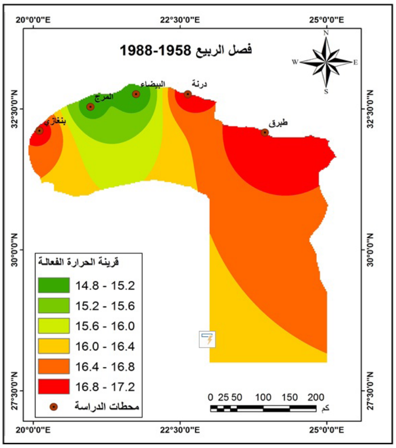
خريطة (2) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الخريف في منطقة الدراسة.

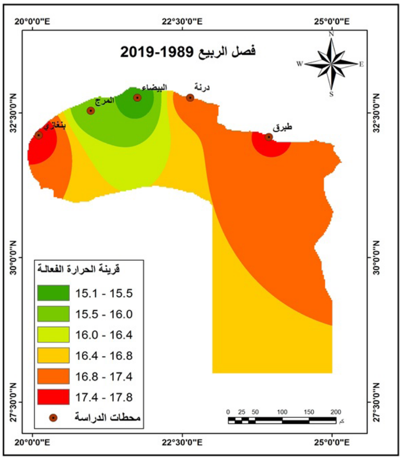




المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

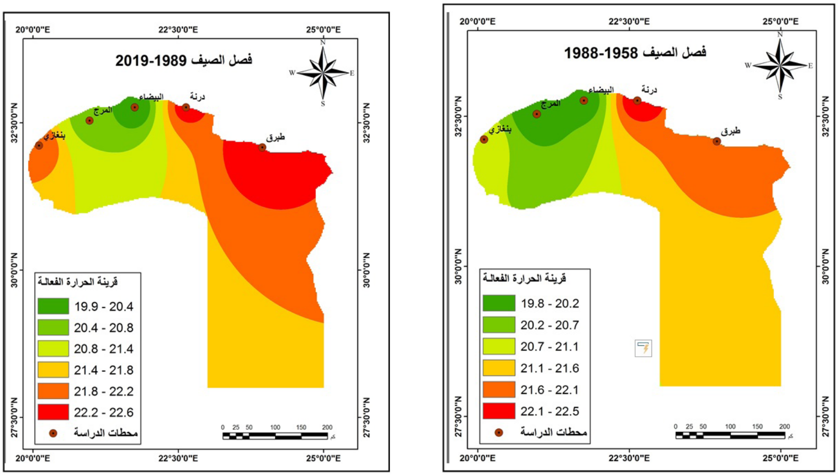
خريطة (3) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة.





المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

خريطة (4) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام ArcMap10.8 اعتمادا على بيانات الجدولين (8 و9).

خريطة (5) التوزيع الجغرافي لقرينة الحرارة الفعالة خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة.

أما في فصل الربيع فنجد أن درجة الحرارة المحسوسة تميل إلى عدم الراحة والشعور بالبرودة في البيضاء في المدة الأولى (1988-1958م) حيث سجلت قرينة الحرارة الفعالة فيها (14.9)، وسجلت مستويات مريحة في طبرق (17.2) ودرنة (17.2). أما في بنغازي والمرج فقد بلغت قيمة قرينة الراحة (15.8 و15.1) على التوالي والتي تصنف ضمن المستوى المريح نسبياً المائل للبرودة، في حين تشير بيانات الجدول (9) والخريطة (4) إلى التحسن النسبي في مستويات الراحة خلال الفترة الثانية (2019-1989م) مقارنة بالمدة الأولى لاسيما في بنغازي، التي سجلت أعلى مستويات الراحة في منطقة الدراسة خلالها، والتي بلغت (17.8) تلتها طبرق (17.5) ودرنة (17.2)،في حين كانت قيم قرينة الراحة في البيضاء والمرج، تشير إلى الراحة النسبية المائلة إلى البرودة، حيث سجلت (15.1 و15.6) على التوالي.

وفي فصل الصيف سجلت كل المحطات خلال مدتي الدراسة قيماً مريحة، وكانت أعلاها في المدة الأولى في طبرق (21.9) ودرنة (22.5) وأقلها في بنغازي (17.3)، في حين بلغت (19.8) في كل من البيضاء والمرج. وتشير بيانات الجدولين (8) و (9) إلى أن مستويات الراحة في منطقة الدراسة لفصل الصيف كانت أكثر مثالية خلال المدة الثانية في كل من المرج (20.5) والبيضاء (20.0)، والتي سجلت قيماً تقترب من قمة المثالية، وسجلت في بنغازي (22.2) ودرنة (22.4) وطبرق (22.6)، ما يعكس انحسار مستويات الراحة التي تقل عن (19.8) مقابل الاتساع المكاني للقيم التي تزيد عن (21)- خريطة (5).

10. النتائج:

1 - سـجلت درجـة الحـرارة الجافـة زيـادة بلغـت نصـف درجـة مئويـة تقريبـا في المـدة الثانيـة عـن الأولى إذ تراوحـت الزيـادة في درجـة الحـرارة الجافـة مـا بـين (0.424) في درنـة و(0.494) في طـبرق لصالـح المـدة الثانيـة مـن (1989 –2019م) عنـد مسـتوى دلالـة أقـل مـن (0.05).

2 - أظهـرت الرطوبـة النسـبية اتجاهـا للتناقـص في جميـع محطـات الدراسـة عنـد مسـتوى دلالـة أقـل مـن (0.05)، حيـث تـراوح هـذا الانخفـاض بـين (1.39%) في البيضـاء، وبلـغ أعـلى انخفـاض في معـدل الرطوبـة النسـبية في المـرج نحـو (9.22%).

3 - مـن خـلال مقارنـة التغـيرات الفصليـة في درجـة الحـرارة والرطوبـة النسـبية في المنطقة،اتضـح أن هنـاك ارتفاعـاً في درجـة الحـرارة لصالـح المـدة الثانيـة يصاحبهـا انخفـاض في مسـتوى الرطوبـة النسـبية في جميـع فصـول السـنة وعنـد مسـتوى دلالـة إحصائيـة أقـل مـن (0.05)، باسـتثناء فصـل الشـتاء إذ لـم تشـهد درجـة الحـرارة فيـه تغـيرًا واضحًـا في متوسـطاتها خـلال مدتـي الدراسـة في جميـع محطاتهـا، كمـا لـم تشـهد متوسـطات الرطوبـة النسـبية تغـيراً يذكـر بـين المدتـين في أغلـب المحطـات، إذ بلغـت نتيجـة اختبـار t مسـتويات أقـل مـن مسـتوى الدلالـة (0.05). باسـتثناء محطـة بنغـازي التـي شـهدت فـرق في المتوسـط للرطوبة النسـبية لصالـح الفـترة الأولى عنـد مسـتوى دلالـة إحصائيـة أقـل مـن (0.05).

4 - إن قيمـة (ET) في المـدة الثانيـة سـجلت مسـتويات أعـلى في الراحـة مـن المـدة الأولى، ويرجـع السـبب في ذلـك إلى الارتفـاع في درجـة الحـرارة ومـا صاحبهـا مـن انخفـاض في مسـتوى الرطوبـة النسـبية.

5 - إن فصـلي الصيـف والخريـف يمثـلان فصلـين مريحـين، بعكـس فصـلي الشـتاء والربيـع اللذيـن يـتراوح فيهمـا الإحسـاس مـا بـين عـدم راحـة إلى انتقـالي بـين راحـة وعـدم راحـة بـارد.

6 - مثلـت درنـة أفضـل أجـزاء منطقـة الدراسـة مـن حيـث الراحـة المناخيـة في فصـلي الخريـف والشـتاء خـلال مدتـي الدراسـة، في حـين كانـت المـرج أفضلهـا خـلال فصـل الصيـف، وفي فصـل الربيـع جـاءت كل مـن بنغـازي وطـبرق في المرتبـة الأول مـن حيـث الراحـة المناخيـة بحسـب قرينـة الحـرارة الفعالـة.

7– أظهـرت خرائـط التحليـل المكانـي انحسـار مسـاحة القيـم الأقـل راحـة خـلال المـدة الثانيـة مقارنـة بالمـدة الأولى. في حـين شـهدت مسـتويات الراحـة المثاليـة في فصـول السـنة الأربعـة أكثـر توسـعاً مكانيـاً خـلال المـدة الثانيـة مـن الدراسـة في منطقـة شـمال شرق ليبيـا.

11.التوصيات:

توصي الدراسة بالآتي:

1ـ زيـادة الاهتمـام بدراسـة التغـير المناخـي وأثـره في تغـير مسـتويات الراحـة المناخيـة داخـل ليبيـا.

2ـ وضع نتائج الدراسات العلمية حول الراحة المناخية في خدمة الخطط الإستراتيجية في قطاع التعليم والسياحة والصحة من حيث تحديد أوقات العمل والدراسة والامتحانات والمواسم السياحية في ليبيا.
3ـ العمل على تجهيز أماكن مكيفة للعمل في مكاتب الوظائف الإدارية والقاعات الدراسية في المدارس والجامعات والمعاهد العليا، حتى تتلاءم مع التغير في مستويات الراحة المناخية وزيادة درجة الحرارة.
4ـ التوسع في الأراضي الخضراء وزراعة الأشجار في الحدائق والمدارس والجامعات للتقليل من زيادة درجة الحرارة وخاصة داخل المدن.

المراجع:

أمانة التخطيط (1978)، مصلحة المساحة، الأطلس الوطني، طرابلس،.
إميلي محمد حمادة (2003) فاعلية الحرارة والرطوبة وآثارها على راحة الإنسان في الدلتا المصرية، مجلة مركز البحوث الجغرافية و الكارتوجرافية، جامعة المنوفية، مايو.
شحاتة سيد طلبة (2004م) أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 44، الجزء الثاني،.
علي أحمد غانم (2010) المناخ التطبيقي، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان: الأردن، ط1،.
علي موسى (1982) الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر، دمشق.
على حسن الشلش (1980م) المناخ وأشهر الحد الأقصى للراحة وكفاءة العمل في العراق، جامعة البصرة، مجلة كلية التربية،العدد 3، السنة الثانية.
علي حسن موسى (2002) المناخ الحيوي، نينوى للدراسات والنشر والتوزيع، دمشق، سوريا، ط1.
محمد توفيق إبراهيم (2004م) المناخ وأثره على راحة الإنسان، رسالة ماجستير غير منشورة كلية الآداب، جامعة سوهاج، مصر.
مصلحة الإحصاء والتعداد، ليبيا، مؤشرات الديموغرافيا: تقدير السكان الليبيين حسب المناطق لسنة (2020م).
نسرين عواد الجصاني؛ و ألاء شاكر كاظم العرادي(2019م) قياس الراحة المناخية وتحليلها إحصائيا في المنطقتين الوسطى والجنوبية من العراق، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 28 المجلد1.
نشوان شكري عبد الله (2004م) تحديد أيام الراحة (المناخية- الفسيولوجية) في مدينة دهوك باستخدام تصنيف تيرجنج، مجلة التربية والعلوم، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق، المجلد11، العدد4.
https://power.larc.nasa.gov/data-access- viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB-42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvlblHZ0qZzUZSZAHE
https://clim-engine.appspot.com/climateEngine

مؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان بمدينة سرت في المدة الممتدة بين عامي (2000 – 2019) دراسة في علم المناخ التطبيقي

مبروكة اعويدات حمد / معيدة بقسم الجغرافيا / كلية الآداب ـ جامعة سرت

الملخص

تعد درجات الحرارة بوصفها عنصراً مناخياً، عاملاً مؤثراً في صحة الإنسان، وتحديد التوازن الحراري لجسمه. تمثلت أهداف البحث في استخراج قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان في منطقة سرت باستخدام معادلة أدولف (Adolph) ومعرفة مقدار الحرارة المكتسبة والمفقودة، وتحليل مؤشراتها أثناء النهار والليل وذلك بالاعتماد على المنهج الوصفي، وأسلوب التحليل الكمي للبيانات المناخية لمحطة سرت لمدة عشرين عاماً ممتدة بين عامي (2000 – 2019). ومن بين نتائج البحث وجود تباين بين درجات الحرارة بمنطقة الدراسة أثناء النهار وأثناء الليل، كما تزداد كميات الحرارة المفقودة في أشهر الشتاء بينما في بقية أشهر السنة تزداد كميات الحرارة المكتسبة.

الكلمات المفتاحية: التوازن الحراري، درجات الحرارة، المُناخ، معادلة أدولف.

Thermal balance indicators of the human body in the city of Sirte in the period (2000 – 2019) A study in the applied climatology

Abstract

Temperature as a climatic element is an hum influential factor in human health and determines the thermal balance of his body. The objectives of the research were to extract the thermal equilibrium values for the human body in the sirte region using the Adolph equation and knowing the amount of heat gained and lost and analyzing its indicators during the day and night depending on the descriptive approach and the method of quantitative analysis of climatic data for the sirte station for a period of twenty years extending between the years (2000 – 2019). Among the results of the research there is a discrepancy between the temperatures in the study area during the day and during, the night and the amounts of heat lost increase in the winter months while in the rest of heat gained increase.

Keywords: Thermal equilibrium, Temperatures, the climate, Adolph, s equation.

1. المقدمة

يُعـد المُنـاخ مـن العوامـل الطبيعيـة المؤثـرة في الإنسـان ونشـاطاته إذ تشـير الدراسـات إلى وجـود صلـة وثيقـة بـين عنـاصر المُنـاخ وصحـة الإنسـان وراحتـه، وفي مقدمـة هـذه العنـاصر درجـات الحـرارة التـي تعـد عامـلاً رئيسـاً في تحديـد التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان، والـذي تسـتخرج قيمـه وفقـاً لمعـادلات عـدة ضمـن نطـاق المناخ الحيـوي، ومنهـا معادلـة أدولـف حيـث تعـد نتائجهـا مـؤشراً عـلى مـدى تحقـق التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان، ومقـدار الحـرارة المكتسـبة والمفقـودة، فمـا هـي مـؤشرات التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان ومقـدار الحـرارة المكتسـبة والمفقـودة في مدينـة سرت وفقـاً لمعادلـة أدولـف التـي سـتتضح عنـد دراسـة هـذا المنطقـة.

2. مشكلة الدراسة: اشتملت مشكلة الدراسة على التساؤلات التالية:

أ. هل تؤثر التغيرات الفصلية لدرجات الحرارة على راحة الإنسان؟

ب. هل يوجد تباين في مؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان؟

3.هدف الدراسة:

يهـدف البحـث إلى اسـتخراج قيـم التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان ومعرفـة مقـدار الحـرارة المكتسـبة والمفقـودة باسـتخدام معادلـة أدولـف وتحليـل مؤشراتهـا فيمـا يتعلـق بمحطـة منطقـة الدراسـة.

4. أهمية الدراسة:

تكتسـب العلاقـة بـين عنـاصر المنـاخ والإنسـان أهميـة كبـيرة في المنـاخ الحيـوي، إذ تُعـدّ درجـات الحـرارة عامـلاً مهمـاً في تحديـد التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان ومـن ثـم صحتـه؛ لذلـك تكمـن أهميـة هـذا البحـث في معرفـة مـؤشرات التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان في سرت، والاسـتفادة مـن نتائجـه عنـد وضـع السياسـات المتعلقـة بالأمـن الصحـي، ومكافحـة الأمـراض وغيرهـا، مـع الأخـذ بالحسـبان قلـة الدراسـات المتعلقـة بهـذا الموضـوع في سرت.

5 . فرضية الدراسة:

وجـود تبايـن في مـؤشرات التـوازن الحـراري ومقـدار الحـرارة المكتسـبة أو المفقـودة في منطقـة الدراسـة زمانيـاً خـلال النهـار والليـل، وخـلال أشـهر وفصـول السـنة.

6. البيانات ومنهجية البحث :

اسـتخدام المنهـج الوصفـي وأسـلوب التحليـل الكمـي للبيانـات المناخيـة (معـدلات درجـات الحـرارة العظمـى والصغـرى) لمحطـة سرت لمـدة عشريـن عامـاً ممتـدة بـين عامـي (2000 ـ 2019)، لاسـتخراج قيـم التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان نهـاراً وليـلاً باسـتخدام معادلـة (أدولـف 1947) بالاعتمـاد عـلى برنامـج (Excel 2013). وقـد قـام أدولـف بتطبيـق معادلتـين لتحديـد طبيعـة التـوازن الحـراري لجسـم الإنسـان في أثنـاء النهـار بالاعتمـاد عـلى درجـات الحـرارة العظمـى (نهـاراً) وفي أثنـاء الليـل بالاعتمـاد

عــلى درجــات الحــرارة الصغــرى (ليــلاً).

المعادلة الأولى: التوازن الحراري نهاراً: R= 100 + 22 (T-33)

إذ أنّ: R = كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة بالإشعاع (كيلو وحدة حرارية/ ساعة)

T = درجة حرارة الهواء العظمى نهاراً (درجة مئوية).

المعادلة الثانية: التوازن الحراري ليلاً: R = 20 + 18 (T – 33)

إذ أنّ: R = كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة بالإشعاع (كيلو وحدة حرارية/ ساعة)

T = درجة حرارة الهواء الصغرى ليلاً (درجة مئوية).

وتشــير نتيجــة الصفــر إلى وجــود تــوازن حــراري لجســم الإنســان، أمّــا إذا كانــت النتيجــة ســالبة فإنّهــا تعنــي وجــود فقــد حــراري لجســم الإنســان، بينمــا تعنــي النتيجــة الموجبــة وجــود كســب حــراري لجســم الإنســان. وتــمّ الحصــول عــلى البيانــات المناخيــة مــن وكالــة ناســا الأمريكيــة التــي اســترجعت بتاريــخ 17/11/2020 عــبر الرابــط التــالي: https:\\ power. lar. Naca.gov\ data- access- viewer. https:\\\ .www.ncei.noa a.gov

7 . الدراسات السابقة:

دراســة الســبيعي، أنمــاط المنــاخ الفســيولوجي في مدينــة سرت (2013)، التــي اســتُخدمت فيهــا بعــض النمــاذج الحديثــة في دراســة العلاقــة بــين المنــاخ وشــعور الإنســان بالراحــة، أو بالضيــق والانزعــاج المناخــي، ومــن نتائــج هــذه الدراســة أنّ فصــل الصيــف أعــلى فصــول الســنة مــن حيــث الكســب الحــراري خاصــة أثنــاء النهــار فيصــل فيــه إلى حــوالي 40.6 كيلــو سعر/ســاعة. في حــين ينعــدم الكســب الحــراري في باقــي فصــول الســنة. كمــا يعــد التعــرّق مــن أهــم العمليــات الفســيولوجية التــي يســتخدمها الجســم للوصــول إلى الاتــزان الحــراري. كمــا أكــدت الدراســة أيضــاً أنّ شــهر أغســطس مــن أكثــر شــهور الصيــف ازعاجــاً للســكان حيــث تصــل معــدلات التعــرّق فيــه إلى 626.6 جــرام/ ســاعة أثنــاء النهــار، وهــذا بــدوره يؤثــر عــلى إنتاجيــة الفــرد وقدرتــه عــلى العمــل خاصــة في أوقــات الظهــيرة.

كمــا تناولــت دراســة خــير اللــه (2014م)، المنــاخ وأثــره عــلى راحــة الإنســان بمدينــة الكفــرة الليبيــة، دراســة في المنــاخ الفســيولوجي):تهدف هــذه الدراســة إلى التعــرف عــلى تأثــير الظــروف المناخيــة الســائدة عــلى الإنســان في الكفــرة، وتوضــح أهــم العنــاصر المناخيــة المؤثــرة عــلى راحتــه وصحتــه؛ وذلــك بتطبيــق بعــض المعايــير لقيــاس الراحــة الحراريــة. حيــث تــمّ التركيــز عــلى عــدة قرائــن منهــا قرينــة جفنــي وثــوم وأدولــف وســيبل، وصــولاً إلى تحديــد مســتويات الراحــة في المنطقــة. وقــد توصلــت الدراســة إلى أنّ شــهور الســنة تتفــاوت مــا بــين شــعور بعــدم راحــة شــديدة خــلال شــهور الصيــف، وعــدم الشــعور بالراحــة في شــهري ديســمبر وينايــر، وشــعور بالراحــة خــلال أشــهر فبرايــر ومــارس ونوفمــبر.

دراســة إبراهيــم (2004) المنــاخ وأثــره عــلى راحــة الإنســان في الســواحل المصريــة، دراســة في المنــاخ التطبيقــي للتعــرف عــلى أهــم خصائــص المنــاخ بالســواحل المصريــة

وتأثيرها على راحة الإنسان. وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها: تمتع السواحل المصرية بنسبة مرتفعة من سطوع الشمس، وتميزها باعتدال درجات الحرارة، ويُعدّ فصل الشتاء أكثر فصول السنة راحة للإنسان على السواحل الشرقية، في حين يحتل الصيف هذه المكانة على السواحل الشمالية. وأوصت الدراسة سكان السواحل المصرية بالبحث عن الأماكن المريحة مناخياً سواء خارج المسكن أو بداخله، والعمل في أول النهار وآخره بالنسبة للذين يعملون في الأماكن المفتوحة صيفاً. ومن الدراسات الأخرى دراسة الياسري (2010م) أثر المناخ على راحة الإنسان في محافظة القادسية) من نتائج هذه الدراسة أنّ أشهر الصيف حارة، وأشهر الشتاء باردة، وأشهر الربيع والخريف أشهر انتقالية، ولم تتوصل إلى تحديد الأشهر المناسبة للإنسان.

8 . منطقة الدراسة:

تقع مدينة سرت في شمال ليبيا وتتوسط منطقة الخليج الذي يسمى باسمها، حيث يحدها البحر المتوسط من جهة الشمال، و ودان من الجنوب، ومدينة مصراتة من الغرب، ومدينة أجدابيا من الشرق، وتبعد عن مدينة طرابلس حوالي 470 كم، وعن مدينة بنغازي 650 كم، وتشغل منطقة سرت مساحة تقدر حوالي 23.000كم2، وتمتد بين دائرتي عرض 31.00°، و31.15° شمالاً، وخطي طول 16.30° و16.45° شرقاً (العماري، 2003، ص17) شكل (1).

9 ـ مفهوم التوازن الحراري والظروف الطبيعية لمنطقة الدراسة

9 1ـ ـ مفهوم التوازن الحراري لجسم الإنسان (Thermal Balance)

يُعدّ التوازن الحراري عاملاً رئيسياً لوجود الراحة والحياة المفضلة للإنسان في بيئته الجغرافية، ويقوم مضمون هذا التوازن على تبادل الطاقة بين الإنسان والبيئة بحيث لا يترتب على ذلك فقدان كبير للطاقة أو كسب لها، أي أنْ تتساوى الحرارة المفقودة مع الحرارة المكتسبة من قبل الجسم البشري. ومعيار ذلك بقاء درجة حرارته في حدود 37° م (زكري،2005، ص 189)، وتأتي المحافظة على التوازن الحراري لجسم الإنسان مع محيطه الطبيعي مطلباً أولياً لتحقيق الراحة الحرارية، وتعني البقاء على حرارة الجسم الداخلية ثابتة، بغض النظر عن التغيرات الكبيرة نسبياً في المحيط الخارجي (محمد، ص 173)، حيث تعتمد النماذج الحديثة في دراسة العلاقة بين المناخ وأحاسيس الناس بالراحة أو بالضيق، على دراسة الموازنة الحرارية لجسم الإنسان (السبيعي، 2013، ص 339). تشير الدراسات إلى ضرورة ثبات درجة حرارة جسم الإنسان الداخلية بين (36.7 ـ 37°م) ، وتسعى جميع أعضاء الجسم للحفاظ على هذه الدرجة مهما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي لتحقيق التوازن الحراري، ولكن لو تعرض هذا الجسم إلى المحيط الخارجي الذي تقل درجة حرارته عن درجة حرارة الجسم، فإنّه يجب أنْ يفقد حرارة لتثبيت التوازن الحراري مسبباً عدم الراحة من البرد عندما يكون الفقدان سريعاً نسبياً. أمّا عدم الراحة من السخونة فيحس به الجسم عندما يكون

الفقدان الحراري بطيئاً (هدية ، ص 457). وأظهرت الدراسات أنّه يمكن للإنسان تحمل درجات الحرارة التي تقل عن (35°) م أو تزيد على (41°) لحقب زمنية قصيرة فقط، إذ يؤدي التطرف الحراري سواءً البرودة الشديدة أو الحرارة المرتفعة إلى حدوث اضطرابات فيزيولوجية عضوية لدى الإنسان، فالحرارة الزائدة تسبب إجهاداً حرارياً يزيد من شدة المرض ونسب الوفيات، وهناك طرق فسيولوجية عدة يتبعها جسم الإنسان للحفاظ على توازنه الحراري، وذلك بتوسيع الأوعية الدموية السطحية ومسام الجلد وزيادة تدفق الدم إلى سطحه، ومن ثم التخلص من الحرارة الداخلية الزائدة، أو زيادة معدلات إفراز العرق، ويحدث العكس في حالة انخفاض درجة حرارة الهواء، وفي حالة استمرار انخفاض درجة الحرارة فإنّ حرارة الجسم تأخذ بالانخفاض لذلك يلجأ إلى تحريك بعض عضلاته عن طريق (الرجفة) محاولة لتوليد طاقة حرارية تزيد من درجة الحرارة الداخلية. (محمد، ص 457)، حيث يحافظ الجسم على التوازن الحراري عن طريق العرق ودورة الدم، فالجلد والطبقة الدهنية التي توجد أسفله تكون شبه غطاء طبيعي لبقية الجسم، و المسؤول عن ذلك مركز لتنظيم درجات الحرارة يسمى الهيبوثالامس، ويشبه جهاز الترموستات الذي ينظم درجة الحرارة في الثلاجات الكهربائية (أحمد، ص 139).

تعدّ درجات الحرارة من أهم عناصر المناخ المؤثرة في صحة الإنسان، لذلك وجدت معادلات عدة يمكن من خلالها تمثيل الموازنة الحرارية لجسم الإنسان في مجال المناخ التطبيقي، ومنها معادلة سميث (Smith 1975)، ومعادلة كريفث (Grifiiths 1976)، ومعادلة أدولف (Adolph 1947).

حيث وضع أدولف قيماً تقريبية يمكن بواسطتها حساب كمية الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة لجسم الإنسان عن طريق الإشعاع لذا يُعبر عن تلك القيم بـ (كيلو وحدة حرارية / ساعة).

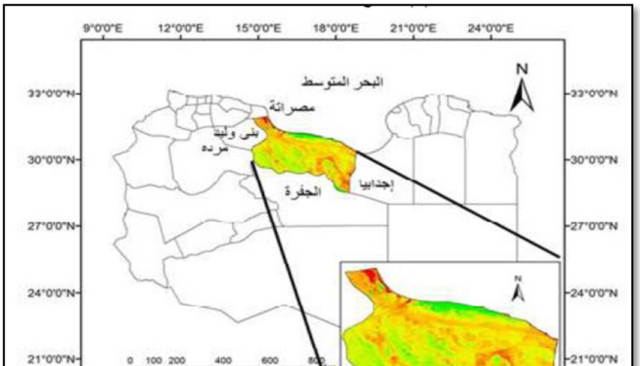
9 2- الظروف الطبيعية لمنطقة الدراسة

تقع منطقة سرت في منتصف الساحل الليبي على البحر المتوسط الذي يحدها من الشمال ومنطقة الجفرة من الجنوب بمسافة 250 كم، ومن الغرب مدينة مصراته ومن الشرق مدينة أجدابيا، وتبعد عن مدينة طرابلس حوالي 470 ك م2، وعن مدينة بنغازي 650 ك م2، وتمتد بين دائرتي عرض 31.00°، و31.15° شمالاً، وخطي طول 61.30° و16.45° شرقاً. وبما أنّ منطقة سرت تقع بين دائرتي عرض سالفة الذكر فهي تقع ضمن المنطقة المعتدلة الدفيئة الشمالية، وأنّ طبيعة موقع منطقة الدراسة جعلها عرضة لتأثير لكثير من عناصر المناخ في ما مضي وفي وقتنا الحالي، حيث إنّها تتوسط منطقة خليج سرت الذي يتوغل داخل الأراضي الليبية بنحو 450 كيلومتر2، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي 23.000 ك م2 (العماري، 2003، ص 17).

ويتميز موقع سرت بأنّه مثالي، ويمثل شريان وطني دولي يمر من خلاله

كل المتجهـين شرقـاً وغربـاً، ولعبـت الطريـق الرئيـسي الفاصلـة بـين المدينـة وضواحيهـا دوراً كبـيراً وفعـالاً في نموهـا وتطورهـا عـبر السـنين، وهـي منطقـة سـهلية خاليـة مـن الجبـال والمرتفعـات باسـتثناء بعـض التـلال الرملية عـلى الشـاطئ مما سـهل عمليـة نموهـا شرقـاً، وغربـاً، وجنوبـاً. (بشـير، ص 36). كمـا تعـدّ مـن أهـم المراكـز الاقتصاديـة في محيطهـا، حيـث تتنـوع فيهـا الأنشـطة الخدميـة، والمهنيـة، والتجاريـة، ممـا يضطـر الأفـراد إلى قضـاء جـزء كبـير مـن وقتهـم خـارج بيوتهـم، وهـذا يجعلهـم معرضـين للظـروف المناخيـة حقـب طويلـة مـن الوقـت الحـالي. (السـبيعي، ص 336).

وقد ساعد خلو المنطقة من الجبال العالية، و هبوط سطحها بشكل عام على وصول المؤثرات ببنيتها سواء تلك القادمة من جهة الصحراء والتي يترتب عليها ارتفاع درجة الحرارة بالمنطقة في فصل الصيف، وانخفاضها في فصل الشتاء لاختلاف درجة حرارة الرياح بين الفصول، أم تلك المؤثرات الباردة (رياح قطبية قارية أو بحرية) القادمة من جهة البحر في فصل الشتاء والتي يترتب عليها انخفاض درجة الحرارة ، وقد ساعد هذا العامل على عبور المؤثرات المختلفة بنوعيها في المنطقة من شمالها إلى جنوبها أو العكس. (عبد الحميد محمود حسن، ص 47)، مما جعل المنطقة تتمتع بمناخ معتدل حيث الحرارة المعتدلة والرياح الخفيفة والرطوبة المتوسطة، حيث لا تزيد درجة الحرارة في أشهر الصيف عن 40°م، كما أنّ الرطوبة في متوسطها تبلغ (75%)، بينما يبلغ المتوسط السنوي للمطر في منطقة سرت حوالي (182.9) مم، وهذا يعني أنّ منطقة سرت تقع ضمن المنطقة شبه الجافة، ولا تسهم كميات الأمطار التي تهطل على المنطقة في الميزانية المائية، حيث تعتمد المنطقة على مياه النهر الصناعي (بشير عبد الله، 2006، ص 56).



المصدر: حسين محمد، 2013، ص 296.

شكل (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

10 . المحطة المناخية المختارة وطريقة استخراج قيم التوازن الحراري في منطقة الدراسة

لأجل تحديد طبيعة التوازن الحراري لجسم الإنسان في أثناء النهار والليل على مدار أشهر وفصول السنة في منطقة الدراسة حيث جرى اختيار محطة الأرصاد الجوي بمنطقة سرت و رمزها الدولي 62019 و تقع على دائرة عرض 31.15 و خط طول 16.45 و ترتفع محطة سرت فوق مستوى سطح البحر حوالي 13 متر.

تمّ الحصول على البيانات المناخية من محطة سرت المتعلقة بدرجات الحرارة العظمى والصغرى في منطقة الدراسة لاستخراج معدلاتها الشهرية والفصلية للمدة الزمنية (2000 – 2019)، كما هو موضح في الجدول (2) و(3)، وذلك تمهيداً لاستخراج قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان في منطقة الدراسة بتطبيق معادلة أدولف (Adolph 1947) .

جدول (2) معدلات درجات الحرارة المئوية (العظمى والصغرى)
فى محطة سرت (2000 – 2019)

الأشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
الحرارة العظمى	22.1	24.4	28.1	31.6	33.6	35	35.5	35.7	36	32.9	28.7	23.4	30.6
الحرارة الصغرى	8.1	7.9	9.5	12.1	14.9	18.1	21.4	22.3	21.2	17.8	13.3	9.3	14.7

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية، و وكالة ناسا بيانات مناخية (منشورة) من (1970 ـ2019)

ومن خلال الاستناد إلى معطيات الجدول (2) وتطبيق معادلة أدولف للتوازن الحراري في أثناء النهار، بصيغة: (T – 33) 22 +| R = 100) وفي أثناء الليل بصيغة: R: (T-33) 18 + 20 =)، تمّ التوصل إلى قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان في منطقة الدراسة في أثناء النهار بحسب الأشهر كما هو موضح في الجدول (3)، و أثناء الليل بحسب الأشهر كما هو موضح في الجدول(4) و أثناء النهار والليل بحسب فصول السنة كما هو موضح في الجدول (5).

10.1 . تحليل مؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان في منطقة الدراسة:

10.1.1 تحليل مؤشرات التوازن الحراري بحسب الأشهر

أ – أثناء النهار: يتضح من خلال الجدول(4) والشكل (1) بخصوص مؤشرات التوازن الحراري (كيلو وحدة حرارية/ ساعة) لجسم الإنسان في منطقة الدراسة ما يأتي:

يحصل فقدان حراري لجسم الإنسان أثناء النهار في أربعة أشهر بمنطقة الدراسة، وهي أشهر (ديسمبر، يناير، فبراير، مارس) بواقع (111.2–، 139.8–، 89.2–، 7.8–) سعر حراري/ساعة، لكل منها على التوالي في المقابل يحصل كسب حراري في بقية أشهر السنة وهي (ابريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر،

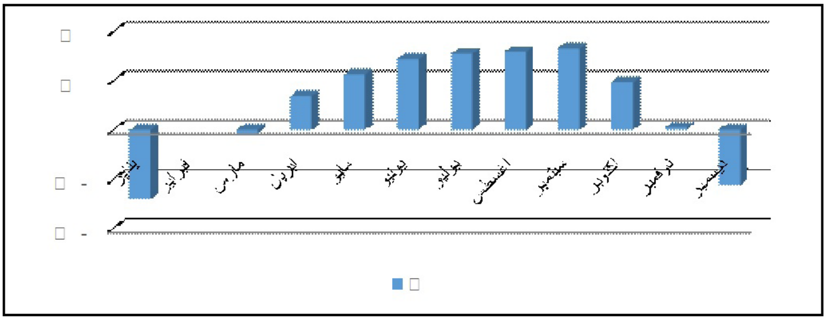
أكتوبر، نوفمبر)، بواقع (69.2، 113.2، 144، 155، 159.4، 166، 97.8، 5.4) سعر حراري/ساعة على الترتيب.

ويتضح مما سبق أنّ جسم الإنسان خلال النهار بمنطقة خليج سرت يكون في حالة اكتساب حراري - عدا أشهر الشتاء- فضلا عن إلى العمليات التي يكتسب من خلالها الجسم البشري، كالحرارة والنشاط والعمليات الحيوية، وما يتناوله الإنسان من طعام كونه مصدرا رئيسيا لإمداد جسم الإنسان بالطاقة. وكل ذلك يولد درجة حرارة كبيرة جداً لو وجدت بالجسم البشري على حالتها دون فاقد لأهلكته، لاسيما بفصل الصيف، لذلك يحدث تدخل لاإرادياً بواسطة التعرق أو انبساط الأوعية الدموية بأمر من الجهاز العصبي لكي يأخذ أكبر مساحة معرضة للهواء للتخلص من الحرارة المكتسبة ويتوقف ذلك على نوع الهواء الجاف الذي لا يشعر معه الإنسان بالإرهاق حتى مع ارتفاع درجة حرارة 40° م مقارنةً بالجو المشبع بالرطوبة الذي يصيب الإنسان بالإرهاق عند درجة حرارة 30°م (وينصح بالتبريد الصناعي سواء بأجهزة التكييف أو المراوح... إلخ عند ارتفاع حرارة الجسم فوق 37°م مع إفراز العرق حتى لا يصل الجسم لدرجة الحرارة الحرجة 42° م).

جدول (3) قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان بمنطقة سرت أثناء النهار بحسب الأشهر (كيلو وحدة حرارية/ساعة)

يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
-139.8	-89.2	-7.8	69.2	113.2	144	155	159.4	166	97.8	5.4	-111.2	104.7

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على معطيات الجدول (2) ومعادلة أدولف



شكل (3) قيم الكسب الحراري نهاراً لجسم الإنسان في مدينة سرت طبقاً لمعادلة Adolph

ب - أثناء الليل أثناء الليل :

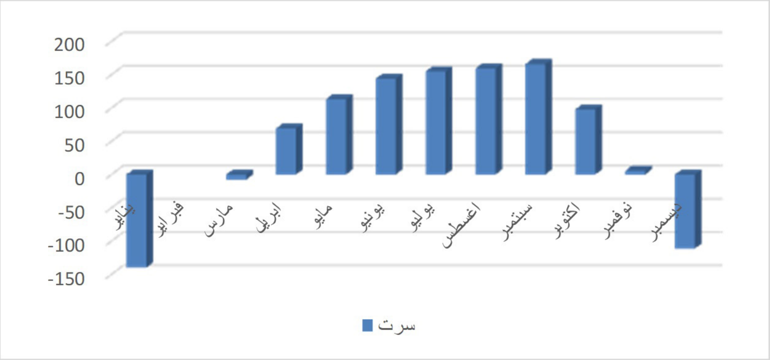
يتضح من خلال معطيات الجدول (5) بخصوص مؤشرات التوازن الحراري (كيلو وحدة حرارية/ ساعة) لجسم الإنسان في منطقة الدراسة أثناء الليل أنّ جسم الانسان يشهد فقدا أثناء الليل في جميع أشهر السنة بمنطقة الدراسة، وسجل أعلى مقدار للفقد الحراري في شهر يناير بواقع (431.8-) سعرا حراريا/ ساعة، وأدنى قيمة سجلت في شهر أغسطس بواقع (172.6-) سعرا حراريا/ ساعة، بمتوسط سنوي 310.1 سعر حراري/ساعة.

ويعزى التباين الشهري في مؤشرات التوازن الحراري أثناء النهار والليل إلى أنّ درجات الحرارة في منطقة الدراسة تبدأ بالارتفاع ابتداءً من شهر مارس لانتقال الشمس الظاهري نحو مدار السرطان وما يرافق ذلك من زيادة في زاوية سقوط أشعة الشمس، وطول مدة النهار وكمية الإشعاع الشمسي المستلمة التي تكون أكثر من كمية الإشعاع المفقود مما يساعد على وجود تراكم حراري ينجم عنه ارتفاع في درجات الحرارة فضلاً عن الكتل الهوائية المدارية القارية التي يزداد تكرارها على المنطقة خلال أشهر الصيف، وانخفاض معدلات الرطوبة النسبية، ويحدث العكس في فصل الشتاء.

جدول (4): قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان بمنطقة سرت أثناء الليل بحسب الأشهر (كيلو وحدة حرارية/ساعة)

يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
-428.2	-431.8	-403	-356.2	-305.8	-248.2	-188.8	-172.6	-192.4	-253.6	-334.6	-406.6	310.1

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية ووكالة ناسا بيانات مناخية (منشورة)، (1970 ـ 2019)



شكل (4) قيم الكسب الحراري ليلاً لجسم الإنسان في مدينة سرت طبقاً لمعادلة Adolph

2.1.10. تحليل مؤشرات التوازن الحراري بحسب الفصول

أ- أثناء النهار:

يتضح من خلال تحليل معادلة أدولف (Adolph) لحساب قيم التوازنالحراري (كيلو وحدة حرارية/ ساعة) لجسم الإنسان في منطقة الدراسة، وعلى نحو ما هو موضح في الجدول (2) (5)، فنلاحظ أنّه في فصل الشتاء يشهد جسم الإنسان فقداً حرارياً في منطقة الدراسة، فقد سجل 113.4- سعر حراري/ساعة، في حين يبلغ التوازن الحراري في فصل الربيع 63.4 سعر حراري / ساعة، و89.7 سعر حراري/ساعة في فصل الخريف، و152.8 سعر حراري/ساعة في فصل الصيف ويتفاوت جسم الإنسان بين الكسب والفقد الحراري في هذه الفصول. وبذلك نستنتج أنّ فصل الشتاء في منطقة الدراسة أثناء النهار يشهد فقداً حراريا، أمّا بقية الفصول فتشهد كسباً حرارياً.

ب - أثناء الليل :

يتبين من خلال تحليل معطيات قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان (كيلو وحدة حرارية/ ساعة) ومؤشراتها، وعلى نحو ما هو موضح في الجدول (2) (5) ما يأتي:

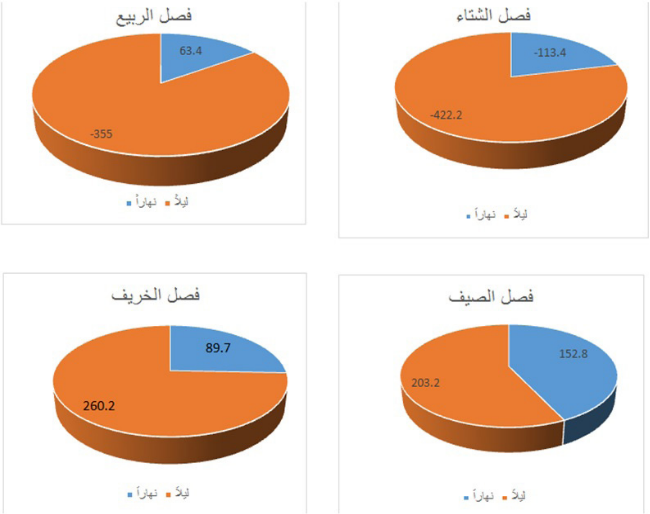
يشهد جسم الإنسان فقداً حرارياً أثناء الليل في منطقة الدراسة في فصول السنة باستثناء فصل الصيف فإنّه يشهد كسباً حرارياً.

إنّ قيمة ما يفقده جسم الإنسان من الحرارة أثناء الليل في فصل الشتاء أكبر من بقية فصول السنة، حيث بلغ مقدارها في فصل الشتاء (422.2-) سعر حراري/ساعة، كما أنّ كمية الحرارة المفقودة في فصل الربيع بواقع (355-) مم/ ساعة، تزيد من كمية الحرارة المفقودة في فصل الخريف بواقع (260.2) سعر حراري/ ساعة، ويعزى كل ذلك إلى انخفاض معدلات درجات الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة أثناء الليل ووجود المدى الحراري العادي بين درجات الحرارة العظمى والصغرى المسجلة، إذ إنّ موقع منطقة الدراسة أثر في تباين مؤشرات التوازن الحراري صيفاً وشتاءً.

جدول (5) قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان في محطة سرت بحسب فصول السنة / (كيلو وحدة حرارية/ ساعة)

المحطة	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		فصل الخريف	
	نهاراً	ليلاً	نهاراً	ليلاً	نهاراً	ليلاً	نهاراً	ليلاً
سرت	-113.4	-422.2	63.4	-355	152.8	203.2	89.7	260.2

الجدول من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول 2 ومعادلة أودلف.



شكل (5) قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان في منطقة سرت بحسب الفصول

11. استنتاجات الدراسة:

1. يشهد جسم الإنسان أثناء النهار فقداً حرارياً في فصل الشتاء مقابل الكسب الحراري في فصل الصيف والربيع والخريف في منطقة الدراسة.
2. يعد شهر يناير من أكثر شهور السنة فقدا لكميات الحرارة في منطقة الدراسة بواقع 139.8 سعر حراري/الساعة أثناء النهار، في حين يمثل شهر يونيو أكثر شهور السنة اكتسابا لكميات الحرارة بواقع 144 سعراً حراريًا حراري /ساعة أثناء النهار بمنطقة الدراسة.
3. يبدأ التحول من الفقد الحراري إلى الكسب الحراري أثناء النهار بمنطقة الدراسة بحلول شهر مارس، ثم ينقلب إلى فقد حراري بحلول شهر نوفمبر أثناء الليل في جميع أشهر السنة وفصولها بمنطقة الدراسة.
4. إنّ كمية الحرارة المفقودة في منطقة الدراسة تكون قليلة نسبياً في ليالي أشهر (مايو، يونيو، يوليو)، ومتوسطة في شهري (أغسطس، سبتمبر)، وكبيرة في ليالي أشهر أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير، مارس).
5. وجود علاقة طردية بين درجات الحرارة والكسب الحراري في منطقة الدراسة، إذ أنّه كلما زادت درجات الحرارة (العظمى) كلما زادت معدلات الكسب الحراري، والعكس صحيح. مقابل وجود علاقة عكسية بين درجات الحرارة والفقد الحراري، فكلما انخفضت درجات الحرارة (الصغرى) كلما ازدادت معدلات الفقد الحراري، والعكس صحيح.

12 . التوصيات:

1 – أخذ نتائج قيم التوازن الحراري في منطقة سرت المستخرجة من خلال هذا البحث بعين الاعتبار لتحديد نتائج قيم التوازن الحراري في منطقة سرت، المستخرجة ضمن البحث، وتحديد الاحتياجات اللازمة لاسيما في مجال الطاقة، والتدفئة، والتبريد.

2 – مراعاة مقدار الحرارة المفقودة والمكتسبة التي توصلت لها هذه الدراسة في وضع السياسات نتائج هذه الدراسة ومقدار الحرارة المفقودة والمكتسبة في سرت عند وضع السياسات المتعلقة بالصحة العامة، والأمن الصحي، ودراسة تأثير الأمراض على الإنسان، وبالخصوص فايروس كورونا المستجد المعروف باسم (COVID – 19).

13. قائمة المراجع:

إنعام عبد الصاحب الياسري (2010) أثر المناخ على راحة الإنسان في محافظة القادسية، مجلة أوروك للأبحاث الإنسانية، المجلد الثالث، العدد الثاني.

توفيق محمد إبراهيم (2008) المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية، دراسة في المناخ التطبيقي، دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة سوهاج .

حسن عبدالحميد محمود (1977) وادي تلال في شمال ليبيا دراسة إقليمية، رسالة ماجستير، (غيرمنشورة) قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، دار النشر القاهرة.

خير الله حافظ عيسى (2014) المناخ وأثره على راحة الإنسان بمدينة الكفرة الليبية، دراسة في المناخ الفسيولوجي، إقليم كردستان، العراق، جامعة داهوك، العدد الثاني.

خير الله حافظ عيسى،(2017) التباين المكاني والزماني للأشهر المريحة وغير المريحة في ليبيا باستخدام مؤشر THI دراسة في المناخ التطبيقي، مجلة جامعة سرت العلمية. مركز دراسة البحوث والاستشارات بجامعة سرت، المجلد السابع، العدد الثاني.

زكري يوسف محمد، (2005) مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، دكتوراه، (غير منشورة)، قسم الجغرافيا كلية علوم الأرض، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر.

السبيعي بشير عبد الله،(2006م) تأثير التغير الوظيفي على مورفولوجية مدينة سرت، رسالة ماجستير (غيرمنشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والتربية، جامعة سرت.

السبيعي سليمان يحيى،(2013) أنماط المناخ الفسيولوجي في مدينة سرت، دراسة في المناخ التطبيقي، الملتقى الجغرافي الرابع عشر، جامعة سرت .

العمـــاري محمـــد الفيتـــوري،(2003) التركيـــب الوظيفـــي لمدينـــة سرت وعلاقتهـــا بمجاوراتهـــا، منشـــورات المؤسســـة العامـــة للثقافـــة، طرابلـــس.

قنـاوي حســين أحمــد (2010) المُنــاخ وأثــره عــلى راحــة الإنســان في مــصر العليــا "دراســة في المنــاخ التطبيقــي"، رســالة ماجســتير (غــير منشــورة)، قســم الجغرافيــا، كليــة الآداب بقنــا، جامعــة جنــوب الــوادي، مــصر.

محمــد توفيــق محمــد إبراهيــم،(2008) المنــاخ وأثره عــلى راحة الإنســان في الســواحل المصريــة، دراســة في المنــاخ التطبيقــي، دكتــوراه (غيرمنشــورة)، قســم الجغرافيــا، كليــة الآداب، جامعة ســوهاج.

المحمـــد حســـين،(2013) مراقبـــة وتقييـــم التصحـــر في سرت باســـتخدام تقنيـــة الاستشـــعار عـــن بعـــد، الملتقـــى الجغـــرافي الرابـــع عـــشر، جامعـــة سرت.

هدية حمد محمد،(2020) مؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان في العراق دراسة في المناخ التطبيقي، مجلة الآداب، جامعة صلاح الدين – أربيل. العدد، 134، 20.

تأثير المُناخ على الموازنة المائية في شمال شرق ليبيا

د. جمعة أرحومة جمعة الجالي1، د. محمود محمد محمود سليمان2
1أستاذ مشارك، قسم الجغرافيا- كلية الآداب - جامعة طبرق ؛ 2محاضر، قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة طبرق

الملخص

يتناول البحث تأثير المُناخ على الميزانية المائية، ويهدف إلى التعرف على مقدار العجز أو الفائض المائي ومدى تباينه مكانيًا في شمال شرقي ليبيا. ولتحقيق ذلك اعتمدت الدراسة على بيانات درجة الحرارة وكمية الأمطار والتبخر والرطوبة النسبية للمدة الممتدة بين عامي (1971- 2010) لثمان محطات مناخية مختلفة في موقعها الجغرافي والفلكي، مع تطبيق معادلتي إيفانوف وخوسلا لحساب التبخر المحتمل والفاقد المائي. بينت الدراسة وحسب نتائج المعادلتين أن الفائض المائي تمثل في محطتي شحات والفتائح في فصل الشتاء فقط، إلى جانب عجز مائي بسيط في بقية المحطات. أما خلال الجفاف فقد سيطر العجز المائي على كافة المحطات ولكن بنسب متفاوتة، تراوح من بسيط في المحطات الساحلية والجبلية شحات، الفتائح، درنة و بنينا إلى عجز مائي كبير في محطتي طبرق و أجدابيا، و عجز متطرف في محطتي الجغبوب و جالو الصحراويتين في أقصى جنوب منطقة الدراسة.

الكلمات الدالة: المُناخ، الموازنة المائية، خوسلا، إيفانوف، شمال شرقي ليبيا.

The Impacts of Climate on Water Budget in Northeast Libya

Abstract

This research deals with the impact of climate on the water budget. It aims to identify the amount of water shortage or surplus and the extent of its spatial variation in northeastern Libya. The study relied on climatic data for the period (1971-2010) for eight weather stations in the study area. The equations of Ivanov and Khosella were applied to calculate potential evaporation and water losses wastage. The results showed that the water surplus is represented in the Shahat and Al-Fataih stations in the winter season only, while the water shortage exists on the all parts of the study area in the other of the seasons with a significant increase in the dry season.

Key words: climate, water budget, Khosella, Ivanov, northeastern Libya.

1. المقدمة

يُعد المُناخ من أهم العوامل الطبيعة المساهمة في إحداث فجوةٍ مائية بين ما يصل منطقة ما من إمدادات مائية بواسطة الأمطار وبين ما يفقد منها عن طريق التبخر والنتح، وبالتالي فإن خصائص المناخ تعد العامل الرئيس المتحكم في تحديد القيمة الفعلية للأمطار ومستويات الجفاف والعجز المائي(علي، 2008). وتعد مشكلة العجز المائي المناخي من أهم القضايا البيئية التي تعاني منها معظم المناطق الجافة و شبه الجافة التي من ضمنها منطقة الدراسة بوصفها تواجه نقصًا كميًا ونوعيًا في الموارد المائية، خاصة في موسم الجفاف.

تحدد الموازنة المائية العلاقة بين عناصر الدورة الطبيعية للمياه؛ فهي عبارة عن علاقة بين الأمطار الساقطة على منطقة ما (الإمداد المائي) و مجموع ما تفقده هذه المنطقة من مياه عن طريق التبخر - النتح (الفاقد المائي)، وهي إحدى الطرائق المستخدمة لتحديد العجز أو الفائض المائي(إبراهيم، وآخرون، 2012). كما إنها من أهم الخصائص الهيدرومناخية؛ فهي تحدد الاحتياج المائي لأي منطقة، حيث إن كمية الهطول لا تعطي حقيقة تأثيره الفعلي نتيجة لعوامل المُناخ والتربة والغطاء النباتي (الفهداوي و الفهداوي، 2018).

2. مشكلة البحث:

نظرًا لأهمية المنطقة الزراعية والرعوية، ولقلة الأمطار وانعدام مصادر المياه السطحية بها؛ جاء هذا البحث ليتناول دراسة تأثير المُناخ على الميزانية المائية في شمال شرق ليبيا، وتتمثل مشكلة الدراسة في السؤال التالي: ما مقدار العجز أو الفائض المائي في منطقة الدراسة ؟، وهل هناك تباين في كمية العجز من مكان إلى آخر كون المنطقة مختلفة مكانيًا في خصائصها الجغرافية الطبيعية والمناخية ؟.

3. فرضيات البحث:

1. هناك عجز مائي واضح في منطقة الدراسة خاصة في الأجزاء الجنوبية منها.
2. يوجد فائض مائي في منطقتي شحات والفتائح في فصل الشتاء.

4. هدف البحث:

يهدف البحث إلى التعرف على مقدار العجز أو الفائض المائي ومدى تباينه مكانيًا وزمانيًا في منطقة الدراسة ، وذلك بالاعتماد على بيانات مناخية للمحطات المناخية الرئيسة.

5. الدراسات السابقة:

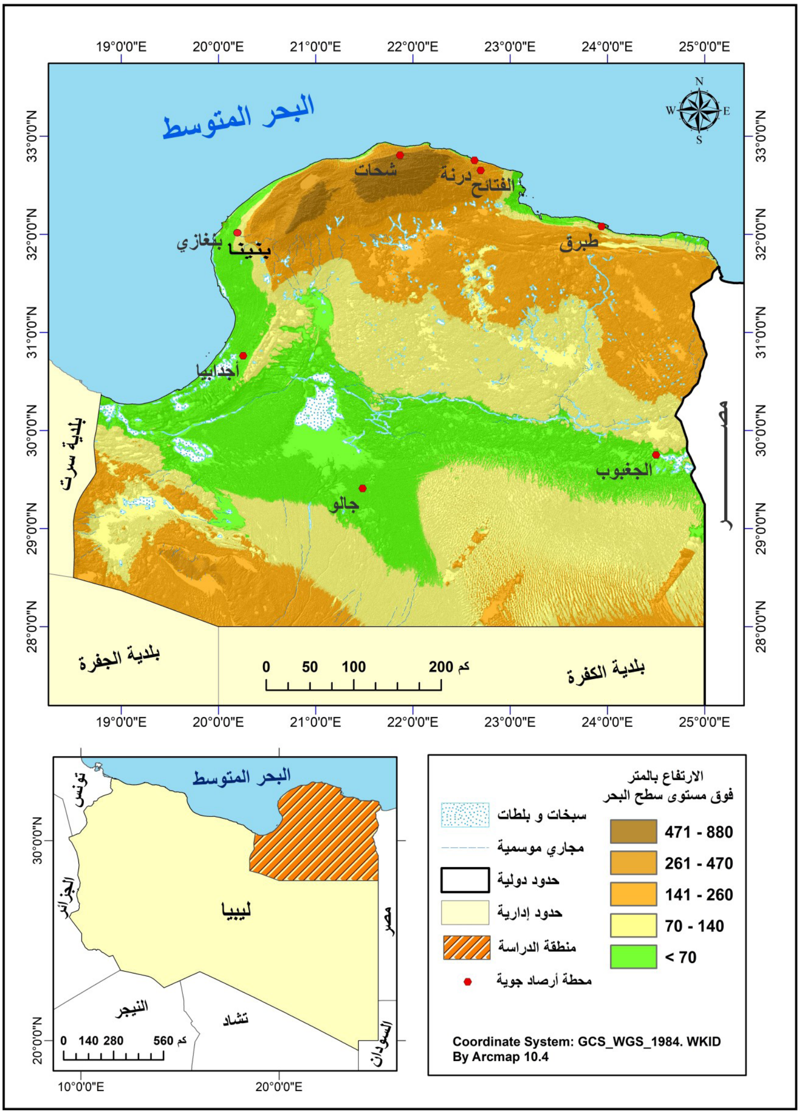
حظي موضوع الموازنة المائية المناخية باهتمام كبير لدى الكثير من الباحثين والمهتمين بالدراسات الهيدرومناخية، لما لها من تأثيرات واسعة على الأنشطة الحياتية المختلفة. وفي هذا المجال قام إبراهيم وآخرون (2012) بدراسة الموازنة المائية المناخية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية شمال غرب العراق معتمدين طريقة ثورنثويت، حيث استنتج أن هناك تباينًا في نسبة تغذية المياه الجوفية

بين أجزاء منطقة الدراسة، وقد أرجع ذلك إلى نوع الرواسب ونسيجها من جهة وإلى تباين أعماقها والاختلافات الطبوغرافية البسيطة وتطور شبكة تصريف المياه السطحية من جهة أخرى. كما أكدت دراسة أبوغرسة (2015) من خلال نتائج معادلة والين (Wallen) اعتمادا على كميات التبخر المقاسة بأنبوبة بيش (Piche) وجود فائض مائي في فصل الشتاء ، وعجز مائي في فصل الصيف كونه نتيجة لقلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة والزيادة في قيم التبخر والنتح. في حين تطرق شيت (2017) إلى دراسة التغير المناخي وأثره على الموازنة المائية في حوض الفتحة- سامراء، معتمدًا على المعدلات الشهرية للتبخر والنتح الكامن وفق معادلات خوسلا ثورنثويت و إيفانوف، وكشفت الدراسة عن وجود فائض مائي في أشهر الشتاء وعجز مائي كبير ومستمر في فصل الصيف.وأشارت دراسة هريدي (2019) إلى تحديد أثر التغيرات المناخية على الاتجاه العام ومقدار التغير في معدلات الفقد المائي والموازنة المائية المناخية وأهم التغيرات بها وآثر بالساحل الشمالً لمصر، وبتطبيق معيار (بنمان ومونتيث) تبين أن العجز المائي يتجه نحو الارتفاع متأثرًا بارتفاع درجات الحرارة والتبخر وقلة الأمطار لاسيما في فصل الصيف، ويزداد العجز المائي كلما اتجهنا شرقًا.

6.منطقة الدراسة:

1.6. الموقع

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق ليبيا، وتتمثل المنطقة المحصورة فلكيًا بين دائرتي عرض 00´´00´ °28 و 51´´ 12´ °32شمالًا وخطي طول21´´31´ °18 و 11´´09´ °25 شرقاً، وتمتد جغرافيًا من ساحل البحر المتوسط شمالًا إلى الواحات وتخوم بحر الرمال العظيم جنوبًا بمسافة تقدر بحوالي 557كم، ومن خليج السدرة غربًا إلى الحدود الليبية المصرية شرقًا بمسافة تقدر بحوالي 630كم,و تصل مساحتها الكلية إلى حوالي 277.322كم2 يغلب عليها الطابع الصحراوي أو شبه الصحراوي باستثناء الجبل الأخضر في الشمال (شكل رقم 1).وهي بذلك تضم عدة محطات أرصاد جوية متباينة مكانيًا ومُناخيًا, كما هو مبين بالجدول رقم (1).



شكل (1) منطقة الدراسة

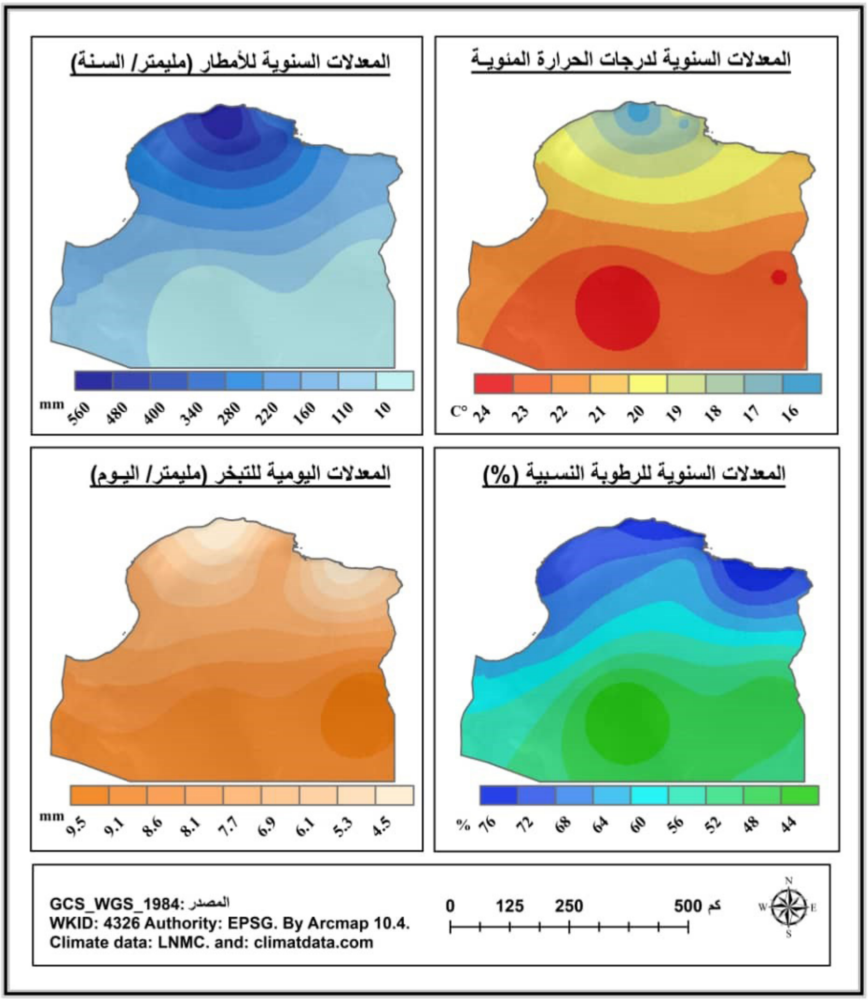
جدول (1) خصائص محطات الأرصاد الجوية بمنطقة الدراسة

المحطة	الرمز الدولي	الموقع الفلكي		البعد عن البحر/ كم	الارتفاع بالمتر	فترة الرصد
		دائرة العرض شمالاً	خط الطول شرقاً			
أجدابيا	62055	30° 43´	20° 10´	21.0	7	1971- 2010
الجغبوب	62176	29° 45´	24° 32´	247.0	-1	1971- 2010
الفتائح	62115	32° 45´	22° 38´	15.0	263.0	1981- 2010
بنينا	62053	32° 05´	20° 16´	13.0	129.0	1971- 2010
جالو	62161	29° 01´	21° 34´	206.0	60.0	1971- 2010
درنة	62059	32° 47´	22° 35´	0.6	26.0	1971- 2010
شحات	62056	32° 49´	21° 51´	11.0	621.0	1971- 2010
طبرق	62062	32° 06´	23° 56´	0.20	50.0	1984- 2010

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.

2.6. الظروف المُناخية لمنطقة الدراسة:

تتسم منطقة الدراسة بخصائص مُناخية متباينة مكانيًا تتدرج من المناخ الرطب وشبة الرطب في الشمال إلى المناخ الجاف وشبه الجاف في الجنوب، وهذا التباين في الظروف المُناخية ما هو إلا نتيجة طبيعية لاختلاف بعض العوامل الجغرافية المحلية المؤثرة في المُناخ بمنطقة الدراسة ومنها الموقع الجغرافي والفلكي وعامل التضاريس وشكل الساحل أيضاً. وبالنظر إلى الشكل رقم (2)نلاحظ أن درجة الحرارة تكون منخفضة في الشمال وتتدرج في الارتفاع النسبي بالاتجاه ناحية الجنوب والجنوب الشرقي، حيث يتراوح متوسطها السنوي بين 16.6°م في شحات شمالًا و 22.5°م في جالو جنوبًا. أما الأمطار فتغزر كمياتها في الجبل الأخضر بشمال منطقة الدراسة، لتتجاوز معدلاتها السنوية 550 مم كما هو الحال في شحات والمناطق القريبة منها، ثم تبدأ في الانخفاض تدريجيًا بالاتجاه ناحية الجنوب والجنوب الشرقي لتصل إلى أدنى معدلاتها كما هو الحال في الجغبوب وجالو، حيث لا يتعدى معدلها السنوي 10 مم. ومن جهة أخرى تصل الرطوبة النسبية في المناطق الساحلية شمالًا إلى أعلى معدلاتها لتتجاوز 71% في كل من طبرق ودرنة، وتنخفض في المناطق الجافة جنوبًا حيث لا يتعدى معدلها السنوي 45 % في جالو. أما معدلات التبخر اليومية فهي مرتفعة في الجنوب كونها نتيجةً طبيعية لارتفاع درجات الحرارة، حيث تصل إلى حوالي 9.5 مم في الجغبوب، وتنخفض تدريجيًا بالاتجاه شمالًا إلى أن تصل إلى حوالي 4.5 مم في الأجزاء الشمالية لمنطقة الدراسة.



شكل (2) الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة للمدة الممتدة بين عامي (2010-1971)

3.6. الوضع المائي في منطقة الدراسة:

تعتمد منطقة الدراسة كغيرها من المناطق الليبية بدرجة كبيرة على المياه الجوفية سواءٌ أكانت المحلية أم المنقولة المتمثلة في مياه النهر الصناعي؛ وذلك نظرًا لموسمية سقوط الأمطار ومحدوديتها والمتركزة في الجبل الأخضر كما ذكرنا آنفًا. وهذا بدوره أدى ويؤدي إلى هبوط كبير في منسوب المياه الجوفية وتدهور جودتها وزيادة نسبة الأملاح بها، نتيجة للسحب المستمر والمفرط للمياه نتيجة

التطور السريع والمستمر في مشروعات التنمية الحضرية والاقتصادية, والتوسع غير المنتظم للزراعات الورقية المستهلكة للمياه خصوصًا في المناطق الشمالية إلى جانب محدودية التغذية وتداخل مياه البحر، الأمر الذي ينعكس سلبًا على الميزانية المائية. أما المياه السطحية فبالرغم من سقوط الأمطار بمعدلات جيدة في الجبل الأخضر؛ إلا أنها تبقى جزءًا من مياه هذه الأمطار لا يستفاد منها لارتفاع نسبة الفاقد عن طريق التبخر والنتح وجزء آخر يضيع هدرًا بواسطة الجريان السطحي لتصل في نهاية الأمر إلى البحر، في حين يتجمع جزء بسيط من المياه خلف السدود القليلة في بعض الأودية والتي تعد مصدرًا متجددًا يغذي الخزانات الجوفية، كما يوجد إلى جانب ذلك العديد من الصهاريج والخزانات السطحية التي تتجمع فيها المياه في المواسم الممطرة(الهيئة العامة للمياه، 2006). ومن ناحية أخرى تعتمد بعض المناطق الساحلية على تحلية مياه البحر لسد العجز في كميات المياه وتلبية الاحتياجات المتنامية للمنطقة من المياه للأغراض البشرية المختلفة.

7.طريقة الدراسة:

1.7. مصادر البيانات

تم الحصول على بيانات الدراسة من واقع سجلات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، لثماني محطات أرصاد جوية واقعة ضمن نطاق منطقة الدراسة للمدة الممتدة بين عامي من (1971 إلى 2010) باستثناء محطتي طبرق (1984-2010) والفتائح (1981-2010).

2.7. تحليل البيانات:

في هذه المرحلة تم الاعتماد بشكل أساسي على الأسلوب الكمي على النحو الآتي:

1. حساب المتوسطات الشهرية والسنوية لبيانات درجات الحرارة و الرطوبة النسبية و الأمطار.
2. تم انتقاء البيانات المناخية عن طريق منحنى التوزيع المثالي باستخدام برنامج (Excel QI Macros).
3. استُخدمت معادلتان لحساب التبخر المحتمل والفاقد المائي في جميع المحطات المستهدفة بالبحث، فقد تم إدخال المعادلتين إلى برنامج(Excel) لأجل تجنب العديد من الأخطاء الحسابية في حال كان إدخال البيانات يدوياً، وهذه المعادلات هي:

(أ) معادلة التبخر المحتمل عند إيفانوف (Ivanov):

وتعطي هذه المعادلة أهمية لعنصري الرطوبة الجوية والحرارة في قياس كمية التبخر المحتمل، و هي على النحو التالي(أبو العينين، 1982):

$$E = 0.0018(T$$

حيث أن: E= التبخر لشهري المحتمل (مم).

T = متوسط الحرارة الشهرية (مئوية).

A = الرطوبة النسبية الشهرية (%).

(ب) معادلة الفاقد المائي عند خوسلا(Khosella)

تعتمد هذه الطريقة على درجات الحرارة الفهرنهايتية في حساب الفاقد المائي بواسطة التبخر(والطون، 1976) وهي كالتالي:

$$Lm = \frac{Tm - 32}{9.5}$$

حيث أن: Lm = الفاقد المائي بالتبخر (بوصة).

Tm = درجة الحرارة الشهرية (فهرنهايتية).

8. النتائج والمناقشة

أعتمد البحث لتحديد الميزانية المائية في شمال شرق ليبيا على طريقتين مختلفتين هما معادلة التبخر المحتمل عند (إيفانوف) و معادلة الفاقد المائي عند (خوسلا) وكانت نتائجهما كما يلي:

1.8. تقدير التبخر المحتمل بمعادلة إيفانوف على محطات منطقة الدراسة:

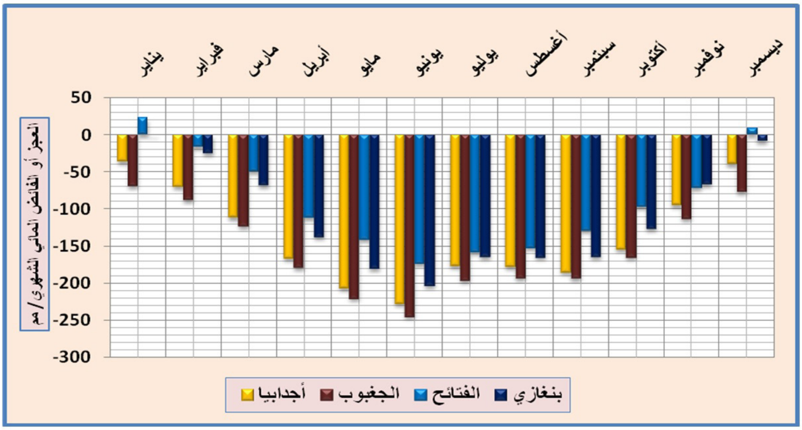
للحصول على نتائج قياس التبخر المحتمل، تمت موازنة قيم التبخر المحتمل مع كميات الأمطار لكل محطة و على مدار شهور السنة في منطقة الدراسة، لتحديد كمية العجز أو الفائض المائي. و الجدول (2) و الشكل (3) يبينان نتائج هذه المعادلة، ومن خلالهما نستطيع القول إن نمط التوزيع المكاني لقيم التبخر يختلف تماماً عن نمط التوزيع المكاني لكميات الأمطار فالعلاقة بينهما عكسية ، و يبدو ذلك واضحاً من خلال تتبع قيم التبخر في جميع المحطات، فمثلًا بلغ معدل التبخر (1888.5) مم/ السنة في محطة الجغبوب و(1585.0) مم/ السنة في بنينا، في حين بلغ معدل الأمطار (16.1) مم/ السنة في الجغبوب و(265) مم/ السنة في بنينا. وعلى أساس العلاقة العكسية ما بين التبخر و الأمطار؛ تتدرج الميزانية المائية - في المحطات المبينة في الجدول رقم (2)- في معدلاتها السنوية بقيم سالبة و ذلك لوجود عجز مائي في الموازنة كان أعلاها بمحطة الجغبوب بقيمة تراكمية (-1872.4) مم وأدناها في محطة الفتائح بقيمة تراكمية (-1072.3) مم.

جدول (2)الميزانية المائية بطريقة التبخر المحتمل (بالمليمتر) عند (إيفانوف) في محطات أجدابيا و الجغبوب والفتائح وبنينا 1971 – 2010

المحطات	أجدابيا			الجغبوب			*الفتائح			بنينا		
الشهور	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض
يناير	38.7	75.4	36.7-	3.5	73.0	69.5-	85.6	62.7	22.9	59.8	61.1	1.3-
فبراير	22.3	92.7	70.4-	3.4	92.2	88.8-	49.0	65.9	16.9-	45.1	70.5	25.4-
مارس	12.1	124.3	112.2-	3.5	127.4	123.9-	30.7	80.2	49.5-	26.7	95.5	68.8-
أبريل	3.8	171.0	167.2-	1.0	181.0	180.0-	9.7	121.9	112.2-	6.7	145.0	138.3-
مايو	1.2	208.8	207.6-	0.4	221.8	221.4-	8.6	150.0	141.4-	3.1	184.3	181.2-
يونيو	0.1	228.6	228.5-	0.0	245.8	245.8-	0.6	175.1	174.5-	0.2	204.6	204.4-
يوليو	0.0	177.6	177.6-	0.0	197.4	197.4-	0.2	159.0	158.8-	0.0	165.6	165.6-
أغسطس	0.0	178.6	178.6-	0.0	194.1	194.1-	0.2	152.7	152.5-	0.3	166.1	165.8-
سبتمبر	1.8	187.5	185.7-	0.4	194.9	194.5-	4.3	133.7	129.4-	3.4	168.9	165.5-
أكتوبر	9.8	164.6	154.8-	0.1	166.0	165.9-	25.3	122.8	97.5-	18.7	146.0	127.3-
نوفمبر	21.5	117.1	95.6-	0.6	114.4	113.8-	31.3	103.3	72.0-	37.5	104.8	67.3-
ديسمبر	44.8	84.8	40.0-	3.2	80.5	77.3-	80.2	70.7	9.5	63.5	72.6	9.1-
المجموع السنوي	156.1	1811.0	1654.9-	16.1	1888.5	1872.4-	325.7	1398.0	1072.3-	265.0	1585.0	1320.0-

*الفتائح: 1981 – 2010.

المصدر: عمل الباحثين من خلال تطبيق معادلة إيفانوف اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية, طرابلس، 2012.



المصدر: بيانات الجدول (2).

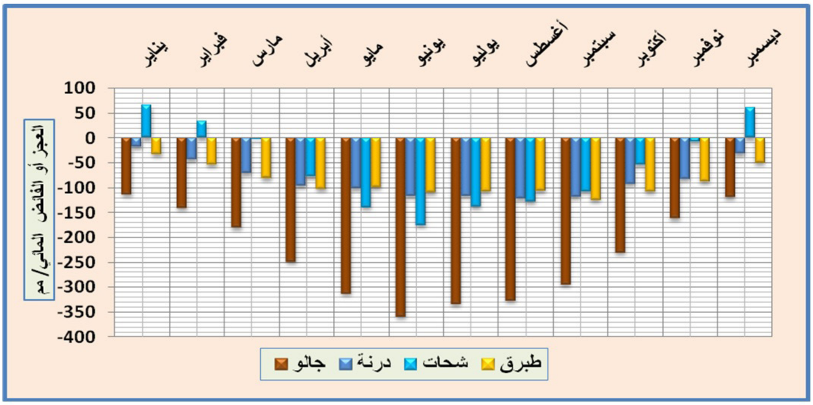
شكل (3)الميزانية المائية بطريقة التبخر المحتمل عند (إيفانوف) في محطات أجدابيا و الجغبوب و الفتائح و بنينا

جدول (3)الميزانية المائية بطريقة التبخر المحتمل عند (إيفانوف) في محطات جالو و درنة و شحات و طبرق 1971 – 2010

المحطات	جالو			درنة			شحات			طبرق*		
الشهور	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أو الفائض	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض	كمية المطر	التبخر المحتمل	العجز أوالفائض
يناير	2.0	115.9	113.9-	60.5	78.0	17.5-	112.6	45.8	66.8	45.1	78.2	33.1-
فبراير	2.0	142.7	140.7-	41.9	85.7	43.8-	89.9	54.9	35.0	32.2	85.9	53.7-
مارس	1.6	182.2	180.6-	22.2	93.2	71.0-	64.9	67.9	3.0-	13.2	94.5	81.3-
أبريل	0.9	249.4	248.5-	8.2	104.7	96.5-	26.1	103.8	77.7-	3.9	106.7	102.8-
مايو	0.4	313.2	312.8-	5.1	106.2	101.1-	7.6	146.8	139.2-	6.3	105.3	99.0-
يونيو	0.0	359.1	359.1-	1.1	117.4	116.3-	0.4	175.3	174.9-	0.0	109.8	109.8-
يوليو	0.0	334.2	334.2-	0.0	115.7	115.7-	0.7	138.5	137.8-	0.0	107.3	107.3-
أغسطس	0.0	326.6	326.6-	0.3	121.7	121.4-	1.1	129.0	127.9-	0.0	106.4	106.4-
سبتمبر	0.1	294.5	294.4-	3.7	121.6	117.9-	8.6	115.4	106.8-	1.8	126.7	124.9-
أكتوبر	1.3	231.3	230.0-	27.6	119.7	92.1-	45.1	98.7	53.6-	13.7	121.1	107.4-
نوفمبر	0.3	162.2	161.9-	29.0	110.6	81.6-	67.0	74.6	7.6-	19.7	107.4	87.7-
ديسمبر	1.1	120.5	119.4-	59.5	91.4	31.9-	114.4	53.5	60.9	39.8	89.3	49.5-
المجموع السنوي	9.7	2831.8	2822.1-	259.1	1265.9	1006.8-	538.4	1204.2	665.8-	175.7	1238.6	1062.9-

*طبرق: 1984 – 2010م.

المصدر: عمل الباحثين من خلال تطبيق معادلة إيفانوف اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية, طرابلس، 2012.



المصدر: بيانات الجدول (3).

شكل (4)الميزانية المائية بطريقة التبخر المحتمل عند (إيفانوف) في محطات درنة و جالو و شحات و طبرق

ومـن خـلال الجـدول رقـم (3) و الشـكل رقـم (4) يتبـين أن الميزانيـة المائيـة المناخية في محطـة شـحات تختلـف كليًـا عـن كافـة المحطـات بمنطقـة الدراسـة؛ فقـد لوحـظ فيهـا وجـود فائـض مائـي مرتفـع نسـبيًا خـلال أشـهر فصـل الشـتاء، حيـث بلغـت قيمـة الميزانيـة المائيـة بهـا (66.8 مـم ، 35مـم ، 60.9 مـم) في ديسـمبر وينايـر وفبرايـر عـلى التـوالي ، وهـذا يعـد انعكاسـاً طبيعيـاً لارتفـاع معـدلات الهطـول وانخفـاض درجـات الحـرارة بهـا شـتاءً، كمـا أن هـذه الأشـهر الثلاثـة تمثـل أقـل الشـهور في معـدلات العجـز بالموازنـة المائيـة في بقيـة المحطـات. أمـا في محطـات درنـة ، جالـو، وطـبرق فتنـدرج الميزانيـة المائيـة بهـا تحـت القيـم السـالبة (عجـز مائـي) نظـرًا لوجود فـرق واضـح بـين التبخـر المحتمـل وكميـة الهطـول. ولوحـظ أيضًـا أن معـدلات العجـز المائـي وصلـت ذروتهـا في شـهر يونيـو بقيمـة (-359.1) مـم بمحطـة جالـو، في حـين كانـت أقـل قيمـة للعجـز في محطـة شـحات وتقـدر بحـوالي (3-) مـم في شـهر مـارس. ومـن ناحيـة أخـرى نجـد أن شـهري أبريـل و مايـو يـزداد فيهمـا العجـز المائـي نسـبيًا في أغلـب المحطـات لاسـيما الصحراويـة منهـا نتيجـةً لارتفـاع معـدلات التبخـر خـلال هذيـن الشـهرين بسـبب هبـوب الريـاح الجنوبيـة (ريـاح القبـلي) التـي تعمـل عـادةً عـلى زيـادة معـدلات التبخـر في المنطقـة.

و بصـورة عامـة يمكـن القـول أن فصـل الشـتاء يعـد مـن أفضـل فصـول السـنة في الموازنـة المائيـة في شـمال شرق ليبيـا بشـكل عـام وشـحات والفتائـح بشـكل خـاص، ومـع ذلـك يوجـد بـه عجـز مائـي ينـدرج تحـت القيـم سـالبة و لكـن بدرجـات تقـل بكثـير عـن بقيـة الفصـول الأخـرى و ذلـك لارتفـاع كميـات سـقوط الأمطـار والرطوبـة النسـبية وانخفـاض كميـة الفاقـد بالتبخـر. ومـن جهـة أخـرى فـإن معـدلات العجـز المائـي تصـل ذروتهـا في فصـل الصيـف وخصوصًـا في المحطـات الجنوبيـة حيـث درجـة الحـرارة المرتفعـة و معـدلات الرطوبـة النسـبية العاليـة، كمـا أنـه في أواخـر فصـل الربيـع وبدايـات فصـل الخريـف تكـون معـدلات العجـز في الموازنـة المائيـة مرتفعـة نسـبيًا وبنسـب متفاوتـة مـن محطـة إلى أخـرى.

2.8. تقدير الفاقد المائي بمعادلة (خوسلا):

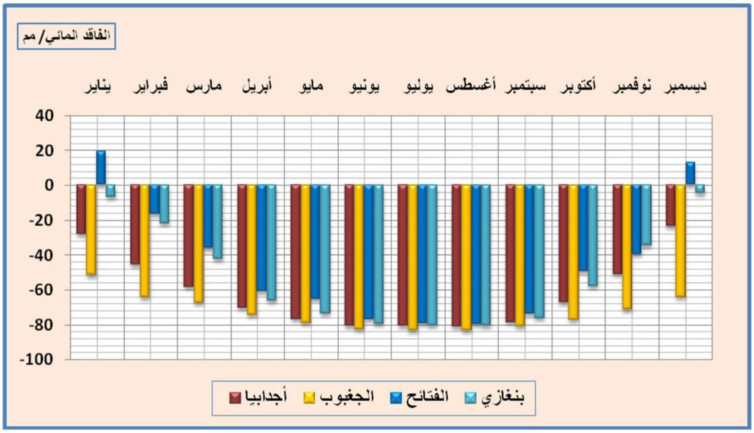
لتطبيـق معادلـة (خوسـلا) يتـم تحويـل الدرجـات المئويـة إلى فهرنهايتيـة، ثـم حُولـت بعـد ذلـك نتيجـة المعادلـة التـي تمثـل مقـدار الفاقـد المائـي بواسـطة التبخـر و النتـح الممكـن حدوثـه بالبوصـات إلى مـا يعادلهـا بالمليمـترات، و مـن ثـم حسـاب الميزانيـة حتـى يمكـن مقارنتهـا بالطريقـة السـابقة.

جدول (4) الميزانية المائية بطريقة الفاقد المائي عند (خوسلا) في محطات أجدابيا و الجغبوب و الفتائح و بنينا 1971 – 2010

المحطات	أجدابيا			الجغبوب			※الفتائح			بنينا		
الشهور	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض
يناير	38.7	67.0	28.3-	3.5	55.4	51.9-	85.6	66.1	19.5	59.8	66.9	7.1-
فبراير	22.3	68.0	45.7-	3.4	67.9	64.5-	49.0	65.7	16.7-	45.1	67.3	22.2-
مارس	12.1	70.5	58.4-	3.5	71.0	67.5-	30.7	67.0	36.3-	26.7	69.3	42.6-
أبريل	3.8	74.2	70.4-	1.0	75.5	74.5-	9.7	70.6	60.9-	6.7	73.1	66.4-
مايو	1.2	77.9	76.7-	0.4	79.4	79.0-	8.6	73.9	65.3-	3.1	76.8	73.7-
يونيو	0.1	80.8	80.7-	0.0	82.7	82.7-	0.6	77.5	76.9-	0.2	79.8	79.6-
يوليو	0.0	80.7	80.7-	0.0	83.5	83.5-	0.2	79.3	79.1-	0.0	80.4	80.4-
أغسطس	0.0	81.2	81.2-	0.0	83.4	83.4-	0.2	79.9	79.7-	0.3	81.0	80.7-
سبتمبر	1.8	80.3	78.5-	0.4	81.3	80.9-	4.3	78.0	73.7-	3.4	79.7	76.3-
أكتوبر	9.8	77.2	67.4-	0.1	77.4	77.3-	25.3	74.8	49.5-	18.7	76.8	58.1-
نوفمبر	21.5	72.5	51.0-	0.6	72.0	71.4-	31.3	70.9	39.6-	37.5	72.4	34.9-
ديسمبر	44.8	68.5	23.7-	3.2	67.5	64.3-	80.2	67.4	12.8	63.5	68.5	5.0-
المجموع السنوي	156.1	898.8	742.7-	16.1	897.0	880.9-	325.7	871.1	545.4-	265.0	892.0	627.0-

※الفتائح؛ 1981 – 2010م.

المصدر: عمل الباحثين من خلال تطبيق معادلة خوسلا اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، 2012.



المصدر: الجدول (4).

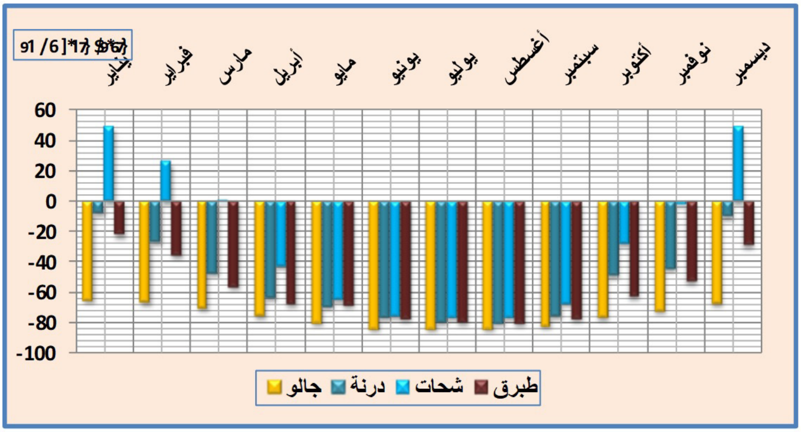
شكل (5)الميزانية المائية حسب معادلة (خوسلا) في محطات أجدابيا و الجغبوب والفتائح و بنينا

جدول (5) الميزانية المائية بطريقة الفاقد المائي لخوسلا في محطات درنة و جالو و شحات و طبرق 1971 – 2010

المحطات / الشهور	جالو			درنة			شحات			طبرق		
	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض	كمية المطر	الفاقد المائي	العجز أو الفائض
يناير	2.0	67.5	65.5-	60.5	68.4	7.9-	112.6	63.6	49.0	45.1	67.7	22.6-
فبراير	2.0	69.1	67.1-	41.9	68.7	26.8-	89.9	64.0	25.9	32.2	68.0	35.8-
مارس	1.6	72.3	70.7-	22.2	69.8	47.6-	64.9	65.7	0.8	13.2	69.7	56.5-
أبريل	0.9	76.7	75.8-	8.2	72.1	63.9-	26.1	69.0	42.9-	3.9	72.1	68.2-
مايو	0.4	80.7	80.3-	5.1	74.7	69.6-	7.6	72.8	65.2-	6.3	75.0	68.7-
يونيو	0.0	84.1	84.1-	1.1	77.9	76.8-	0.4	76.3	75.9-	0.0	78.1	78.1-
يوليو	0.0	84.1	84.1-	0.0	79.8	79.8-	0.7	77.2	76.5-	0.0	80.0	80.0-
أغسطس	0.0	84.1	84.1-	0.3	80.6	80.3-	1.1	77.6	76.5-	0.0	80.8	80.8-
سبتمبر	0.1	82.4	82.3-	3.7	79.5	75.8-	8.6	75.9	67.3-	1.8	79.8	78.0-
أكتوبر	1.3	78.3	77.0-	27.6	77.0	49.4-	45.1	72.9	27.8-	13.7	76.8	63.1-
نوفمبر	0.3	72.8	72.5-	29.0	73.5	44.5-	67.0	68.9	1.9-	19.7	73.0	53.3-
ديسمبر	1.1	68.8	67.7-	59.5	70.0	10.5-	114.4	65.3	49.1	39.8	69.2	29.4-
المجموع السنوي	9.7	920.9	911.2-	259.1	892.0	632.9-	538.4	849.2	309.2-	175.7	890.2	714.5-

*طبرق 1984 – 2010م.

المصدر: عمل الباحثان من خلال تطبيق معادلة خوسلا اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، 2012.



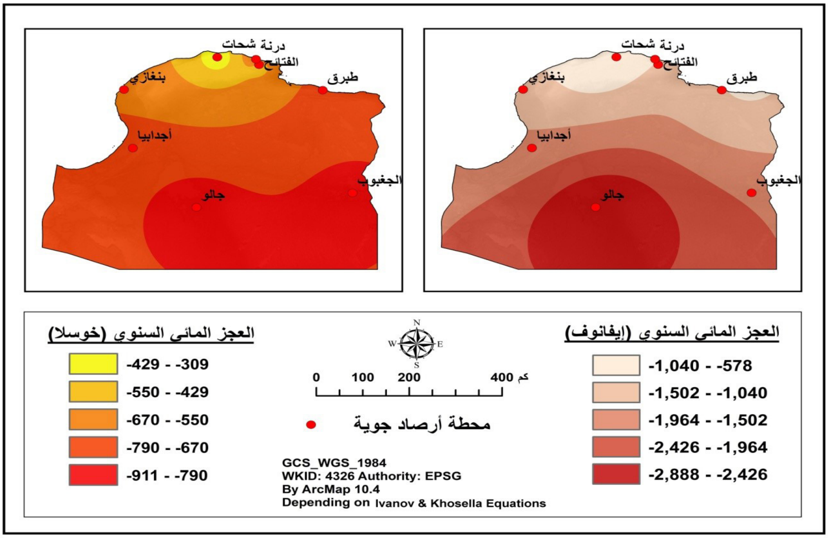
المصدر: بيانات الجدول (5).

شكل (6) الميزانية المائية حسب معادلة (خوسلا) في محطات جالو و درنة و شحات و طبرق

كشـفت النتائـج النهائيـة لمعادلـة الفاقـد المائـي كمـا هـو موضـح في الجدولـين (4) و (5) و الشـكلين (5) و (6)، أن نمـط التوزيـع المكانـي لقيـم الفاقـد المائـي تختلـف تمامـاً عـن نمـط التوزيـع المكانـي لكميـات المطـر فالعلاقـة بينهمـا عكسـية، إذ أن قيـم الفاقـد المائـي بالتبخـر و النتـح تقـل في المحطـات الجبليـة كمحطـة شـحات و السـاحلية كمحطـة درنـة، و تـزداد في المحطـات الصحراويـة كمحطـة جالـو و شـبه الصحراويـة كمحطـة أجدابيـا، و عـلى أسـاس العلاقـة العكسـية بـين كميـات الأمطـار و قيـم الفاقـد المائـي نلاحـظ أن الميزانيـة المائيـة تنـدرج في معدلاتهـا السـنوية بقيـم سـالبة، لوجـود عجـز مائـي سـنوياً في جميـع المحطـات.

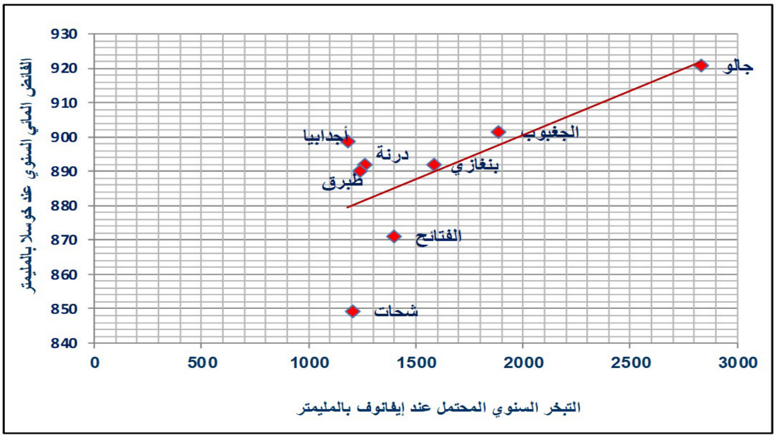
أمـا عـن نمـط التوزيـع الزمنـي؛ فنجـد أن قيـم الموازنـة المائيـة سـجلت فائضًـا مائيًـا في محطتـي شـحات والفتائـح خـلال أشـهر ديسـمبر، نوفمـبر، ومـارس، كمـا أن العجـز المائـي وصـل إلى أقـل معـدل لـه خـلال هـذه المـدة مـن السـنة، وهـذا يرجـع بطبيعـة الحـال إلى الخصائـص المُناخيـة لمنطقـة الدراسـة والمتمثلـة في انخفـاض درجـة الحـرارة وارتفـاع معـدلات الأمطـار شـتاءً وخصوصًـا في أطرافهـا الشـمالية. في حـين تصـل قيـم العجـز المائـي إلى أعـلى معدلاتهـا خـلال شـهور فصـل الصيـف الجـاف، نتيجـة لانعـدام المطـر و ارتفـاع درجـة الحـرارة و بالتـالي ارتفـاع قيـم الفاقـد المائـي، ثـم تبـدأ قيـم الفاقـد المائـي في التراجـع تدريجيًـا مـع بدايـات فصـل الخريـف، و في المقابـل في فصـل الربيـع يبـدأ العجـز المائـي مـع بدايـة الارتفـاع في درجـات الحـرارة خـلال شـهري أبريـل و مايـو و التـي تعـد أشـهر انتقاليـة بـين فصلـين مختلفـين في خصائصهمـا المناخيـة. وعليـه يمكـن القـول إن فصـل الشـتاء هـو أفضـل فصـول السـنة في الموازنـة المائيـة بمنطقـة الدراسـة، إذ تقـل فيـه قيـم الفاقـد المائـي، و عـلى النقيـض يمثـل شـهري يوليـو وأغسـطس أعـلى قيـم العجـز المائـي في جميـع المحطـات.

مـن خـلال المقارنـة بـين الطريقتـين نسـتنتج أن القيـم الشـهرية و السـنوية للموازنـة المائيـة تتبايـن مـن شـهر إلى آخـر و مـن محطـة إلى أخـرى، و الفاقـد المائـي بالتبخـر المحسـوب بالمعـادلات الرياضيـة يختلـف بـين المعادلتـين (إيفانـوف و خوسـلا). و بصـورة عامـة يمكـن القـول إن نتائـج العجـز المائـي تتشـابه في التقديـرات حتـى و إن اختلفـت في القيـم، شـكل (7)، حيـث إن المعـدل العـام للعجـز و الفاقـد المائـي بلـغ أقـصى مسـتوى لـه في محطـة جالـو حيـث قُـدر بحـوالي ((-4096.6مـم و(-911.2) مـم بمعادلتـي إيفانـوف وخوسـلا عـلى التـوالي. ويؤكـد ذلـك معامـل ارتبـاط بيرسـون (الإيجابـي) بـين قيـم التبخـر المحتمـل و الفاقـد المائـي السـنوي لجميـع محطـات منطقـة الدراسـة، كمـا هـو موضـح بالشـكل (8). وبالتـالي يمكـن القـول إن محطـات منطقـة الدراسـة جميعهـا تدخـل في نطـاق العجـز المائـي بالانتقـال مـن فصـل الشـتاء إلى فصـل الربيـع إلى فصـل الصيـف الجـاف حيـث تصـل إلى أقـصى عجـز مائـي.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج Arc Map اعتمادا على معادلتي ايفانوف وخوسلا

شكل (7) العجز المائى السنوى فى منطقة الدراسة



نتيجة معامل الارتباط = $r = 0.675$ علاقة طردية إيجابية.

نتيجة معادلة الانحدار = $y = 849 + 0.025x$

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات الجداول (2 و 3 و 4 و 5)، و تم استخراج نتائج معامل الارتباط و معادلة الانحدار باستخدام الموقع الإلكتروني الإحصائي: -https://korelas yon-katsayisi-ve-regresyon.hesabet.com

شكل (8) علاقة الانحدار بين نتائج التبخر السنوي المحتمل و الفاقد المائي بالمليمتر في محطات منطقة الدراسة

9. الخاتمة

عرض البحث موضوع الموازنة المائية المُناخية في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا لما له من أهمية بالغة في المحافظة على المياه الجوفية كونها المصدر المائي شبه الوحيد في المنطقة بصفة خاصة وليبيا بصفة عامة. وقد استند البحث على بيانات مناخية لمدة 40 سنة للحصول على معلومات يمكن الاعتماد عليها في تقييم الوضع المائي في المنطقة. ومن خلال تحليل البيانات المتاحة كشفت الدراسة عن وجود فائض مائي بسيط نسبيًا في محطتي شحات والفتائح خلال فصل الشتاء فقط، أما في بقية فصول السنة فيسود في المنطقة عجز مائي عام في كافة المحطات ، وتزداد ذروته في مواسم الجفاف لاسيما في الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة بوصفها نتيجة طبيعية للمناخ القاري المتطرف. وفي ظل هذا العجز المائي فإن الدراسة توصي بتنمية الموارد المائية – كون الموارد المائية هي أهم المقومات الطبيعية التي ترتكز عليها جميع الأنشطة البشرية- عن طريق ما يلي:

1. ضرورة الاهتمام بإدارة الموارد المائية من خلال معرفة مصادر التغذية (الوارد)والفاقد من المياه بالجريان السطحي أو التبخر.
2. يجب على الجهات المسؤولة الحث على ترشيد استهلاك المياه الجوفية ومنع الحفر العشوائي غير المرخص للآبار.
3. ضرورة الاهتمام بتقنيات حصاد المياه والاستفادة من توفر المياه في مواسم الأمطار عن طريق إنشاء السدود في الأماكن المناسبة في محاولةٍ لتغذية المخزون الجوفي, إلى جانب تخزين المياه عن طريق إنشاء الصهاريج والآبار السطحية وحفر القنوات في مصبات الأودية.
4. ضرورة تكثيف البحوث الجيوفيزيائية لتحديد الجيوب و الفجوات التي تحتوي على مياه جوفية في بعض الأودية الساحلية و مناطق "البلط" في الهوامش الجنوبية لمنطقة الدراسة.
5. لتحقيق الاستفادة من التقنيات الحديثة، يجب إنشاء مركز للتقنيات الجيو مكانية يختص بالبحث في مصادر بديلة للموارد المائية في منطقة الدراسة.

10.المراجع:

إبراهيم،عمر صباح؛ صالح، صبار عبد الله؛ و علي، نوفل حسن (2012). استخدام الموازنة المائية المناخية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية في حوض ببجي- تكريت/ شمال غرب العراق. مجلة جامعة كركوك - الدراسات العلمية، مجلد 7. العدد 1 ، ص ص 107-81.

أبو العينين، حسن سيد (1982) الجغرافيا المناخية. الإسكندرية: الدار الجامعية.ص348.

أبوغرسة، التهامي مصطفى (2015) القيمة الفعلية للمطر والموازنة المائية في منطقة سرت. مجلة كلية الآداب، العدد الخامس، ص ص 150-135.

الفهـــداوي، وســـام عبـــاس؛ والفهـــداوي، اســـماعيل عبـــاس (2018) الموازنـــة المائيـــة المناخيـــة ودورهـــا في تقانـــة حصـــاد المياه في حـــض نهـــر شـــلير. حوليـــات آداب عـــين شـــمس المجلـــد 46 ، ص ص 272-256.

الهيئـة العامـة للميـاه (2006) الوضـع المائـي بالجماهيريـة العظمـى. اللجنـة الشـعبية العامـة للزراعـة والثـروة الحيوانيـة والمائيـة. ص ص34-29.

شـيت، حمـدة حمـودي (2017). التغـير المناخـي وآثـره عـلى الموازنـة المائيـة في حـوض الفتحـة- سـامراء(. Journal of Al-Frahedis Arts، العـدد 31 ص ص 242-226.

عـلي، مثنـى فاضـل (2008) تحليـل جغـرافي لواقـع الجفـاف والعجـز المائـي المناخـي والإمكانـات المقترحـة لمعالجتهمـا "دراسـة تطبيقيـة عـلى محافظـة النجـف". مجلـة آداب الكوفـة، العـدد 2، ص ص 245-207.

هريدي، محمد شوفين (2019) أثر التغيرات المناخية على التبخر والموازنة المائية المناخية بالساحل الشمالي لمصر. مجلة كلية الآداب، جامعة سوهاج، العدد51، ص ص 228-207.

والطـــون، كيـــنث(1976)الأراضي الجافـــة (ترجمـــة شـــاهين،علي عبـــد الوهـــاب) الإســـكندرية: منشـــأة المعـــارف. ص 26.

مستويات الهبوط بآبار منظومة (الحساونة - سهل الجفارة) خلال المدة الممتدة بين عامي (1996 – 2018م)

أ. محمد بالقاسم على 1 أ. غالية محمد عبدالهادي2
1 قسم الجغرافية/ كلية التربية براك / جامعة سبها
2 قسم الجغرافية/ كلية الآداب سبها / جامعة سبها

ملخص

تناولت الدراسة أحد مشاريع استثمار المياه الجوفية وهي المرحلة الثانية لمشروع النهر الصناعي والتي تقوم بنقل المياه من الصحراء عبر أنابيب نحو المناطق الساحلية، و هدفت الورقة إلى الإجابة عن السؤال الذي يطرح ويثار وهو هل الوضع الهيدرولوجي للخزان الجوفي المستغل لا يزال ضمن الحدود الآمنة أو أنه تعرض للاستنزاف نتيجة زيادة السحب؟ وللإجابة عن هذا التساؤل قامت الورقة بدراسة مستويات الهبوط و تحديدها بالآبار للوقوف على الوضع الهيدرولوجي للخزان الجوفي المستغل. اعتمدت الورقة على الدراسة الميدانية في جمع البيانات ومعالجتها باستخدام عدة مناهج علمية، وتوصلت إلى أن الإنتاج شهد تراجعاً ملحوظاً في السنوات الأخيرة وفي ذات الوقت رافق هذا التراجع في الإنتاج من المنظومة التوسع بحفر الآبار بمنطقة سهل الجفارة وهذا قد يؤدي إلى العديد من الأضرار البيئية وتداخل مياه البحر بمختلف مناطق السهل، كما تبين من دراسة بيانات الإنتاج وتحليل معدلات الهبوط أن الوضع الهيدرولوجي للخزان الجوفي المستغل ل ايزال ضمن الحدود الآمنة حيث بلغ معدل الهبوط العام (0.7م) بالرغم من الكمية التي تم سحبها منذ تشغيل المنظومة وحتى الآن. و تؤكد الورقة حسب نتائجها على إن استغلال الخزان الجوفي بهذه المرحلة من المشروع لا يؤثر سلباً على المخزون الجوفي بالمنطقة، وأن استغلال هذا الخزان يعد من أهم مشاريع استثمار المياه الجوفية نجاحاً على المستوى المحلي والإقليمي.

الكلمات المفتاحية: مستويات الهبوط، المرحلة الثانية لمشروع النهر الصناعي، المستوى الاستاتيكي و الديناميكي.

The levels of decline in the wells of the (Al-Hasawna - Al-Jafara plain) system during the period (1996-2018)

Abstract

The study dealt with one of the groundwater investment projects, which is the second phase of the artificial river project, which transports water from the desert through pipes towards the coastal areas. As a result of increased drag? In order to answer this question, the paper studied and determined the levels of subsidence in the wells to determine the hydrological situation of the exploited aquifer. The paper relied on the field study in collecting and processing data using several scientific methods, and concluded that production witnessed a noticeable decline in recent years. At the same time, this decline in production from the system was accompanied by the expansion of drilling wells in the Jafara Plain area, and this may lead to many environmental damages and interference Sea water in various regions of the plain, as it was found from the study and analysis of production data and rates of decline that the hydrological situation of the exploited aquifer is still within the safe limits, where the general decline rate reached (0.7 m). Despite the amount that has been withdrawn since the system was launched until now. The paper confirms, according to its results, that the exploitation of the aquifer at this stage of the project does not negatively affect the groundwater reserve in the region, and that the exploitation of this reservoir is one of the most important and successful groundwater investment projects at the local and regional levels.

Key words: Decline levels, the second phase of the man-made river project, static and dynamic level.

1. مقدمة

استناداً إلى ما أكدته الدراسات الهيدرولوجية والجيولوجية التي قامت بها بعض الهيئات الاستشارية والشركات المتخصصة على وجود خزانات مائية جوفية ضخمة تجمعت منذ آلاف السنين في قلب الصحراء الليبية في مناطق الكفرة والسرير وتازربو وفزان، ونظراً لعدم صلاحية أغلب تلك المناطق للزراعة، فقد ظهرت فكرة نقل هذه المياه من وسط الصحراء إلى المناطق الزراعية ذات الثقل السكاني الممتدة على طول الساحل الليبي عن طريق أنابيب ضخمة خلال أطول رحلة يقطعها الماء العذب صناعياً في العالم من السرير جنوباً إلى أجدابيا على الساحل شمالاً ، وبعدها يتفرع إلى فرعين الأول يندفع نحو المناطق الساحلية في الشرق والفرع الثاني يتجه نحو الغرب ليلتقي بأنابيب المرحلة الثانية من النهر الصناعي الذي ينبع من جبل الحساونة بفزان حيث منطقة الدراسة إلى طرابلس ملحق(1). وقد شاركت سبع هيئات استشارية متخصصة من سبع دول مختلفة في المسوحات المبدئية للمشروع ، وأكدت نتائجها وجود كميات كبيرة من المياه الجوفية ذات النوعية الجيدة في حوض مرزق والبالغة مساحته 450.000كم2.

2. مشكلة الدراسة

تمَ اختيار منطقة جبل الحساونة الواقعة بالحافة الشمالية لحوض مرزق المائي لحفر حقول آبار المرحلة الثانية من مشروع النهر الصناعي ملحق (1)، وذلك بعد حفر عدد من الآبار الاختبارية بالمنطقة وإجراء الدراسات الهيدرولوجية وإعداد نماذج حسابية بهدف التنبؤ بالهبوط المقابل لسحب كمية المياه المخطط لها، ويشمل المشروع موقعين لآبار المياه هما: موقع أبار شرق الحساونة ويحتوي على حقلين للآبار حقل شرق الحساونة الشرقي وحقل شرق الحساونة الغربي، وموقع آبار شمال شرق الحساونة ويحتوي على حقلين للآبار كذلك شمال شرق الحساونة الشمالي وشمال شرق الحساونة الجنوبي، ويبلغ إجمالي عدد أبار المشروع 476 بئراً إنتاجياً بهدف ضخ حوالي2.5مليون م3 من المياه يومياً وهذا يعادل 912.5 مليون م3/سنة إلى المناطق الساحلية التي تعاني عجزاً في مواردها المائية و بدأ تشغيل المشروع في الأول من سبتمبر 1996م وحتى العام 2006 تم سحب 1344 مليون م3خلال مدة 11 سنة (الوضع المائي بالجماهيرية،2006، ص52) وهذه الكمية المسحوبة تعد كبيرة وقد تؤثر سلباً على الخزان الجوفي بالمنطقة ولا يزال السحب مستمرا حتى الآن ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤلات الآتية:

- كم تبلغ كمية المياه المنتجة فعلياً من آبار منظومة الحساونة سهل الجفارة بالأمتار المكعبة سنوياً ؟
- كم يبلغ الفرق بالأمتار بين مستوى المياه في الآبار في الوضع الديناميكي والوضع الإستاتيكي؟ وما دلالته في تقدير الوضع الهيدرولوجي للآبار.
- ما قيم السحب المتبقي بآبار المنظومة؟ وكم يصل معدل الهبوط في الآبار بشكل عام؟

3. الفروض

- ترتفع كميات الإنتاج باطراد بتوالي السنوات نتيجة لزيادة الطلب على الاستهلاك بالمناطق والمدن التي تغذيها المنظومة؟

- يعتمد الفرق بين المستوى الإستاتيكي والمستوى الديناميكي على معدلات السحب ومدته. وهو مؤشر لمعرفة مدى استنزاف المخزون الجوفي أو بقائه ضمن الحدود الآمنة.

- يسجل وضع السحب المتبقي قيمًا عالية، وهذا ينعكس على معدلات الهبوط بالآبار التي قد تصل إلى مستويات غير آمنة.

4. الأهداف

تهدف الورقة إلى تقدير تأثير الكميات المسحوبة على المخزون المائي الجوفي بالمنطقة، وتحديد مستويات الهبوط وآثارها السلبية على الإنتاج وعلى المخزون الجوفي والوضع البيئي بالمنطقة بصورة عامة. وتهدف أيضاً إلى تحليل بيانات المستوى الإستاتيكي والمستوى الديناميكي بوصفها من أهم المتغيرات التي تعطي انطباعاً عاماً على الوضع الهيدرولوجي للآبار، مع الوقوف على أهم الصعوبات الفنية والتقنية التي تواجه عمل المنظومة المائية.

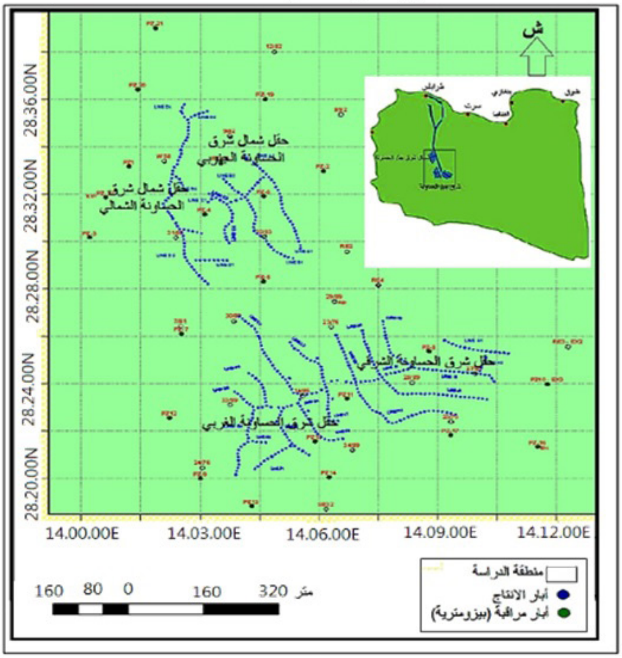
5. حدود الدراسة:

- الحدود المكانية، الموقع الفلكي: تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض 80". 19'. 28o و00". 39'. 28o شمالاً وخطي طول 00". 00'. 14o و00". 13'. 14o شرقاً تقريباً. وجغرافياً تقع حقول آبار الحساونة بالجزء الشمالي الشرقي لحوض مرزق وتحديداً شمال وشرق جبل الحساونة خريطة (1).

- الحدود الزمانية: حددت من بداية تشغيل المنظومة سنة 1996م و حتى العام 2018م.

- الحدود الموضوعية: تنحصر الحدود الموضوعية للدراسة في تناول الوضع الهيدرولوجي لآبار منظومة الحساونه- سهل الجفارة (المرحلة الثانية لمشروع النهر الصناعي) وحسب الفترة الزمنية التي حددت في الفقرة السابقة.

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: منظومة الحساونة سهل الجفارة ، 2018/1، بيانات غير منشورة.

6. مصادر البيانات

- وسائل جمع البيانات؛ تمَ جمع البيانات المتعلقة بموضوع الورقة من المراجع والكتب الخاصة بالمياه والتقارير الرسمية الصادرة من الجهات ذات العلاقة بالموضوع ، كما تم الاعتماد بشكل أساسي على جمع البيانات من الدراسة الميدانية للمنظومة ؛ حيث أخذت الإحصائيات المختلفة والصور الفوتوغرافية التي ترتبط بموضوع الدراسة، وتمَ الحصول على الخرائط التي تبين موقع المنطقة وتوزيع الحقول والآبار من إدارة المنظومة ملحق(2).

7. منهجية الدراسة

اعتمدت الورقة في عرض البيانات وتحليلها ومناقشتها على عدة مناهج علمية أهمها؛ المنهج الوصفي التحليلي وفيه تم وصف بعض مكونات البيئية الطبيعية لمنطقة الدراسة كالموقع وجيولوجيتها والطبقات الحاملة للمياه و وضعها الهيدرولوجي العام، المنهج الكمي من خلال الاستعانة ببعض الأساليب الإحصائية المستخدمة في معرفة مدى تغير مستويات المياه في الآبار باستخراج المعدلات والانحرافات وتحويل البيانات العددية إلى نسب مئوية لتسهيل تداولها ومقارنتها،

المنهـج التاريخـي اعتمـدت الورقـة عـلى بعـض الدراسـات والإحصائيـات السـابقة التـي تخـص الموضـوع، المنهـج المقـارن تَـم تطبيقـه مـن خـلال مقارنـة مسـتويات الهبـوط بالآبـار عـلى مـدى المـدة الزمنيـة للدراسـة.

8. المفاهيم والمصطلحات

- المسـتوى الإسـتاتيكي: (Stiaic water level) : وهـو مسـتوى المـاء السـاكن بالبـئر في حالـة عـدم الضـخ مـن الخـزان الجـوفي سـواء بالسـحب أم السريـان الحـر ويعـبر عنـه بالمسـافة بـين سـطح الارض بمنطقـة الحفـر و بـين سـطح المـاء في البئر(حسـن الجديـدي، 1998،ص207).

- المسـتوى الديناميكـي: Dynamic water level)): ويقصـد بـه مسـتوى المـاء في البـئر اثنـاء السـحب (الجديـدي، 1998،ص207).

- كابـح التمـوج: (Surge tanks): وهـي خزانـات بيضاويـة الشـكل مملـؤة نصفهـا بالمـاء ونصفهـا الاخـر بالهـواء وتعمـل أوتوماتيكيـا لتقليـل الضغـط الناتـج مـن الميـاه عنـد ايقـاف عمليـة الضـخ للشـبكة (منظومـة الحسـاونة- سـهل الجفـارة، 2018)، ملحـق(4).

- وحدة التصفية (W.T.P): وهي خزانات تصفية تعمل على تبخير المياه عن طريق مراوح كبيرة لتعديل PH في المياه (منظومة الحساونة- سهل الجفارة، 2018).

9. الأوضاع الجيولوجية والطبقات الحاملة للمياه بمنطقة الدراسة

1.9. جيولوجية المنطقة

تظهـر عـلى السـطح بمنطقـة الدراسـة وتسـوده طبقـة مـن الحجـر الرمـلي الكوارتـزي التابعـة لصخـور العـصر الكمـبرى والإردفيـشي مـع تداخـلات مـن الطـين والغريـن، وهـي تتركـز عـلى صخـور وتكوينـات حقـب مـا قبـل الكمـبري الجرانيتيـة، وبحكـم وقـوع منطقـة الدراسـة عـلى الطـرف الشـمالي لحـوض مـرزق فـإن الصخـور التـي تظهـر عـلى السـطح في منطقـة الدراسـة تقـع عـلى أعمـاق بعيـدة بالاتجـاه نحـو وسـط الحـوض، حيـث تقـع بوسـط الحـوض عـلى عمـق 4000 – 4500 مـتر بمسـافة تبعـد عـن منطقـة الدراسـة حـوالي400 كـم، ومـن ذلـك يلاحـظ كميـات الرواسـب التـي يحتويهـا حـوض مـرزق وهـذه الأوضـاع الجيولوجيـة أدت إلى وجـود العديـد مـن الخامـات والمعـادن والميـاه الجوفيـة وتراكمهـا وغيرهـا مـن المـوارد التـي يحتويهـا الحـوض عـلى مـر الدهـور الجيولوجيـة. والتكويـن الجيولوجـي السـائد بمنطقـة الدراسـة يطلـق عليـه تكويـن الحسـاونة (تحليـل الباحـث اسـتناداً إلى خريطـة ليبيـا الجيولوجيـة، لوحـة جبـل الحسـاونة، 1978) وهـو أقـدم التكوينـات الظاهـرة عـلى السـطح في المنطقـة ويشـغل أغلـب مناطـق شـمال وادي الشـاطئ ويتكـون مـن الحجـر الرمـلي النوبـي قليـل التماسـك يحـده مـن الناحيـة الجنوبيـة صخـور العـصر الديفونـي التـي تظهـر في وادي الشـاطئ حيـث توجـد منطقـة الفالـق العظيـم المـار في اتجـاه شرق

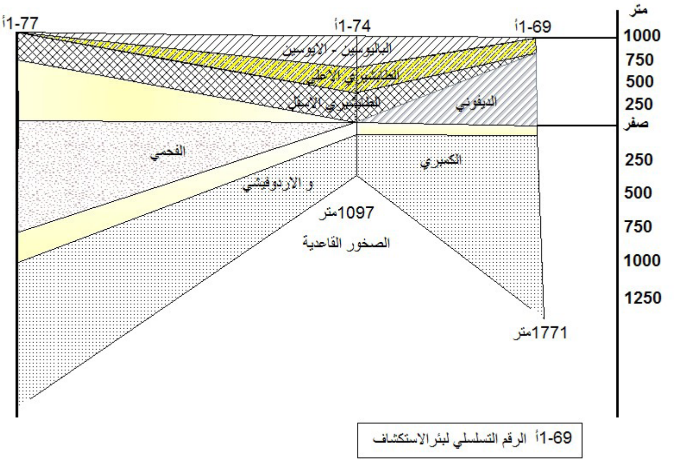
الشمال الشرقي (تقريرشركة ريجو،1971، ص15). ومن النواحي التركيبية فأنه يقطع تكوين الحساونة الرملي عدد كبير من الفوالق والفواصل السليكية حتى تبدو كما لو كانت قواطع.

2.9. الخواص الهيدرولوجية للطبقات الحاملة للمياه:

تتواجد المياه فيما تحت سطح الأرض وتتحرك في الفراغات المختلفة بين حبيبات التربة في الطبقات الحاملة للمياه. وخواص التربة والصخور فيما يتعلق باحتوائها على الفراغات المختلفة الملائمة لتخزين المياه فيما بينها وتسمى خواص هذه الفراغات وتأثيرها على حركة المياه بها بالخواص الهيدرولوجية للصخور وأهم هذه الخواص؛ المسامية (المسامية الكلية – المسامية الفعالة)، النفاذية – الناقلية، التخزين، أنسب اتجاه للتغلغل. وتعتمد الخواص الهيدرولوجية للصخور الحاملة للمياه على حجم وترتيب الحبيبات المكونة للصخر وعلى شكل وحجم ومدى اتصال الفراغات فيما بينها. وهذه الخواص تعد نتيجة للعمليات الجيولوجية الأولية التي أدت الى تشكيل الصخر، والعمليات الثانوية التي قد تؤدي إلى تغيير أوتعديل بعض الصفات الهيدرولوجية مما قد ينتج عنه زيادة أو انخفاض مسامية أو نفاذية الصخر، هذا وقد تؤدي بعض العمليات الثانوية إلى ظهور خواص هيدرولوجية لم تكن موجودة أصلا بالصخر(ابراهيم حميد، ص ص51–50).

المكون الأساسي للطبقات الحاملة للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة هي صخور الحجر الرملي النوبي مع تداخلات للأحجار الطينية والغرينية، ويرجع عمر هذه التكوينات للكمبرى والإردوفيشي العائد لدهر الحياة القديمة كما سبقت الإشارة وتعد تكوينات الحجر الرملي ذات مسامية ونفاذية جيدة الأمر الذي ساعد على تخزين المياه بهذه الطبقات منذ العصور الجيولوجية السابقة.

و يتضح من الشكل (1) أن منطقة الدراسة تحتوي على خزانين للمياه الجوفية الخزان الأول ينقسم إلى قسمين القسم الأول الخزان العائد إلى الديفوني والقسم الثاني الخزان العائد للطباشيري السفلي، والخزان الثاني يرجع للكمبري اردوفيشي وهو خزان ضخم يحتوي على كميات كبيرة جداً من المياه. تَم استغلال الخزان الكمبري اردفيشي بمنطقة الدراسة بحفر الآبار الإنتاجية بعمق 400م تقريباً، أما أبار المراقبة فتختلف أعماقها عن ذلك، حيث توجد آبار بنفس عمق الآبار الإنتاجية وآبار أخرى أقل عمقًا أو أكثر لمراقبة مستويات الهبوط وتتبعها وغير ذلك من الخصائص الهيدرولوجية، وبالنسبة لنوعية مياه الخزان تعد جيدة حيث يتراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين 1.5–0.67 جرام/لتر.



شـــكل (1) قطاع هيدرولوجي للطبقات الحاملة للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة
المصدر : تقرير شركة ريجو، مرجع سابق، ص22، بتصرف.

10. توزيع الآبار بحقول المنظومة وكميات الإنتاج السنوي

1.10. توزيع الآبار بحقول منظومة الحساونة-الجفارة

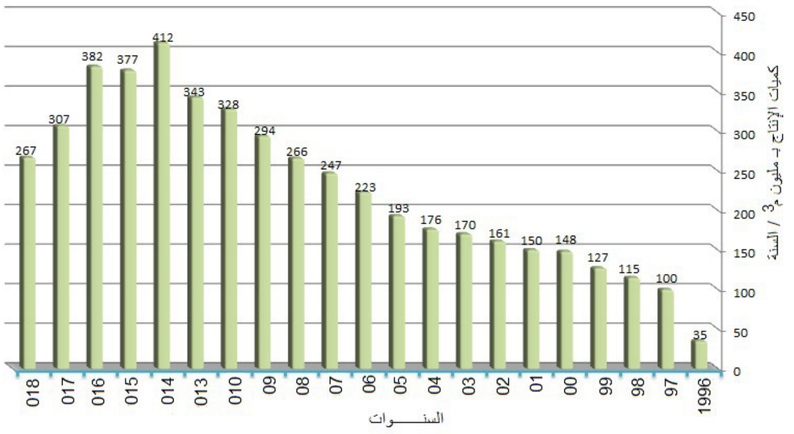
تتألف المنظومة بشكل أساسي من حقول الآبار ومحطات الضخ ومحطات الطاقة الفرعية موزعة على رقعة شاسعة مترامية الأطراف مع العديد من المعدات والأجهزة الميكانيكية والكهربائية ومعدات و أجهزة التحكم والاتصالات والمعدات الدقيقة المنتشرة على مساحتها، وتضم الآبار والمضخات ومعدات رأس البئر وخطوط التجميع بأنابيبها الحديدية والخرسانية والمنشآت الملحقة بها والصمامات و المعدات المركبة عليها، وتحتوى المنظومة على نوعين من الآبار هما : -

- أبـار المراقبـة (البيزومتريـة) : وهـي آبـار مجهـزة بمعـدات خاصـة لقيـاس مسـتوى المـاء في البـئر وبالتـالي مراقبـة مسـتوى الهبـوط بالخـزان الجـوفي أو لإجـراء أي قياسـات أخـرى، يبلـغ عددهـا بالمنظومـة 22بـئرا موزعـة عـلى حقـول المنظومـة الملحقـين(5،6).

- الآبار الإنتاجية : ملحق (9) تتوزع هذه الآبار على الحقول كالآتي: حقل آبار شرق الحساونة: (EJH) ويضم 309 بئر وبطاقة إنتاجية MCMD 1.389، ويتكون من فرعين هما: حقل شرق الحساونة(الشرقى) EJH /E : يحتوي على 155بئرا. وحقل شرق الحساونة(الغربي) EJH /W : يحتوي 154 بئرا. وحقل شمال شرق الحساونة (NEJH) ويضم 167 بئرا وبطاقة إنتاجية MCMD 0.614 ويتكون من فرعين هما: حقل أبار شمال شرق الحساونة الشمالىNEJH / N) : يحتوي على 78بئرا. وحقل أبار شمال شرق الحساونة الجنوبى/ S) (NEJH): يحتوي على89 بئرا (عبدالله، المهدي ،الشاوش، ص29)، وبذلك يبلغ إجمالي عدد الآبار بالمنظومة 476 بئرا.

2.10. كميات الإنتاج السنوي

يتضح من الشكل (2) أن كمية الإنتاج كانت سنة 1996 أقل من 50 مليون م3 وارتفعت خلال سنة 1997 إلى 100مليون م3 واستمرت في الزيادة حتى اقتربت سنة 2005 من 200 مليون م3 أي أن حجم الزيادة بلغ 175مليون م3 خلال مدة 9 سنوات، وفي سنة 2013 وصلت كمية الإنتاج إلى 343مليون م3 و زادت سنة 2015 إلى 377مليون م3 لتصل إلى أعلى قيمة سنة 2016 و هي 382 مليون م3 وهبطت في السنتين التاليتين إلى307 و267 مليون م3 على التوالي، وسبب هذا التراجع في الإنتاج يرجع إلى توقف بعض الآبار عن العمل ونقص قطع الغيار وانقطاع التيار الكهربائي المتكرر وأعمال التخريب والسرقة وسوء الوضع الأمني.



شكل(2) كميات الإنتاج السنوي(بالمليون م3) بحقول المنظومة للمدة الممتدة بين عامي (1996 – 2018)

و إذا نظرنا إلى سنوات الإنتاج لوجدنا أنه يمكن قسمتها إلى مدتين بناءً على زيادة الإنتاج المدة الأولى (1996 – 2006) و المدة الثانية (2007 – 2018)، و بمقارنة كميات الإنتاج بين المدتين يلاحظ أن المدة الأولى أكثر انتظاما واستقرارا في الزيادة وهذا أمر طبيعي مع زيادة الطلب على الاستهلاك، في حين يلاحظ عكس ذلك في المدة الثانية حيث قمم الأعمدة أكثر تذبذبًا ترتفع وتنخفض بشكل مضطرب وذلك بسبب الصعوبات التي تواجه عمل المنظومة، وهذا يؤثر على الإمدادات المائية للمناطق الساحلية ويسبب نقص حاد في الاحتياجات المائية المختلفة.

و يتضح من الجدول (1) أن كميات الإنتاج في الحقل الشرقي أكثر من باقي الحقول الأخرى وهذا قد يعرض الحقل للوصول إلى مستويات غير آمنة ويزيد

مـن الضغـط عـلى مضخـات ومعـدات هـذا الحقـل وذلـك يهـدد عملية الإنتـاج ، وأقـل الحقـول إنتـاج بلغت نسـبته 9% وهـو الحقـل الشـمالي، أمـا الحقـل الجنوبـي فبلغـت نسـبة إنتاجـه 19%.

جـدول(1)معـدلات كميـات الإنتـاج السـنوي(بـ مليـون م3) بحقـول المنظومـة للمدة بين2017-2013

حقول المنظومة	الحقل الشرقي	النسبة%	الحقل الجنوبي	النسبة%	الحقل الشمالي	النسبة%	المعدل العام
متوسط الإنتاج السنوي	22459911	71.5	6103358	19	2838690	9	104673196

المصدر : إعداد الباحثين استنادا لمنظومة الحساونة الجفارة (بيانات الإنتاج السنوي لحقول المنظومة) 2018، بيانات غير منشورة.

كمـا يتضـح مـن الجـدول(2) أن الآبـار المتاحـة أو المنتجـة كانـت في مسـتوى جيـد مـن الإنتـاج في المـدة مـا بـين 2006 إلى 2011 ثـم تراجـع إنتاجهـا في باقـي السـنوات شـكل(4) في حـين زاد في المـدة مـا بـين 2016-2011 عـدد الآبـار الخارجـة عـن الخدمـة وذلـك نتيجـة لعمليـات التخريـب ونقـص قطـع الغيـار والعديـد مـن المشـاكل الفنيـة الأخـرى.

جـدول (2) عـدد الآبـار المتاحـة وغـير المتاحـة للإنتـاج بالمنظومـة خـلال المـدة مـا بـين 2016-2006

السنة	عدد الآبار المتاحة	النسبة%	عدد الابارغيرالمتاحة	النسبة%
2006	339	8.6	137	11.8
2007	398	10	78	6.7
2008	406	10	70	6.02
2009	428	10	48	4.13
2010	415	10	42	3.61
2011	432	11	58	5
2012	299	7.6	107	9.21
2013	361	9.2	115	9.9
2014	334	8.5	142	12.2
2015	195	5	181	15.5
2016	293	7.5	183	15.7
المجموع	3900	100	1161	100

المصدر: إعداد الباحثين استنادا لمنظومة الحساونة الجفارة (بيانات بعدد الآبار المتاحة وغير المتاحة) 2018، بيانات غير منشورة.

11. المستوى الاستاتيكي والديناميكي بالآبار ومعدلات الهبوط بالمنظومة

1.11 المستوى الاستاتيكي والمستوى الديناميكي بالآبار

يتضح من الجدول(3) أن مستوى الماء في الوضع الاستاتيكي بالآبار قد بلغ معدله العام 55.5م خلال المد ة من -2006 2016، والانحراف المعياري 3.9 مما يدل على أن القيم التي تعبر عن مستوى الماء في الآبار تعد متجانسة جداً وهذا يعطي انطباعاً عاماً عن أن الظاهرة تسلك مساراً يكاد يكون ثابتاً، وبالنسبة للوضع الديناميكي نجد أن معدله بلغ 42.6م والانحراف المعياري 3.8 وقيمة الانحراف المعياري هنا أيضاً تدل على مدى تجانس الظاهرة (معدل الهبوط) وأن نسبة التغير معدومة أي أن مستوى الماء بالآبار في هذه الحالة ثابت وتغير الأرقام في المناسيب في الحالتين سواءٌ الإستاتيكية أو الديناميكية هو تغير ظاهري يرتبط بمخروط الهبوط وبمدى حركة المياه الجوفية نحو تجويف البئر بناءً على نفاذية الطبقات الحاملة للمياه ومعامل السريان، وبذلك يمكن القول إن الوضع الهيدررولوجي للآبار بشكل عام يعد جيد وأن مستوى الماء في الآبار لايزال ضمن الحدود الآمنة. وبلغت قيمة الفرق بين المعدلين(الإستاتيكي والديناميكي) في الجدول (3) 12.9م و هو يمثل المدى الذي يرتفع و يهبط إليه مستوى الماء في الآبار عند السحب والرجوع إلى مستواه الطبيعي عند توقف السحب ملحق (8،9) كما نتبين أن أقل مستوى إستاتيكي كان سنة 2015 والذي سجل 49.8م وأعلى مستوى كان في 2007 حيث سجل 62.6م ، أما المستوى الديناميكي كان أقل مستوى سنة 2010 و 2016 حيث سجل 37.6م وأكبر مستوى سنة 2007 وصل إلى 49.5م وهو يعبر عن أقل مستوي وصل إليه الماء في الآبار.

جدول (3) معدلات الوضع الإستاتيكي والديناميكي(بالأمتار)
خلال المدة الممتدة بين عامي 2006 – 2016

السنوات	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	المعدل العام
الوضع الاستاتيكي	58.1	62.6	56.1	56.3	51.1	53.0	-	-	54.9	49.8	58.4	55.5
الوضع الديناميكي	47.2	49.5	43.1	42.4	37.6	42.2	-	-	42.60	41.7	37.6	42.6

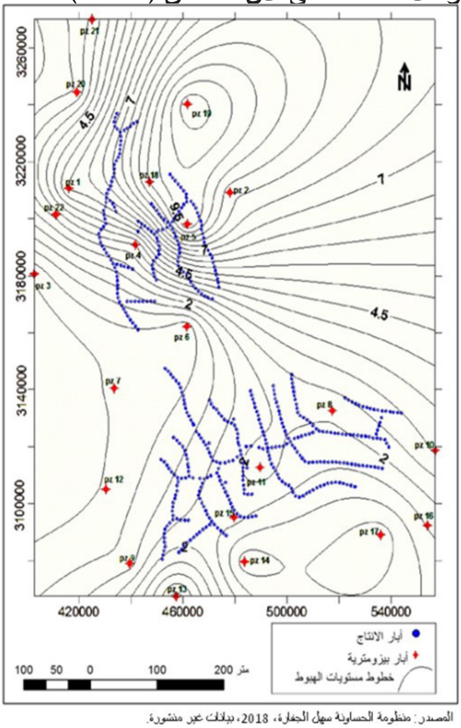
المصدر : اعداد الباحثين استنادا إلى منظومة الحساونة الجفارة بيانات المستوى الاستاتيكي والديناميكي للمدة بين(-2006 2016)، 2018، بيانات غير منشورة. بيانات 2012 و 2013 مفقودة من المصدر.

2.11 مناسيب الهبوط بآبار المنظومة

يتضح من الخريطة (2) أن مناسيب الهبوط بحقول المنظومة تتفاوت من حقل إلى آخر حيث إن آبار حقول شمال شرق الحساونة الشمالي والجنوبي تراوحت معدلات هبوط الماء بها بين 0.5م في جنوب الحقل لتصل إلى 7م في وسط وشمال الحقل، وبذلك يكون متوسط الهبوط بهذا الحقل حوالي 3.75م، أما

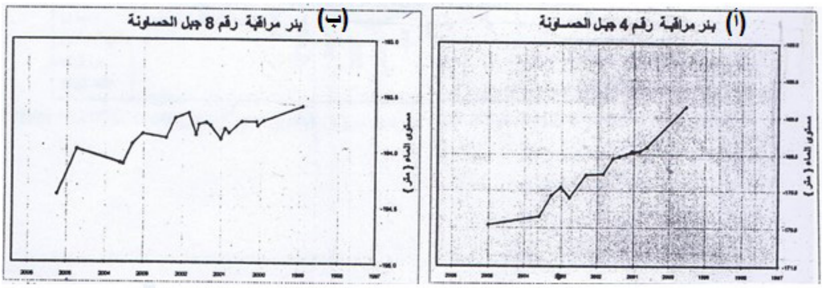
معــدلات الهبــوط بحقــول شرق الحســاونة الشرقــي وشرق الحســاونة الغربــي فــإن معدلاتهــا أقــل حيــث تراوحــت بــين -1 2.5م وبمتوســط بلــغ حــوالي 1.75م أي أن معــدل الهبــوط بهــذا الحقــل أفضــل مــن حقــول شــمال شرق الحســاونة.

ويلاحــظ مــن الأشــكال (3،4) أن معــدل الهبــوط في الشــكل (-3 أ) ينحــدر بشــدة ممــا يــدل عــلى سرعــة مســتوى الهبــوط، ويقــع بــئر المراقبــة (4) بحقــل شــمال شرق الحســاونة الجنوبــي خريطــة(2) وهــذا الحقــل يعــد أول حقــل يعمــل في المنظومــة حيــث تــم تشــغيله و وصلــت مياهــه إلى مدينــة طرابلــس في الأول مــن ســبتمبر ســنة 1996 وكان الســحب مــن آبــاره بشــكل متواصــل وهــذا انعكــس عــلى مســتويات الهبــوط الحــادة بهــذا الحقــل في حــين يلاحــظ مــدى سلاســة الهبــوط وتدرجــه في الشــكل (3-ب) المحســوب مــن بــئر المراقبــة (8) الواقــع ضمــن حقــول شرق الحســاونة الشرقــي خريطــة (2)، كمــا يلاحــظ مــن الشــكل(4) أن معــدل الهبــوط لــم يتجــاوز0.7م ، أن معــدلات الهبــوط كمــا ســبق الاشــارة تعــد غــير مقلقــة ملحــق (7) ومســتويات الهبــوط كمــا تمثلهــا المعــدلات والأشــكال البيانيــة تعطــي انطباعــاً عامــاً حــول الوضــع الهيدرولوجــي للخــزان الجــوفي المســتغل، لــذا يمكــن القــول بــأن الوضــع يعــد مقبــولا وجيــد وضمــن الحــدود الآمنــة حتــى الآن ملحــق (10،11).

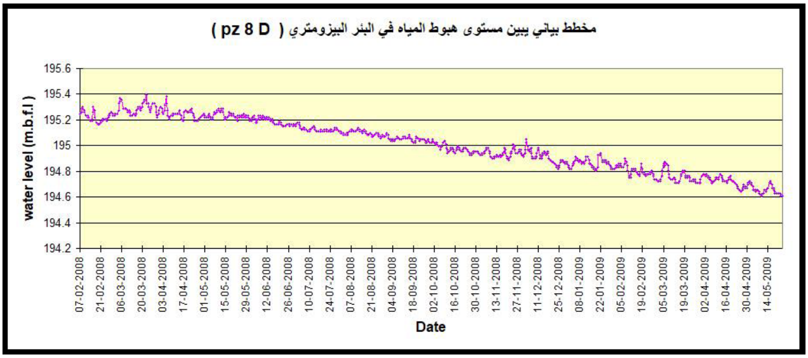


المصدر: منظومة الحساونة سهل الجفارة، 2018، بيانات غير منشورة.

شكل (2) مستويات الهبوط (بالأمتار) بحقول منظومة الحساونة لسنة 2015



شكل (3) معدلات الهبوط (بـ م) في بئري المراقبة (4،8)



شكل (4) معدل الهبوط (بـ م) في البئر البيزومتري (8)

3.11 بعض المشاكل التي تواجه المنظومة وعملية الإنتاج

- مشاكل الآبار وهي : تذبذب التغذية الكهربائية (كثرة انقطاع التيارالكهربائي)، عطل مضخات الآبار،عطل بعض أجهزة القياس (جهاز قياس درجة الحرارة، الضغط, التدفق, مستوى المياه)عطل بعض المعدات الكهربائية (مراحل حماية المضخة، قاطع الدائرة الكهربائية, بعض المنصهرات).
- أسباب عدم صيانة المضخات : قلة قطع الغيار(من الشركات المصنعة)، نقص اليد العاملة المدربة على إجراء عمليات الإصلاح المختلفة. كذلك تعاني المنظومة من أعمال التخريب والسرقة وقطع التوصيلات الكهربائية وتفكيك وحدات تزويد الآبار بالطاقة، إلى جانب وجود بعض الآبار البيزومترية المتوقفة عن العمل حالياً بسبب تخريب الأقفال وتكسير الأجهزة المركبة على رأس البئر(الدراسة الميدانية، منظومة الحساونة – سهل الجفارة،2018).

12. الخاتمة

توصلت الدراسة من خلال تحليل البيانات المتوفرة عن كميات الإنتاج ومستويات الهبوط، وتحليل خرائط مناسيب المياه بالآبار البيزومترية ودراسة الوضع الاستاتيكي والديناميكي ومقارنة كل هذه البيانات و تمثيل بعضها بأشكال بيانية وإجراء التحليلات الاحصائية، توصلت إلى أن الوضع الهيدرولوجي لآبار المنظومة يعد جيدا إلى حد كبير منذ تشغيلها حتى الآن لمدة امتدت لـ 21سنة، و يمكن عرض أهم نتائج الدراسة في الآتي :-

1.12 النتائج

1. بلغ إجمالي إنتاج المنظومة للمدة الممتدة بين عامي(1996 - 2018) حوالي 4821مليون م3، و وصل الإنتاج سنة 2016 إلى 382مليون م3 وتراجع سنة 2018 إلى 267مليون م3 بسبب أعمال التخريب وتردي الوضع الأمني وقلة صيانه الآبار. كما توصلت الدراسة من خلال مقارنة معدلات الإنتاج للسنوات (1996 – 2005) مع معدلات الإنتاج للسنوات (2013 – 2017) أن المدة الأولى تميزت بزيادة إنتاجها بشكل منتظم مع زيادة الطلب والاستهلاك، في حين يلاحظ في المدة الثانية الاضطراب في الإنتاج بشكل واضح وهذا الوضع أثر سلباً على الإمدادات المائية بمناطق سهل الجفارة وخاصة مدينة طرابلس. وبذلك تتوصل الدراسة إلى إثبات الفرض الأول الذي ينص على أن كمية الإنتاج تزداد باطراد ، أما التراجع في الإنتاج الذي حصل في المدة الاخيرة نتيجة للظروف التي تمر بها البلاد.

2. تركز أغلب كميات الإنتاج من الحقل الشرقي، حيث وصلت نسبة إنتاجه 71.5 % من إجمالي إنتاج المنظومة وهذا انعكس بشكل مباشر على مستويات الهبوط بآبار هذا الحقل. كما توصلت الدراسة إلى أن نسبة الآبار المتاحة للإنتاج خلال المدة بين 2006 – 2016 لم تتجاوز 10 %، و وصلت نسبة الآبار غير المتاحة لنفس المدة حوالي 15.7 %، مما يدل على أن عدد الآبار غير المتاحة للإنتاج يزداد عددها باطراد، نتيجة لنقص قطع الغيار وعدم توفر الفنيين لإجراء عمليات الصيانة.

3. بلغ معدل مستوى الماء في الوضع الديناميكي 55.5م للمدة الممتدة بين 2006 – 2016 بانحراف معياري 3.9، ومعدل الوضع الاستاتيكي بلغ 42.6م بانحراف معياري 3.8، وبلغ الفرق بين المعدلين 12.9م تقريباً وهذا الرقم الأخير يعطي فكرة عن المدى الذي يهبط إليه مستوى الماء في حالة السحب ثم يعاود يرتفع إليه مستوى الماء بعد توقف السحب، وجاءت قيم المعدلات والانحرافات لتؤكد على ثبات مستويات المياه بالآبار وعدم وجود تغير جوهري، وبذلك يعد الوضع الهيدرولوجي للآبار بالمنظومة جيد ومستوى الماء لا يزال ضمن الحدود الآمنة. وبذلك تثبت الدراسة إيجابية الفرض الثاني.

4. وصلت معدلات الهبوط إلى 7م في حقل شمال شرق الحساونة الشمالي والجنوبي بوسط وشمال الحقل، وبذلك يكون متوسط الهبوط بهذا الحقل

3.75م، وبالنسبة لمعدلات الهبوط بحقول شرق الحساونة الشرقي والغربي كانت 1.75م ما جعل معدل الهبوط بهذا الحقل أفضل حالاً من حقول شمال شرق الحساونة.

6. توصلت الدراسة إلى أن معدل الهبوط بكامل حقول المنظومة لم يتجاوز 0.7م (70سم) وهذا يعطي انطباعاً عاماً حول الوضع الهيدرولوجي للخزان الجوفي المستغل واستمرار عمل المنظومة دون أي تهديد للمخزون الجوفي. من خلال عرض النتائج (4،5)تتوصل الدراسة إلى إثبات الجزء الأول من الفرض الثالث وتنفي الجزء الثاني منه والقائل بهبوط مستوى الماء في الآبار إلى مستويات غير أمنة.

2.12 . التوصيات

- دعم منظومة الحساونة الجفارة من حيث توفير قطع الغيار وإجراء أعمال الصيانة اللازمة للآبار والمضخات والمعدات الأخرى خاصة الآبار المصنفة بأنها غير متاحة نتيجة تعطل معداتها أو تعرضها للتخريب والسرقة، وتشجيع الفنيين والعاملين مادياً ومعنوياً القائمين على أعمال التشغيل و الصيانة رغم صعوبة الظروف.

- إنشاء محطة إرصاد جوية بالمنظومة لما لها من أهمية علمية وتطبيقية، أو على الأقل إحضار بعض الأجهزة و قياس عناصر المُناخ الرئيسية.

- إجراء دراسات مشابهة لهذه الدراسة لمراحل مشروع النهر الصناعي الأخرى للوقوف على الصعوبات التي تواجهها من ناحية ولمقارنتها مع بعضها للوصول إلى تقييم عام لكامل المشروع من جانب آخر. كذلك دعم و تشجيع إجراء مثل هذه الدراسات لصيانة وتطوير طرق استغلال المياه الجوفية بأفضل الأساليب خاصة وأنها المورد المائي الوحيد المتاح في ليبيا.

13. المصادر والمراجع

بيانات كميات الإنتاج لسنوات مختلفة، وكذلك بيانات وأشكال وخرائط لمستويات الهبوط وغيرها.

خريطة موقع المنظومة وخرائط توزيع الآبار والحقول والآبار المتاحة وغير المتاحة.

جمال محمد عبد الله، محمد جبريل المهدي، صلاح الدين محمد الشاوش، برنامج إعداد المستخدمين الجدد. تقرير حول منظومة الحساونة - سهل الجفارة.

الجديدي، حسن محمد ، أسس الهيدرولوجيا العامة، ط1، طرابلس، منشورات جامعة الفاتح، 1998.

حميد، إبراهيم حسن ، الهيدرولوجية والمياه الجوفية مركز بحوث الصحراء، جامعة القاهرة.

الشركة العامة للأبحاث والمياه الجوفية ريجو الدراسة الجيولوجية والهيدولوجية

الإقليميـة لعقـد التوسـيع الزراعـي بـوادي الآجـال و الشـاطئ وتراغـن، 1971.
مركـز البحـوث الصناعيـة طرابلـس، خريطـة ليبيـا الجيولوجيـة، لوحـة جبل الحسـاونة ش د 14-33 1978.
الهيئة العامة للمياه، تقرير الوضع المائي بالجماهيرية، 2006.

12. الملاحق

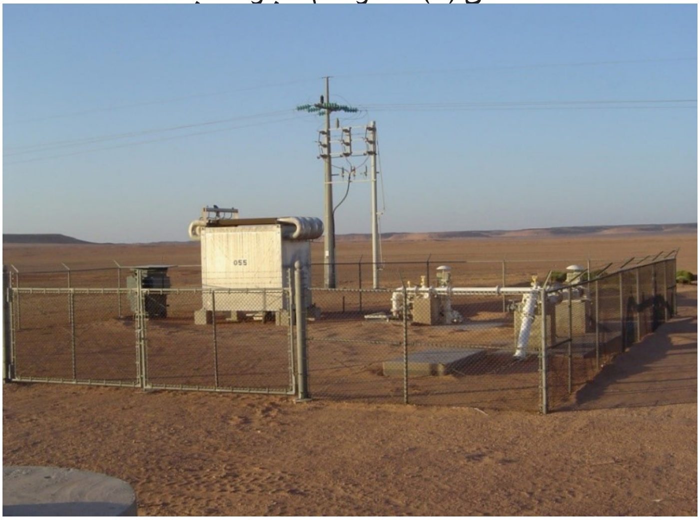
ملحق (1) خريطة مراحل مشروع النهر الصناعي

المصدر : برنامج اعداد المستخدمين- منظومة الحساونة الجفارة، 2018،بيانات غير منشورة.

ملحق (2) جزء من المبنى الإداري لمنظومة الحساونة سهل الجفارة

المصدر : الدراسة الميدانية لمنظومة الحساونة الجفارة، 2018م.

ملحق (3) منظر عام للآبار المنتجة



المصدر : الدراسة الميدانية لمنظومة الحساونة الجفارة، 2018م

ملحق (4) كابح التموج

المصدر : الدراسة الميدانية لمنظومة الحساونة الجفارة، 2018م.

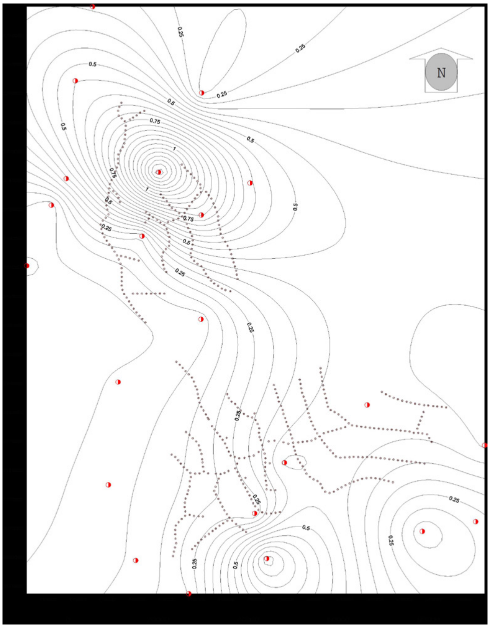
ملحق (5) منظر عام للآبار البيزومترية

المصدر : الدراسة الميدانية لمنظومة الحساونة الجفارة، يناير 2018م.

ملحق (6) المعدات والأجهزة المركبة على رأس البئر البيزومتري

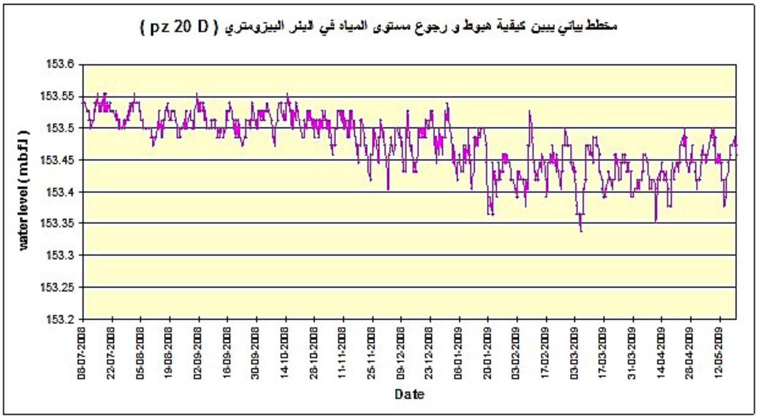
المصدر : الدراسة الميدانية لمنظومة الحساونة الجفارة، 2018م.

ملحق(7) خريطة مناسيب الهبوط خلال سنة 2009

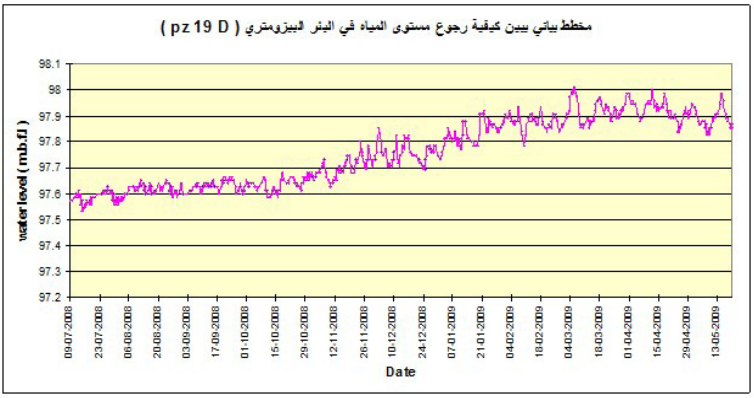


المصدر : بيانات منظومة الحساونة الجفارة، 2018،بيانات غير منشورة.

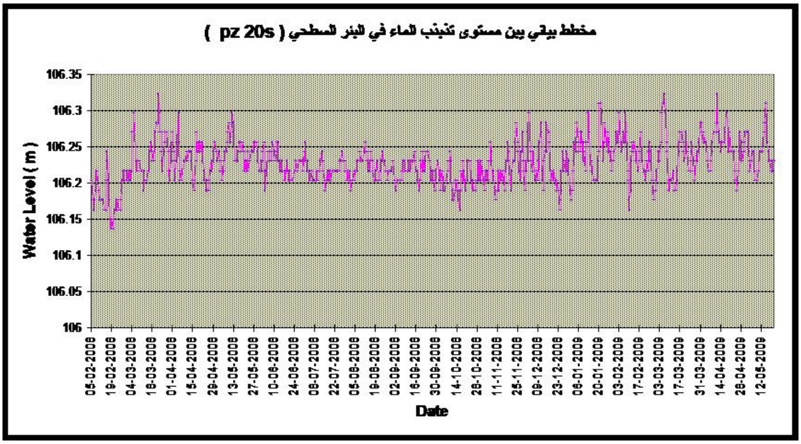
ملحق (8) هبوط و رجوع مستوى الماء للتعبير عن الحالتين الديناميكية والإستاتيكية



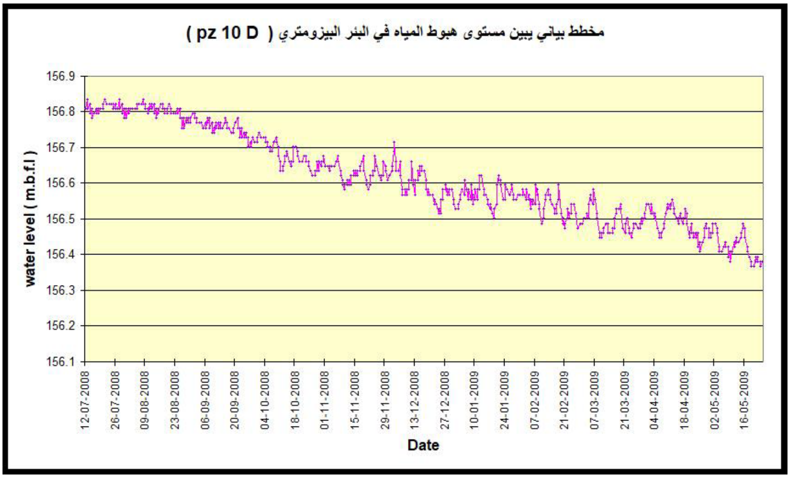
ملحق (9) رجوع مستوى الماء في حالة الوضع الديناميكي



ملحق (10) نموذج لمستويات تذبذب الماء بالآبار



ملحق (11) نموذج لمستويات الهبوط العام للمياه



المصدر : بيانات منظومة الحساونة الجفارة، 2018، بيانات غير منشورة.

أثر الخصائص الليثولوجية على نضوب عدد من آبار المياه الجوفية بمنطقة ترهونة

د. عبد العاطي أحمد محمد الحداد 1؛ أ. أحمد محمد أحمد السائح2
1كلية العلوم/ قسم علوم الأرض/جامعة الزيتونة/ ترهونة ؛ 2كلية التربية/ قسم الجغرافيا/جامعة الزيتونة/ ترهونة

الملخص

تعتمد بلدية ترهونة -التي تشغل مساحة 4650 كم2 من شمال غرب ليبيا- بشكل أساسي على موارد المياه الجوفية في الحصول على الإمدادات المائية لسكانها البالغ عددهم سنة 2020 حوالي 246000 نسمة،ولتلبية الطلب على المياه؛ قامت مؤسسات الدولة المعنية بإدارة الموارد المائية بحفر ثمانية وستين بئر مياه عميقة؛ خلال المدة من أواسط سبعينيات القرن الماضي إلى سنة 2005، توزعت على مختلف مناطق البلدية، تراوحت إنتاجيتها ما بين 20 – 80 م3/ ساعة. خلال العشرية الأخيرة نضبت تسعُ وعشرون بئراً منها،وأصبحت خارج الخدمة مما أدى إلى حدوث عجز مائي لسكان المناطق التي حفرت بها الآبار الناضبة. لذلك فهذه الدراسة هي محاولة من الباحثَيْن لتحديد الخصائص الليثولوجية (التوصيف الصخري لقطاع الحفر) و الجيوهيدرولوجية(1)) للطبقة الحاملة للمياه التي حفرت بها الآبار الناضبة، و معرفة تأثيرات ها على تدفق المياه الجوفية بتلك الآبار، والوقوف على أهم الأسباب التي أدت إلى تناقص إنتاجيتها، ومن ثم نضوبها. اعتمدت هذه الدراسة على بيانات سجلات الآبار المحفوظة في ملفات ورقية، احتوت على بيانات التوصيف الصخري لقطاع الحفر، حيث أدخلت البيانات إلى برنامج 5 (Strater لعمل العمود الاستراتيجرافي (2) لقطاع الحفر بكل بئر، ولإجراء عملية المضاهاة للطبقات الصخرية،لمعرفة و تحديد نوعيتها،مع التعرف على مدى تأثيرها على تناقص إنتاجية الآبار ونضوبها،من خلال تحديد بعض خصائصها الجيوهيدرولوجية. من خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة اعتمادا على بيانات التوصيف الصخري لقطاع الحفر تبين أنَّ الآبار الناضبة احتوت على طبقات صخرية ذات نوعية قليلة النفاذية، و الناقلية، مثل طبقات الصخور النارية البازلتية،أو الرماد البركاني في البعض منها، أو وجود طبقات سميكة من المارل والطين والسلت في بعضها الآخر؛ مع افتقارها إلى طبقات الحجر الرملي ذو النفاذية و الناقلية العاليتين، من جانب آخر دلت النتائج إلى أنَّ الآبار الناضبة ذات طبقة حاملة للمياه (خزان جوفي) أقل سمكا من نظيراتها الموجودة في الآبار المنتجة.

الكلمات المفتاحية: الخصائص الليثولوجية- الآبار الناضبة- الناقلية- العمود الاستراتيجرافي.

(1) علم يتعامل مع طبيعة المياه الجوفية ومصدرها وطريقة تواجدها.

(2) علم طبقات الأرض هو علم فهم الاختلافات في خصائص الطبقات المتتالية للصخور وتكوينها.

The impact of lithological characteristics on the depletion of a number of groundwater wells in the Tarhuna region

Abstract

The municipality of Tarhuna, which occupies an area of 4650 km2from north-western Libya, relies mainly on groundwater resources to obtain water supplies for its 246,000 inhabitants in 2020, and to provide water demand, from the mid-1970s to 2005, were drilled 68 deep water wells by the Water Resources Management Corporation, these wells were distributed on various municipal areas, and the productivity of wells ranged from 20 to 80 m3/h. During the last decade, 19 wells have been depleted and out of service. This has led to a water shortage for the inhabitants of the areas where depleted wells have been drilled. Therefore, this study is an attempt by researchers to identify the lithological characteristics (rock characterization of the drilling sector) and determine the geohydrological of the water-bearing layer in which depleted wells were drilled, to find out the impact of these characteristics on the groundwater flow, and to find out the most important reasons that led to their decreased productivity and thus depletion occurrence. This study was based on wells logs data files containing the lithological characterization data for the drilling sector, where the data were introduced to the (Strater5) program to make the stratigraphical column of the drilling sector in each well, Also, to perform the process of the rock layers correlation to know their Formation type and determine their impact on the decline in well productivity and depletion by identifying some of their geohydrological characteristics. Through the results, it was found that the depleted wells contained rock layers such as the presence of basaltic volcanic rocks or volcanic ash in some of them, or the presence of thick layers of marl, clay, and silt, all of these rocks have low permeability and transmissivity, with lacking the presence of high permeable sandstone layers, on the other hand, the results indicated that depleted wells have a water-bearing layer (aquifer) were less thick than their counterparts in the producing wells.

Keywords: Lithological characteristics -Depleted wells - Transmissivity-stratigraphic column.

1. مقدمة :

يعتمد أكثر من مليار و سبعمائة مليون نسمة من سكان العالم على المياه الجوفية كمورد أساسي للحصول على المياه المستخدمة في مختلف الأغراض؛ ولتلبية هذا الطلب على المياه تعرضت موارد المياه الجوفية إلى الاستنزاف و النضوب، حيث ذكر) حمد؛ وخليفة 2020) و(معلا، 2020) أنَّ الضغط على موارد المياه الجوفية ستزداد حدته في عديد الدول، ومع بلوغ العام 2030 سيكون هناك عجزاً حاداً في موارد المياه الجوفية في العديد من مناطق العالم؛ بسبب الزيادة في عدد السكان وزيادة أنشطتهم المختلفة، و سيكون التحدي الأكبر في المناطق الجافة وشبه الجافة خلال العقد الثالث من هذا القرن و ما يليه، حين يكون توافر الموارد المائية محدوداً مع زيادة مستمرة على طلب المياه، ما يجعل تحقيق توازن مطلوب بين العرض و الطلب على المياه أمر بالغ الصعوبة في ظل ظروف ندرة الموارد المائية.

موارد المياه الجوفية في ليبيا بصفة عامة وفي منطقة ترهونة بصفة خاصة تأتي في المرتبة الأولى من حيث الأهمية، حيث يعتمد عليها بشكل أساسي في الحصول على إمدادات المياه المستخدمة في مختلف الأغراض، فالمنطقة تعاني إجهاداً مائياً مستمراُ،وتذبذباً أو تناقصاً في الهطول المطري، بذلك، يتم استخدام المياه الجوفية كمورد أساسي،وبمعدلات سحب تفوق بكثير معدلات التغذية المائية؛مما سيؤدي هذا الافراط الكبير في استخدام المياه الجوفية إلى نضوب المياه الجوفية في بعض الآبار. (Ahmed.,2017)

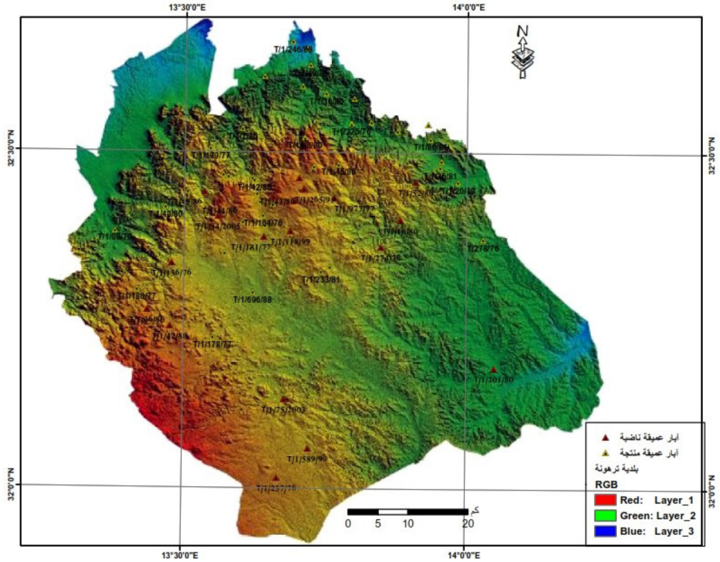
يتم الحصول على المياه الجوفية من الخزانات الجوفية،وهي طبقات من التربة والصخور توجد على أعماق مختلفة من سطح الأرض، هذه التكوينات الجيولوجية التي يطلق عليها الخزانات الجوفية؛ لها القدرة على تخزين الماء وإمرار هو إعطائه بكميات اقتصادية عند حفر الآبار بها(Meixner, 2008a, 2008b).في هذا الإطار يتم معرفة وتحديد الإمكانات الجيو هيدرولوجية للخزان الجوفي في النظام الجيولوجي بطبقات القشرة الأرضية، بالإضافة إلى طبيعة وتوزيع الخزانات الجوفية،عن طريق معرفة التوصيف الصخري والعمود الطبقي والتركيب الجيولوجي للرواسب الصخرية (عمار, 1998)، بالإضافة إلى معرفة سمك الخزان الجوفي وحدوده الطبيعية،وفي نفس الإطار هناك خصائص هيدرولوجية أخرى ذات أهمية بالغة للخزانات الجوفية يتطلب معرفتها وتحديدها، مثل التوصيل الهيدروليكي والناقلية والقدرة التخزينية (Dirks, 2008).

معظم المعلومات الجيوهيدرولوجية الخاصة بالخزانات الجوفية يتم الحصول عليها من بيانات وسجلات الآبار التي يتم حفرها في الخزان الجوفي. هذه السجلات تسمى التقارير الخاصة بالآبار والتي تحوي مجموعة من البيانات مثل: موقع البئر، عمق البئر، عمق المياه بالبئر،وصف الطبقات الصخرية التي يخترقها البئر،واختبارات الضخ (Chesnaux et al., 2011). كل البيانات السابق ذكرها ذات أهمية

بالغة لمعرفة وفهم الخصائص الجيولوجية،والجيوهيدرولوجية للطبقة الحاملة للمياه،التي لها علاقة وثيقة بعمليات تغذية وتخزين وحركة المياه الجوفية بالخزانات الجوفية. في هذا الإطار،واستناداً إلى المعلومات والبيانات السابقذكرها، يمكن تصنيف الآبار إلى عدة فئات من حيث قدرتها الإنتاجية وخصائص الإنتاج النوعي لها (Yield Specific)،وذلك حسب: التركيب الجيولوجي،تضاريس الموقع، سمك الطبقة الحاملة للمياه، ومستوى السطح المائي Water table)) أو المستوى البيزومتري (Potentiometric Surface). بالإضافة إلى ذلك، فإنَّ تحديد ومعرفة الخصائص الجيوهيدرولوجية لأيِّ خزان جوفي توصِلنا إلى معرفة قدرات وإمكانات الخزان الجوفي،وتمدُنا بالمعلومات الوافية، التي تساعد في تنمية وإدارة الموارد المائية(Fetter, 2001).

كذلك، عن طريق دراسة التوصيف الصخري المبين للخصائص الليثولوجية لكل بئر،والمتمثلة في نوع الطبقات الصخرية ونوعية وحجم حبيباتها الصخرية والمعدنية،وسمك الطبقات ونسبة المسامية بها، يمكن معرفة وتحديد أهم الخصائص الليثولوجية التي لها تأثيرات مباشرة وغير مباشرة على الخصائص الهيدرولوجية مثل النفاذية الإمرارية أو الناقلية،والتوصيل الهيدروليكي(Bunnefeld et al., 2007). في هذا الجانب، يتم معرفة وتحديد التوصيف الصخري والخصائص الليثولوجية عن طريق تتبع نوعية الطبقات الصخرية المكونة لقطاع الحفر،ومن ثم يتم فحص نوع الصخور المكونة لها،ومعرفة كيفية وظروف نشأتها وتكوينها، بالإضافة إلى تحديد سمكها ودرجة أو نسبة مساميتها، ومن ثم يمكن معرفة مدى تأثير هذه الخصائص الليثولوجية على نفاذية وناقلية الطبقة الحاملة للمياه الجوفية،والتي بدورها لها تأثير مباشر على إنتاجية الآبار.

من خلال الاطلاع على سجلات الهيئة العامة للمياه تبيَّن أنَّ مؤسسات الدولة الليبية المختصة بالإدارة والإشراف على الموارد المائية،وتلبية احتياجات الطلب المائي؛قد قامت بحفر عدد من الآبار العميقة التي توزعت على مختلف مناطق البلدية (شكل1)، حيث يوجد لكل بئر عميقة ملف خاص محفوظ بأرشيف الهيئة العامة للمياه، يضم الملف العديد من المستندات الخاصة بالبئر التي تحوي بيانات جيوهيدرولوجية وسجلات عملية الحفر والضخ التجريبي وخرائط تصميم البئر(الهيئة العامة للمياه، سجلات الآبار).



شكل (1): آبار المياه الجوفية العميقة التي تم حفرها ببلدية ترهونة

2. مشكلة الدراسة:

بالنظر إلى تقارير و بيانات الأمم المتحدة المتعلقة بالموارد المائية في ليبيا، بالإضافة إلى التقارير الاستراتيجية الصادرة عن مؤسسات الدولة الليبية، المعنية بإدارة الموارد المائية، لا توجد إلَّا حقيقة و احدة؛مفادها أن ليبيا تعتمد اعتماداً كاملاً على موارد المياه الجوفية للحصول على المياه المستخدمة، و كذلك تصنف ليبيا ضمن الدول التي تقع تحت خط الفقر المائي، حيث لا يزيد نصيب الفرد من الماء عن ستين لتراً يوميا، و أنَّ هناك ضغطاً متزايدا على موارد المياه الجوفية ترتب عنه زيادة في العجز المائي(UN, 2015&Tundisi, 2008). في هذا السياق تُعد بلدية ترهونة إحدى بلديات شمال غربي ليبيا، واقعةً على هضبة بالناحية الشرقية لجبل نفوسة، لا تختلف عن بقية المناطق الليبية في اعتمادها على المياه الجوفية كمورد أساسي للحصول على المياه. في هذا الإطار، و لسد العجز المائي، قامت شركات أجنبية عديدة، و أخرى محلية- تحت إشراف مؤسسات الدولة المختصة بإدارة الموارد المائية- بحفر ثمان و ستين بئراً عميقة في البلدية خلال المدة من أواسط سبعينيات القرن الماضي إلى سنة 2005، تراوحت إنتاجية الآبار ما بين 20 – 80 م3/ساعة، معظم الآبار العميقة التي تم حفرها خلال تلك المدة تمتد أعماقها حتى الخزان الجوفي العميق (أبوشيبة)، ذو الحجر الرملي، الذي يتدرج حجم حبيباته ما بين الناعم إلى الخشن، و المحتوي على طبقات رقيقة من الطين أو الحجر الطيني (Ahmed, 2017).ومنذ سنوات عديدة تعرضت آبار كثيرة للنضوب،وأصبحت خارج الخدمة، ما أدّى إلى حدوث عجز مائي لسكان المناطق

التي تعرض ما حُفِرَ بها من آبار للنضوب، لذلك، من خلال هذه الدراسة يحاول الباحثان الإجابة على التساؤل محل البحث: هل للخصائص الليثولوجية للقطاع الصخري بالآبار الناضبة علاقة بنضوب تلك الآبار البالغ عددها تسعة عشر بئراً عميقة بمنطقة الدراسةً؟ أم أنَّ هناك عوامل طبيعية وبشرية أخرى أدت إلى حدوث النضوب في تلك الآبار العميقة؟

3. أهداف الدراسة:

1. تحديد الخصائص الليثولوجية للعمود الطبقي للآبار الناضبة من خلال بيانات العمود الاستراتيجرافي لقطاع الحفر.
2. معرفة العلاقة بين نوعية الطبقات الصخرية المكونة لقطاع الحفر والخصائص الجيوهيدرولوجية المتعلقة بإمرار ونفاذية وناقلية المياه الجوفية داخل الخزان الجوفي.
3. تحديد ومعرفة مدى تأثير الخصائص الليثولوجية للطبقات الحاملة للمياه على نضوب الآبار العميقة بمنطقة الدراسة.
4. توظيف التقنيات والبرامج الحاسوبية المتعلقة بنظم المعلومات المكانية و الجيولوجية في فهم خصائص و طبيعة الخزان الجوفي العميق.

4. أهمية الدراسة :

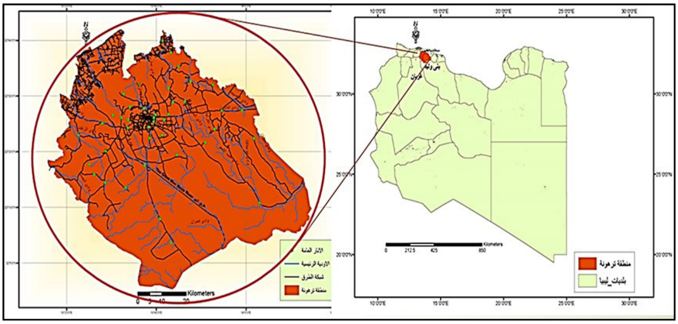
1. إرساء قاعدة بيانات جيوهيدرولوجية للخزان الجوفي العميق بمنطقة الدراسة لأجل معرفة وتحديد إمكانات الخزان الجوفي المائية حتى يمكن الاستفادة من المعلومات المتحصل عليها لغرض توظيفها في إدارة وتنمية الموارد المائية بالمنطقة.
2. تتناول هذه الدراسة الخصائص الليثولوجية لأهم خزان جوفي بالمنطقة؛ولذلك تعد مصدراً جيدا وهاماً للمعلومات الجيوهيدرولوجية التي يمكن الاستفادة منها.
3. هذه الدراسة متعلقة بأهم مورد حيوي في ليبيا (المياه الجوفية)والذي يتطلب دائما دراسته لمعرفة حجم التغيرات التي يمكن أنْ تطرأ عليه، لكي يتم اتخاذ التدابير المناسبة لاستدامة موارده وللحد من تدهور إمكانياته.
4. يمكن أنْ تساعد نتائج هذه الدراسة متخذي وصناع القرار في الوصول إلى القرار السليم المتعلق بإدارة موارد المياه الجوفية بالمنطقة.

5. منهجية الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي عند تحديد مظاهر السطح والظواهر الجيولوجية بمنطقة الدراسة،وكذلك استُخدم منهجُ التحليل الكارتوجرافي في دراسة الخصائص الليثولوجية والتوصيف الصخري للطبقات الصخرية التي اخترقها قطاع الحفر بالآبار العميقة قيد الدراسة.

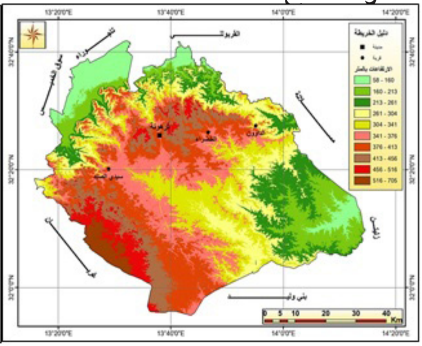
6. منطقة الدراسة:

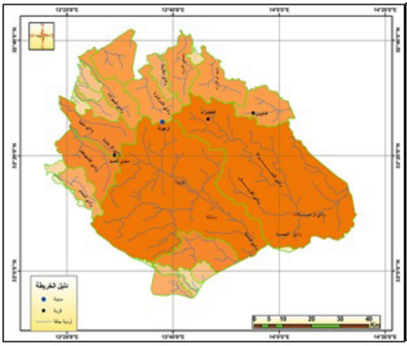
أجريت هذه الدراسة على بلدية ترهونة،التي تحوز جزءا كبيراً من الجبل الغربي، حيث يعبرها من الغرب إلى الشرق محاذياً لحدودها الشمالية، بذلك تحدها بلديتي القره بوللي وتاجوراء من الشمال، بينما تحدها بلدية سوق الخميس من الجانب الشمالي الغربي، في حين تجاورها بلدية غريان من الغربوالجنوب الغربي، أما بلدية بني وليد فتحدها جنوباً،وفي جزء صغير من الجنوب الشرقي تحدها بلدية زليتن،وتحدها بلدية مسلاتة من كامل الطرف الشرقي.أما فلكيًا، فإنّها تمتد من دائرة عرض 55' °31 ش في الجنوب حتى 42' °32 ش في الشمال،ومن خط طول 15' °13 ق في الغرب حتى 14' °14 ق في الشرق، الخريطة (1) تبين الموقع وحدود المنطقة، أما المساحة فإنَّها تبلغ حوالي 4653.51كم2،ويبلغ عدد سكانها حسب إحصائيات السجل المدني لسنة 2020 حوالي 246000 نسمة يتوزعون في مراكز عمرانية عديدة،وتجمعات ريفية زراعية بمناطق ترهونة المركز، سيدي الصيد، سوق الأحد، فم ملغة، سوق الجمعة، الخضراء، الداوون، والقصيعة.



شكل (2): موقع منطقة الدراسة

7. مظاهر السطح :





شكل (3): تضاريس بلدية ترهونة   شكل (4): اهم الاودية ببلدية ترهونة

من خلال الخريطة (شكل 3)، يمكن ملاحظة أنَّ معظم منطقة ترهونة عبارة عن هضبة يتدرج ارتفاعها ما بين 200 – 700 متر فوق مستوى سطح البحر، حيث تصل فيها نسبة الأراضي التي يتعدى ارتفاعها 300 م فوق مستوى سطح البحر إلى أكثر من 50%،وبذلك يمكن اعتبار المنطقة بشكل عام عبارة عن هضبة يزداد ارتفاعها كلما اتجهنا ناحية الجنوب الغربي (شكل 3)،تتخلل هذه الهضبة أودية عديدة، تتحرك مياهها في اتجاهين: اتجاه الشمال حيث تصب في البحر المتوسط الذي يبعد عن الحدود الشمالية لبلدية ترهونة بمسافة لا تتعدى خمسة وعشرين كيلومتراً، كما في اودية: ترغت، المسيد، الشهوبيين، ملغة والشرشارة. بينما قسم منها تتحرك مياهه ناحية الجنوب والجنوب الشرقي مثل اودية: التحوالا، الفريش التي تعد روافد لوادي كعام،ووادي تماسلا أحد روافدوادي المردوم، هذه الاودية تقطع مسافة أطول نسبيا لكي تصب في البحر الأبيض المتوسط عند منطقتي كعام وتاورغاء (شكل 4).

8. الظواهر الجيولوجية:

من خلال الاطلاع على لوحتي الخمس وطرابلس الجيولوجيتين (Sheet Trabuls, NI33-13& Sheet Alkhums NI33-14)،والمتضمنتين للمعالم الجيولوجية بمنطقة الدراسة، نلاحظ وجود مجموعة من التكوينات الجيولوجية التي تظهر على السطح بمنطقة الدراسة، يعود معظمها إلى حقب الحياة المتوسطة (Mesozoic) وحقب الحياة الحديث (Quaternary).

يمكن تناول التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة حسب أقدميتها على النحو التالي:

1.8. تكوينات حقب الحياة المتوسطة Mesozoic Formation

إنَّ معظم التكوينات الجيولوجية التي تظهر على سطح منطقة ترهونة، التي تعود إلى حقب الحياة المتوسطةوللعصر الترياسي تحديداً، تتمثل في تكويني العزيزية وأبوشيبة، بينما يعد تكويني سيدي الصيدونالوت من أهم التكوينات الجيولوجية التي تعود إلى العصر الطباشيري (Makhlouf, 2006) ، و (Christie, 1966).

1.1.8. تكوين العزيزية Al Aziziyah Formation

أُطلق اسم تكوين العزيزية لأول مرة سنة 1966 من قبل الجيولوجي (Christie)الذي يرجع إلى العصر الترياسي المتأخر، يظهر تكوين العزيزية بمنطقة ترهونة في مساحات محدودة في الناحية الغربية لمنطقة ترهونة (شكل5)، حيث لا تتعدى مساحته 23.4 كم2 (جدول 1)، و يتألف تكوين العزيزية من حجر جيري دولوميتي ذو لون رمادي داكن مع الحجر المارلي، الحجر الطيني، و درنات من الصوان ذو اللون المحمر، كذلك يوجد بتكوين العزيزية خاصة في أجزائه العلوية طبقات أفقية من المارل تشير إلى و جود سطح لا توافقي(Mayouf, 2007)،(Muttoni et al., 2001) و (Alfandi, 2012).

2.1.8 تكوين أبو شيبة Abu Shaybah Formation

أطلق اسم تكوين أبو شيبة من قبل (Christie) سنة 1955، ليدل على التتابع الطبقي الكبير لمجموعة الصخور التي تظهر في وادي أبو شيبة الواقع شمال شرق مدينة غريان،(Alfandi, 2012). بينما على اللوحة الجيولوجية الخمس يظهر هذا التكوين على السطح في الجزء الشمالي الغربي من منطقة ترهونة حيث يغطي مساحات صغيرة نسبياً لا تتعدى 21.4 كم2(شكل5)و (جدول 1)،ولا يلبث أنْ يختفي تحت صخور الطباشيري الجيرية بالجنوب الشرقي للمنطقة.

يتألف تكوين أبو شيبة من رمال قارية ورواسب صلصالية في بعض الأماكن. حيث يتكون في غالبه من حجر رملي ناعم الحبيبات إلى متوسط النعومة، تتبادل فيه طبقات الحجر الرملي مع طبقات غير سميكة في معظم الأحيان من الغرين والصلصال (الطين)،والتي لا يمكن تتبعها إلى مسافات كبيرة. كما يوجد لهذا التتابع طبقات من الكونجلوميريت الناعمة ذات التوزيع غير المنتظم لهذا التكوين.

فسر (Cherstie) التتابع الطبقي لتكوين أبو شيبة بأنه يرجع إلى العصر الجوارسي، حيث أفاد بأنَّ تكوين أبو شيبة يتألف بالدرجة الأولى من تطبق متقاطع من طبقات من الحجر الرملي البني المحمر،وبعض الحصى الصغير من الكونجلوميريت، مع وجود حجر رملي أبيض،وطبقات ذات سمك قليل من الطين أخضر اللون يصل سمكها إلى 15م، كما وجد في بعض أجزائه حجر جيري مارلي يحتوي على أحافير(Christie, 1966).

يتكشف تكوين أبو شيبة في منطقة ترهونة في مناطق محدودة في الناحية الشمالية والناحية الشمالية الغربية،وقد عُرِفَ بأنَّ هذا التكوين يتموضع تحت تكوين سيدي الصيد الذي يرجع إلى العصر الطباشيري الأعلى(شكل5).

2.8 تكوينات العصر الطباشيري الأعلى (الحقبة المتوسطة):

1.2.8 تكوين نالوت Nalut Formation

أُطلق اسم هذا التكوين الذي يرجع إلى العصر الطباشيري الأعلى من قبل (Hinnawy and Cheshitev) حيث يتكشف بصورة واضحة بالقرب من مدينة نالوت في الجبل الغربي، هذا التكوين واسع الانتشار في جبل نفوسة من منطقة الخمس شرقاً إلى الحدود التونسية غرباً (Alfandi, 2012).

يتموضع هذا التكوين في طبقات رسوبية تقع أعلى تكوين سيدي الصيد على شكل طبقات غير سميكة محدودة العمق و الاتساع الأفقي بسبب عمليات التعرية التي تعرضت لها خلال الأزمنة الجيولوجية اللاحقة لنشأة التكوين،"ويلاحظ بروز تكوين نالوت في أعالي المناطق المرتفعة كالتلال و الهضاب المرتفعة خاصة في المنطقة الممتدة ما بين ترهونة، الخضراء و صولاً إلى منطقة الداوون، بينما يغطي تكوين نالوت رواسب العصر الرباعي في أجزاء أخرى من

ترهونـة (شـكل5)، و تكـون طبقاتـه أكثـر عمقـاً كلّمـا اتجهنـا جنوبـاً و تزداد سـماكة طبقاتـــه"(El Hinnawy, M., and Cheshitev, 1975).

يتكـون أو يتألـف هـذا التكويـن مـن صخـور الكربونـات الرسـوبية، حيـث يحتـوي عـلى الحجـر الجـيري الدولوميتـي، الـذي يتـدرج لونـه مـن الأصفـر إلى الرمـادي، بالإضافـة إلى وجـود الدولوميـت عـلى شـكل طبقـات سـميكة محتويـة عـلى درنـات مـن الصـوان وهـي مـا يميـز الأجـزاء السـفلية مـن هـذا التكويـن. بينمـا الأجـزاء العلويـة منـه يسـود فيهـا الحجـر الجـيري الدولوميتـي في شـكل طبقـات متعاقبـة مـع الحجـر الجـيري وكذلـك الحجـر الجـيري المـارلي ذو اللـون الرمـادي المصفـر (Christie, 1955).

2.2.8تكوين سيدي الصيدSidi as Sid Formation

أُطلـق اسـم هـذا التكويـن مـن قبـل (EL Hinnawy,1975) للدمـج بـين تكوينـين أطلقـا مـن قبـل (Christie, 1955)وهمـا (عـين طبـي ذو الحجـر الجيري،ومـارل يفـرن)، مـع العلـم أنَّ هـذا التكويـن يظهـر عـلى السـطح في مناطـق واسـعة خاصـة في المرتفعـات الشـمالية بمنطقـة ترهونة(شـكل5).

هـذا التكويـن بمنطقـة ترهونـة يحـد طبقاتـه مـن أسـفل طبقـات الحجـر الرمـلي لتكويـن أبوشـيبة بينمـا يحـد طبقاتـه العلويـة في حالـة عـدم تكشـف طبقـات هـذا التكويـن عـلى السـطح تكويـن نالـوت الطباشـيري (Alfandi, 2012).

تكويـن سـيدي الصيـد ينقسـم إلى عضويـن همـا: العضـو السـفلي المتمثـل في عضـو عـين طبـي المتكـون مـن رواسـب دولوميتيـة، وعضـو مـارل يفـرن المتكـون مـن الحجـر الجـيري والحجـر الجـيري الدولوميتـي المحتـوي عـلى طبقـات مـن المـارل (Christie,1966).

رواسـب تكويـن سـيدي الصيـد تسـودها بشـكل أسـاسي رواسـب صخـور الكربونـات، فالجـزء السـفلي المتمثـل في عضـو عـين طبـي يتكـون مـن طبقـات سـميكة مـن الدولومايـت، و الحجـر الجـيري الدولوميتـي المتـدرج في لونـه مـا بـين الأبيـض و الرمـادي، و كذلـك الرمـادي المصفـر، و تظهـر بـه طبقـات غـير منتظمـة، و غـير سـميكة مـن الحجـر الجـيري الرمـادي المصفـر مـع وجـود خليـط مـن السـلت و الحجـر السـلتي (ALfandi,2012)، بينمـا العضـو العلـوي منـه المتمثـل في عضـو يفـرن المـارلي، الـذي يحتـوي عـلى طبقـات متعاقبـة مـن رواسـب الحجـر الجـيري الدولوميتي، المتـدرج لونـه بـين الرمـادي و الأصفـر، مـع طبقـات مـن الحجـر المـارلي والمـارل، ويلاحـظ وجـود طبقـات غـير سـميكة مـن الجبـس في بعـض بيئاتـه الرسـوبية(Al Hinnawy and Chshitev,1975).

جدول 1: التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

م	اسم التكوين الجيولوجي	الرمز	المساحة (كم2)	ر. م	اسم التكوين الجيولوجي	الرمز	المساحة (كم2)
1	كثبان رملية	Qe-d	22.5	9	مزدة	KuM	14.3
2	غطاءات رملية	Qe	224.8	10	مخروطيات وبراكين البازلت	Bc	14.2
3	الترسيبات المائية الرياحية	Qf	1352.4	11	تداخلات الفونولايت	Pho	12.7
4	رواسب الوديان الحديثة	Qw	36.6	12	انسيابات البازلت	Bf	424.5
5	قصر الحاج	QH	173.8	13	نالوت	KuN	1719.5
6	جفارة	QJ	20.8	14	سيدي الصيد	KuS	582.4
7	الخمس	TmK	0.3	15	ابوشيبة	TRuS	21.4
8	قصر تغرنة	Ku_T	9	16	العزيزية	TRm_uK	23.4

3.8 تكوينات العصر السينوزي Cenozoic Formation

1.3.8الصخور البركانية Volcanic Rocks

تظهر الصخور البركانية بمنطقة ترهونة على حدود خطوط الفوالق والصدوع، الموجودة في الناحية الجنوبية الغربية، على الحدود بين ترهونة وغريان من جهة،وترهونة وبنيوليد من ناحية أخرى(شكل5)،وترجع الصخور البركانية بمنطقة ترهونة إلى فترة السينومايني،وهي تتموضع على صخور الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي التي يتكون منها تكوين نالوت بالمنطقة(Chris-tie,1966). في هذا السياق، فإن الصخور البركانية بالمنطقة تتشكل من ثلاثة أنواع هي:

1. انسيابات الفونولايت (Phonolite intrusions).
2. قباب و مخاريط البازلت Basalt cones)).
3. تدفقات البازلت (Basalt flows).

2.3.8 رواسب العصر الرباعي (Quaternary sediments).

رواسب العصر الرباعي دائماً ما تتموضع على الرواسب الأقدم منها والتي تقع تحتها بحيث يفصل بينها سطح عدم التوافق،وهي تنقسم الى الرواسب التالية:

1.2.3.8 رواسب الوديان الحديثة (Recent Wadi deposits):

إنَّ اسم هذه الرواسب يشير إلى الرواسب الحديثة،التي ما زالت في طور التكوين والتطوير،والتطور داخل بطون الأودية(Goudie,2004)،وعملية ترسيب هذا النوع من الرواسب يحدث بفعل عوامل المناخ بالمنطقة، المتمثلة في العمليات التي تحدثها الأمطار الساقطة بالمنطقة،وما يترتب عن سقوطها من عمليات تعرية ترسيب ونقل للرواسب المختلفة، التي توجد في بطون الأودية حيث المكان المناسب لترسيبها(شكل5).

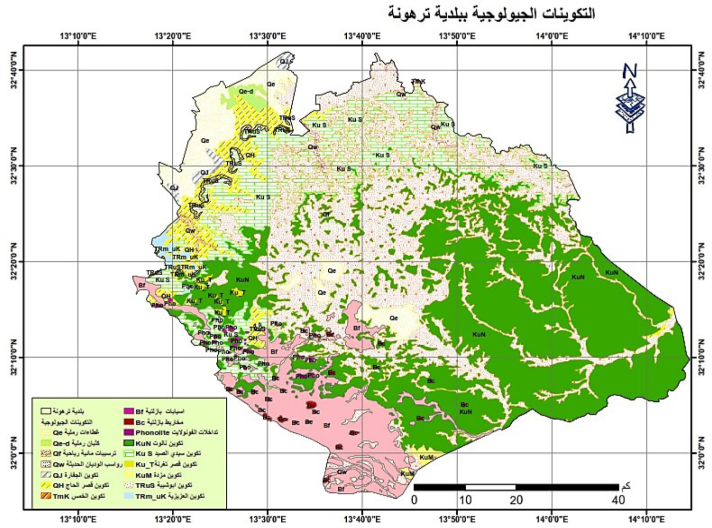
2.2.3.8 الرواسب الرياحية :(Aeolian deposits)

إنَّ التعرية الهوائية التي تحدث للصخور الرسوبية خاصة الموجودة في المنطقة، تعمل على تكون رواسب رياحية الظاهرة بوضوح لاسيما في المناطق أو الأراضي المنخفضة؛لذلك فهي توجد في مناطق محدودة المساحة بمنطقة ترهونة، مكونة كثباناً رملية تبدو على شكل قباب منخفضة نسبياً(شكل5)،وتتكون من حبيبات ناعمة من الرمل (Elaalem,2010)).

3.2.3.8 الرواسب المائية الرياحية Fluvial-Aeolian deposits)):

هذا النوع من الرواسب سمي من قبل(Desio et al,1963) متضمناً المرسبات التي تكونت بالدلتاوات الجافة، أيْ عند مصبات الأودية الجافة، حيث وصف(Hey,1962)هذا النوع من الرواسب بأنَّه الرواسب السلتية التي تتكون في مناطق المناخ الجاف وشبه الجاف، التي تنشط فيها الرياح الجنوبية (Graf,1982).

الرواسب المائية الرياحية بمنطقة ترهونة تنتشر في معظم مناطق ترهونة،وهي تُعد من أكثر رواسب العصر الرباعي انتشاراً، خاصة جنوب هضبة ترهونة،حيث الأودية المنبسطة والواسعة (شكل5)،وتتشكل هذه الرواسب بشكل أساسي من الرمل،والسلت،والطين في شكل حبيبات صغيرة نسبياً،وهي تكوِّن سطح عدم توافق مع الرواسب الأقدم منها، الواقعة تحتها (Mayouf, 2007).



شكل (5): الخريطة الجيولوجية لبلدية ترهونة

9. الطريقة المستخدمة في الدراسة و أدواتها:

تـم تجميـع البيانـات المتعلقـة بهـذه الدراسـة مـن الملفـات الخاصـة بتقاريـر وسـجلات الآبـار العميقـة المحفوظـة بأرشـيف الهيئـة العامـة للميـاه، حيـث تـم تبويبهـا وتصنيفهـا ومراجعتها،ومـن ثـم إجـراء العمليـات الآتيـة عليهـا:

- الخطـوة الأولى: جدولـة البيانـات المتعلقـة بالتوصيـف الصخـري الخـاص بقطـاع الحفـر في كل بـئر، وترتيبهـا في جـداول الأكسـل (Excel sheet).
- الخطـوة الثانيـة: تصديـر البيانـات إلى برنامـج(ARC gis)،لإنشـاء قاعـدة بيانـات جيوهيدرولوجيـة خاصـة بالآبـار العميقـة في منطقـة الدراسـة.
- الخطـوة الثالثـة: تصديـر بيانـات التوصيـف الصخـري (Lithological Descrip-tion) إلى برنامـج (Golden Strater 5)لاسـتخلاص التراكيـب الطبقيـة والعمـود الاسـتراتيجرافي لقطـاع الحفر،والتـي مـن خلالهـا يمكـن تحديـد سـمك كل طبقـة صخرية،ومعرفـة خصائصهـا الليثولوجيـة.
- الخطـوة الرابعـة: تحليـل البيانـات المتعلقـة بالخصائـص الليثولوجيـة بقطـاع الحفـر بـكل بـئر مـن الآبـار الناضبـة، وتحديـد تأثـير هـذه الخصائـص عـلى نضـوب الآبـار قيـد الدراسـة.

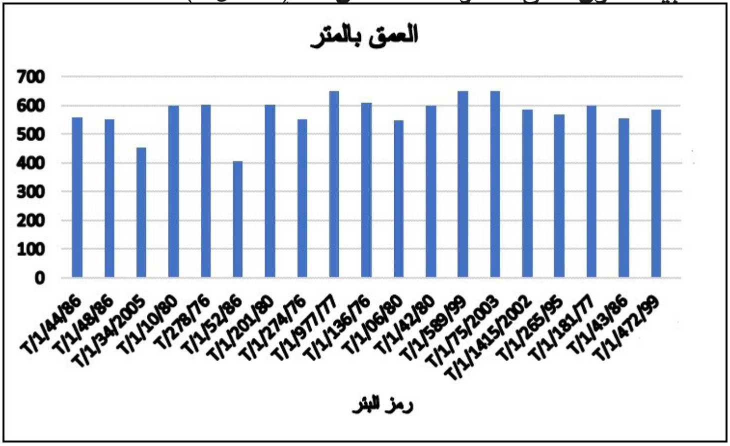
10. النتائج والمناقشة:

مـن خـلال معالجـة وتحليـل بيانـات التوصيـف الصخـري لنطـاق الحفـر في كل بـئر، يمكـن معرفـة خصائـص الخـزان الجـوفي، الـذي هـو عبـارة عـن تكويـن جيولوجـي، لـه القـدرة عـلى تخزيـن و إمـرار المـاء عـبر وسـطه المسـامي؛لذلك يمكـن عـن طريـق تلـك البيانـات تحديـد معرفـة قـدرة كل بـئر مـن حيـث إنتاجيـة و إعطـاء المـاء مـع معرفـة ميزاتـه الهيدروجيولوجيـة، كالناقليـة، المسـامية و قدرتـه التخزينيـة، هـذه الميـزات تتأثـر بخصائـص الطبقـات الصخريـة التـي يخترقهـا البـئر نفسـه، مـن حيـث سـمك الطبقـة الحاملـة للميـاه، و نـوع التكويـن الجيولوجـي، وحجـم ونسـبة المسـامات الموجـودة بـين حبيبـات الوسـط المسـامي، وغيرهـا مـن العوامـل الأخـرى المؤثـرة عـلى هيدروجيولوجيـة الآبـار العميقـة بالمنطقـة.

كل الخصائـص سـابقة الذكـر، ذات أهميـة بالغـة مـن حيـث تأثيرهـا المباشر،وغير المبـاشر عـلى إمكانـات الخـزان الجـوفي التخزينية،والإنتاجية،ومـن ثـم تحـدد كميـة وحجـم الميـاه التـي يمكـن أنْ ينتجهـا كل بـئر. في هـذا الصـدد ومـن خـلال النتائـج التـي تـم التوصـل إليهـا، يمكـن إعطـاء وصـف مختـصر لأهـم الخصائـص الهيدروجيولوجية والليثولوجيـة للآبـار قيـد الدراسـة كمـا يـلي:

1.10 . أعمـاق الآبـار: هنـاك علاقـة وثيقـة بين أعمـاق الآبـار العميقـة، المتصلـة بالخزان الجـوفي العميق(أبـو شـيبة)، و الخصائـص الجيومورفولوجيـة لسـطح الأرض، لذلـك نلاحـظ أنَّ أعمـاق الآبـار تتبايـن مـن مـكان إلى آخـر، باختـلاف تضاريـس المكان،فمـن خـلال البيانـات المتعلقـة بأعمـاق الآبـار الناضبـة بمنطقـة الدراسـة، نجـد أنَّ أعمـاق

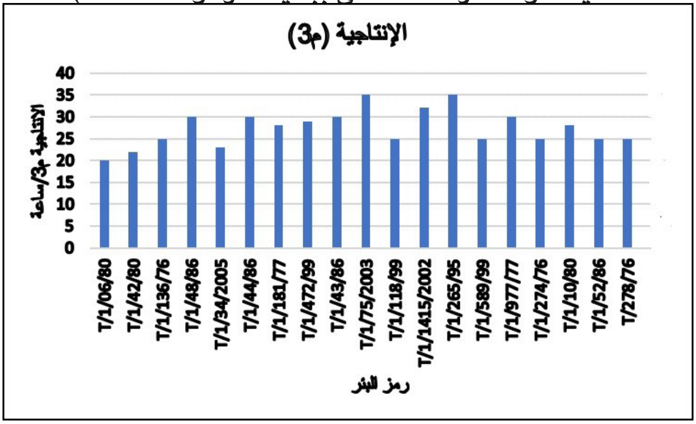
الآبـار تـتراوح مابـين650-407 م. هـذا الاختـلاف في أعمـاق الآبار،يرجـع إلى التغايـر في مواقـع الآبـار بالنسـبة لتضاريـس سـطح الأرض، حيـث نلاحـظ أنَّ الآبـار التـي حُفـرت في مناطـق أقـل ارتفاعـاً تكـون أقـل عمقاً،بعكسـها الآبـار التـي تـم حفرهـا في مناطـق مرتفعـة نسـبياً تكـون هـي أكثـر عمقـاً مـن ذلك(شـكل 6).



شكل (6): أعماق الآبار العميقة الناضبة

2.10 إنتاجية الآبار:

إنتاجيـة الآبـار الناضبـة عنـد بدايـة اسـتغلالها تراوحـت مـا بـين 22 – 35 م3 / السـاعة (شـكل 7).وهـي في مجملهـا تُعـد إنتاجيـة منخفضـة إلى متوسـطة، مقارنـة بإنتاجيـة آبـار عميقـة أخـرى بالمنطقـة، لـم تتعـرض للنضـوب ومـا زالـت منتجـة للميـاه الجوفيـة، حيـث وصلـت إنتاجيـة بعـض آبارهـا إلى 70 م3/ السـاعة (بيانـات الشركـة العامـة للميـاه والـصرف الصحـي ببلديـة ترهونـة، 2020).



شكل (7): إنتاجية الآبار عند بداية التشغيل

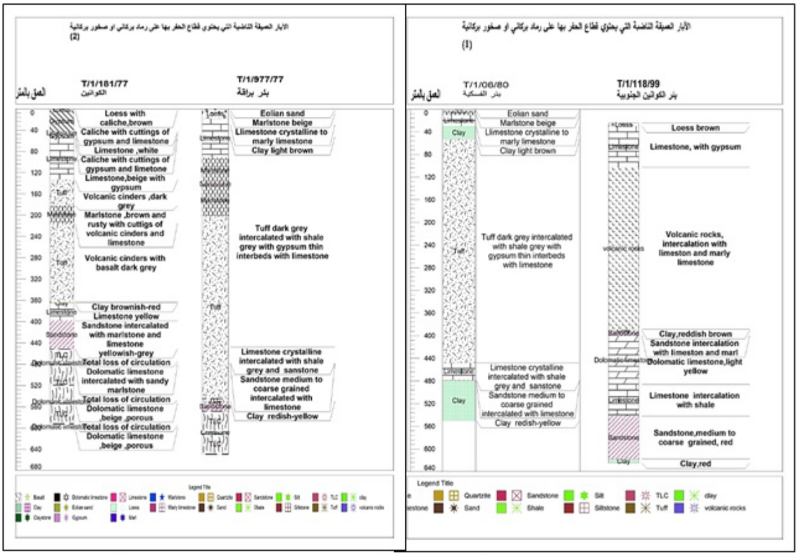
3.10 التوصيف الصخري لقطاع الحفر:

التوصيف الصخري لقطاع الحفر للآبار العميقة يساعد في معرفة نوعية الصخور المتكونة منها الطبقات الصخرية تحت الأرضية،وهو عبارة عن سجل طبقي يتضمنه التقرير الخاص بالبئر، الذي هو عبارة عن جدول يضم أرقاماً صحيحة تبين بداية كل طبقة صخرية ونهايتها،موضَحاً عليها عمق كل طبقة صخرية بالنسبة لسطح الأرض، بالإضافة إلى أنَّه يحتوي على وصف لمكونات كل طبقة صخرية، من حيث أنواع الصخور،مكوناتها المعدنية،حجم حبيباتها ،لونها ومدى اختلاطها بأنواع أخرى من الحبيبات الصخرية(AQUAVEO, 2014).

باستخدام بيانات التوصيف الصخري الموجودة بملفات الآبار قيد الدراسة،التي تضم بيانات التتابع الطبقي للمكونات الصخرية، المشكِّلة لقطاع الحفر بكل بئر؛ يمكننا الحصول على العمود الاستراتيجرافي المبين لنوعية الطبقات الصخرية، و سمكها ونوع تكوينها، وبذلك يمكن أنْ نتعرف أو نحدد ظروف نشأتها و تكوينها، ويمكن أيضًا معرفة خصائصها الهيدرولوجية، خاصة فيما يتعلق بمساميتها، و قدرتها على نقل المياه الجوفية وإمرارها إلى الآبار، وفي نفس الإطار، يمكننا معرفة نوعية وخصائص الطبقة الحاملة للمياه (الخزان الجوفي) ومدى قدرتها على إنتاجية المياه الجوفية.

في هذا الجانب، بعد الحصول على مخرجات التوصيف الصخري للآبار الناضبة بمنطقة الدراسة،والموضحة بالعمود الاستراتيجرافي لكل بئر، يمكن تقسيم الآبار إلى قسمين رئيسيين هما:

1 – آبار ناضبة احتوى قطاعها على مكونات صخرية بركانية أو رماد بركاني (شكل 7)، وبلغ عددها ستة آبار، حيث لوحظ وجود الرماد البركاني في بئرين هما T/1/977/77، و T/1/181/77 بينما احتوت الأربعة آبار الباقية على صخور البازلت، مع وجود طبقات من الطين الصفائحي (Shale) معدوم النفاذية، في هذا الإطار، تعد الصخور النارية صخوراً مصمتة معدومة النفاذية إلا إذا احتوت على شقوق متصلة، و هي في أصلها غير قادرة على تخزين وإعطاء المياه الجوفية، ولا يمكنها أنْ تكوِّن خزاناً جوفياً ذي إنتاجية عالية، إلَّا في حالات نادرة، ولذلك، فإنَّ الآبار المحفورة في هذا النوع من التكوينات الجيولوجية عادة ما تكون ضعيفة، أو محدودة الإنتاجية، بسبب ضعف خواصها الهيدرولوجية التي تساعد على تخزين و حركة المياه الجوفية.

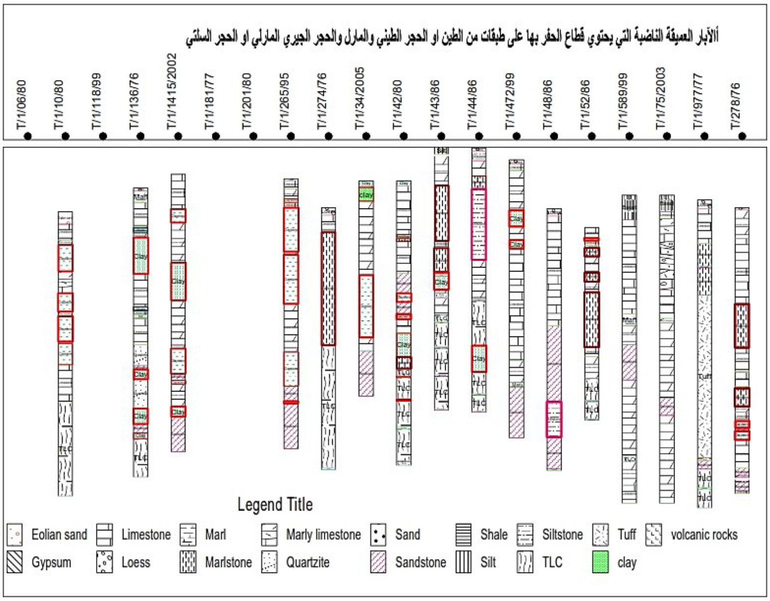


شكل (7): قطاع رأسي لآبار ناضبة تحتوي على طبقات من الصخور البركانية.

من جانب آخر، فإنَّ الرماد البركاني الموجود بالبئرين المشار إليهما آنفا، ظهر على شكل طبقة سميكة بالبئر الذي رمزه T/1/977/77، حيث وجود الرماد البركاني مختلطاً بإنسيابات البازلت على عمق 200 م تحت سطح الأرض،وبسمك 243 م،بذلك، فإنَّ هذا السمك الكبير للصخور البركانية سيعيق عمليتي تخزين وحركة المياه الجوفية، وسيقلل من قدرة البئر على إنتاجية المياه. في حين أنَّ البئر T/1/181/77احتوى قطاع حفره على طبقتين منالرماد البركاني، الأولى على عمق 133 م تحت سطح الأرض،وبسمك 49 م،والثانية كانت على عمق 215 م،وسماكتها وصلت إلى 149م، وعليه يمكن القول إنَّ وجود هذا الرماد البركاني بالبئر، عَمِلَ على الحد من جودة الخصائص الجيوهيدرولوجية، التي تساعد الطبقة الحاملة للمياه الجوفية على تخزين ونقل المياه الجوفية إلى داخل البئر. إضافة إلى ما سبق ذكره، فإنَّ البئرين اللتين رمزيهما T/1/589/99، و T/1/75/200، و اللتين حُفرتا بمنطقة و شتاته جنوب غرب ترهونة، احتوتا على صخور البازلت في طبقاتها العلوية، و بسمك 52 م، و 35 م على التوالي (شكل 8)، و من ثم فإنَّ وجود صخور البازلت الصلبة، و المصمتة أعلى نطاق البئر، و بسمك كبير نسبيا قد أعاق بشكل كبير عمليات التغذية الرأسية للخزان الجوفي بالمنطقة، ما أدى إلى محدودية إنتاجية تلك الآبار التي حفرت في هذا النوع من الصخور النارية.

2 – القسم الثاني من الآبار الناضبة، احتوت طبقاتها الصخرية بعمودها الاستراتيجرافي على طبقات الطين، والحجر الطيني في عدد ثلاث عشرة بئراً منها،

حيث تظهر بالشكل(9) محاطة بخطوط حمراء تَدرَّج سمكها ما بين 6 – 130 م (جدول 3)، بينما وُجدتْ طبقات سميكة من المارل، و الصخر المارلي، و صل سمكها في بعض الآبار الناضبة إلى أكثر من 200 م، و من المعروف أنَّ صخور المارل تحتوي على نسبة عالية من الطين المختلط مع الكالسيت، في حين أنَّ بعض الآبار الناضبة احتوت على طبقات السلت والصخور السلتية حيث تظهر بالشكل (9) محاطة بخطوط بنية اللون.



شكل (9): قطاع رأسي لآبار عميقة ناضبة احتوت على طبقات لصخور الطين والمارلوالسلت.

في هذا المجال، تُعد كل التكوينات الجيولوجية ذات المحتوى العالي من الطين، و الحجر الطيني، تكوينات جيولوجية قليلة النفاذية، و ذات معامل توصيل هيدروليكي ضعيف جدا (جدول 2)، حيث إنها في بعض الظروف تكون لها القدرة على تخزين المياه الجوفية (طبقة احتواء)، لكنها ليست لها القدرة الكافية لنقل وإمرار المياه الجوفية (كطبقة إنتاج)، في حين أنَّ صخور المارل و السلت تعد كطبقات تعطيل لا تسمح بمرور المياه الجوفية إلى الآبار بكميات اقتصادية؛ أيْ لا تكون البئر التي تحتوي قطاع حفرها على هذا النوع من التكوينات الجيولوجية ذي كفاية عالية من حيث الإنتاجية.

فمن خلال الجدول (2)، يمكن ملاحظة أنَّ معامل التوصيل الهيدروليكي، الذي يعبِّر عن قدرة التكوينات الجيولوجية على امراروحركة المياه الجوفية عَبَرَ الطبقات الحاملة للمياه،إلى داخل البئر يكون ضعيفاً جدا في تكوينات الطينوالمارلوالسلت.

جدول (2): أهم الخصائص الجيوهيدرولوجية للتربة والصخور

التوصيف الصخري	المسامية %	معامل التوصيل الهيدروليكي سم/ث	التوصيف الصخري	المسامية %	معامل التوصيل الهيدروليكي سم/ث
تكوينات مفككة			تكوينات صخرية غير مفككة		
الحصى	25 – 40	$10^{2} – 10^{-2}$	صخور البازلت المشققة	50 – 5	10^{-5} –1
الرمل	25 – 50	10^{-3} – 1	حجر جيري كارستي	50 – 5	10^{-4} –10
السلت	35 – 50	$10^{-2} – 10^{-3}$	حجر رملي	30 – 5	10^{-8}–10^{-4}
الطين	40 – 70	$10^{-3} – 10^{-7}$	حجر جيري دولومايتي	20 – 0	10^{-7} –10^{-4}
			حجرطيني صفائحي	10 – 0	10^{10} –10^{-7}
			حجر سلتي	10 – 0	$10^{-10} – 10^{-5}$

المصدر (Fetter, 2001)

ومن ثم فإنَّ وجود هذا النوع من الطبقات الصخرية،وبسمك كبير كما في (جدول 3)، يعمل على الحد من عملية نقل وحركة المياه الجوفية إلى داخل الآبار، ما يؤدي إلى إضعاف إنتاجيتها، ومن ثم حدوث عملية نضوب لهذه الآبار، خاصة تحت ظروف السحب الجائر الذي تتعدى فيه معدلات السحب معدلات التغذية، ما يعمل على حدوث هبوط لمنسوب المياه الجوفية بهذه الآبار،ومن ثم نضوبها بعد سنوات من استخدامها.

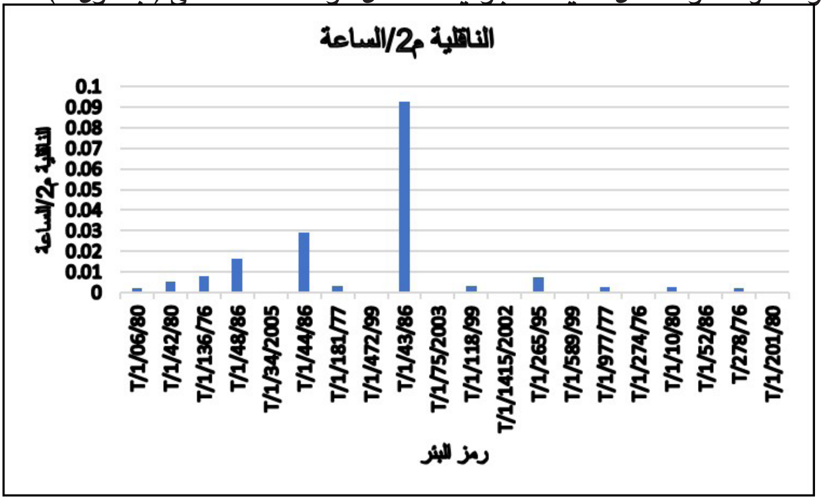
رمز البئر	من	الى	السمك بالمتر	نوع الطبقة	خصائصها الهيدرولوجية	رمز البئر	من	الى	السمك بالمتر	نوع الطبقة	خصائصها الهيدرولوجية
T/1/44/86	417	473	56	طين	طبقة احتواء	T/1/06/80	30	53	23	طين	طبقة احتواء
T/1/48/86	408	483	75	حجر سلتي	طبقة تعطيل		479	550	71	طين	طبقة احتواء
T/1/34/2005	14	43	29	طين	طبقة احتواء		236	255	19	حجر طيني	طبقة احتواء
	199	329	130	حجر طيني	طبقة احتواء		280	292	12	حجر طيني	طبقة احتواء
T/1/10/80	70	126	56	حجر طيني	طبقة احتواء		321	370	49	طين	طبقة احتواء
	171	210	39	حجر طيني	طبقة احتواء		370	396	26	حجر مارلي	طبقة تعطيل
	221	274	53	حجر طيني	طبقة احتواء	T/1/589/99	250	275	25	طين صفائحي	طبقة منع
	278	322	44	حجر طيني	طبقة احتواء		563	612	49	طين صفائحي	طبقة منع
T/278/76	451	465	14	حجر طيني	طبقة احتواء	T/1/1415/2002	74	102	28	طين	طبقة احتواء
	472	490	18	حجر طيني	طبقة احتواء		186	266	80	حجر طيني	طبقة احتواء
T/1/52/86	38	44	6	حجر طيني	طبقة احتواء		368	421	53	حجر طيني	طبقة احتواء
	44	60	16	حجر مارلي	طبقة تعطيل		435	443	8	طين	طبقة احتواء
	95	114	19	حجر مارلي	طبقة تعطيل		490	512	22	طين	طبقة احتواء
	137	252	115	حجر مارلي	طبقة تعطيل	T/1/265/95	61	154	93	حجر طيني	طبقة احتواء
T/1/201/80	85	145	60	حجر جيري مارلي	طبقة تعطيل		161	263	102	حجر طيني	طبقة احتواء
	145	163	18	حجر سلتي	طبقة تعطيل		366	438	72	حجر طيني	طبقة احتواء
	163	273	110	حجر مارلي	طبقة تعطيل		469	475	6	حجر طيني	طبقة احتواء
	273	311	38	حجر سلتي	طبقة تعطيل	T/1/43/86	82	197	115	حجر مارلي	طبقة تعطيل
	311	350	39	حجر مارلي	طبقة تعطيل		214	265	51	طين	طبقة احتواء
	353	400	47	حجر مارلي	طبقة تعطيل		273	300	27	حجر مارلي	طبقة تعطيل
	419	489	70	حجر جيري مارلي	طبقة تعطيل	T/1/472/99	107	140	33	طين	طبقة تعطيل
T/1/274/76	52	290	238	حجر جيري مارلي	طبقة تعطيل		170	188	18	طين	طبقة تعطيل
T/1/136/76	105	181	76	طين	طبقة احتواء		470	481	11	مارل	طبقة تعطيل
	251	260	9	طين صفائحي	طبقة منع						
	268	274	6	مارل	طبقة تعطيل						
	383	403	20	طين	طبقة احتواء						
	465	498	33	طين	طبقة احتواء						
	517	529	12	طين	طبقة احتواء						

جدول (3): بعض الآبار الناضبة التي تحتوي على طبقات لصخور الطين، المارل، والسلت.

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على سجلات الآبار

إضافة إلى ما سبق، يمكن الاستدلال على ضعف إنتاجية الآبار العميقة قيد الدراسة، نتيجة تأثير الخصائص الليثولوجية للطبقات الصخرية الموجودة بالخزان الجوفي، الذي حُفرت به هذه الآبار على خاصية الناقلية أو ما يطلق عليه أيضاً بالسماحية أو الإمرارية (Transmissivity)، التي تعبِّر عن معدل التدفق تحت التدرج الهيدروليكي،لمقطع رأسي عرضه 1 متر على كامل سمك طبقة المياه الجوفية المشبعة، و هو مقياس يبين مدى قدرة المياه الجوفية على الحركة داخل الطبقة الحاملة لها، و يتم الحصول على بيانات الناقلية من حساب علاقة رياضية بين معدل الضخ وما ينتج من البئر، بما يتناسب مع الانخفاض لمستوى المياه في طبقة المياه الجوفية(Mitchell, 2011).

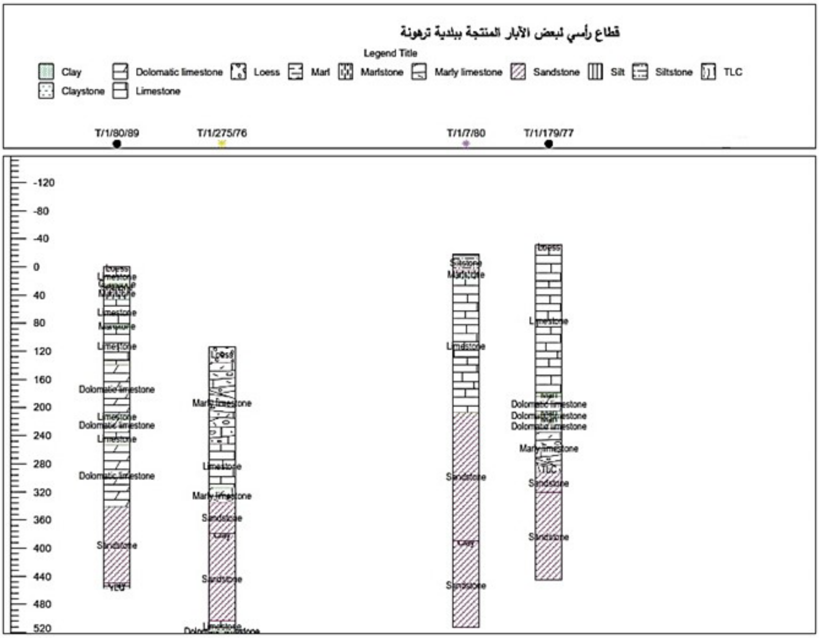
في هذا السياق، تم الحصول على بيانات الناقلية في ثلاث عشرة بئراً من الآبار الناضبة، هذه البيانات تم حسابها رياضيا عند إجراء تجارب الضخ لهذه الآبار،فبملاحظة الشكل (10)، يمكن استنتاج أنَّ ناقلية المياه الجوفية بالطبقات الصخرية التي حفرت بها الآبار الناضبة ضعيفة، حيث لم تتعد قيمتها 0.1 م2/ساعة،ويرجع سبب ذلك الضعف في الناقلية إلى وجود رواسب أقل نفاذية، مثل رواسب الطين، المارل والطمي في تسلسل التشكيلات الصخرية، التي تحد أو تمنع حدوث حركة وانتقال للمياه الجوفية خلال الوسط المسامي (جدول 2).



شكل (10): الناقلية في بعض الآبار الناضبة

من ناحية أخرى،عند مقارنة العمود الاستراتيجرافي للآبار الناضبة قيد الدراسة، مع مثيلاتها من الآبار التي ما زالت منتجة للمياه الجوفية بكميات اقتصادية،داخل حدود بلدية ترهونة (شكل 11)، يمكن ملاحظة أنَّ التتابع الطبقي في الآبار المنتجة لا يظهر فيه وجود لطبقات الطين، والحجر الطيني،أو طبقات الصخور النارية أو الرماد البركاني، وكذلك لم يحتوِي قطاع الحفر فيها على

المـارل أو الحجـر المـارلي، و إنْ وجـدت في بعـض الآبـار المنتجـة، مثـل هـذه التكوينـات الجيولوجيـة التـي تتصـف بناقليتهـا ونفاذيتهـا الضعيفـة لحركـة المياه الجوفية،فإنهـا تكـون بسـمك قليـل لا يؤثـر بشـكل واضـح عـلى إنتاجيـة تلـك الآبـار، ومـن ناحيـة أخـرى، عنـد الاطـلاع عـلى الشـكل (11)، يمكـن ملاحظـة أنَّ الآبـار المنتجـة، احتـوى قطـاع حفرهـا عـلى طبقـات سـميكة مـن الحجـر الرمـلي، المكـوِّن الأسـاسي لتكويـن ابوشـيبة ذي المسـامية و النفاذيـة العاليتـين نسـبيا، ممـا يسـمح لهـذا النـوع مـن الصخـور المسـامية بتكويـن خـزان جـوفي تتصـف آبـاره بالإنتاجيـة العاليـة، مقارنـة بالآبـار التـي ظهـرت فيهـا طبقـات الحجـر الرمـلي بسـمك أقـل.



شكل (11): قطاع راسي لبعض الآبار العميقة المنتجة ببلدية ترهونة

11. الخاتمة:

تعتمـد بلديـة ترهونـة اعتمـادا كليـا عـلى مـوارد المياه الجوفيـة، خاصـة الميـاه الجوفيـة المتحصـل عليهـا مـن الخـزان الجـوفي العميـق (أبوشـيبة)، الـذي تعرضـت بعـض آبـاره إلى النضـوب،أو ضعـف الإنتاجيـة إلى الحـد الأدنـى ممـا جعلهـا خـارج الخدمـة، مـن خـلال دراسـة وتحليـل الخصائـص الليثولوجيـة للعمـود الاسـتراتيجرافي المبـين للتابـع الطبقـي لقطـاع الحفـر بالآبـار الناضبة،تبـيَّن للباحثـيْن أنَّ هنـاك تأثـيرًا واضحًـا لنوعيـة الطبقـات الصخريـة مـن حيـث خصائصهـا الليثولوجيـة، المؤثـرة

بدورها على الخصائص الهيدرولوجية،المتعلقة بحركة وانتقال المياه الجوفية، والمساهمة في إنتاجية آبار المياه الجوفية. في هذا السياق، تبين من خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة، أنَّ الآبار الناضبة بمنطقة الدراسة ذات تتابع طبقي يحتوي على صخور نارية أو رسوبية ضعيفة النفاذية،وغير قادرة إما على تخزين المياه الجوفية بسبب ضعف مساميتها الأولية،وعدم احتوائها على مسامية ثانوية في تركيبها، تسمح بحركة الماء خلال طبقاتها الصخرية، أو غير قادرة على نقل وإمرار المياه الجوفية إلى الآبار، بسبب ضعفها في الناقلية نتيجة قوى الشد السطحي لحبيباتها الصخرية.وعليه، أصبحت هذه الطبقات الصخرية ضعيفة النفاذية،ما جعلها طبقات احتواء أو طبقات تعطيل أو طبقات منع لحركة المياه الجوفية، خاصة تحت ظروف التغذية الراسية للخزان الجوفي،ومع وجود هذه الطبقات المعطلة أو المانعة لحركة المياه الجوفية تحت ظروف السحب الجائر للمياه الجوفية على مدى سنوات طويلة، أدى ذلك إلى تناقص تدريجي في إنتاجية الآبار ومن ثم نضوبها وتوقفها عن العمل.

12. التوصيات:

1. المياه الجوفية أهم مورد حيوي في ليبيا،لذلك، يجب القيام بالدراسات والأبحاث العلمية التي تبحث في المشاكل والصعوبات التي تعيق استغلال هذا المورد وتحد من استدامته.
2. سن القوانين الرادعة والفاعلة التي من شأنها المحافظة على موارد المياه الجوفية،ومنع حفر آبار المياه الجوفية دون ترخيص.
3. التوسع في استغلال موارد مائية بديلة لموارد المياه الجوفية، مثل استخدام الأساليب الفاعلة لحصاد مياه المطر أو تحلية مياه البحر للحد من استنزاف وتدهور موارد المياه الجوفية.
4. القيام بدراسات مسحية جيولوجية وجيوفيزيائية لتحديد الأماكن المناسبة لحفر آبار المياه الجوفية ذات المردود الاقتصادي المثمر.

12.المراجع:

الشركة العامة للمياه والصرف الصحي ببلدية ترهونة، بيانات الآبار العميقة.

الهيئة العامة للمياه، سجلات آبار المياه الجوفية بمنطقة الجبل الغربي.

صالح حمد&جبريل خليفة. (2020). إدارة المياه الجوفية في إطارالادارة المتكاملة للموارد المائية. https://www.researchgate.net/publication/341163939

عمار،م. ا.،ع. (1998). الهيدرولوجيا التطبيقية. جامعة عمر المختار.

وائل معلا. (2020). ممارسة الادارة المتكاملة للمياه الجوفية.https://www.awarenet.info AWARENET

Ahmed, A. A. M. (2017). Geomorphological and Hydrogeological Characteristics of a deep Aquifer and its Impact by Environmental Factors, using GIS and RS Techniques.

AQUAVEO. (2014). Stratigraphy Modeling-Boreholes and Cross Sections Become familiar with boreholes and borehole cross sections in GMS. https://www.aquaveo.com/downloads-gms

Bunnefeld, N., Börger, L., Erlend, B., Basille, M., Hall, R., Ezard, T. H. G., Trierweiler, C.,

Minderman, J., & Mangel, M. (2007). PRACTICAL AND APPLIED HYDROGEOLOGY. Elsevier. http://elsevier.com/locate/permissions

Chesnaux, R., Lambert, M., Walter, J., Fillastre, U., Hay, M., Rouleau, A., Daigneault, R., Moisan, A., &Germaneau, D. (2011). Building a geodatabase for mapping hydrogeological features and 3D modeling of groundwater systems: Application to the Saguenay-Lac-St.-Jean region, Canada. Computers and Geosciences, 37(11), 1870–1882. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.04.013

Christie, A. M. (1966). Geology of the Gharian Area, Tripolitania, Libya. In Geological section.

Dirks, H. R. R. (2008). The Role of Geological Expertise in the Characterization of Regional Aquifer Systems.

El Hinnawy, M., and Cheshitev, G. (1975). Geologic map of Libya. Explanatory booklet, sheet Tarabuls NI33-13. IRC Tripoli. Libya.

EmhemedAlfandi. (2012). Early Mesozoic stratigraphy, sedimentology and structure of the Gharian area, north-western Liby. Plymouth University.

Fetter, C. W. (2001). Applied hydrogeology.pdf (p. 598).

Goudie, A. S. (2004). Encyclopedia of geomorphology: A-I. 1156. http://books.google.com/books?id=UHRU_6nUSR4C&pgis=1

Graf, W. L. (1982). Geomorphological techniques. In Journal of Hydrology (Vol. 57, Issues 3–4). https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90159-7

Makhlouf, I. M. (2006). Late Triassic-early Jurassic Neotethyan evolution at northern Gondwana (Jordan and Libya, Mediterranean region). GeologicaActa, 4(3), 371–376.

Mayouf, G. M. (2007). Evolution of a late triassic fluvial system, NW Libya. 168. http://etheses.dur.ac.uk/2856/

Meixner, T. (2008a). The Handbook of Groundwater Engineering. In Vadose Zone Journal (Vol. 7, Issue 4, p. 1314). https://doi.org/10.2136/vzj2008.0079br

Meixner, T. (2008b). The Handbook of Groundwater Engineering. In Vadose Zone Journal (Vol. 7, Issue 4). https://doi.org/10.2136/vzj2008.0079br

Mitchell, R. (2011). Ground-Water Hydrology Ground-Water Hydrology Topics.

Mukhtar Elaalem. (2010). The Application of Land Evaluation Techniques in Jeffara Plain in Libya using Fuzzy Methods Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Leicester by Mukhtar Elaalem Department of Geography University of Leicester September (Vol. 268, Issue September).

Muttoni, G., Garzanti, E., Alfonsi, L., Cirilli, S., Germani, D., &Lowrie, W. (2001). Motion of Africa and Adria since the Permian: Paleomagnetic and paleoclimatic constraints from northern Libya. Earth and Planetary Science Letters, 192(2), 159–174. https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00439-3

Tundisi, J. G. (2008). Water Resources in the Future: Problems and solutions. EstudosAvançados, 22(63).

United Nations Development Programmed, Regional Bureau for Arab States (RBAS), One UN Plaza, New York, New York, 10017 & All, 2015. https://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/HDR/ahdr2009e.pdf

التمثيل الخرائطي لشبكة مياه الشرب في مدينة طبرق سنة 2021

د. سالم عبد الرسول المهدي عطية1؛ د. بشير محمد عبد السلام الطيب 2
1محاضر بقسم الجغرافيا- كلية الآداب - جامعة طبرق؛ 2استاذ مساعد بقسم الجغرافيا- الآداب - جامعة طبرق.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى التمثيل الخرائطي لشبكة مياه الشرب في مدينة طبرق وتحديد مساراتها داخل الحيز الحضري للمدينة ،وتحديد تاريخ نوع الأنابيب وتصنيفها من حيث الأطوال والأحجام والعمر الافتراضي، بالاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية، خاصةً وأن منطقة الدراسة تفتقر لقاعدة بيانات حديثة لتواكب التطورات التكنولوجية؛ لذلك جاءت الدراسة الخرائطية لتمثل المخطط الأساسي للمدينة على خريطة موضوعية باستخدام(ARC GIS 10.3) في رسم الخرائط المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، وتحديد التوزيع المكاني لشبكات المياه ، فضلا عن المسح الميداني والبيانات التي أمكن الحصول عليها من خلال المؤسسات الرسمية، وخلصت الدراسة إلى أن هناك تباينا واضحا في مواصفات شبكات المياه و خصائصها بمنطقة الدراسة التي لا ترتقي إلى المستوى الجيد، فضلاً عن أن هناك خللاً في توزيعها مكانيا وعدم تفعيل دور التخطيط والتنفيذ، كما تفتقر المدينة إلى مصادر المياه وعدم وصول مراحل النهر الصناعي إليها الأمر الذي أدى إلى إنشاء محطة لتحلية مياه البحر عام 1977، وبين البحث أن شبكات مياه الشرب بالمدينة تعاني من تدني كفاءة مساراتها داخل الحيز الحضري للمدينة.

الكلمات الدالة: شبكة مياه الشرب، التمثيل الخرائطي، مدينة طبرق، الحيز الحضري.

Cartographic representation of the drinking water network in Tobruk city in 2021

Abstract

This research aims to demonstrate the cartographic representation of the drinking water network in Tobruk city, and determining its paths within the urban space of the city, and determining the date and classification of the type of pipes in terms of lengths, sizes and life span, depending on GIS techniques, especially that the study area suffers from a clear lack of database preparation modern to keep pace with technological developments; Therefore, the geographical study came to represent the basic plan of the city on an objective map (ARC GIS 10.3) in drawing maps and satellite visuals for the study area, and determining the spatial distribution of water networks, in addition to field surveys and data that could be obtained through official institutions. The study concluded that there is a clear discrepancy in the specifications and characteristics of the water networks in the study area, which do not rise to a good level, in addition to the fact that there is a defect in their spatial distribution and the lack of activation of the role of planning and implementation. A seawater desalination plant in 1977, and the research showed that the city's drinking water networks suffer from low efficiency of their paths within the urban space of the city.

Key words: Drinking water network, cartographic representation, city of Tobruk, urban space.

1. المقدمة :

تبوأ علم الخرائط مكانةً مهمة في الدراسات الجغرافية وخاصة بعد التطور التكنولوجي الذي ظهر في علوم تطبيقية عدة، فقد مكن هذا العلم الجغرافيا من الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات في الدراسات الجغرافية المختلفة ، وإعداد قاعدة بيانات وتمثيل هذه البيانات خرائطياً ؛ كون الخارطة أفضل وسيلة جغرافية قادرة على توصيل المعرفة العلمية بأسلوب فني وعلمي مبسط.

تعاني المدن الليبية من مشكلة توفير خدمات البنية التحتية ومنها المياه، وبات من الواضح عجز الجهات المسؤولة عن توفيرها بشكل يتناسب مع نمو السكان والتطور العلمي الذي يشهده العالم اليوم بشكل متسارع والذي يحدد إمكانات الدولة المادية والفنية والبشرية ومدى صلاحية بنيتها التحتية .تُعد دراسة شبكات مياه الشرب من الأمور الأساسية داخل الحيز الحضري للمدينة، ومدى توفر المياه والمحافظة عليها فهناك حاجة ماسة إلى وضع سياسة للمياه والأراضي، تتجلى في حماية المناطق الحضرية والصناعية والزراعية والريفية.

كما تشكل شبكات المرافق العامة والبنى التحتية دوراً أساسياً في نمو المدن ومنها شبكات خطوط المياه كونها إحدى أركان البنية الأساسية للمدن وتسهم في التنمية العمرانية والاجتماعية لأي مدينة، وبناءً على ذلك جاء هذا البحث لبيان التمثيل الخرائطي لشبكة مياه الشرب لمدينة طبرق، فالمياه المقدمة للسكان في مدينة طبرق غير صالحة للشرب، بسبب تهالك شبكة خطوط المياه المصنوعة من مادة (ديكتايل/ حديد الزهر) و على الرغم من أن مدينة طبرق توجد بها محطة لتحلية المياه إلا أنها لا تكفي لسد حاجة السكان، كما أن شبكة المياه تختلف من حي لآخر حسب أنواع المواسير وأحجامها، ولعل هذه الدراسة تسلط الضوء على هذا الجانب الخاص بنوعية شبكة مياه مدينة طبرق وهو التمثيل الخرائطي لها من خلال استخدام مرئيات فضائية لمراكز المحابس الأساسية والثانوية ، فضلاً عن الدراسة الميدانية التي يتخللها مقابلات شخصية للمسؤولين.

تقع مدينة طبرق في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا، ويحدها من الشمال، والشرق البحر المتوسط، ومن الجنوب الحافة الشمالية لهضبة البطنان، ويحدها من الغرب منطقة كروم الخيل (وزارة المواصلات والنقل/ فرع طبرق) أما فلكياً فتقع عند التقاء دائرة العرض ً5،َ4 ، 32 شمالاً مع خط طول ً58 ، 23،َ27 شرقاً وتعد مدينة طبرق هي عاصمة إقليم البطنان وقد بلغ عدد سكانها 138282 نسمة (السجل المدني طبرق بيانات غير منشورة 2014) وبلغ مساحتها 21.91301 كم2.

2. مشكلة البحث :

تمثلت في تساؤلات البحث وهي كالآتي :

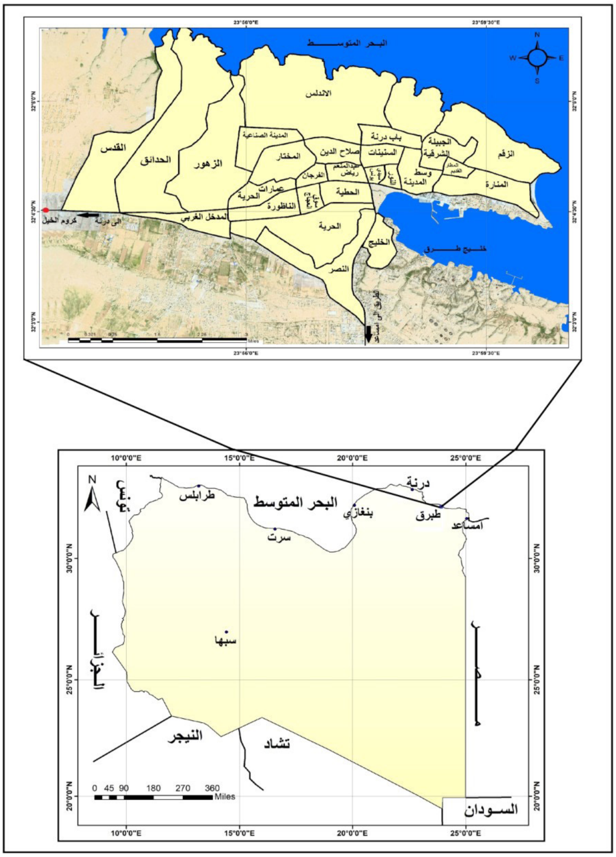
1 – ما مدى كفاءة وتباين شبكة توزيع مياه الشرب في الأحياء السكنية بمدينة طبرق ؟

2 - هـل يؤثـر اتسـاع المسـاحة العمرانيـة للأحيـاء السـكنية في المدينـة سـلبًا على شـبكة ميـاه الشرب؟
3ـ هـل المعايـير المسـتخدمة في مواسـير شـبكة ميـاه المدينـة مطابقـة للمواصفـات والقياسـات العالميـة؟

3. فرضيات البحث :
1ـ أن هنـاك تباينـا واضحـا في خطـوط شـبكات الميـاه التـي لا ترتقـي إلى المسـتوى الجيـد.
2 - هنـاك خلـل في توزيـع ميـاه الـشرب بالمدينـة وعـدم تفعيـل التنـاوب في توزيـع حصـص ميـاه الـشرب عـلى الأحيـاء السـكنية .
3 - خدمـات البنـى التحتيـة في مدينـة طـبرق في تراجـع مسـتمر، ولا تخضـع للمقاييـس العالميـة وخاصـة شـبكات الميـاه .

4. أهداف البحث :-
أ- التعـرف عـلى شـبكات توزيـع ميـاه الـشرب الحاليـة مـن حيـث المسـارات داخـل الحيـز الحـضري للمدينـة، وتحديـد تاريـخ نـوع الأنبـوب وتصنيفـه مـن حيـث الطـول والحجـم والعمـر الافـتراضي.
ب- تحديـد المسـاحة العمرانيـة للأحيـاء السـكنية مـن جهـة، وأطـوال شـبكة الميـاه في كل حـي مـن جهـة أخـرى، وتحديـد التفـاوت ونسـب العجـز المائـي بـين أحيـاء المدينـة بنـاءً عـلى احتيـاج عـدد السـكان .
معرفـة مواقـع الخزانـات الرئيسـة لميـاه الـشرب وتحديدهـا في الأحيـاء السـكنية الحاليـة، كذلـك تحديـد الخزانـات الحديثـة وفـق الموقـع الجغـرافي المناسـب لهـا بغيـة توزيـع الميـاه للمدينـة في ظـل التوسـع العمرانـي الـذي شـهده المخطـط الحـضري.
توظيـف التقنيـات الجغرافيـة الحديثـة لإعـداد خرائـط موضوعيـة خاصـة بشـبكة توزيـع ميـاه الـشرب في أحيـاء المدينـة والالتـزام بالأسـس والقواعـد العامـة للخرائـط .
5. أهمية البحث :
تأتـي أهميـة البحـث في كونـه يمثـل موضوعـاً حيويـاً، حيـث حظـي موضـوع ميـاه الـشرب باهتمـام كثـير مـن الجغرافيـين، وتعـد دراسـة ميـاه الـشرب في مدينـة طـبرق ذات أهميـة كبـيرة نظـراً لكـبر حجمهـا العمرانـي والسـكاني ممـا يشـكل ضغطـاً عـلى شـبكات الميـاه الحاليـة، وتأتـي أهميـة البحـث في أنـهُ يـبرز دور التمثيـل الخرائطـي في الكشـف عـن واقـع شـبكات ميـاه شرب وطبيعتهـا بالمدينـة الحاليـة عـن طريـق توظيـف تقنيـة نظـم المعلومـات الجغرافيـة لبنـاء قاعـدة بيانـات لشـبكة ميـاه المدينـة خاصـة بهـا؛ فهـي تسـهل للباحثـين والجهـات المعنيـة الاسـتفادة منهـا، كذلـك إمكانيـة تحديثهـا مسـتقبلاً، ممـا يسـهم في إثـراء المكتبـات العلميـة في هـذا المجـال، وتقديـم خارطـة موضوعيـة للمدينـة مـن حيـث الشـكل المورفولوجـي لشـبكات ميـاه

الــشرب، وهــي تعــد أول دراســة شــاملة لشــبكة ميــاه الــشرب بالتمثيــل الخرائطــي للمدينــة باســتخدامGIS)).



المصدر إعدادالباحث استناداً على :

1ـ المخطط الأساسي لمدينة طبرق 2010.

2ـ مرئية فضائية باستخدام برنامج GIS 10.3 .

الشكل (1) الموقع الجغرافي لمدينة طبرق

6. منهجية البحث:

اســتخدم البحــث عــدداً مــن المناهــج المتبعــة في مجــال التمثيــل الخرائطــي أو ذات الصلــة بــه، مــن أجــل تحقيــق أهــداف البحــث وبأســلوب علمــي، حيــث اســتند البحــث بشــكل أســاسي عــلى المنهــج الاســتقرائي الــذي يعتمــد عــلى ملاحظــة الظاهــرة المدروســة وعــلى أساســها تُبنــى عــدة فرضيــات تســتعمل في التفســير، إلى جانــب ذلــك

استخدم المنهج التحليلي من خلال الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية، والمرئيات الفضائية لغرض إدارة البيانات والتعامل معها وتحويلها إلى أشكال خرائطية بالاعتماد على البيانات الوصفية، كما تمت الاستعانة ببعض المصادر المتوفرة من الكتب والرسائل العلمية والبحوث المنشورة فضلاً عن السجلات الرسمية مثل السجل المدني وغيرها، كما اعتمد البحث على جمع البيانات من المؤسسات الحكومية ذات العلاقة بالبحث أو العاملين فيها من ذوي العلاقة فضلاً عن المقابلات الشخصية، و تم استخدام المعادلات الرياضية كالمعادلة الأسية في عمليات الإسقاطات السكانية لسكان المدينة عام 2021 لكافة أحياء المدينة كلاً على حدة، فضلا عن الدراسة الميدانية.

7. الدراسات السابقة :

بعد الاطلاع على مجموعة من الكتب والرسائل والدراسات العلمية ذات الصلة كانت أهم الدراسات السابقة متمثلة فيما يلي:

دراسة (بوحليقة 2012) جودة الحياة في مدينة طبرق، وتناولت الدراسة مستويات جودة الحياة بين أحياء مدينة طبرق وتوصلت الدراسة إلى أن مؤشر اتصال المنزل بشبكة مياه الشرب وصل إلى 33% من جملة منازل عينة الدراسة بشبكة مياه الشرب، وأوصت الدراسة بإعطاء الأولوية لإنشاء شبكات البنية التحتية كشبكات مياه الشرب بجميع أحياء المدينة في المستقبل.

دراسة (انويجي 2014) مشكلة الإسكان في مدينة طبرق دراسة جغرافية توصلت إلى التعريف بحالة شبكات مياه الشرب وتوزيعها الجغرافي في أحياء المدينة، وأن هناك أربعة أحياء سكنية فقط تتمتع بشبكة مياه جيدة وتعمل بكفاءة عالية وهي الأحياء الواقعة في شرق المدينة، وأوصت الدراسة بتغيير شبكات المياه القديمة التي انتهى عمرها الافتراضي منذ زمن في العديد من الأحياء السكنية واستبدالها بشبكات حديثة.

دراسة (الصول 2018) التباين الكمي لإمدادات المياه عبر الشبكة العامة للمياه ببلدية مصراتة وتوصلت الدراسة إلى أن انتهاء العمر الافتراضي لجزء من الشبكة العامة للمياه أسهم في فقدان كميات من المياه، وأوصت الدراسة بالبدء في تنفيذ محطة معالجة مياه البحر كبديل استراتيجي عن مياه النهر الصناعي .

- دراسة (العبيدي 2019) النمو الحضري وأثره على استهلاك المياه بمدينة طبرق، وتوصلت الدراسة إلى أن الفاقد من المياه جراء تهالكها وقدمها وربط توصيلات عشوائية غير قانونية لسحب المياه المخصصة للقطاع المنزلي من الشبكة الرئيسة لأغراض زراعية هي من العوامل الرئيسة التي تؤدي إلى العجز المائي المخصص لشبكة المدينة، كما أوصت بالعمل على إنشاء خزانات علوية لجمع مياه الشرب في مواقع متوسطة من شبكة التوزيع في أماكن مختلفة مع مراعاة التوسع العمراني للمدينة.

8. التوزيع الجغرافي لسكان المدينة

يعد توزيع السكان بين الأحياء السكنية، ومعرفة أي المناطق ذات الأعداد العالية وأي منها منخفضة، وكما يعد تمثيل خرائط التوزيع العددي أصدقها تعبيراً وأكثرها استخداماً خاصة إذا أحسن إعدادها وإخراجها كونها تعكس صورة واقعية لانتشار السكان ودرجة تركزهم وتزاحمهم (سري، 2011) ويمثل عنصر السكان أحد أهم العناصر البشرية التي لا غنى عنها في الدراسات الجغرافية لاسيما البشرية منها ؛ ذلك لما له من أهمية، وفي هذا الصدد سوف نتناول عدد السكان في المدينة وتوزيعهم حسب الأحياء البالغ عددها (25) حياً سكنيا كما هو في الجدول (1).

ومن خلال آخر البيانات الأولية للتعداد السكاني لعام 2012 فإن عدد سكان المدينة لعام 2021 قد بلغ (187009) نسمة، وقد كان موزعاً بين الأحياء السكنية كما هو في الجدول (1) وقد لوحظ أن هناك تفاوتاً في نسبة التركز السكاني بين تلك الأحياء، كما أن وهناك تفاوتاً في المساحة التي يمتد عليها كل حي سكني ولم ترتبط نسبة عدد السكان بالمساحة وحجمها، حيث هناك أحياء تمتد على مساحة صغيرة نسبياً مقارنة بغيرها وتحوي عدد أكبر من السكان، والعكس صحيح .

ويتضح من الجدول (1) أن حي الحدائق احتل المرتبة الأولى من حيث عدد السكان وكانت نسبة عدد السكان فيه قد وصلت إلي 9.7 % من جملة عدد سكان المدينة ثم يليه حي المختار الذي بلغت نسبة سكانه 8.9 % من جملة عدد سكان المدينة، وجاء حي الأندلس في المرتبة الثالثة بنسبة بلغت 8.7 % من جملة عدد سكان المدينة، في حين سجلت أقل نسبة لعدد السكان بين أحياء المدينة بحي الحطية وقد بلغت 0.76 % من جملة عدد سكان المدينة.

9. مياه الشرب في مدينة طبرق :

تعد شبكة مياه الشرب من المرافق المهمة التي يجب أنُ تولى اهتماماً خاصاً من قبل الإدارة المحلية والهيئات التخطيطية، حيث أن تحسين مستويات المعيشة وتأمين احتياجات السكان من المياه والمأكل من أهم أهداف التنمية العمرانية (مصلحي، 2001)، وتعد المياه من أهم عناصر البنية الأساسية بالنسبة للسكان، وتعتمد مدينة طبرق على محطة تحلية مياه البحر المُقامة على ساحل المدينة لسد حاجة سكانها للحصول على مياه الشرب وهي المحطة الوحيدة التي تمد المدينة بالمياه المحلاة.

الجدول (1) المساحة العمرانية وعدد ونسبة السكان لكل حي سكني في مدينة طبرق للعام 2021

ت	الأحياء السكنية	المساحة / كم2	السكان 2021		الرتبة
			العدد	النسبة المئوية	
1	وسط المدينة	1.083669	12524	6.6%	5
2	سوق العجاج	.5422110	5397	2.9%	13
3	حي النور	0.178255	3071	1.6%	17
4	حي الحطية	0.207035	1439	0.76%	25
5	عبدالمنعم رياض	0.636887	1939	1.0%	22
6	الجبيلة الشرقية	0.172206	7576	4.0%	11
7	المطار القديم	0.186378	11830	6.3%	8
8	السنينات	0.511202	2456	1.3%	20
9	باب درنة	0.852107	6596	3.5%	12
10	سيدي يونس	0.160704	1829	1.0%	23
11	المنارة	1.083669	11320	6.0%	9
12	عمارات الحرية	0.712927	12109	6.4%	6
13	صلاح الدين	0.519619	3081	1.6%	16
14	حي الزهور	1.253992	10639	5.6%	10
15	الفرجان	0.174248	2770	1.5%	18
16	المختار	1.055652	16766	8.9%	2
17	حي النصر	1.747906	12104	6.4%	7
18	حي الحرية	1.955163	13808	7.3%	4
19	حي الخليج	0.768497	2519	1.3%	19
20	الأندلس	3.269621	16459	8.7%	3
21	الحدائق	2.407825	18315	9.7%	1
22	القدس	1.057871	5236	2.8%	15
23	الناظورة	0.328517	1743	0.9%	24
24	المدخل الغربي	0.409187	2168	1.1%	21
25	الزقم	0.637660	5315	2.8%	14
المجموع	21.91301	189009	100%		

المصدر إعداد الباحث استنادا على :

- (بوحليقة، 2012، ص49 (
- مرئية فضائية WGS_1984_UTM_Zone_35N.
- معادلة الإسقاطات السكانية حسب أخر البيانات الأولية للتعداد السكاني 2012

1.9 محطة تحلية المياه بمدينة طبرق :

أُنشئت المحطة عام 1977 – 2002 لغرض تزويد المدينة بالمياه والكهرباء وهي تعد المصدر الأساسي والرئيس للمياه في المدينة ، وقد بلغت الطاقة الإنتاجية لهذه المحطة حوالي 64 ألف م3 في اليوم ، وتوجد بها وحدتان لتحلية المياه أي إنتاج مياه الشرب (القديمة والحديثة)، أما القديمة فتبلغ إنتاجيتها 24 ألف م3 في اليوم يتم الاستفادة منها في توليد الكهرباء، ويتم تغذيتها من مياه البحر من خلال أنبوب يمتد حوالي 170م داخل البحر كما هو في الشكل (2) وهي تعمل بطريقة التبخير متعدد المراحل لإزالة الملوحة من مياه البحر، وهي الآن خارج الخدمة (العبيدي،201، ص 69). أما المحطة الحديثة التي تم أنشاؤها عام2002 وهي تعمل بثلاث وحدات لإنتاج المياه المحلاة بسعة 40 ألف م3 في اليوم ويتم تغذيتها من البحر عن طريق أنبوبين دائريين بقطر 1.6 م وبطول 170م لكل منهما .

المصدر : المكتب الإعلامي لمحطة تحلية مياه مدينة طبرق 2018.

الشكل (2) محطة تحلية المياه بمدينة طبرق

10. التمثيل الخرائطي لشبكة مياه الشرب في مدينة طبرق

1.10 شبكة مياه الشرب

تعتمد العديد من الدول التي تعاني من نقص كبير في المياه على إقامة محطات تحلية قائمة على تحلية مياه البحر لغرض سد حاجة سكان المناطق الحضرية (الدليمي، 2015)، وفي طبرق يمر مشروع إيصال المياه إلى المدينة بأربع مراحل متتالية تبدأ بتحديد مصدر المياه ومن ثم معالجتها لتحويلها إلى مياه صالحة للشرب ، ثم نقلها بواسطة أنبوب النقل الرئيس إلى خزان التوزيع ، وتنتهي بتوزيعها على المدينة بواسطة شبكة التوزيع، وهذا ما كان بالتحديد في مدينة طبرق حيث إن مصدر المياه هو محطة طبرق البخارية وأن المحطة تضخ يومياً (36.360 م3) بواسطة ثلاث مضخات والقدرة الداخلة لكل محطة 200 كيلو وات وبكفاءة 68.8% وبضغط مطلق 11.5 بار، وبحمولة (1.225 م3 يومياً) إلى شركة البريقة لتسويق النفط ، و (7.081م3 يومياً) إلى شركة الخليج العربي للنفط (المهدي وآخرون، 2016، ص 50)، والباقي الذي يقدر (28.054م3 يومياً) يضخ على طول أنبوب النقل الرئيس بطول 7000 م وبقطر (600 مم) إلى الخزان الموجود في شركة المياه والصرف الصحي كما هو موضح في الشكل (3)، حيث إن طاقة هذا الخزان الاستيعابية تقدر بــ 50 ألف م3 ومن ثم توزع على المدينة بواسطة شبكة التوزيع التي تعتمد على عجلة الجاذبية الأرضية، وحالياً ومع التسريب الكبير في الخزان الموجود في الشركة الذي يتوقع زيادته مع الوقت ، فضلا عن أن المادة المصنع منها الخزان التي تسمى (Asbestos)محظورة من منظمة العمل الدولية في اتفاقيتها رقم 162 لعام 1986 في دورتها 92، (عبدالحميد المهدي وآخرون، 2016، ص 13) ، عليه تم عزل الخزان عن الخدمة وربط أنبوب النقل الرئيس بشبكة توزيع المياه مباشرةً .وبالتالي يمكننا القول إن شبكة التوزيع على هذه الحالة أصبحت تعتمد على الضخ لا الجاذبية الأرضية، كما أنها ممتدة من المحطة البخارية إلى المستهلك مباشرةً أي أن مشروع إيصال المياه في طبرق أصبح يمر بثلاث مراحل فقط وقد تم دمج المرحلة الثالثة، والرابعة في مرحلة واحدة وهذا الأمر يعد غير تصميمي (الشركة العامة للمياه والصرف الصحي طبرق).

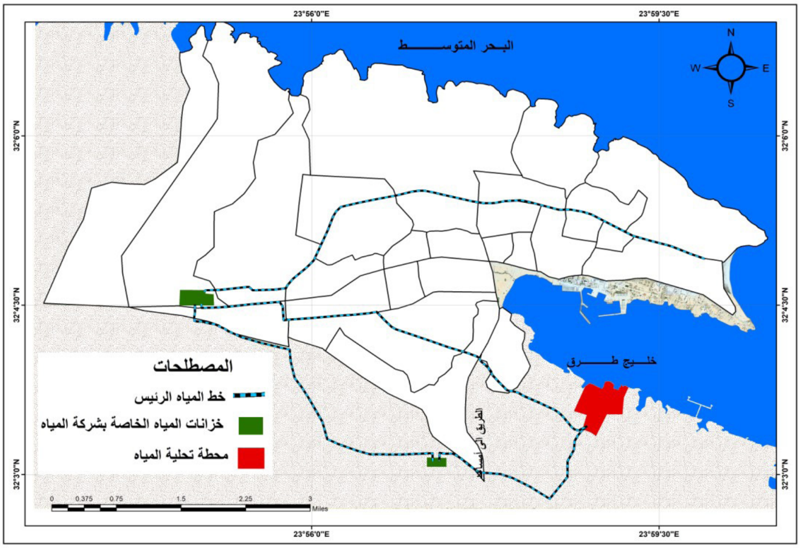
2.10 الأنابيب

مهمة شبكة توزيع المياه في المدينة هي نقل المياه الصالحة للشرب من محطة التحلية إلى الخزان الرئيس بالشركة العامة للمياه، وتوزيعها في أنحاء المدينة تحت ضغط كاف لاستخدامها في الأغراض المختلفة كالمنزلية أو الصناعية أو مقاومة الحرائق ، وتصميم شبكة الأنابيب بحيث توفر كميات كافية من المياه في حالات الاستخدام الاعتيادية، وفي الحالات الاستثنائية الطارئة كما يجب أن تحقق الشبكة المتطلبات القصوى لاستهلاك المياه اليومية أو الموسمية .

يتم نقل المياه عن طريق شبكات التوزيع من محطة التحلية إلى مكان استهلاكها ويتحكم في تصميم هذه الشبكة عوامل عدة مؤثرة في توزيع المياه

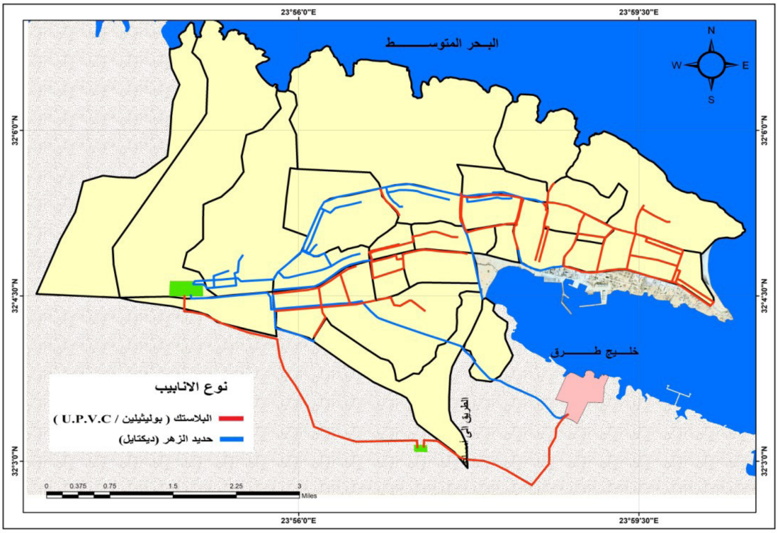
تتمثـل في طبوغرافيـة المدينـة والتعـداد السـكاني والاسـتهلاك والاحتياجـات اللازمـة، فضـلاً عـن نسـب الهـدر في المياه المسـتخدمة في التوزيـع مـن خـلال الأنابيـب، وينبغـي أن يكـون الهـدف دائمـاً تأمـين حصـول المسـتهلك عـلى مـا يكفيـه مـن المـاء بـلا انقطـاع وعـدم تلـوث المـاء في شـبكات التوزيـع.

أنشـئت الشـبكات الأرضيـة الأولى في المدينـة مـن مـادة (ديكتايل/الحديـد الزهـر) وهـي شـبكات قديمـة، أمـا الآن فهـي تعـد متهالكـة وتكثـر فيهـا التسريبـات والأعطـال ، وهـذه الأنابيـب موجـودة في شـبكة ميـاه المدينـة بطـول 31,017 كـم مـا نسـبته (36.25%) مـن جملـة أطـوال أنابيـب شـبكة ميـاه المدينـة كمـا هـو موضـح في الشـكل (4). أمـا الشـبكة الثانيـة فقـد أُنشـئت في المدينـة بعـد عـام (2000 م) ضمـن عمليـات البنـى التحتيـة مـن إنشـاء شـوارع جديـدة للمدينـة ورصفهـا بـإشراف جهـاز البنـى التحتيـة للمدينـة حيـث تـم مـد خـط الأنابيـب الجديـدة وهـي مصنوعـة مـن البلاسـتك (بوليثيلـين) وذلـك لمـا تتميـز بـه مـن مقاومـة للصـدأ ولعـدم تآكلهـا بسرعـة وهـذه الشـبكات في تزايـد مسـتمر طـولاً وقطـراً اسـتجابة للزيـادة السـكانية بالمدينـة، وتمتـد بطـول 54,544 كـم وهـي تشـكل نسـبة (63.75%) مـن جملـة أطـوال أنابيـب شـبكة ميـاه المدينـة كمـا هـو موضـح في الشـكل (4).



المصدر إعداد الباحثين استناداً على: - المخطط الأساسي لمدينة طبرق 2010.
- الشركة العامة للمياه والصرف الصحي.

الشكل (3) التمثيل الخرائطي لمصدر المياه إلى الخزان الرئيس للمدينة



المصدر إعداد الباحثين استناداً على : - المخطط الاساسي لمدينة طبرق 2010.
- الشركة العامة للمياه والصرف الصحي.

الشكل (4) التمثيل الخرائطي لأنوع أنابيب شبكة مياه مدينة طبرق

ويعد توصيل مياه الشرب إلى الأحياء السكنية من أهم العوامل التي تهدف إلى الرقي بالمستوى المعيشي والبيئي للسكان، من أجل سد حاجات السكان من مياه الشرب، ففي مدينة طبرق تعد شبكة نقل المياه هي حلقة الوصل بين محطة الإنتاج والمستهلكين، وتصميم أنابيب هذه الشبكة يكون بأقطار تتناسب مع كميات المياه المتدفقة خلالها، وبضغط كافي يغطي احتياجات المستهلكين، ولأن قطر الأنبوب وطوله يحددان سعته الحجمية، فمن الضروري أن تتناسب أطوال الشبكة وأقطار أنابيبها والسعة الحجمية لكل تجمع سكني مع كل من مساحته وعدد مبانيه وحجم سكانه (القحطاني، 2009، ص 123). ويؤثر تباين هذه المتغيرات على مستوى التجمعات السكانية المختلفة، وبالتالي تتباين كميات المياه المستهلكة، ويختلف متوسط نصيب الفرد من المياه بكل تجمع عمراني وتعتمد المدينة على نظام التشغيل بالتناوب للشبكات الأرضية وتتباين أنماط شبكة توزيع مياه الشرب بالمدينة، ويتضح من الجدول (2) والشكل (4) أن أطوال الأنابيب الخاصة وأنواعها بشبكة المياه قد بلغ طولها (85,561 كم)، منها 43,323 كم، مصنوعة من مادة من (ديكتايل/ الحديد الزهر) وتشكل نسبة

%50.63 من جملة أطوال أنابيب شبكة المياه، أما عن النوع الآخر فهو مصنع من البلاستك (بوليثيلين / U.P.V.C) بطول 42,238 كم ويشكل نسبة %49.36 من جملة أطوال أنابيب شبكة المياه.

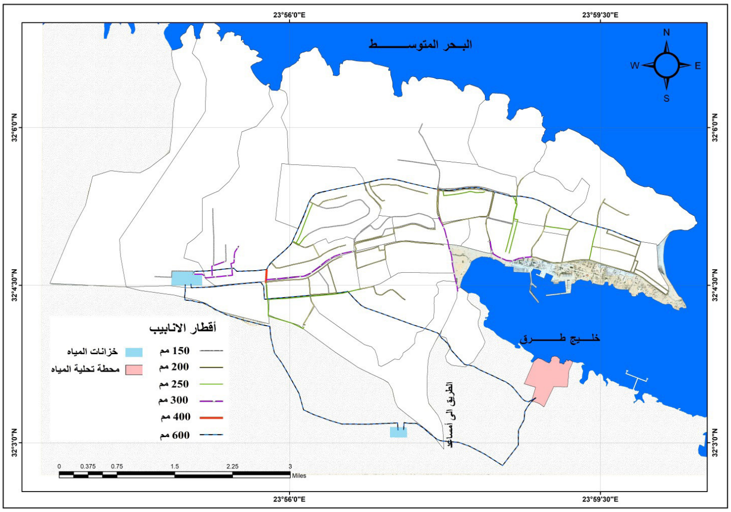
الجدول (2) أنواع أنابيب شبكة مياه مدينة طبرق وأطوالها

رقم الأنبوب	قطر الأنبوب (مم)	نوع الأنبوب	طول الأنبوب (متر)
1	600	ديكتايل	12,306
2	600	بوليثيلين	12,689
3	400	ديكتايل	240
4	400	بوليثيلين	30
5	300	ديكتايل	5,775
6	250	ديكتايل	4,189
7	250	بوليثيلين	4,729
8	200	ديكتايل	3,237
9	200	بوليثيلين	28,456
10	150	ديكتايل	5,270
11	150	بوليثيلين	8,640
المجموع	85,561		

المصدر: إعداد الباحثين استناداً على : - الشركة العامة للمياه والصرف الصحي طبرق .
- الميدانية 2021.
- حساب أطوال الأنابيب حسب مرئية فضائية WGS_1984_UTM_Zone_35N

يوضح الجدول (2) والشكل (5) أن الأنابيب تمتد من محطة التحلية إلى الخزان الرئيس الواقع بطول 14.995 كم منه 9.799 كم الخط القديم بقطر 600 مم والمصنوع من (ديكتايل/ الحديد الزهر) والأخر يبلغ طوله 5,196 كم وهو مصنوع من البلاستك (بوليثيلين / U.P.V.C). كما تبين أن شبكة أنابيب التوزيع التي تتفرع من الأنبوب الرئيس لتغطي أحياء المدينة هي بأقطار مختلفة تنحصر بين (-150 400 مم) والتي بلغ طولها 60,556 كم وهي تمثل أكثر من ثلثي إجمالي طول أنابيب شبكة مياه المدينة، كما تحتوي الشبكة على العديد من الملحقات كالتحويلات في أقطار الأنابيب والصمامات (المحابس) مثل صمام القفل والفتح للتحكم في التوقف ولتنظيم حركة المياه وبالتالي تساعد وتسهل في عمليات الصيانة لجميع عناصر الشبكة .

من خلال الشكل (5) يتضح أن عدد الأحياء السكنية في المدينة التي تعتمد على الشبكات الأرضية بالمياه بلغ حوالي 21 حي سكني حيث تصل إليها المياه ولكن بالتناوب بينما الأحياء التي تصلها الشبكة بنسبة أقل أو تنعدم في أغلبها مثل حي الحدائق والأندلس والقدس والزقم وهي أحياء كبيرة في المساحة العمرانية.



المصدر: إعداد الباحثين استناداً على: - الشركة العامة للمياه والصرف الصحي طبرق .
- الدراسة الميدانية 2021.

الشكل (5) التمثيل الخرائطي لأقطار أنابيب شبكة مياه مدينة طبرق

11. نتائج البحث:

أظهـر البحـث مجموعـة مـن النتائـج بنـاءً عليهـا كانـت مجموعـة مـن التوصيات ، بعضهـا آنيـة وبعضهـا مسـتقبلية للنهـوض بواقـع التمثيـل الخرائطـي لشـبكة مياه مدينـة طـبرق التـي كانـت عـلى النحـو الآتـي :

1. افتقـار المدينـة إلى مصـادر الميـاه الأمـر الـذي أدى إلى إنشـاء محطـة لتحليـة مياه البحـر عـام 1977 ، وخروجهـا عـن العمـل ثـم إنشـاء الثانيـة عـام 2002 ونتيجـة لعـدم الاهتمـام بهـا وعـدم صيانتهـا فقـد لوحـظ تراجـع في إنتاجهـا مـع تزايـد نمـو المدينـة.
2. انتهـاء العمـر الافـتراضي لشـبكة ميـاه المدينـة المتمثلـة في الأنابيـب المغذيـة لخزانات المدينـة وهـي مصنوعـة مـن (ديكتايـل/ الحديـد الزهـر) بطـول 9,799 كم .
3. مـن خـلال التمثيـل الخرائطـي لشـبكة ميـاه المدينـة اتضـح عـدم وصـول شـبكة ميـاه المدينـة وخاصـة في الأحيـاء كبـيرة المسـاحةً وكثيفـة السـكان مثـل حـي الأندلـس والزهـور والحدائـق .
4. بـين البحـث أن شـبكات ميـاه شرب المدينـة في كفـاءة مسـاراتها داخـل الحيـز الحـضري في تدنـي.
5. عـدم وجـود دراسـات دقيقـة وخرائـط خاصـة بشـبكة ميـاه المدينـة في كافـة

المؤسسات الحكومية بالمدينة وخاصة الشركة العامة للمياه والصرف الصحي و مجلس التخطيط العمراني و المجلس البلدي.

6. أكد البحث على أن لمصمم الخارطة دور في جعلها أكثر نضجاً وقدرة تعبيرية وذلك من اختيار الوسائل الخرائطية الملائمة والتباين اللوني للخارطة، كما أن لتنطيق الخارطة دور في جعل الخارطة وحدة متكاملة واتبع ذلك في معظم الخرائط وذلك بوضع لون لكل رمز تعبيري وإعطاء اسمه في جدول المصطلحات .

12. التوصيات:

صيانة وتحديث شبكة مياه المدينة وخاصةً الأنابيب التي لا تخضع للمعايير العالمية وهي المصنوعة من مادة (ديكتايل/ الحديد الزهر) في الخط الرئيس 600 مم.

تفعيل دور التخطيط والمتابعة على جميع البنى التحتية للمدينة فهي لم تخضع للتحديث أكثر من 20 عاما ، فضلا عن انتهاء العمر الافتراضي لمحطة التحلية دون صيانة دورية لها.

صيانة ما يمكن صيانته من الأنابيب المتهالكة أو استبدالها بالأنابيب الجديدة المصنوعة من مادة البلاستك (بوليثيلين) مع الأخذ في الاعتبار مناسيب الأحياء الجديدة.

على الهيئات الحكومية والجامعات الاهتمام بنظم المعلومات الجغرافية وفتح مراكز تطوير له والاستفادة منه ومن معطيات الاستشعار عن بعد في تحديث الخرائط المتوافرة في الدوائر الحكومية.

تجديد شبكات مياه الشرب المتهالكة، والمداومة على صيانتها بغرض تقليل الفاقد من الشبكات وحمايتها من التسرب والتعدي عليها.

13. المراجع:

الدليمي، خلف حسين علي (2015) تخطيط الخدمات المجتمعية والبنية التحتية (المجلد الثاني) دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ص 163.

السجل المدني، طبرق بيانات غير منشورة، 2014.

الشركة العامة للمياه والصرف الصحي، طبرق.

العبيدي، غيث ادريس راقي (2019) النمو الحضري وأثره على استهلاك المياه بمدينة طبرق، رسالة ماجستر غير منشورة قدمت الى قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة بنغازي، ص69.

القحطاني، عائشة بنت مسفر (2009) إنتاج مياه الشرب واستهلاكها في منطقة أبها الحضرية (دراسة في الجغرافيا الاقتصادية) رسالة ماجسترغير منشورة قدمت الى قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة الملك خالد المملكة العربية السعودية، ص 123.

المهدي، عبدالحميد وآخرون(2016) إعادة تقييم شبكة مياه مدينة طبرق، مركز البحوث والدراسات العلمية، جامعة طبرق، ص 13.

بوحليقة، عبدالعزيزعبدالكريم (2012) جودة الحياة مدينة طبرق، رسالة دكتوراة غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، ص49.

سري، إيلاف عامر مجيد اليا (2011) التمثيل الخرائطي لاستعمالات الارض الحضرية في مركز قضاء الهندية باستخدامنظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستر غير منشورة قدمت الى قسم الجغرافيا كلية التربية، جامعة بابل، ص 79.

مصلحـــي، فتحـــي محمـــد (2001) جغرافيـــة الخدمـــات (الاطـــار النظـــري وتجـــارب عربيـــة)، جامعـــة المنوفيـــة، ص 101.

وزارة المواصلات والنقل / طبرق بيانات غير منشورة.

بعض خصائص المناخ والتربة وأثرهما على الغطاء النباتي في منطقة للوه بالأصابعة – ليبيا

جمال حسن غيث الدعيك / كلية العلوم الأصابعة / جامعة غريان

الملخص

جريت هذه الدراسة في الفترة من 21/ 11/ 2019 إلى 30/ 6/ 2020 بهدف دراسة بعض العوامل المناخية (حرارة وأمطار) لسلسلة زمنية قدرها ثلاث وثلاثون سنة، وبعض خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية بمنطقة للوه الواقعة جنوب مدينة الأصابعة. نتيجة لما يتعرض له الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة من تدمير ناتج عن فترات الجفاف المتتالية والتذبذب الحاصل في معدلات الهطول، والتباين الكبير في درجات الحرارة، ضف إلى ذلك تأثير بعض العوامل البشرية، مثل الرعي الجائر والزراعات الهامشية، الأمر الذي أدى إلى تعرض هذه البيئات لمخاطر التعرية والانجراف، وما صاحبهما من اتساع في رقعة التصحر، مما استوجب دراسة بعض الخصائص المناخية والتربة لتحديد الآليات المناسبة لإعادة تأهيله والمحافظة عليه وفقا للمعطيات المناخية والتربة السائدة.اتبع المنهج التحليلي في هذه الدراسة من خلال تحليل بيانات عناصر المناخ التي شملت التوزيع الفصلي للأمطار وتحديد الطابق البيومناخي للمنطقة وفق معادلة آمبرجيه ، كما تم تحديد طول مدة الجفاف بالمنطقة وفق معادلة جوسان، كما أجريت مجموعة من الاختبارات على بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية. بينت نتائج تحليل البيانات المناخية أن المنطقة تقع ضمن الطابق البيومناخي(شبه الجاف)، وتمتاز بصيف حار وشتاء بارد متوسط الأمطار حيث تتلقى متوسط معدلات أمطار سنوية 385.9 ملم/ السنة، معظم الهطولات التي تسقط اعتبارا من شهر سبتمبر إلى شهر مايو، مع وجود تباين في كميات الهطول سواءً كان من شهر لأخر في نفس السنة، أم بين الأشهر خلال فصل معين، أو ضمن الفصل الواحد من سنة لأخرى، كذلك وجود تباين كبير في درجات الحرارة بين فصل الشتاء والصيف، إذ بلغ متوسط درجة الحرارة الدنيا (5.5°م) سجلت خلال شهر يناير، بينما كان متوسط درجة الحرارة العظمى (32.8°م) سجلت خلال شهر أغسطس. كل هذا التباين في توزيع الأمطار، واختلاف درجات الحرارة كان سبباً رئيسياً للاختلاف بين مجموعات الغطاء النباتي المتعددة بمنطقة الدراسة وسيادة النباتات المعمرة المتخشبة بدلاً عن النباتات العشبية. كما أوضحت نتائج تحليل التربة أن درجة التفاعل pH)) لهذه التربة معتدلة متجهة للقلوية، حيث بلغت (7.8)، ودرجة التوصيل الكهربائي كانت منخفضة حيث لم تتجاوز0.16m/ms، في حين كانت نسبة كربونات الكالسيوم الكلية معتدلة وسجلت 6.75%، في حين كان قوام التربة رمليا طينيا، وهو نسيج جيد لمثل هذه النباتات ليعطي فرصة لجذور هذه النباتات لزيادة انتشارها.

الكلمات المفتاحية: ، البيانات المناخية، التوصيل الكهربائي، قوام التربة، الحرارة، الأمطار.

Some characteristics of climate and soil in Lluoh (South of Al Asaba)

ABSTRACT

This study was conducted from 21/11/2019 to 30/6/2020 in order to study some climatic factors (heat and rain) for a time series of thirty-three years, and some chemical and physical properties of soil Lluoh area south of Asaba.As a result of the destruction of the natural vegetation cover in the region as a result of successive periods of drought and fluctuation in precipitation rates, and the great variation in temperature, in addition to the impact of some human factors, such as overgrazing and marginal agriculture, which led to the exposure of these environments to the risks of erosion , and the accompanying expansion in the area of desertification, which necessitated the study of some climate and soil characteristics to determine the appropriate mechanisms for its rehabilitation and preservation in accordance with the prevailing climate and soil data The analytical method was followed in this study analyzing the data of climate elements, which included the seasonal distribution of rain and the identification of the bioclimatic floor of the region according to the Ambergé equation. The length of the dry period in the region was also determined according by Jossan equation, and a series of tests were conducted on some physical and chemical properties of the soil.The results of climatic data analysis showed that the region is located within the bioclimatic level (semi-arid), and is characterized by hot summers and cold winters with average rainfall, as it receives average annual rainfall rates of 385.9 mm/year, most of the precipitation falls from September to May, with a variation in the amounts Precipitation, whether from one month to another in the same year, as well as between months during a certain season, or within one season from year to year, as well as a large variation in temperatures between winter and summer, as the average minimum temperature (5.5° C) was recorded during January, while the average maximum temperature (32.8°C) was recorded during August.All this variation in the distribution of rain, and the difference in temperature was a major reason for the difference between the various vegetation groups in the study area and the prevalence of woody perennial plants instead of herbaceous plants. The results of the soil analysis also showed that the reaction degree (pH) of this soil is moderate towards alkalinity, reaching (7.8), and the degree of electrical conductivity was low, as it did not exceed 0.16 m/ms, while the percentage of total calcium carbonate was moderate and recorded 6.75%, while The texture of the soil was sandy and clayey, a good texture for such plants to give the roots of these plants an opportunity to further spread.

Key words: , climatic data, electrical conductivity, soil texture, temperature, precipitation.

1 - المقدمة

يُعد الغطاء النباتي المكون الرئيس لأي نظام بيئي لما يوفره من غذاء جاهز ومأوى للعديد من المكونات الحية لهذه الأنظمة البيئية. كما لا يخفى علينا أهمية الغطاء النباتي ودوره في حماية التربة من التعرية والانجراف بواسطة الرياح والأمطار، الأمر الذي يترتب عليه المحافظة على خصوبة التربة وتماسكها ومن ثم مقاومة تصحر هذه الأراضي .يعد الغطاء النباتي في ليبيا فقيراً مقارنةً بالمساحة الشاسعة التي تقدر بحوالي 1.760.000كم2، في حين يقدر عدد الأنواع النباتية بحوالي 1750 نوعاً تتبع 744 جنساً موزعا على 118 فصيلة الهيئة العامة للبيئة، 2010). حظي الغطاء النباتي في ليبيا باهتمام العديد من العلماء، حيث ترجع دراسة الغطاء النباتي في ليبيا إلى العام 1703م عندما قام العالم Lemaire بدراسة للبحث عن نبات السلفيوم، وأول دراسة علمية تصنيفية للنباتات الليبية هي التي قام بها العالم , cella, 1819 حيث جمع 260 نوعاً نباتياً من المناطق الممتدة من طرابلس غرباً وحتى الحدود المصرية شرقاً، على امتداد الشريط الساحلي.تؤثر البيئة بعواملها المختلفة على نمو النباتات وتطورها، من خلال تداخل تأثيراتها المختلفة على العمليات الفسيولوجية والأيضية، و تستجيب النباتات لهذه التأثيرات المختلفة، التي تنعكس بدورها على إنبات هذه النباتات ونموها وشكلها ومدى انتشارها ، وتحديد نوع الغطاء النباتي السائد لأي منطقة.

يعد المناخ ومظاهر السطح الموجودة في أي منطقة، من العوامل التي تحدد إلى حد كبير نوعية وتغطية الغطاء النباتي وكثافته، من خلال تأثيرهم الفعال على مراحل حياة النباتات المختلفة بدءا بإنبات البذور وانتهاءً بنضج النبات وإنتاج البذور. (البناء، 1970م: 76).أما العامل الثاني فهو التربة، التي تؤثر بشكل مباشر في حياة النبات من خلال خواصها الفيزيائية والكيميائية المختلفة، لتحقق أقصى نمو وإنتاجية، عندما تكون هذه الخواص أقرب ما يمكن للمثالية. (الدومي، 2000م: 173).

في هذه الدراسة سنتناول دراسة بعض الخصائص المناخية بمنطقة الدراسة (حرارة – أمطار) وبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة ومدى تأثيرهما على نمو الأنواع النباتية وانتشارها بمنطقة للوه بالأصابعة الواقعة شمال غرب ليبيا ضمن سلسلة الجبل الغربي بين خطي طول 12°. 20 غرباً و 13° - 45 شرقاً ودائرتي عرض 31° - 32 جنوباً و32° - 15 شمالاً ترتفع عن مستوى سطح البحر من 600 – 750 متر، يسودها مناخ بارد ممطر شتاءً حار جاف صيفاً، تسود المنطقة ترب كلسية على طول الحافة الشمالية للسلسلة الجبلية، في حين تصبح الترب طينية إلى طينية رملية كلما اتجهنا جنوباً .

2 - أهداف الدراسة

1.2 - التعرف على بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة منطقة الدراسة.

2.2 - تحديد بعض المعطيات المناخية السائدة بمنطقة الدراسة (حرارة وأمطار) .

3.2 – محاولة تحديد تأثير هذه الخصائص والمعطيات على الغطاء النباتي السائد بالمنطقة.

3 – أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة من خلال دورها في تحديد ومعرفة وضع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة، والذي يُعد أحد الأنظمة البيئية المهمة والفعالة من حيث تأثيرها الملموس في الحد من ظاهرة التصحر، كذلك دراسة الخصائص المناخية والتربية للمنطقة، ومحاولة توضيح أثرها الفعال في انتشار بعض الأنواع النباتية في المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي تعد ضمن الأنواع النباتية المقاومة للجفاف، التي تعمل على تثبيت التربة وحمايتها من التعرية والانجراف.

4 – الدراسات السابقة

تؤثر العوامل البيئية المختلفة مثل المناخ والتربة على توزيع وانتشار الغطاء النباتي الطبيعي، حيث صنف (Raunkiaer, 1934) الغطاء النباتي الطبيعي حسب الأجزاء المتجددة للنباتات، وتبين له وجود تطابق بين الأنواع النباتية، والأوضاع المناخية السائدة في بيئتها، ويعتقد Raunkiaer أن الشكل الذي تتخذه هذه الأجزاء، يعد مؤشراً قوياً على التأثيرات البيئية، لهذا يمكن الاعتماد عليها في تحديد البيئات الطبيعية المختلفة.

وفي دراسة أخرى أجرتها (صالح، 2010) بمنطقة وادي الرمل، تبين زيادة المساحات الخالية من النبت الطبيعي نتيجة التعرية الهوائية حيث بلغت ما نسبته 80 % ، في حين لم تتجاوز نسبة التغطية النباتية 20%، كما بينت الدراسة أن تربة المنطقة تعاني من نقص المادة العضوية وقلة الرطوبة الناتجين عن طول مدة الجفاف.

كما بينت الدراسة التي قام بها (الجبوري، 2021) أن هناك علاقة عكسية بين درجة الحرارة والتساقط المطري والنبات الطبيعي في الموسم الجاف، فعندما يكون هناك ارتفاع في درجة الحرارة وقلة تساقط الأمطار، يكون هناك انخفاض في التغطية النباتية، أما الموسم الرطب فيكون فيه زيادة في كمية الأمطار ، وانخفاض في درجة الحرارة يتبعها زيادة في التغطية النباتية.

وهذا ما أكده (الحمامده، 2003) في دراسته حول تأثير المناخ والسطح على النبات الطبيعي، بأن المناخ بحرارته وأمطاره يؤثر في اختلاف الأنواع النباتية من جهة لأخرى ، حسب كمية الأمطار ومعدلات درجات الحرارة.

أما (علي، 2014) فأكد في دراسته، على أن العوامل الطبيعية التي أدت إلى تدهور الغطاء النباتي وتراجعه في منطقة الدراسة، منها ما هو ناتج للعوامل الطبيعية مثل: المناخ، كقلة سقوط الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، ومنها عوامل بشرية متمثلة في القطع والرعي الجائر، والتحطيب.

كما أكد (مسعود، 2015) أن الأمطار الهاطلة على منطقة سهل الجفارة تتناقص كلما اتجهنا جنوباً، كذلك أن الفاقد الكبير للتربة بواسطة التعرية الريحية في المناطق الجافة وشبه الجافة يرجع لقلة الأمطار وجفاف سطح التربة لمدة طويلة من الزمن.

وفي دراسة (عبد الكريم، 2018) بينت النتائج أن لعامل المناخ وخاصة كمية الهطول السنوي، أثراً واضحاً على تغطية وكثافة الأنواع النباتية بمنطقة الدراسة، حيث بينت القياسات النباتية أن متوسط الكثافة النباتية الاجمالية (60.000 نبات/ هـ) في حين كان متوسط التغطية النباتية الاجمالية (26.1%) خلال موسم النمو الأول 2016/2015 الذي كان جافاً إلى حد ما، كما بلغ متوسط الكثافة النباتية الاجمالية في موسم النمو الثاني 2017/2016(130.000نبات/هـ) وكان متوسط التغطية النباتية الإجمالية (52.6%) الذي تميز بأنه كان موسما رطبا نسبياً مقارنةً بالموسم الأول.

5 - المواد وطرق البحث

الموقع

أجريت هذه الدراسة بمنطقة للوه الواقعة في الجزء الجنوبي من بلدية الأصابعة، التي تقع في الجزء الشرقي من مرتفعات الجبل الغربي، شمال غرب ليبيا.

6 - تجميع عينات التربة

تم حفر قطاع في تربة منطقة الدراسة بعمق 1م، أخذت عينة تربة 1كجم من الأفق العلوي، وحللت العينة مخبرياً، وتضمنت التحاليل التالية :

6.1 - التحاليل الكيميائية للتربة وشملت الآتي :-

- درجة التوصيل الكهربائي (EC): تم قياسها في مستخلص التربة (1: 2.5) باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي Electrical conduction.
- درجة التفاعل(pH): تم قياس درجة التفاعل في مستخلص التربة (1: 2.5) باستخدام جهاز قياس درجة التفاعل.
- تقدير كربونات الكالسيوم الكلية%: حسب (Bremner, 1982) .

6.2 - التحاليل الفيزيائية للتربة:

التحليل الميكانيكي للتربة، وتحديد نسبة الرمل والسلت والطين%، ومن ثم تحديد قوام التربة، اعتمادا على مثلث القوام الأمريكي. (فارس، 1992) .

7 - الخصائص المناخية

تم الحصول على المعطيات المناخية (أمطار وحرارة) سنوياً وشهرياً من محطة إرصاد غريان، ولمدة 33 سنة الحقبة الممتدة ما بين (1971 – 2004). (المركز الوطني للأرصاد الجوية). علماً بأنه تم اختيار هذه المحطة على أساس أنها أقرب محطة رصد جوية لمنطقة الدراسة، والأقرب تمثيلاً لها وشملت التالي:

1.7 - التوزيع الفصلي للأمطار:

تتوزع الأمطار على فصول السنة الأربع كالتالي:

الشتاء: ديسمبر – يناير – فبراير، الربيع: مارس – ابريل – مايو، الصيف: يونيو – يوليو – اغسطس، الخريف: سبتمبر – أكتوبر - نوفمبر.

وبمـا أنـه لهـذا التوزيـع أهميـة بيئيـة كبـيرة، فيمكـن تصنيـف الأمطـار فصليـاً خـلال السـنة عـلى أسـاس التقسـيم الـذي وضعـه المركـز القومـي للبحـوث الزراعيـة في مدينـة مونبليـه بفرنسـا على النحـو الآتـي (أهـدلي، 1993) .

M_1 : الفصل الأكثر أمطاراً. M_2: الفصل الأقل منه.

m_1: الفصل الذي يليه. m_2 : الفصل الأقل أمطاراً .

المعامل المطري الحراري: (معامل امبرجيه) Q_2 .

تـم الاعتمـاد عـلى مفهـوم الطوابـق البيومناخيـة المتوسـطية حسـب (امبرجيه)، حيـث تخضـع ليبيـا ومـن ضمنهـا منطقـة الدراسـة للمنـاخ المتوسـطي، وتـم حسـاب المعامـل المطـري الحـراري وفـق معادلـة (Emberger, 1955):

$$Q2 = \frac{P * 2000}{M2 \quad - M2}$$

حيث Q_2 : المعامل المطري الحراري، P : متوسط كمية الهطول السنوي بالمليمتر

M : معدل درجة الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة بالسنة مقدرة بالدرجات المطلقة.

M : معدل درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر بالسنة مقدرة بالدرجات المطلقة.

- تحديد مدة الجفاف:

اعتمـد مفهـوم جوسـان Gaussen للجفـاف، لتحديـد طـول مـدة الجفـاف في المنطقـة، حيـث يعـد جوسـان الشـهر جافـاً إذا كان $p \leq 2T$ حيـث

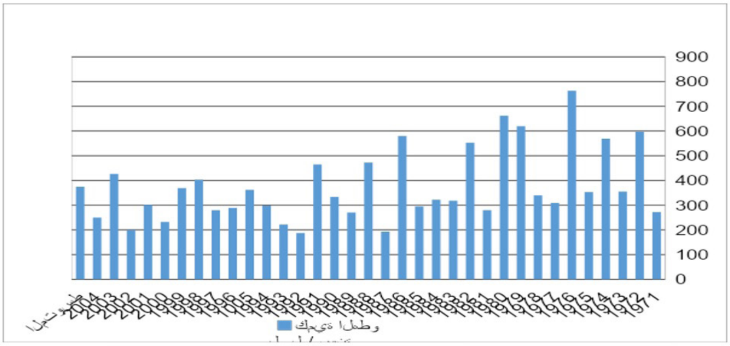
T: درجة الحرارة المتوسطة بالدرجة المئوية.

P: كمية الهطول الشهري ملم

للمـدة الواقعـة بـين عامـي 1971 – 2004 وفقـا لذلـك يتـم التوصـل إلى المخطـط المطـري الحـراري للمنطقـة، والـذي يمكننـا مـن تحديـد طـول مـدة الجفـاف وشـدتها.

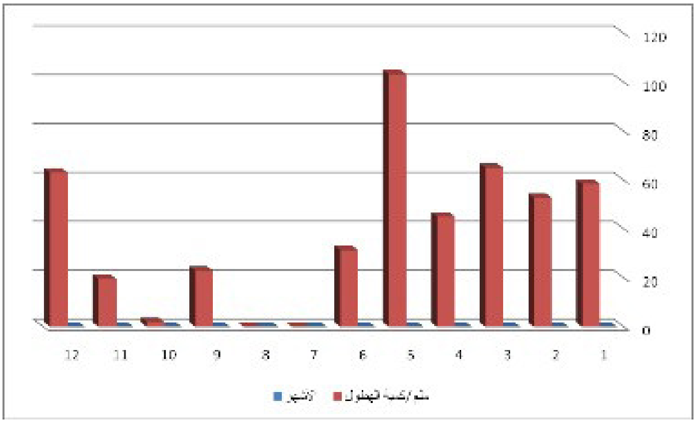
8 – النتائج والمناقشة

تبـين مـن خـلال البيانـات المناخيـة أن منـاخ المنطقـة يمتـاز بصيـف حـار جـداً، وشـتاء بـارد متوسـط الأمطـار، بلـغ متوسـط الهطـول السـنوي 385.9 ملم/السـنة، معظـم الهطـولات تسـقط اعتبـاراً مـن شـهر سـبتمبر إلى مايـو، كمـا يتضـح مـن خـلال تحليـل خصائـص الهطـول المطـري شـكل (1) وجـود تبايـن في كميـات الهطـول بـين سـنوات الدراسـة، في الانخفـاض والارتفـاع، كمـا يلاحـظ انخفـاض تدريجـي في معـدلات الهطـول السـنوية في هـذه السلسـلة الزمنيـة، اعتبـاراً مـن العـام 1976م حيـث سـجل أعـلى معـدل هطـول إذ بلـغ (763 ملـم) ومـن ثـم بـدأ التنـازل تدريجيـاً إلى أن وصـل إلى 200ملـم سـنة 2002م



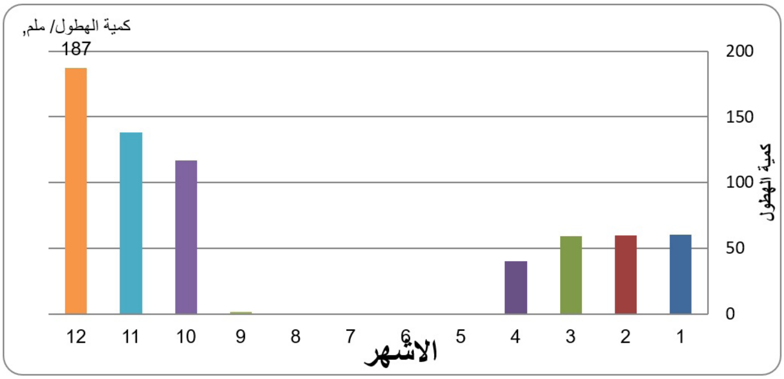
شكل (1) كميات الأمطار خلال المدة (1971 – 2004)

كمـا يوجـد تبايـن في كميـة الهطـول مـن شـهر لآخـر، لنفـس السـنة، حيـث بلغـت كميـة الهطـول لشـهر يونيـو 1991م (31.4 ملـم)، في حـين لـم تتجـاوز (2 ملـم) في شـهر أكتوبـر مـن نفـس السـنة كمـا هـو موضـح بالشـكل (2)



شكل (2) يبين التباين في الهطول بين الأشهر 6 و10 خلال نفس السنة 1991م

كما نلاحظ التباين بين الأشهر خلال نفس الفصل، حيث سجلت (1.5 ملم) خلال شهر سبتمبر لسنة 1980م، في الوقت الذي تجاوزت كمية الهطول (138ملم) في شهر نوفمبر من نفس السنة/ شكل (3) وضمن الشهر الواحد اختلفت الكمية من سنة لأخرى، حيث سجل هطول (218.7ملم) خلال شهر يناير لسنة 1988م، بينما لم تتجاوز (8.9 ملم) لنفس الشهر من سنة 1992م، كما نلاحظ الاختلاف ضمن الفصل الواحد من سنة لأخرى، حيث انخفضت الهطولات خلال فصل الخريف لسنة 1985م إلى (10.1 ملم)، في حين تجاوزت الهطولات (382.6ملم) خلال سنة 1986م. ويتركز هطول الأمطار على فصل الشتاء ويمتد نحو الخريف ثم الربيع بينما يكون الصيف جافاً.



شكل (3) يبين التباين بين شهري 9 و 11 خلال نفس الفصل لسنة 1980م

هذا التباين في كميات الهطول سواء كانت من شهر لأخر لنفس السنة، أو تباين بين الأشهر خلال فصل معين، أو ضمن الفصل الواحد من سنة لأخرى، هذا يؤكد أن هناك عدم انتظام في توزيع كميات الهطول الشهري والموسمي، بحيث ترافقت شدة احتياج النبات للماء بدرجة كبيرة بانخفاض واضح في كميات الهطول مع ارتفاع درجات الحرارة ، مما يعني تعرض النبات للإجهاد الجفافي خلال المراحل الحرجة من حياته، كما أنه كان سبباً رئيسياً للاختلاف بين مجموعات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة، فالجفاف يعيق تطور غطاء نباتي مثل الأشجار، لأنه يؤدي لموت البادرات، كما يعيق نمو النباتات الحولية، مما يعطي الفرصة للنباتات المعمرة للنمو مثل: نبات الشعال، السر، العذم، القظامة، واللبد نمواً جيداً، واستطاعت مقاومة حقب الجفاف، والتذبذب الحاصل في الهطولات المطرية، نتيجة تأقلمها مع هذه الظروف، من خلال حالة السكون أو شبه السكون، إذا ما تم استهلاك الماء الميسر. وهذا يتوافق مع دراسة (علي، 2014م) و (الحمامدة، 2003).

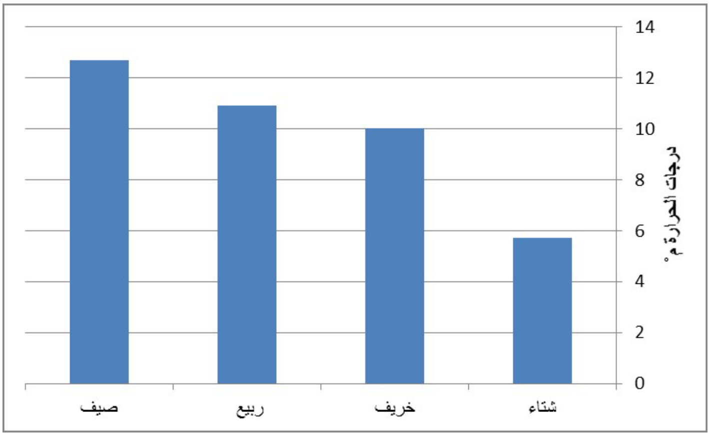
9 - الخصائص الحرارية

يتضح من خلال دراسة الخصائص الحرارية ما يلي:

تباين في درجات الحرارة، حيث اختلفت من شهر لآخر، وحتى ضمن الشهر الواحد، ومن عام لآخر، ، حيث بلغ المدى الحراري (11.6مْ) في شهر فبراير لسنة 1986م، في حين لم تتجاوز (5.9مْ) لنفس الشهر من سنة 1971م، كما نلاحظ أن سنة 1978م سجلت أدنى متوسط للمدى الحراري بين سنوات الدراسة، حيث بلغ (8.2مْ).

كان فصل الشتاء أبرد الفصول خلال سنوات الدراسة، حيث بلغ متوسط

درجة حرارة الفصل (5.7مº)، يليه فصل الخريف بمتوسط وقدره (10مº) ثم الربيع (10.9مº) وأخيراً فصل الصيف بمتوسط قدره (12.7مº).



شكل (4) متوسط درجات الحرارة لفصول السنة لسنوات الدراسة

أما متوسط درجة الحرارة الصغرى فكان (5.5مº) سجلت في شهر يناير حيث كان أكثر الشهور برودة، أما متوسط درجة الحرارة العظمى فسجلت خلال شهر أغسطس (32.8مº)، ليكون الشهر الأكثر حرارة بين الأشهر خلال هذه السلسلة الزمنية. هذا التباين في درجات الحرارة أدى إلى تغير في صفات الغطاء النباتي، من نباتات عشبية، إلى نباتات معمرة متخشبة وأكبر حجماً وأكثر مقاومة للجفاف. (الدومي، 2000).

10 – التوزيع الفصلي للأمطار

يأخذ التوزيع الفصلي للأمطار في محطة إرصاد غريان الزمن التالي:

M_1 الفصل الأكثر أمطار (شتاء) 174.5ملم

M_2 القصل الذي يليه (الربيع) 96.2 ملم

M_1 الفصل الأقل منه (الخريف) 93.5 ملم

M_2 الفصل الأقل أمطاراً (الصيف) 3.5 ملم

يتبين أن نموذج التوزيع المطري في منطقة الدراسة (شتاء – ربيع – خريف – صيف)، بما أنه يعطي للتوزيع الفصلي للأمطار أهمية بيئية كبرى، اتضح أن الفصل الأكثر أمطاراً بمنطقة الدراسة كان فصل الشتاء ويليه فصل الربيع، مما يجعل هذه النباتات تستفيد استفادة قصوى من هذه الهطولات، ليزدهر نموها خلال فصل الربيع نتيجة لتوفر الرطوبة الكافية، واعتدال درجة الحرارة ، كما نجد أن معظم النباتات الحولية قد قل نموها وانعدم أحياناً في

فصل الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة وانعدام الهطول، مما أعطى فرصة لنمو النباتات المعمرة دون منافسة خلال فصلي الصيف والخريف.

المعامل المطري الحراري (أمبرجيه): حسيت قيمة معامل أمبرجيه وفق المعادلة التالية:

$$Q_2 = 2000 * P / M^2 - m^2$$

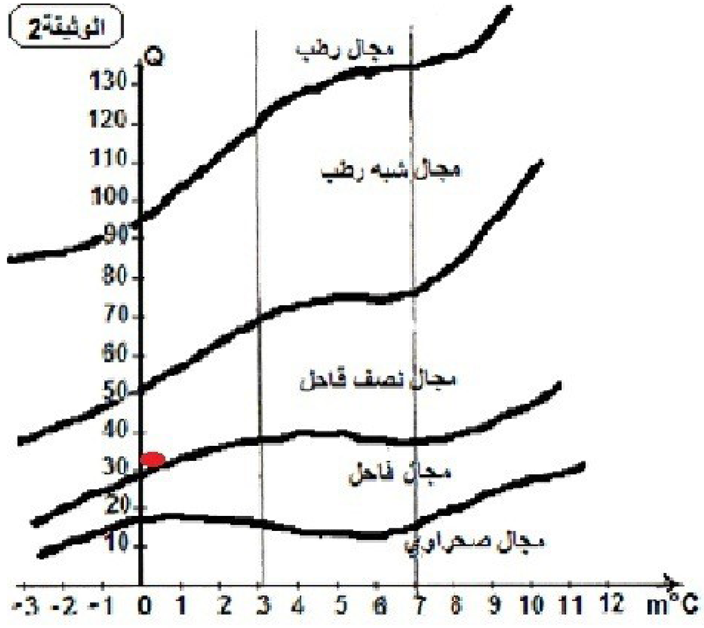
$$Q_2 = 2000 * 374.6 / (40.1 + 273.2)^2 - (1.3 + 273)^2$$

$$Q_2 = 749.200 / 98.165 - 75.350$$

$$Q_2 = 749.200 / 22.815$$

$$Q_2 = 32.8$$

نسقط قيمة Q_2 على مخطط أمبرجيه شكل (5)

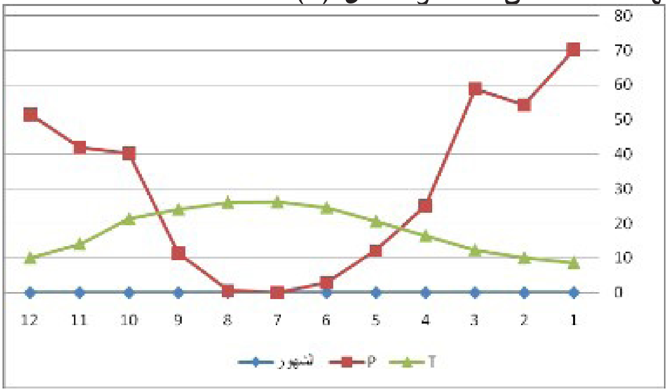


شكل (5) الطوابق البيومناخية لأمبرجيه بناءً على بيانات محطة ارصاد غريان الممثلة لمنطقة الدراسة

تحديد طول فترة الجفاف

حدد طول فترة الجفاف حسب معادلة غوسان للجفاف $P \leq 2T$ ، فبلغت في منطقة الدراسة بناءً عل تحليل البيانات المناخية 150 يوماً ، بدءا من 15/ 4 وإلى غاية 15/9 وهي مدة متوسطة ليست بالطويلة ما أثرت إيجاباً على نمو هذه النباتات وقاومت الجفاف مما

أعطى حماية لهذه المنطقة من التصحر. شكل (6)



شكل (6) المخطط المطري الحراري لمحطة ارصاد غريان الممثلة لمنطقة الدراسة

11 - نتائج دراسات التربة

كانت نتائج تحليل عينة التربة كالتالي:

جدول (1) نتائج تحليل بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة

درجة التفاعل pH	التوصيل الكهربائي EC m/ms	كربونات الكالسيوم الكلية %	قوام التربة
7.8	0.16	6.75	رملي طيني نسبة الطين 40 % الرمل 50 % السلت 10 %

1.11 - الخواص الكيميائية

درجة تفاعل التربة pH: بلغت درجة تفاعل التربة 7.8 ، وهي معتدلة مائلة للقلوية الخفيفة (جدول 1) وهذا قد يكون راجع إلى أن التحلل المائي للـ Ca المتبادل محدود جداً بحيث لا يسبب أكثر من تفاعل قاعدي خفيف جداً في الترب. (الدومي، 2000)، مما كان لها الأثر الواضح على نمو النباتات المعمرة والنباتات المرافقة لها، من خلال تأثيرها على تيسر العناصر المعدنية في التربة، فضلا عن تأثير ها الفعال على نشاط الكائنات الحية الدقيقة. وهذا يعود لأن أغلب الترب نشأت من صخور كلسية وتتلقى كميات محدودة من الأمطار. (هولشنكي وأخرون، 1998) وهو أمر طبيعي لأن المنطقة تقع تحت تصنيف منطقة شبه جافة ، وهذا يتطابق مع ما وصلت اليه نتائج تحليل البيانات المناخية لمنطقة الدراسة.

درجة التوصيل الكهربائي EC : من النتائج (جدول 1)،بلغت m/ms0.16 حيث تعد هذه التربة غير مالحة حسب تصنيف الملوحة الأمريكي، (أبونقطة، 1995)، وبالتالي هي ترب مناسبة لنمو العديد من الأنواع النباتية.

كربونات الكالسيوم الكلية%: كانت نسبتها 6.75 %، وهي نسبة معتدلة متجهة للارتفاع مما أدى إلى صعوبة امتصاص بعض العناصر الغذائية وخاصة الفسفور والحديد، ويعد هذا مؤشراً يتفق مع الطابق البيومناخي للمنطقة وهو شبه الجاف، الذي يسود فيه ظروف مناخية يغلب عليها الجفاف وقلة الأمطار التي تتساقط بمعدلات لا تكفي لإذابة كربونات الكالسيوم المتراكمة على سطح التربة أو المتوزعة داخل القطاع والتي تكسب التربة صلابة في الحالة الجافة، مما يؤدي إلى الإضرار بالنباتات الصغيرة، حيث ترتفع نسبة كربونات الكالسيوم الكلية في المناطق الجافة مما يقلل من قدرة النباتات على امتصاص الحديد والفسفور الضروريين، نتيجة تكوينها المركبات المخلبية. . (بن محمود وأخرون، 1995).

2.11 – الخواص الفيزيائية

قوام التربة تبين نتائج التحاليل الفيزيائية (جدول1) أن قوام التربة هو رملي طيني (الرمل 50 % ، الطين 40 % ، السلت 10 %) حسب مثلث القوام الأمريكي . (فارس، 1992م)، ويعد هذا النوع من أنسجة التربة جيد وملائم من الناحية الزراعية لأسباب عدة أهمها، سهولة الخدمة، وغسيل الأملاح، وبما أن قوام هذه التربة هو رملي طيني فإن المسامات الكبيرة كانت ضرورية لانتقال الهواء الذي يوفر الأكسجين اللازم لنمو الجذور وانتشارها، ونشاط الكائنات الحية الدقيقة، أما المسامات الصغيرة، فأنها تستخدم غالباً للاحتفاظ بالماء ليستفيد منه النبات، لذلك فإن التوازن الصحيح بين حجم المسام، ينعكس على وجود أفضل العلاقات الممكنة بين توافر كل من الماء والهواء بالتربة. (الدومي، 2000).

3.11 – النباتات السائدة بمنطقة الدراسة:

تنتشر بمنطقة الدراسة بعض النباتات الحولية والمعمرة، تتبع عائلات مختلفة وهي:

أسهمت كل هذه الأنواع في النظام العضوي للتربة، بدرجات متفاوتة حسب الأنواع، وتفاعلاتها مع الظروف البيئية المحلية السائدة، حيث تزود هذه النباتات التربة بمخلفات عضوية عند تساقط أوراقها وأعضائها على سطح التربة، مما أسهم في زيادة المادة العضوية. (الدومي، 2000) كما أسهمت هذه الأنواع في حماية التربة من التعرية والانجراف، والحد من ظاهرة التصحر.

جدول (2) يوضح النباتات المرافقة لنبات الشعال

الأسم المحلي	الأسم العلمي	العائلة
اللبد (حولي)	Atractylis sentuloides	Asteraceae
ضرس العجوز (حولي)	Erodium glalaucophllum	Geraniaceae
الشقارة (حولي)	Mathiola longipetala	Brassicaceae
اللسلس	Eremobium longisiliouum	
السر	Atractylis serrtuloides	Asteraceae
العذم	Stipa spinosus	Poaceae
الخرشوف	Cynara scolgmus	Asteraceae
الشعال (التقفت)	Artemisia campestris	Asteraceae
الشيح	Artemisia herba - alba	Asteraceae

تكيفت هذه الأنواع النباتية مع الرطوبة المتوفرة، حيث تكون أوراق هذه النباتات مجزأة لأجزاء صغيرة، كذلك مساحة سطح الورقة صغيرة جداً مع ثغور غائرة، تساعد على التقليل من الفاقد عن طريق النتح، كما تنمو أوراق نبات العذم حسب الرطوبة المتوفرة، حيث يكون الالتفاف في مدة الجفاف بينما تنبسط في مدة الرطوبة ، وله أهمية بيئية في تثبيت الكثبان الرملية. (عبيدو، الخوري، 2006) وهذا يتوافق مع دراسة (Raunkiaer, 1935).

12 - الاستنتاج

نستنتج من هذه الدراسة أن المنطقة تقع في الطابق البيومناخي شبه الجاف، مما انعكس على انخفاض واضح في طول مدة الجفاف بالمنطقة، الذي أعطى فرصة جيدة لنمو مجتمع الشعال وبعض النباتات المرافقة له، والمتأقلمة مع هذه الظروف البيئية، كما أن التوزيع الموسمي للأمطار الجيد، والمتمثل في شتاء، ربيع، خريف، صيف، أعطى فرصة للاستفادة من هذا التوزيع، كل هذه العوامل أسهمت بدرجة كبيرة في الحد من ظاهرة التصحر. ويعطي فرصة أكبر لإعادة تأهيل هذه المنطقة من خلال زراعة وغراس بعض الأنواع المتأقلمة بيئياً مع مثل هذه الظروف.

أما من ناحية الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، فأن القوام الرملي الطيني، ودرجة تفاعل التربة شبه المعتدلة، كل هذه العوامل أدت إلى تيسر العناصر الغذائية بالتربة، وسهولة وسرعة انتشار جذور بعض النباتات.

13 - التوصيات

1. إجراء المزيد من الدراسات البيئية على انظمة بيئية مشابهة بمواقع جغرافية مختلفة .
2. المحافظة على ترب هذه البيئات والأنواع النباتية السائدة فيها من خلال حمايتها وإعادة تأهيل المتدهور منها.
3. جمع بذور النباتات المعمرة والسائدة والمتأقلمة مع ظروف المنطقة ومحاولة إعادة استزراعها في المناطق المتدهورة.
4. الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد في رصد ظاهرة التصحر.

14 - المراجع

أبونقطة، فلاح. (1995م). علم التربة الجزء العملي، منشورات كلية الزراعة، جامعة دمشق، سوريا.

البناء، علي (1970م)، أسس الجغرافيا المناخية والنباتية، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان.

الجبوري، عدنان. (2021م) أثر عنصري درجة الحرارة والتساقط المطري في تنوع النبات الطبيعي في محافظات السليمانية، كركزك والمثنى. رسالة دكتوراه منشوره. قسم الجغرافية/ كلية الآداب/ جامعة القادسية العراق.

الحمامدة، غنام. (2003م). أثر المناخ والسطح على النبات الطبيعي في منطقة الخليل. رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا /جامعة النجاح الوطنية/ فلسطين.

القاضي، عبدالله. بشينة، صفية. (2004م). استعمالات بعض النباتات في الطب الشعبي الليبي. الجزء الأول، منشورات دار الهدى، عين مليلة، الجزائر.

الدومي، فوزي (2000م). علم التربة أساسيات وتطبيقات. البيضاء: منشورات جامعة عمر المختار.

المركز الوطني للارصاد الجوية.(2008م). بيانات امطار وحرارة الفترة من 1971م – 2004م. محطة ارصاد غريان.

الهيئة العامة للبيئة، طرابلس، (2010م). التقرير الوطني الرابع حول تنفيذ اتفاقية التنوع الحيوي.

أهدلي، لؤي.(1993م). علم المناخ والارصاد الزراعية، الطبعة الثانية، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة، سوريا.

بن محمود، خالد. سليمان، خليل ابوبكر. أبوزخار، أحمد. يحي، الطاهر. (1995م). أساسيات علم التربة وعلاقته بنمو النبات، الجامعة المفتوحة، طرابلس.

صالح، حميدة،(2010م). العلاقة بين الأحياء النباتية والظروف الطبيعية، بمنطقة وادي الرمل، قسم الجغرافيا، كلية الأداب، جامعة طرابلس،

عبد الكريم، أحمد.(2018م). دراسة بيئية للغطاء النباتي ببعض بيئات الاودية جنوب ترهونة، رسالة ماجستير منشورة، قسم النبات، كلية العلوم، جامعة طرابلس، ليبيا.

عبيــدو، محمــد. الخــوري، أكــرم (2006م). البيئــة العامــة، الجــزء النظــري، منشــورات كليــة الزراعــة، جامعــة دمشــق. ســوريا.

عــلي، عبــد المنعــم (2014م). مــؤشرات تدهــور الغطــاء النباتــي الطبيعــي، في المنطقــة الممتــدة مــا بــين البياضــة وزاويــة العرقــوب جنوبــاً، ومــن وادي الزقــزوق ومنطقــة الحنيــة شــمالاً بالجبــل الاخــضر. كليــة الادآب والعلــوم المــرج، جامعــة بنغــازي، ليبيــا.

مســعود، الطاهــر. (2015م). الاتجــاه العــام لمعــدلات الأمطــار الهاطلــة عــلى منطقــة ســهل الجفــارة. المجلــة الجامعــة، العــدد الســابع عــشر، المجلــد الثانــي.

- Bremer, j. M . Mulvaney, C. S. (1982). Methods of soil analysis. Agro.N. 9, part 2: chemical and microbiological properties, 2nd Edit. An Soc, Agron, Madison, Wisc., USA..

- Dell – Cella, P. (1819). Viggio da Tripoli di Barberia alle frontiere occidental della Egitto. .

-Emberger, L, (1955). Study of the vegetation and land use, F A O working on the development of the grazing and foder resources of the near east, Cairo 14 – 21 MAR, PP72..

- Lemair, (1703), Les antiquites de la cyrenaiqne ouil est aussi question du 'seltion' que M, Bonnet areconnu ctra le phlomis floccose France. .

—Raunkiaer, c. (1973). The life of plants geography. Clarendon press, oxford.

تقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية في تربة أشجار الطلح (Acacia raddiana) بأحد أودية وادي الشاطئ جنوب ليبيا

د. نبيل صالح علي عمر
كلية الموارد الطبيعية -جامعة الجفرة -ليبيا

أ.د.عبد السلام محمد المثناني
المركز الليبي لدراسات وبحوث علوم البيئة - براك الشاطئ-ليبيا

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الوضع البيئي لشجرة الطلح من نوع **Acacia raddiana))** في وادي زقزة من خلال دراسة بعض خصائصه الفيزيائية والكيميائية؛ وبالتالي ستكوّن هذه الدراسة قاعدة أساسية لمعرفة الوضع البيئي الراهن لشجرة الطلح بما يسهم في وضع أسس لتنميتها والمحافظة عليها، وذلك لأهميتها في التنوع الحيوي وتخفيف آثار التصحر لقدرتها على تثبيت التربة والكثبان الرملية، وحمايتها من التعرية والانجراف، وكمصدر غذائي مهم لبعض الحيوانات. وقد خلصت نتائج هذه الدراسة إلى انخفاض نسبة الرطوبة في التربة،حيث لم يتجاوز متوسط نسبة الرطوبة (0.17 %)، كما أوضحت نتائج التحليل الميكانيكي للتربة بمنطقة الدراسة أن أنسجتها رملية، حيت كانت نسبة الرمل (98.92 %).وبينت نتائج الدراسة كذلك انخفاض قيمة التوصيل الكهربي EC في تربة منطقة الدراسة بشكل عام،حيث لم يتجاوز متوسط قيمة التوصيل الكهربي (0.29 مليموز/سم)، أما قيمة الأس الهيدروجيني pHتبين أنها تميل إلى القلوية وسجلت أعلى قيمة9= pH.كما تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى تباين تركيز الكالسيوم في التربة بشكل معنوي،حيث سجل أعلى متوسط تركيز للكالسيوم في التربة تحت الشجرة الكبيرة (12959 ملجم/كجم تربة)، وأقل تركيز (6679.89 ملجم/كجم تربة)، تبين كذلك عدم وجود فروق معنوية في تراكيز كلٍ من الكبريت والماغنيسيوم، حيث إن متوسط تركيز الكبريت يتراوح ما بين(2211.89 - 2393.56 ملجم/كجم تربة)، أما متوسط تركيز الماغنيسيوم يتراوح ما بين(3080.56 - 3242.67 ملجم/كجم تربة)،كما بينت الدراسة انخفاض تركيز الصوديوم في عينات التربة، حيث سجل أعلى متوسط تركيز للصوديوم(297.7 ملجم/كجم تربة)، وأقل تركيز(82.8 ملجم/كجم تربة)،كما أن العمق والبعد لم يكن لهما أي تأثير على تركيز الصوديوم في التربة.

الكلمات المفتاحية: أشجار الطلح، البيئة الصحراوية، مغذيات التربة.

Estimation of some physical and chemical properties in the soil of acacia trees (Acacia raddiana) in one of the valleys of Wadi al-Shati (southern Libya)

Abstract

This study aims at assessing the environmental status of the acacia raddiana tree in WADI ZAGZA by studying some of its physical and chemical properties. Therefore, this study will form a base for recognizing the current environmental status of the acacia tree, which contributes to laying foundations for its development and preservation, due to its importance in biodiversity and to mitigate the effects of desertification due to its ability to stabilize soil and sand dunes and protect them from erosion and driftage, and as an important food source for some animals. The results of the study concluded that the moisture content in the soil decreased, where the average moisture content did not exceed (0.17%). Also, results of the mechanical analysis of the soil in the study area showed that its texture is sandy, where the sand percentage was (98.92%). In addition, the results of the study showed a decrease in the value of electrical conductivity EC in the soil of the study area in general, where the average value of electrical conductivity did not exceed (0.29 millmose/Cm), while the pH value was tend to alkaline, with the highest value recorded was pH = 9. The results of the statistical analysis indicate that the calcium concentration in the soil varied significantly, as the highest average calcium concentration was recorded in the soil under the big tree (12959 mg/kg soil) and the lowest concentration (6679.89 mg / kg soil). Also, it was found that there were no significant differences in the concentrations of both sulfur and magnesium, where the average concentration of sulfur ranged between (2211.89-2393.56 mg/kg soil), while the average concentration of Magnesium ranges between (3080.56-3242.67 mg/kg soil). Also, results of the study showed a decrease in the value of sodium concentration in the soil,where the highest average concentration of sodium was recorded (297.7 mg/kg soil), and the lowest concentration (82.8 mg/kg soil), while depth and distance had no effect on the sodium concentration in soil.

Key words: acacia trees, desert environment, soil nutrients.

1. المقدمة

الجفاف هو طابع الغالب على إقليم فزان، حيث إن سقوط المطر فيها ضئيل وغير منتظم؛ إلا أنه قد ينهمر بغزارة في فترات محدودة في بعض المواسم خلال السنة، وإزاء هذه الظروف الجافة التي تميز المناخ في جملته تصبح المياه الجوفية هي المقوم الأساسي للحياة النباتية، وتوافرها يحدد مجال نمو النباتات وامتداد الغطاء النباتي. وتمثل صحراء فزان بيئة صحراوية فقيرة، وسطحها ذو تضاريس مستوية وشبه مستوية، هناك أيضا الأدهان أو العروق وهي كثبان رملية كوارتزية ناعمة وتتوفر إضافة إلى ذلك الرواسب الحصوية والصخرية في الأجزاء العليا نسبياً وكذلك الرمال المختلطة بالصلصال. وعموما فإن شكل سطح صحراء فزان تسوده مظاهر التضاريس شبه المستوية من أحواض وهضاب، وذلك أما في شكل سهول مرتفعة نسبيا أم هضاب مثل هضاب الحمادة والسرير أو في صورة أحواض أو وديان كما هو الحال في وادي الشاطئ (الدناصوري، 1964).

وتعتبر الوديان من أهم النظم البيئية الصحراوية التي لها غطاؤها النباتي الخاص، الذي يتميز بغزارة ووفرة أنواعه النباتية المختلفة عن الغطاء النباتي لسائر البيئات الصحراوية الأخرى، كما أنها تعتبر أجهزة صرف عظيمة يتجمع فيها الماء بكميات كبيرة، وهذا ما يفسر غزارة النباتات في الوديان وإمكانياتها الكبيرة من ناحية الاستغلال البشري(مجاهد وآخرون، 1995). وتمثل التربة الجزء السطحي للقشرة الأرضية، وتعتبر وسطا بيئيا يتميز بخصائص كيميائية وفيزيائية تتحكم في توزيع الكائنات الحية كما تشكل عاملا رئيسا للإنتاجية بتوفير العناصر الغذائية الضرورية لإنتاج المادة العضوية للنباتات، تتطور التربة وتختلف مكوناتها حسب طبيعة الصخرة الأم والظروف المناخية وتأثير الكائنات الحية التي تعيش فيها.

وقد صنفت تربة فزان حسب تصنيف الترب الليبية إلى الترب حديثة التكوين الرملية، والترب الجافة الشائعة الملحية أما الترب حديثة التكوين الرملية فتتميز بأنها صفراء اللون أو بنية محمرة وذلك بسبب فقرها للمادة العضوية واحتوائها على معدن الكوارتز، وتختلف هذه التربة من حيث العمق فمنها العميقة ومنها التي لا يزيد عمقها عن (50سم) ومستوى الماء الأرضي بها عميق فهي جافة معظم أوقات السنة (بن محمود، 1995).

يعد الكالسيوم أحد أهم العناصر في العمليات الحيوية، كما أنه ضروري لنمو جميع النباتات الخضراء، حيث تستفيد النباتات من بعض الكالسيوم الممتص في معادلة الحوامض الزائدة في الخلية وترسيبها بشكل بلورات أكزالات الكالسيوم داخل الخلية، يوجد الكالسيوم في جدران الخلايا بشكل مركب (بكتات الكالسيوم) حيث يدخل في تكوين الصفيحة الوسطى، ويعمل على تماسك الجدران الأولية للخلايا وهو أساسي في نمو الأنسجة المرستيمية وخاصة لنمو وفاعلية أطراف الجذور، ومن أهم أعراض نقصه هي قلة نمو الأنسجة المرستيمية في البراعم المختلفة والقمة النامية للجذور والساق(الشوك، 1990).

تبلغ نسبة الماغنيسيوم في التربة الجافة حوالي 0.6 %، حيث يدخل في تركيب الشبكة البلورية للمعادن مثل: البايوتايت، والدولمايت، ويوجد بشكل أملاح مثل الكلوريدات، والنترات، والكبريتات، والكربونات، والفوسفات، ويشترك عنصر الماغنيسيوم في العديد من العمليات الحيوية المهمة كالتركيب الضوئي؛ حيث يدخل في تركيب الكلوروفيل وعملية تمثيل الكربوهيدرات، ومن أبرز علامات نقصه ظهور اللون الأصفر ما بين عروق الأوراق وذلك لقلة الكلوروفيل (الشوك، 1990).

على الرغم من أن كمية الكبريت في النبات مقاربة لكمية الفسفور، إلا أنه لا يلعب -بصورة عامة- دورا مهما مقارنة بالدور المهم للفسفور، وهذا يعود إلى أن الكبريتات لا ترتبط ارتباطا قويا بحبيبات التربة مثل الفوسفات؛ ولهذا فأنها تكون أكثر جاهزية لجذور النباتات، بالإضافة إلى ذلك الكميات الأساسية للكبريت الممتصة من قبل النبات هي أساسا من الجو أو من الأسمدة الحاوية على الكبريت مع العناصر الأساسية الغذائية الأخرى مثل كبريتات الأمونيوم أو كبريتات البوتاسيوم، ويمتص النبات الكبريت من محيط التربة على هيئة كبريتات، حيث يتحول الجزء العضوي من كبريت التربة إلى صورة جاهزة لاستعمال النبات بواسطة فاعلية الأحياء المجهرية في التربة وذلك عند تحلل المواد العضوية المحتوية على الكبريت في الظروف اللاهوائية (الريس، 1983).

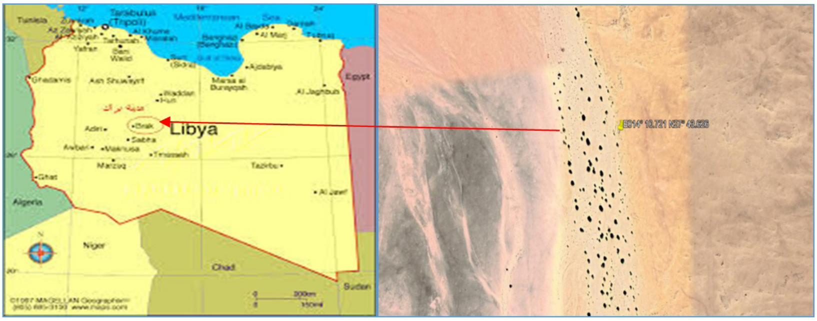
قام (Rincon et al,2003) وآخرون بدراسة تأثيرات كل من فسفور وكالسيوم التربة وعلاقتهما بنمو شتلات من الطلح، وفقاً لظروف المشتل الزراعي، قدرت أربع نسب للكالسيوم وعلاقتها بالفسفور للنمو العقدي لأشجار الطلح وهي:(10:1, 31:1, 44:1, 133:1) وذلك لدراسة إمكانية زرع نبات الطلح بتربة ولاية لارا بفنزويلا، النسبة (1 : 10) تربة غير كلسيه خصبت بالفسفور بعد 90 يوم كانت تفوق بقية المعالجات بحوالي 35.25 cm/plant،0.23 g/plant،17.50 nodule/plant على التوالي وفقاً لمتغيرات طول الجذر والعقد الصغيرة، وأشار الباحث إلى أن النسبة (10:1) نتيجة لأفضل نمو لأشجار الطلح. أما التأثير السلبي على النمو حدث من النسب المتزايدة من الفسفور، ولذلك فإنه لزراعة نبات الطلح في الترب الكلسية قد يحتاج إلى استعمال مخصب فسفوري محدد بدقة.

أجريت هذه الدراسة في وادي زقزة بمنطقة وادي الشاطئ جنوب غرب ليبيا، بهدف تقييم الوسط البيئي لشجرة الطلح من نوع Acacia raddiana))؛ وذلك من خلال دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، والتي تلعب دورا هاما في نمو وتكاثر هذا النوع من النباتات الصحراوية، وبالتالي ستسهم نتائج الدراسة في وضع أسس لتنميتها،والمحافظة عليها، لأهميتها في التنوع الحيوي وتثبيت الكثبان الرملية، وحماية التربة من التعرية والانجراف، وتخفيف آثار التصحر، وكمصدر غذائي مهم لبعض الحيوانات.

2. منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض43.626°27شمالا، وخطي

طـول10.721 °14 شرقـا بارتفـاع 460 مـتر عـن مسـتوى سـطح البحر،وتبعـد مسـافة (35 كـم) شـمال بـراك الشـاطئ، في وسـط صحـراء فـزان جنـوب غـرب ليبيـا، وهـو عبـارة عـن وادي تصريـف في أرض جبليـة مرتفعـة تحيـط بـه تـلال مـن الحجـر الرمـلي، وقـدرت المسـاحة المدروسـة بحـوالي 550 مـتر طـول، و450 مـتر عـرض. و تقـع منطقـة الدراسـة ضمـن المنـاخ الصحـراوي الجـاف الحـار صيفـا والبـارد شـتاءاً، مـعِ نـدرة سـقوط الأمطـار خـلال فصـول السـنة.



شكل (1) منطقة الدراسة

3. مواد وطرق البحث:

3. 1. جمع عينات التربة:

تـم اختيـار ثلاثـة أحجـام مـن أشـجار الطلـح (كبـيرة ومتوسـطة وصغـيرة)، ثـم جمعـت عينـات مـن التربـة المحيطـة بـكل شـجرة في الاتجاهـين الأفقـي والعمـودي، حيـث جمعـت العينـات مـن ثـلاث نقـاط في الاتجـاه الأفقـي وهـي كالتـالي: تحـت الشـجرة بمسـافة 1 مـتر مـن الجـذع، وعـلى بعـد 3 أمتـار، وعـلى بعـد 6 أمتار،لـكل نقطـة ثلاثـة مسـتويات في الاتجـاه العمـودي، (0 – 5 سـم)، (5 – 10 سـم)، (10 – 20 سـم)، تـم جمـع (9 عينـات) مـن الـترب المحيطـة بـكل شـجرة، وبذلـك يكـون العـدد الـكلي للعينـات(27 عينـة).

صورة (2) شجرة الطلح (Acacia raddiana)

التصنيف العلمي:
الصنف: Magnoliopsida
الفصيلة: Leguminosae
الرتبة: Fabales
العائلة: Mimosaceae
الجنس: Acacia
النوع: Raddiana

2. التجارب العملية:

-الرطوبة: تم أخذ عينة تربة معلومة الوزن (20 جرام) وجففت على درجة حرارة (c لمدة 24 ساعة) (Hesse, 1971) ، ثم حساب النسبة المئوية للرطوبة كالتالى:-

$$\frac{\text{وزن التربة قبل التجفيف} - \text{وزن التربة بعد التجفيف}}{\text{وزن التربة بعد التجفيف}} \times 100$$

- التحليل الميكانيكي للتربة: تم تقدير أنسجة التربة باستخدام طريقة الماصة، وذلك بوزن عينة من التربة المجففة هوائيا وإزالة كل من الكربونات والمادة العضوية و أكاسيد الحديد والألمونيوم الرابطة بين الحبيبات وتشتيتها باستخدام المحلول المفرق (الكالجون) مع الرج بعد كل إزالة؛ ثم نقلت التربة إلى غربال قطر فتحاته(0.5 ملم) لفصل الرمل ووزنه ثم إلى اسطوانة حجمها لتر مع أخذ عينة بماصة بعد ثماني ساعات لمعرفة كمية الطين والغرين (بشوّر، الصايغ، 2007).

-الأس الهيدروجيني pH : تم تحضير مستخلص عجينة تربة مشبعة بنسبة 1:

1 تربة وماء، ورشحت هذه العجينة باستخدام ورق ترشيح (whatmen No 42) و تم قياس الأس الهيدروجيني باستخدام جهاز(pH meter) حسب طريقة (Page, 1982).

- الإيصالية الكهربائية EC: تم قياس التوصيل الكهربي باستخدام جهاز-Con ductivity meter) في مستخلص عجينة التربة المشبعة، وذلك بعد ترشيح عجينة التربة حيث صححت القراءة عند درجة حرارة c باستخدام المعادلة الواردة في (Richards,1954).

Ec c = Ect ft

حيث : Ect = الإيصالية المقاسة عند درجة حرارة c في العينة المدروسة

Ft = معامل التصحيح .

-تقدير العناصر الكيميائية (الكالسيوم، الماغنيسيوم، الكبريت،الصوديوم): تم استخلاص هذه العناصر من التربة حسب الطريقة التي ذكرت في (Page, 1982)؛ وذلك بأخذ 5 جرامات تربة وأضيف إليها(150 مل) من خلات الأمونيوم (1 عياري)، ثم الرج والترشيح لتقدير العناصر وتم قياس الصوديوم باستخدام جهاز(Flam photometer) ثم قياس الكالسيوم والماغنيسيوم باستخدام جهاز(-Atomic Absorption Spectrophotometer)أما الكبريت فقد قيس باستخدام جهاز((Spectrophotometer عند الطول الموجي 420 nm.

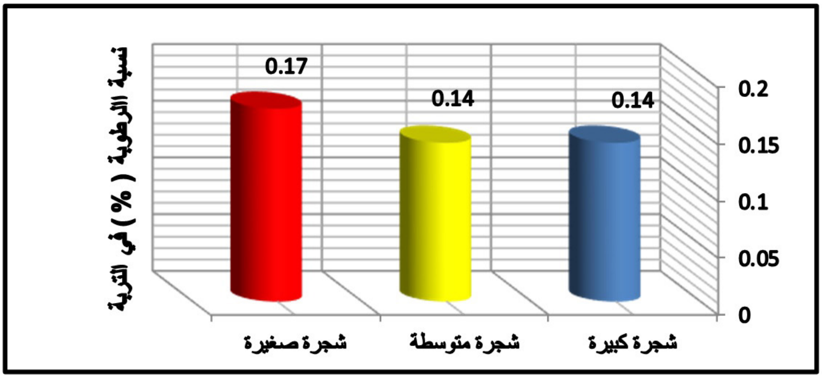
- التحليل الإحصائي: استخدم برنامج التحليل الإحصائي Statistical Package For Sociality Science) (SPSS وذلك لدراسة معنوية المتغيرات موضوع الدراسة، حيث تم تعيين قيم التأثيرات المعنوية والتداخل فيما بينها والفروق المعنوية (أقل فرق معنوي: LSD عند مستوى الثقة 0.05).

4. النتائج والمناقشة:

4. 1. الرطوبة:

تعتبر الرطوبة من أهم العناصر المناخية التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في نشاط الكائنات الحية الدقيقة، والتي تقوم بتحليل الأحياء النباتية والحيوانية وتحويلها إلى مواد قابلة للامتصاص عن طريق الماء، كما أن الماء ضروريا لعملية التجوية الكيميائية للمواد المعدنية، بينما تؤدى قلة الأمطار في الأقاليم الجافة وشبه الجافة إلى جفاف التربة مما يؤدي إلى قلة الرطوبة(أيوبي وآخرون، 2012).أوضحت نتائج الدراسة انخفاض نسبة الرطوبة، حيث لم يتجاوز متوسط نسبة الرطوبة(0.17 %) تحت الشجرة الصغيرة،كما هو موضح فيشكل (1)، ولم يكن لحجم الشجرة أي تأثير على المحتوى الرطوبي للتربة (F= 0.340, P =0.715) ، كما أن ليس لعمق التربة أي تأثير على محتوى التربة من الرطوبة (F= 0.167, P= 0.848)، أما عامل البعد فكان له تأثيراً معنوياً على المحتوى الرطوبي للتربة، حيث قلت نسبة الرطوبة كلما ابتعدنا عن

الأشـجار(F= 4.167, P= 0.033)، تتقـارب هـذه النتائـج مـع مـا وجـده (Abdoulgad-er, 1987) أن نسـبة الرطوبـة (0.39 %) عنـد العمـق (0 – 20 سـم)، وذلـك في منطقـة الدراسـة نفسـها، وتتعـارض هـذه النتائـج مـع مـا وجـده (Turner &Abdoulgader, 1983) حيـث كان المحتـوى الرطوبـي (3.1 %) في نفـس منطقـة الدراسـة، وذلـك بسـبب تسـاقط كميـات كبـيرة مـن الأمطـار في تلـك الفـترة، ولعـل سـبب انخفـاض الرطوبـة بمنطقـة الدراسـة يعـود لقلـة سـقوط الأمطـار لفـترات طويلـة، إضافـة إلى نسـجة التربـة ومحتواهـا مـن المـادة العضويـة، حيـث تكـون سـعة مسـك المـاء للتربـة التـي بهـا كميـة قليلـة مـن الطـين أو المـادة العضويـة قليلـة (Donahue et al, 1977).



شكل (1) المتوسط الحسابي لرطوبة التربة باختلاف حجم الشجرة

2.4 التحليل الميكانيكي للتربة:

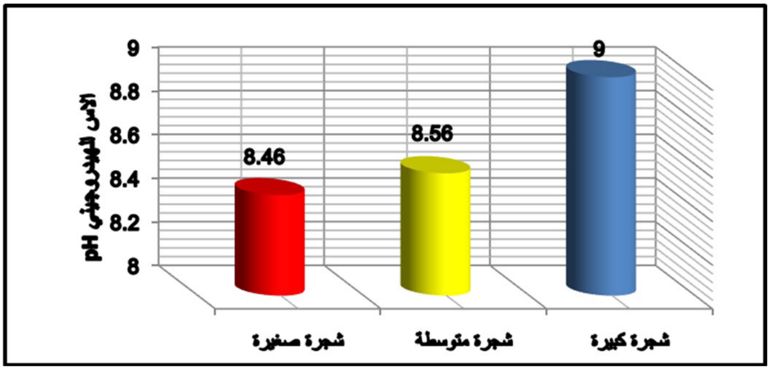
نسـيج التربـة ومحتـوى المـادة العضويـة مهمـان في تحديـد كميـة المـاء التـي مـن الممكـن أن تمسـكها التربـة، وعـلى أسـاس محتـوى التربـة مـن الرمـل والغريـن والطـين يمكـن تحديـد نسـيج التربـة (الراشـدي، 1987)، وقـد أوضحـت نتائـج التحليـل الميكانيكـي للتربـة بمنطقـة الدراسـة أن نسـجتها رمليـة حيـت كانـت نسـبة الرمـل في تربـة المنطقـة المدروسـة (98.92 %) كمـا هـو مبـين فيجـدول (1)، وتتوافـق هـذه النتائـج مـع مـا وجـده (الشريـف،2001، الخـولي وآخـرون، 2004، الزيـن، 2005، بحري، 2009) الذيـن وجـدوا أن نسـجة التربـة في المناطـق الجافـة وشـبه الجافـة رمليـة حيـث تتكـون مـن نسـبة عاليـة مـن الرمـل ونسـب قليلـة مـن الطـين والطمـي.

جدول (1) التحليل الميكانيكي للتربة بموقع الدراسة

البعد عن الشجرة (م)	العمق (سم)	الرمل %	الغرين %	الطين %	النسيج
1	0 – 5	97.72	0.5	1.78	رملية
	5 – 10	97.35	0.4	1.65	رملية
	10 – 20	94.57	1.3	3.45	رملية
3	0 – 5	98.32	0.5	1.14	رملية
	5 – 10	97.87	0.5	1.63	رملية
	10 – 20	98.57	0.8	1.5	رملية
6	0 – 5	96.77	1.4	1.72	رملية
	5 – 10	98.92	0.3	0.7	رملية
	10 – 20	98.57	0	1.41	رملية

3.5 الأس الهيدروجيني (pH):

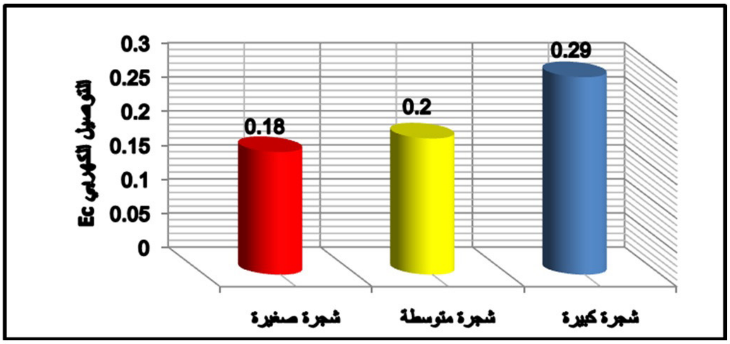
تفاعل التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة إما أن يكون متعادلاً وإما أن يكون قلوياً، وذلك بسبب قلة سقوط الأمطار مما يعمل على بقاء القواعد (أي الأملاح القاعدية) في الطبقة السطحية وعدم تسربها إلى أسفل، ويعبر عن تفاعل التربة بما يسمى بالرقم الهيدروجيني ويرمز له بالرمز pH (مجاهد وآخرون، 1995)، تباينت قيم pH في عينات التربة بين الشجرة الكبيرة والشجرتين الصغيرة والمتوسطة (F = 13.247, P=0.000)، حيث إن متوسط الأس الهيدروجيني9 pH= تحت الشجرة الكبيرة وعلى بعد متر من جذع الشجرة، أما الشجرتين الصغيرة والمتوسطة فقد كانت قيمة pH في تربتهما (8.46 – 8.56 على التوالي) كما هو موضح في شكل (2)، ولم يكن لعاملي البعد والعمق أي تأثير على pH التربة (F = 0.144, P= 0.963)، وهذا يتوافق مع ما وجده(Turner &Abdoulgad-er,1984) حيث كانت قيمة pH = 8.5 في نفس منطقة الدراسة، ومع(Abdoul-gader,1987) حيث كانت قيمة pH = 8.5 في نفس المنطقة، وذلك عند العمق(0 – 20 سم)، ويتوافق كذلك مع (الجطلاوي، 2004) في دراسته لتربة جافة بمنطقة مسوس جنوب شرق مدينة بنغازي حيث وجد أن قيمة pH تميل إلى القلوية، ومع (الخولي وآخرون، 2004) حيث كانت قيم8.12 – 9.02pH = بمنتزه الإحساء بالمملكة العربية السعودية.



شكل (2) المتوسط الحسابي للأس الهيدروجيني باختلاف حجم الشجرة

4.4. التوصيل الكهربي (EC) :

يعبر عن ملوحة التربة بالتوصيل الكهربي (EC) لمستخلص العجينة المشبعة (الزبيدي، 1989). وقد بينت نتائج الدراسة انخفاض قيمة التوصيل الكهربي EC في تربة منطقة الدراسة بشكل عام حيث لم يتجاوز متوسط قيمة التوصيل الكهربي (0.29 مليموز/ سم) كما هو موضح فيشكل (3)، ولم يكن لحجم الشجرة تأثير على التوصيل الكهربي للتربة (F = 1.467, P= 0.251)،أما بالنسبة لعامل البعد عن الشجرة فلم يكون له تأثير في قيمة التوصيل الكهربائي (0.061 =F = 3.289, P)، وقد يكون السبب في انخفاض قيمة التوصيل الكهربي في منطقة الدراسة ميل التربة للقلوية،نتائج هذه الدراسة كانت أعلى من المدى الذي ذكره (Turner &Abdoulgader,1983))، حيث كانت قيم 0.094 - 0.046)EC مليموز/سم) وذلك قد يكون بسبب عوامل التجوية للصخور بمنطقة الدراسة والتي تعمل بمرور الزمن على ازدياد تراكم الأملاح وبالتالي ارتفاع قيمة EC، و يتوافق مع (بحري، 2009) حيث كانت قيمة التوصيل الكهربائي (0.185 – 0.752 مليموز/ سم).



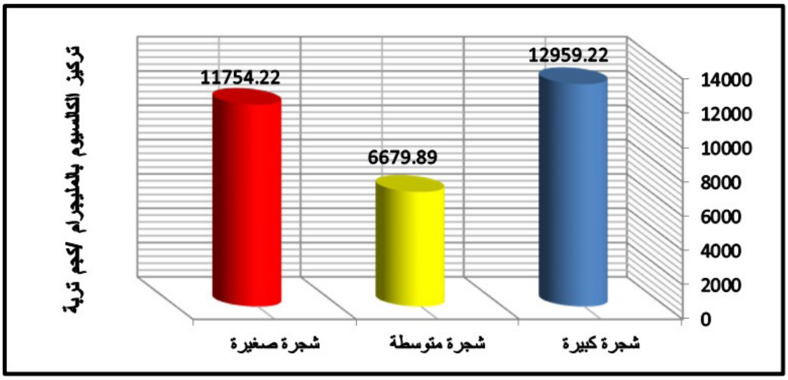
شكل (3) المتوسط الحسابي للتوصيل الكهربي باختلاف حجم الشجرة

4. 5. الكالسيوم:

تختلف الترب فيما بينها اختلافاً كبيراً في محتواها من الكالسيوم، ويرجع ذلك إلى مادة الأصل الناشئة منها هذه التربة، كذلك يعتمد ذلك على قابلية المعادن الحاوية للكالسيوم على التجوية والذوبان ومدى تعرض هذه الأراضي للأمطار، وتعتبر الأراضي الموجودة في المناطق الجافة وشبه الجافة غنية في الكالسيوم وذلك لوفرة المركبات المعدنية المترسبة والتي يدخل في تركيبها الكالسيوم مثل الكالسيت، والدولوميت، والجبس، والأباتيت وغيرها من المعادن، مع ملاحظة أن معدل تحرر الكالسيوم من هذه المركبات بطيء جداً وذلك لارتفاع رقم pH في هذه المناطق(الفولي، 1992).

تباينت تراكيز الكالسيوم في عينات التربة (F = 46.974, P =0.000)، حيث كان أعلى متوسط تركيز للكالسيوم في التربة تحت الشجرة الكبيرة (12959 ملجم/كجم تربة)وأقل تركيز (6679.89 ملجم/كجم تربة) كما هو موضح في شكل (4)، بينما عاملي البعد والعمق لم يكون لهما تأثير في تركيز الكالسيوم في التربة (F = 0.016, P=0.999)، تتوافق نتائج الدراسة مع ما وجده (Badri et al, 1993) أن تركيز الكالسيوم في الصحراء الشرقية بمصر(2950 – 23675 ملجم/كجم تربة)، وتتوافق مع(Romney et al, 1980) أن تركيز الكالسيوم بصحراء نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية (2600-58200 ملجم/كجم تربة)، وكانت في المدى الذي ذكره(الدومي وآخرون، 1996) أن تركيز الكالسيوم في الترب بشكل عام يتراوح ما بين(1600 – 49400 ملجم/كجم تربة)، وأعلى مما وجده(Abdoulgader,1987) أن تركيز الكالسيوم في التربة(1560- 5960 ملجم/كجم تربة)، وذلك بمنطقة الدراسة نفسها، ولعل ارتفاع تركيز الكالسيوم في تربة منطقة الدراسة قد يكون بسبب قلة سقوط الأمطار وبالتالي قلة عمليات غسيل التربة التي تؤدي إلى غسيل

الكالسيوم من على أسطح التبادل للغرويات الأرضية وبالتالي يحل محله ايونات الأيدروجين مما يؤدي إلى زيادة حموضة التربة وبالتالي انخفاض تركيز الكالسيوم (الفولى، 1992).

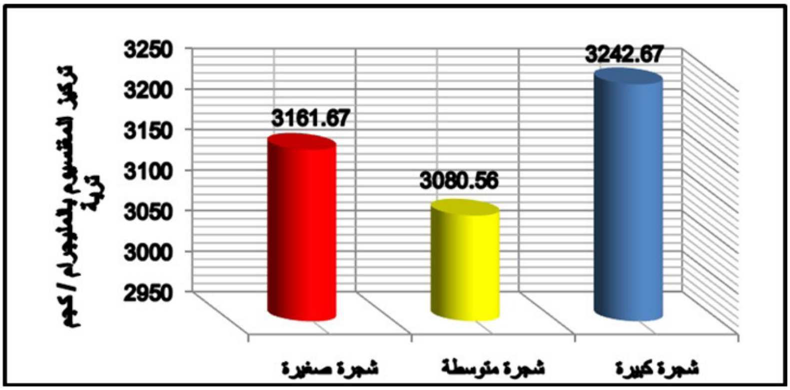


شكل (4) المتوسط الحسابي لتركيز الكالسيوم باختلاف حجم الشجرة

4. 6. الماغنيسيوم:

يوجد الماغنيسيوم في التربة بكميات مختلفة، وذلك حسب مادة الأصل الناشئة منها وكمية ونوع الطين السائد في هذه الأراضي وفى ترب المناطق الجافة وشبه الجافة يوجد الماغنيسيوم بكمية كبيرة في صورة كبريتات ماغنيسيوم Mg، ويتشابه الماغنيسيوم مع البوتاسيوم من حيث توزيعه في التربة وتزداد كمية الماغنيسيوم المتبادل في الأراضي الملحية والقلوية والأراضي الغنية بكربونات الماغنيسيوم (الفولي، 1992)، تشير النتائج المتحصل عليها أن متوسط تركيز الماغنيسيوم يتراوح ما بين(3080.56– 3242.67 ملجم/كجم تربة) كما هو موضح في شكل (5)، كما بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في تراكيز الماغنيسيوم في التربة تحت أشجار الطلح (P= 0.021, =0.980F=)، أي إن حجم الشجرة ليس له أي تأثير على تركيز الماغنيسيوم في التربة، ولم يكون لعاملي البعد والعمق أي تأثير في تركيز الماغنيسيوم في التربة(F =1.678,= 0.199 P)، نتائج الدراسة أعلى مما وجده (Abdoulgader,1987) أن تركيز الماغنيسيوم في التربة (216 – 2448 ملجم/كجم تربة)، وذلك في منطقة الدراسة نفسها، وفي المدى الذي ذكره (الراشدي، 1987) أن معظم محتوى الترب من الماغنيسيوم بشكل عام يقع بين(500 – 5000 ملجم/كجم تربة)، وتتوافق مع ما وجده (-Rom ney et al, 1980) أن تركيز الماغنيسيوم في تربة صحراء نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية (960 – 10560 ملجم/كجم تربة)،ويتوافق مع ما ذكره(الدومي وآخرون، 1996) أن الماغنيسيوم الكلي في التربة من أقل(500 – أكثر من 10,000 ملجم/

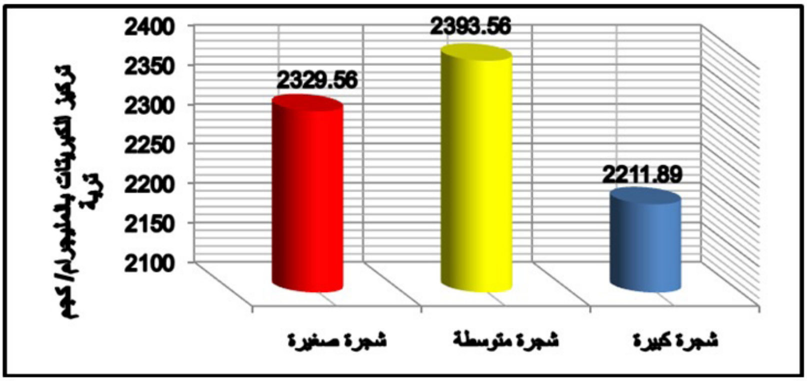
كجـم تربـة)، وذكـر (الفـولي، 1992) أن كمية المغنيسـيوم الذائبـة في المحلـول الأرضي في الأراضي الرمليـة وكذلـك أراضي المناطـق الرطبـة تكـون منخفضـة وذلـك لقلـة كمية المغنيسـيوم المتبـادل بهـذه الأراضي.



شكل (5) المتوسط الحسابي لتركيز المغنيسيوم باختلاف حجم الشجرة

4. 7. الكبريتات:

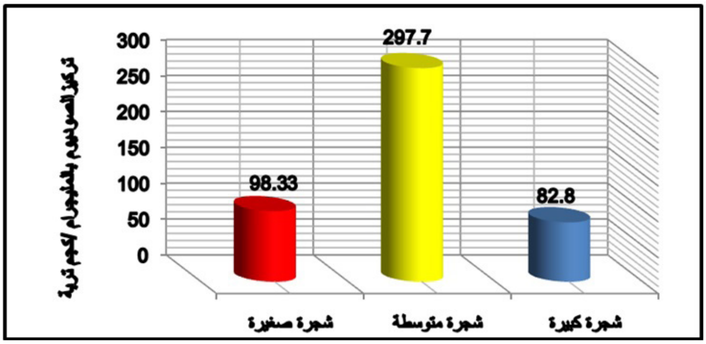
يوجـد الكبريـت عـلى شـكل كبريتيـد وكبريتـات ويرتبـط عضويـا بالنيتروجـين والكربـون، ويعتـبر الكبريـت العضـوي هـو الصـورة الأكثـر وجـوداً في الطبقـة السـطحية مـن التربـة(Acquacye&Kang, 1987) حيـث تُعتـبر المـادة العضويـة مصـدراً رئيسـياً للكبريـت وخاصـةً في المناطـق الرطبـة، ويدخـل الكبريـت في تركيـب الأحمـاض الأمينيـة مثـل: السيسـتين – والمثيونـين، وهـذه المكونـات تتحلـل بفعـل الكائنـات الأرضيـة وينطلـق منهـا الكبريـت المعدنـي في عمليـة تُعـرف بعمليـة المعدنـة للكبريـت Mineralization(الفـولي، 1992)،وتبـين مـن النتائـج أن متوسـط تركيـز الكبريـت يتراوح مـا بـين(2211.89 – 2393.56 ملجم/كجـم تربـة) كمـا هـو موضـح في شـكل (6)،ولـم يسـجل حجـم الشـجرة أي تأثـير في تركيـز الكبريـت تحـت أشـجار الطلـح (F= 0.920 P=0.084)، كذلـك عامـلي البعـد والعمـق لـم يكـون لهمـا تأثـير في تركيـز الكبريـت (F = 0.391, P=0.812)،وتتوافـق نتائـج هـذه الدراسـة مـع مـا ذكـره (الدومـي وآخـرون، 1996) أن المحتـوى الـكلي للكبريـت في التربـة مـن(100 إلى أكثـر مـن 2000 ملجم/كجـم تربـة).



شكل (6) المتوسط الحسابي لتركيز الكبريتات باختلاف حجم الشجرة

4.8. الصوديوم:

تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تباين في تركيز الصوديوم في التربة، حيث سجل أعلى متوسط تركيز للصوديوم (297.7 ملجم/كجم تربة) تحت الشجرة المتوسطة(P ,20.323 = F 0.000=)، وأقل تركيز(82.8 ملجم/كجم تربة)،كما هو موضح في شكل (7)كما أن العمق والبعد لم يكن لهما أي تأثير على تركيز الصوديوم في عينات التربة،تلك النتائج أقل بكثير مما ذكره(الدومي وآخرون، 1996) أن تركيز الصوديوم في التربة بشكل عام يتراوح ما بين (1000 – 20,000 ملجم/كجم تربة)، بينما تتقارب مع ما وجده (الشريف، 2001) حيث تراوح تركيز الصوديوم في تربة زلاف بصحراء فزان جنوب غرب ليبيا ما بين (71 – 497.5 ملجم/كجم تربة)، وبالتالي يتضح انخفاض تركيز الصوديوم عموما في عينات التربة المدروسة.



شكل (7) المتوسط الحسابي لتركيز الصوديوم باختلاف حجم الشجرة

الخلاصة

أوضحت نتائج الدراسة تباينا في تركيز العناصر الكيميائية لعينات التربة المدروسة باختلاف حجم الشجرة، حيث ترتفع قيمة الأس الهيدروجيني(PH)، وتركيز الكالسيوم تحت الشجرة الكبيرة، كما تبين انخفاض قيمة التوصيل الكهربي((EC، وتركيز الصوديوم في التربة، إلا أن نتائج التحليل الإحصائي تشير إلى أن تركيز الصوديوم تحت الشجرة المتوسطة أعلى مما هو عليه تحت الشجرتين الصغيرة والكبيرة، أما بالنسبة لعنصري الماغنيسيوم والكبريت وكذلك التوصيل الكهربي فقد تبين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى للمتغيرات الثلاثة (حجم الشجرة، العمق، والبعد)، في حين أن عامل البعد كان له تأثير فقط في المحتوى الرطوبي للتربة حيث تقل نسبة الرطوبة كلما ابتعدنا عن الشجرة. و بناءاً على ذلك فإن الدراسة توصي بما يلي:

1 - دعم وتشجيع الدراسات المختصة بالأنظمة البيئية الصحراوية عامة وبيئة الوديان بصفة خاصة والتي تفتقر لمثل هذه الدراسات والأبحاث.

2 - التعريف بأهمية شجرة الطلح، والعمل على إيقاف جميع الممارسات الخاطئة كالرعي الجائر للمواشي وقطع الأشجار للاحتطاب، والتي تؤثر سلباً على نموها وانتشارها طبيعياً.

3 - وضع خطة عملية لتحسين جودة وخصوبة التربة،وتهيئة الوسط الملائم لنمو وتكاثر أشجار الطلح بشكل أفضل لأن الإكثار من نموها يتيح انتشار بذورها لتعويض ما فقد منها عبر الزمن.

4 - توحيد كافة الجهود والعمل بروح الفريق لحماية وتنمية شجرة الطلح، باعتبارها أحد الموارد الطبيعية الهامة في المحافظة على التنوع الحيوي والتوازن البيئي وأحد أنواع النباتات الأساسية في البيئة الصحراوية، ونظراً لمساهمتها في مكافحة التصحر وكمصدات للرياح، وذلك لقدرتها على تثبيت التربة الرملية، وباعتبارها ملجأ لتكاثر الحيوانات البرية، إضافة إلى استعمالاتها في الجانب الإنساني للأغراض الطبية.

6. المراجع:

الجطلاوي، أحمد عمر المختار (2004). دراسة الغطاء النباتي وبيئة خزان البذور لمنطقة مراعي صحراوية (مسوس)، رسالة ماجستير - جامعة قاريونس - بنغازي - ليبيا.

الخولي، أحمد عبد اللطيف. الموسى، خالد بن ناصر. الفلاج، يوسف على (2004). التقييم البيئي لتدهور أشجار مصدات الزراعة الجافة بمنتزه الإحساء الوطني،المؤتمر الدولي للموارد المائية والبيئة الجافة، المملكة العربية السعودية.

الدناصوري، جمال الدين (1964) جغرافية فزان. دار ليبيا للنشر والتوزيع- ليبيا.

الدومــي، فــوزي محمــد. الماجــي، يوســف القــرشي. الحســن، جــاد اللــه عبــد اللــه (1996) طــرق تحليــل الــترب والنباتــات والميــاه، منشــورات جامعــة عمــر المختــار - البيضــاء - بنغــازي - ليبيــا.

الريــس، عبــد الهــادي جــواد (1983). التغذيــة النباتيــة - الجــزء الثانــي - كليــة الزراعــة - بغــداد.

الزبيــدي، أحمــد حيــدر (1989). ملوحــة التربــة - الأســس النظريــة والتطبيقيــة - المكتبــة الوطنيــة ببغــداد - جامعــة بغــداد – العــراق.

الراشــدي، راضي كاظــم (1987). علاقــات التربــة بالنبــات، قســم التربــة واســتصلاح الأراضي. كليــة الزراعــة. جامعــة البــصرة ، العــراق.

الشريــف، إبراهيــم محمــد عبــد الســلام (2001).دراســة بيئيــة لبعــض النباتــات الصحراويــة بمنطقــة زلاف جنــوب ليبيا،رســالة ماجســتير. كليــة العلــوم الهندســية والتقنيــة / بــراك - جامعــة ســبها.

الشــوك، عبــد الكاظــم (1990).علاقــة التربــة بالمــاء والنبــات - هيئــة المعاهــد الفنية - مطبعــة دار الحكمــة - دار الكتــب والوثائــق ببغــداد .

الفــولي، عبــد الحميــد (1992). العنــاصر الضروريــة للنباتــات /telc.tanta.edu.eg hosting/pro11/containt/L3-2.htm تاريــخ الاســترجاع 8/1/ 2013.

أيوبــي، ســمير؛ فاتحــي، مصطفــى؛ أتحســين، عــلى؛ والفتــي، محمــد (2012). ديــوان علــوم الأرض. المملكــة المغربية.

بحــري، نــواره محمــد (2009). دراســة الغطــاء النباتــي لمنطقــة وادي نســمة شــمال غــرب ليبيــا، رســالة ماجســتير. كليــة العلــوم - جامعــة ســبها - ليبيــا .

بشــور، عصــام . الصايــغ، أنطــوان (2007).طــرق تحليــل تــرب المناطــق الجافــة وشــبه الجافــة، الجامعــة الأمريكيــة - بــيروت – لبنــان.

بــن محمــود، خالــد رمضــان (1995).الــترب الليبيــة (تكوينهــا، تصنيفهــا، خواصها، إمكانياتهــا الزراعية)الطبعــة الأولى، الهيئــة القوميــة للبحــث العلمــي - زاويــة الدهمانــي طرابلــس – ليبيــا.

جــودة، جــودة حســين (1996).جغرافيــا افريقيــا الإقليميــة، الطبعة التاســعة - مركز الدلتــا للطباعــة - منشــأة المعــارف بالأســكندرية - جــلال مــزي وشركاه - جمهوريــة مــصر العربيــة.

مجاهــد، أحمــد محمــد؛ العــودات، محمــد عبــدو؛ عبداللــه، عبــد الســلام محمــود؛ الشــيخ، عبداللــه بــن محمــد؛ باصهــي، عبــد اللــه يحيــى (1995) علــم البيئــة النباتيــة. جامعــة الملــك ســعود. الريــاض: الســعودية.

Acquacye, D.K; and Kang, B.T (1987).Sulfur status and forms in some surface soils of Ghana.Soil science.144:43-52.

Abdoulgader, A.M (1987). Ecophysiological studies of several desert plant Ph.D. thesis University of Lancaster U.K.

Badri, M.A; Pulford, I.D; springuel, I (1993) Supply and accumulation of two Egyptian desert plant species growing on wadi-fill deposits. Journal of arid environments. Vol 32. 4.

Donahue, R.L; Miller, R.W; and Shicklna, J.C (1977). An introduction to soils and plant growth. Prentice - Hall,Inc Englewood Cliffs, New Jersy 07632.

Hesse, P.R (1971).A textbook of soil chemical analysis. Aus. John Murray (Publishers) Ltd, London.

Page, A.L (1982). Methods of soil analysis part 2 chemical and Microbiological properties, 2ed . Wisconsin USA.

Richards, L.A (1954). Diagnosis and improvement saline and Alkali soils. USDA Agric. handbook 60. Washington, D.C.

Rincon, J.J; Gallardo, Y; Leal, M; Rojas, Y(2003).Effects of the soil calcium:phosphorus relationship on growth of young plants ofAcacia mangium (Willd). Dpto. Produccion Animal, Decanato de Agronomia, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Apdo, 400, Barquisimeto, Venezuela. Bioagro; 15 (2): 97 - 105.

Romney, E.M; Wallace, A; Kaaz, H; and Hall, W (1980).The role of Shrubs on the redistribution of mineral nutrients in the soil in Mojave Desert.

Turner; and Abduolgader, A (1983). Studies made on the desert grass, Panicumturgidum ,Forsk. wadi Zigzah Research ReportHigher Institute of technology,Brack, Libya. Unpublished Report.

Turner; and Abduolgader, A (1984) The Dissolution of Some Fezzan Plants a;for the Determination of total Nitrogen, Sulpher and Phosphorus, Higher Institute of technology, Unpublished Report.

دراسة لحصر الأنواع النباتية الدخيلة بمنطقة توكرة - ليبيا

أحمد عبد الحميد[1] عبد الحميد الزربي 1 محمد الدراوي العائب 2 ناصر عمر الشيخي3
مريم مجيد العمروني3
1كلية الآداب والعلوم توكرة - جامعة بنغازي 2 كلية العلوم - جامعة بنغازي 3كلية الآداب والعلوم الابيار - جامعة بنغازي

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على النباتات الدخيلة بمنطقة توكره بالجبل الأخضر "ليبيا" ، وذلك من أجل المساعدة في إيجاد قاعدة بيانات حول الأنواع المنتشرة بالمنطقة. حيث أوضحت نتائج الدراسة أن هناك 51 نوعاً من النباتات المدخلة تنتمي إلى 40 جنساً موزعة على 30 فصيلة منها 27 فصيلة من مغطاة البذور وثلاث فصائل من معراة البذور. كما أظهرت الدراسة صور الحياة للأنواع المدخلة والمسجلة بمنطقة الدراسة فوصل عدد الأشجار إلى 19 نوعاً بنسبة مئوية تجاوزت (37.26%) ، وعدد الشجيرات وصل إلى 18 نوعا وبنسبة مئوية (35.29%) و كان عدد الأعشاب 10 أنواع وبنسبة مئوية (19.60%) ومتسلقات عددها أربعة أنواع وبنسبة مئوية تجاوزت (7.85%)، وأظهرت الدراسة بالتحليل الكمي قياس نسبة تواجد الأنواع المدخلة حيث سجل تواجد أشجار Eucalyptus بـ خمسة أنواع بنسبة مئوية (9.80%)، وسجل تواجد أشجارFicus بـ أربعة أنواع بنسبة مئوية (7.85%) كما سجلت أشجار Bougainvillea وأشجار Acacia وجودها بالنوعين وبنسبة مئوية (3.92%) لكل منهما، وأما باقي الأنواع مثلت نوعا واحدا فقط، وتعد هذه الدراسة الأولى من نوعها التي تجرى حول النباتات الدخيلة بهذه المنطقة.

الكلمات المفتاحية: توكرة – النباتات الدخيلة – الجبل الأخضر .

Study to survey introduced plants in the Tocra region – Libya

Abstract

This study aims to identify the introduced plants to the Tocra region in Al-Jabal Al-Akhdar - Libya, in order to help create a database on the species spread in the area. The findings of the study revealed the presence of 51 species of introduced plants within 40 genera of vascular plants distributed into 30 families, 3 families of Gymnosperms and the remaining 27 families are belonging to Angiosperms. The study also showed, by quantitative analysis, the life form of the introduced and registered species in the study area that the number of trees reached 19 species with a percentage exceeding 37.26%; the number of shrubs reached 18 species with a percentage of 35.29%; herbs were 10 species and a percentage of 19.60%; and climbers numbered four types with a percentage exceeding 7.85%; the study showed, by quantitative analysis, the measurement of the percentage of the presence of the introduced species, where the presence of Eucalyptus trees was recorded with five species with a percentage of 9.80%; and the presence of Ficus trees was recorded with four types with a percentage of 7.85%; as were Bougainvillea trees and Acacia trees in two species, with a percentage of 3.92%; for each, and the rest of the species were represented by only one species. This study was considered the first study conducted on the introduced plants in this area.

Keywords: Tocra – Introduced plants – Al-Jabal Al-Akhdar

1. المقدمة

الأنواع الدخيلة (Introduced species) هي الأنواع التي توجد خارج النطاق الطبيعي للمنطقة تأريخياً، أي غير موجودة طبيعياً في البيئة المحلية (Non-native) وما يترتب عليها من تأثيرات على المجتمعات الطبيعية وقد تصبح بعضها نباتات غازية (Invasive plants) (العوامي، 2019). أو هي التي تنتقل عن طريق العوامل الأحيائية أو العوامل غير الأحيائية لمنطقة جديدة بعيدة عن موطنها الأصلي (Vila, et al. 1999). وتعد من أهم المشكلات التي تواجه العديد من دول العالم (العوامي، 2019). ليصبح النبات غَازِيًّا يجب أن يتبع ثلاث خطوات: الدخول، والاستيطان، والانتشار، وبحسب «القواعد العشر» لوليامسون 10 % تقريباً" من هذه الأنواع تنجح في كل من التحولات الثلاثة كونها تستورد بكل بساطة إلى كونها تُدخل بنجاح، ومن كونها تُدخل إلى كونها تصبح مستوطنة فعلاً، ومن كونها مستوطنة إلى كونها تصبح مؤذية للأنواع الأخرى والتنوع البيولوجي (مكتب معلومات البحر المتوسط للبيئة والثقافة والتنمية المستدامة، 2013). الأنواع الغازية في الوقت الحالي تمثل إحدى التهديدات الرئيسية للتنوع البيئي في جميع أنحاء العالم، ربما تكون ثاني أكبر تهديد من صنع الإنسان للتنوع الحيوي، والأنواع التي يتم إدخالها إلى منطقة جديدة ربما لا يكون لها علاقات تعايش مع الأنواع المحلية، بمعنى أنه ربما لا توجد ضوابط للحد من تكاثر وانتشار بعض الأنواع الدخيلة، وفي هذه الحالة فإن النوع الدخيل سوف يصبح نوعاً غازياً وسوف ينتشر دون مقاومة للمناطق المحيطة، وعادة ما يخلق نظاماً بيئياً جديداً يكون فيه سائداً، ربما يكون من الصعب التنبؤ بتأثير الأنواع الغازية التي يمكن أن تدمر أنظمة بيئية بالكامل (بانفيد وآخرون،2010). كما يعد انتشار بعض أنواع النباتات الغازية مثل نبات البربش والشبرق التي تنمو بشكل متسارع من دلالات حدوث اختلال بيئي (جامعة عمر المختار، 2005). كما تعمل هذه النباتات الدخيلة على تغير تركيبة المجتمع النباتي الأصلي، حيث تستنزف التنوع في الأنواع النباتية وتهدد التنوع الحيوي وتحل محل الأنواع المحلية، وتؤثر على عملية التوازن الاقتصادي والبيئي (الحارثي وآخرون،2019). النباتات الغريبة لها تأثيرات مختلفة على البيئة والاقتصاد للمناطق غير الأصلية التي تم إدخالها للبيئة المحلية، وبالرغم من أن لبعض هذه النباتات فائدة اقتصادية إلا أن لها أضرارا بيئية وخاصة النباتات الغازية التي تشكل ما يقارب من 50% من النباتات الغازية بشكل عام بوصفها ضارة بالبيئة بناءً على أثارها الفعلية (Mahklouf, 2019). تمتاز النباتات الغازية بسرعة نموها فقدرتها التنافسية العالية التي تمكنها من القضاء على النباتات المحلية أو إضعافها (الحارثي وآخرون،2019). ومن حسن الحظ أن أغلب الأنواع الدخيلة لا تعد غازية (العوامي، 2019). تتميز منطقة المتوسط بوجود جماعات نباتية كثيرة التنوع والمفاجئ هو أن الأنواع الدخيلة الغازية لم تكن حتى الآن ذات واقع في

المنطقة حيث يوجد ما بين 25 ألف نوع نباتي في المنطقة فقط 1% هي نباتات دخيلة ومن بين هذه أنواع قليلة جداً تعد مؤذية للجماعات النباتية (مكتب معلومات البحر المتوسط للبيئة والثقافة والتنمية المستدامة، 2013). وفي دراسة قام بها Alzerbi, et al. (2020) بأن عدد الأنواع المدخلة في الفلورا الليبية حوالي 361 نوعاً وبنسبة مئوية تجاوزت (17.72%). وعادةً يتم إدخال النباتات لأغراض متعددة بوصفها نباتات زينة وعلى جوانب الطرقات ومراعي النحل ومصدات الرياح ونباتات طبية وعطرية ومصدر مهم للحطب وتثبيت الكثبان الرملية والمراعي وبعض النباتات المثمرة، وأما طريقة دخولها فهي متعددة كالتجارة بين الدول والسياحة والمساعدات الإنسانية ودخولها يكون بغير قصد أو بقصد. في جزيرة سقطري تم تعريف 87 نوعا نبات دخيل، تتم زراعة هذه النباتات بشكل أساسي من قبل الناس في الحدائق المنزلية، منها 35 نوعا من هذه النباتات لديها الإمكانية لكي تصبح غازية (الحارثي وآخرون،2019). وفي دراسة قام بها غزال (2015) بأن الأنواع المستخدمة في عمارة البيئة هي أنواع دخيلة وتشكل 73% ، وأما الأنواع الغازية فنسبتها 5% وهي التي استطاعت أفرادها أن تنمو تلقائياً على الرغم من عدم تلقيها الاهتمام، ونتيجة لقلة الدراسات عن الأنواع المدخلة (Exotics) فإن هذه الدراسة تهدف إلى معرفة تجميع وتكوين قاعدة بيانات عن الأنواع المدخلة بمنطقة الدراسة ومعرفة الأغراض من إدخال هذه الأنواع.

2. المواد وطرق العمل:

1.2 . منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة بمنطقة توكرة شمال شرق ليبيا عند خطي عرض32°32′ شمالا وخطي طول 20°34′ شرقاً ، تبعد حوالي 70 كيلو مترا شرق مدينة بنغازي، وهي عبارة عن منطقة ممتدة بحوالي 10 كيلو متر يحدها من الشمال البحر الأبيض المتوسط وترتفع عن مستوى سطح البحر بحوالي 14 مترا , وتعد من المناطق الأثرية المهمة عدد سكانها حوالي 30000 ألف نسمة.

شكل (1) يبين خريطة لمنطقة الدراسة

2.2 . حصر وتجميع الأنواع المدخلة

تـم تجميـع عينـات مـن الأنـواع النباتيـة المدخلـة بنـاءً عـلى الملاحظـة الميدانيـة بمنطقـة الدراسـة بحيـث يتـم التعـرف عـلى الأنـواع المدخلـة وتصنيفهـا بحيـث أخـذت العينـات مـن المجمـوع الخـضري مـع أخـذ أكثـر مـن تكـرار للعينـة المجمعـة، كمـا تـم إعطـاء العينـات غـير المعروفـة أرقامـاً خاصـة بهـا حتـى يتـم التعـرف عليهـا في المعشـبة، كمـا وضعـت العينـات مبـاشرة بعـد التجميـع في أوراق صحـف قديمـة وتـم كبسـها بـين زوج مـن الإطـارات الخشـبية الضاغطـة بعـد تنسـيق العينـة حتـى تكـون واضحـة عنـد التعريـف، ثـم أخـذت العينـات المجمعـة للمعشـبة بقسـم علـم النبـات بكليـة الآداب والعلـوم توكـره ، وجففـت مـع مراعـاة تغيـير الأوراق يوميـا حيـث تـم لصقهـا عـلى ورق خـاص بالمعشـبة (Herbarium sheet) باسـتخدام الصمـغ الـلازم ليتـم التعـرف عليهـا (الرطيـب،1994) والتحقـق منهـا بالاسـتعانة بالفلـورا الليبيـة(-Flora of Libya) (Ali;El-Gadi,1976-1988., Ali; Jafri,1976), (El-Gadi,1988 إلى جانـب ذلـك أخـذت بعـض الصـور للأنـواع النباتيـة المدخلـة الموجـودة بمنطقـة الدراسـة.

3. النتائج والمناقشة:

بينـت نتائـج الدراسـة وجـود 51 نوعـاً مـن الأنـواع النباتيـة المدخلـة تنتمـي إلى 41 جنسـا موزعـة عـلى 30 فصيلـة منهـا 3 فصائـل مـن معـراة البـذور(-Gymno

sperms) و27 فصيلة من مغطاة البذور (Angiosperms). (جدول 1) وفي دراسة قام بها Mahklouf (2019) وثق 29 نوعاً من الأنواع الدخيلة والغازية في ليبيا تنتمي إلى 13 فصيلة، كما تم حصر 36 نوعاً من الأنواع المدخلة بمدينة المرج تنتمي إلى 26 جنساً موزعة على 21 فصيلة منها فصيلة واحدة معراة البذور و19 فصيلة تتبع مغطاة البذور (العوامي، 2019).

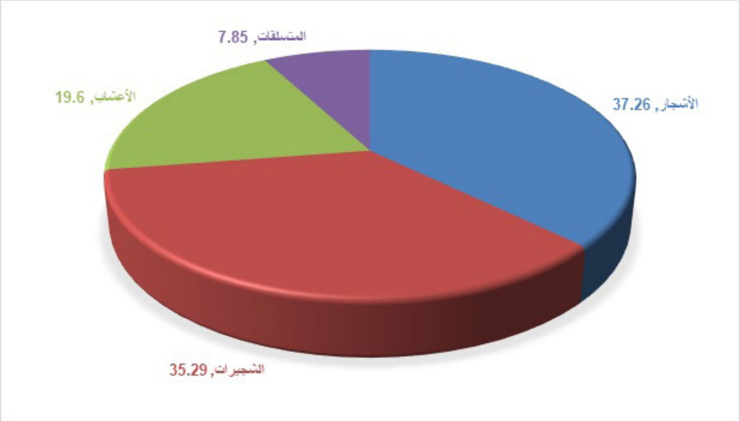
جدول (1) المجموعات النباتية المدخلة والمسجلة بمنطقة الدراسة

ت	المجموعات النباتية	عدد الأنواع	عدد الأجناس	عدد الفصائل
1	معراة البذور	3	3	3
2	مغطاة البذور	48	38	27
المجموع	51	41	30	

كما أظهرت الدراسة صور الحياة للأنواع المدخلة والمسجلة بمنطقة الدراسة بأن عدد الأشجار كان 19 نوعاً بنسبة مئوية تجاوزت (37.26%) وعدد الشجيرات وصل إلى 18 نوعاً وبنسبة مئوية (35.29%) والأعشاب عددها 10 أنواع وبنسبة مئوية (19.60%) ومتسلقات عددها أربعة أنواع وبنسبة مئوية تجاوزت (7.85%) وهذا يتفق مع العوامي (2019) بأن عدد الأشجار المدخلة بمدينة المرج 22 شجرة و14 شجيرة (جدول 2) (شكل 2).

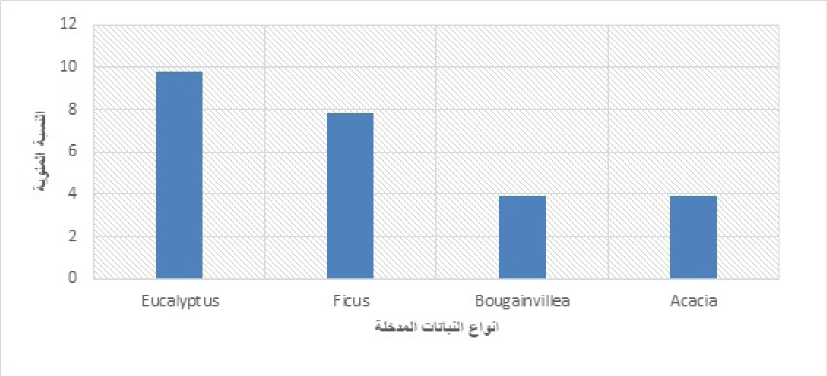
جدول (2) صور الحياة للمجموعات النباتية المدخلة والمسجلة بمنطقة الدراسة

ت	تصنيف النباتات المدخلة	عدد الأنواع	النسبة المئوية %
1	الأشجار	19	37.26
2	الشجيرات	18	35.29
3	الأعشاب	10	19.60
4	المتسلقات	4	7.85
	المجموع	51	100



شكل (2) النسبة المئوية لصور الحياة للمجموعات النباتية المدخلة والمسجلة بمنطقة الدراسة

وأظهرت الدراسة بالتحليل الكمي قياس نسبة وجود الأنواع المدخلة حيث سجل وجود أشجار Eucalyptus بـ خمسة أنواع بنسبة مئوية (9.80%)، وسجل وجود أشجار Ficus بأنواعها الأربعة بنسبة مئوية (7.85%) كما سجلت وجود أشجار Bougainvillea وأشجار Acacia بنوعين وبنسبة مئوية (3.92%) لكل منهما، وأما باقي الأنواع مثلت بنوع واحد فقط (شكل 3).



شكل (3) النسبة المئوية النباتات الدخيلة ذات التواجد الأعلى في منطقة الدراسة

كما صنفت الأنواع المدخلة بحسب الاسم العلمي والاسم المحلي والفصيلة التي ينتمي لها كل نوع إلى جانب صور الحياة للأنواع المدخلة (جدول 3).

وغالبا يكون دخول لتلك الأنواع من النباتات المدخلة دون معرفة مسبقة

أو معرفة مدى مقدرتها على أن تكون غازية تؤثر على البيئة وتنافس الأنواع المحلية، مثل ذلك أشجار Acacia sp تم دخولها لأنها سببا في بعض الفوائد للبيئة، ولكن اتضح أن التكاليف غير المتوقعة كانت أكبر(Mahklouf, 2019)، كما أن إدخال هذه الأنواع قد تكون لأسباب لا تتوفر في النباتات المحلية مثلا سرعة نموها وقيمتها الرعوية، أو من أجل زيادة الأنواع الزراعية وإنتاجيتها العالية أو من أجل زينة بالشوارع والحدائق والمنتزهات والمباني السكنية مثل الفيكس والكازورينا والبوسيانا والسرو وغيرها لما لها من منظر جمالي تزين بها الشوارع والميادين والحدائق والبيوت وتعطي نوعاً من الراحة للقاطنين هذه الأماكن ، كذلك تمتص الكثير من الملوثات والأتربة العالقة بالهواء كالفيكس نيتدا المستجلب لهذا الغرض، ودورها في إنتاج العسل من أشجار الكافور والفحم والحطب إلى جانب قيمتها العلاجية في مجال الطب البديل أو الطب الشعبي، ولهذا الأثر الواضح في تخفيف الضغط عن الأنواع المحلية وخاصة النادرة أو المتوطنة أو الأنواع المهددة بالانقراض (العوامي، 2019)، كما أن ما قام به الإنسان من إزالة الأشجار المعمرة أدى إلى سيادة أنواع غازية أي إزالة الغطاء الشجيري الطبيعي الذي يتميز بتأقلمه مع ظروف المنطقة واستبداله بأنواع دخيلة أخرى لم يكن إجراء صحيحاً (جامعة عمر المختار، 2005)

جدول (3) عدد الأنواع النباتية المدخلة واسمها العلمي والمحلي والفصيلة وصور الحياة بمنطقة الدراسة

ت	الاسم العلمي	الاسم المحلي	الفصيلة	التصنيف
1	Mesembryanthemum cordifolia L. F.	زهرة الشمس	Aizoaceae	Herb
2	Carpobrotus edulis (L.) N.E. Brown.	حي علم	Aizoaceae	Herb
3	Agava franzosinii Baker.	الصبار	Asparagaceae	Herb
4	Schinus terebinthifolius Raddi.	فلفل عريض الأوراق	Anacardiaceae	Shrub or medium tree
5	Araucaria excelsa(Lamb.) R. Br.	شجرة عيد الميلاد	Araucariaceae	Tree
6	Phoenix canariensis Chabaud.	النخلة	Arecaceae	Large Tree
7	Washingtonia filifera (Lendl.) H. Wendi.	النخل المروحي	Arecaceae	Tree
8	Acokanthera oblongifolia (Hochst.) Codd.	اكوكنثيريا	Apocynaceae	Shrub
9	Tecoma capensis (Thunb.) Lindi.H	تيكوما	Bignoniaceae	Shrub
10	Canna indica L.	الكانا	Cannaceae	Herb
11	Casuarina equisetifolia Forst. H	الكازورينا	Casuarinaceae	Tree
12	.Tradescantia pallida (Rose.) D. R. Hunt	القلب الارجواني	Commelinaceae	Herb
13	.Ipomoea hederacea (L.) Jacq	ست الحسن	Convolvulaceae	Herb Climbing
14	.Cyperus alternifolius L	النجيل	Cyperaceae	Herb
15	.Cuppressas arizonica Greene	السرو	Cuppressaceae	Tree

16	.Euphorbia tirucalli L	نبات القلم – ام اللبن	Euphorbiaceae	Shrub
17	.Ricinus communis L	الخروع	Euphorbiaceae	Shrub
18	Acacia saligna (Labill.) H. L. Wendl.H	النم أو السنط	Fabaceae	Shrub or small Tree
19	Acacia karroo Hayne, Darst.H	السنط الشوكي	Fabaceae	Small Tree
20	.Delonix regia (Bojer.) Rafin	بونسيانا	Fabaceae	Tree
21	Erythrostemon gilliesii (Hook.) Klotzsch		Fabaceae	Shrub
22	.Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	اللوسينيا	Fabaceae	Shrub
23	Senna occidentalis (L.) Link.H		Fabaceae	Small Shrub
24	Vachellia farnesiana (L.) Wight et Arn. H	الطلح	Fabaceae	Shrub or small Tree
25	.Pelargonium peltatum (L.) Soland	جرانيوم	Geraniaceae	Herb
26	.Juglans regia L	اللوز	Juglandaceae	Tree
27	.Jasminum azoricum Linn	ياسمين البلدي	Oleaceae	Shrub Climb-ing
28	Ocimum basilicum L.H	الحبق	Lamiaceae	Herb
29	.Alcea rosea L		Malvaceae	Shrub
30	.Hibiscus rosa-sinensis L	الورد الصيني	Malvaceae	Shrub or small tree
31	Malvaviscus arboreus Cav. Diss. var. .penduliformis (DC.) Schrey	الخباز الشمعي - الطربوش	Malvaceae	Shrub
32	Ficus benjamina L.H	فكي بنجامين	Moraceae	Tree
33	Ficus elastica Roxb. Ex Hornem.H	فكس المطاطي	Moraceae	Tree
34	Ficus microcarpa L.H	فكس	Moraceae	Tree
35	Ficus retusa L.H	فكس	Moraceae	Tree or Shrub
36	.Morus nigra L	التوت	Moraceae	Tree
37	Eucalyptus cosmophylla F. Muell.H	كافور	Myrtaceae	Tall Shrub or small Tree
38	Eucalyptus camaldulensis Dehnhardt.H	الكافور	Myrtaceae	Tall Tree
39	Eucalyptus gomphocephala DC. H	كافور	Myrtaceae	Tall Tree
40	Eucalyptus leucoxylon var minor F Muell.H	الكافور	Myrtaceae	Tree
41	Eucalyptus torquata Luehm.H	كافور	Myrtaceae	Tree
42	.Psidium guajava L	الجوافة	Myrtaceae	Shrub or small Tree
43	Bougainvillea spectabilis Willd.H	جهنمية	Nyctaginaceae	Shrub climb-ing
44	Bougainvillea glabra Choisy	جهنمية	Nyctaginaceae	Shrub climb-ing
45	Pinus canariensis Sweet ex Sprengel.H	الصنوبر	Pinaceae	Tree

46	.Prunus dulcis (Mill.) D. A. Webb	لوز	Rosaceae	Small Tree
47	.Rosa damascena Mill	الورد	Rosaceae	Shrub
48	Myoporum insulare R. Br. H	البزروم	Scrophulariaceae	Shrub or small Tree
49	Nicotina tabacum L.H	عكوز موسى	Solanaceae	Herb
50	.Solanum elaeagnifolium Cav	الباذنجان البري	Solanaceae	Herb
51	.Lantana camara L	لانتاريا	Verbenaceae	Shrub

بينت الدراسة أن عدد الأنواع المدخلة للزينة 48 نوعاً بنسبة مئوية تجاوزت (94.11 %)، وعدد الأنواع المدخلة من أجل مصدات الرياح 17 نوعاً بنسبة تجاوزت (33.33 %)، وعدد الأنواع المدخلة لجوانب الطرقات 16 نوعاً بنسبة مئوية (31.37 %)، وعدد الأنواع المدخلة من أجل الحطب 13 نوعاً بنسبة مئوية (25.49 %)، وعدد الأنواع المدخلة للأغراض الطبية 11 نوعاً بنسبة مئوية (21.56 %)، وعدد الأنواع المدخلة لمراعي النحل والماشية 10 أنواع بنسبة مئوية (19.60 %)، والأنواع المدخلة للغذاء والطهي كانت ستة أنواع بنسبة مئوية (11.76 %)، ونوع واحد أدخل لتثبيت الرمال وبنسبة مئوية (1.96 %)) جدول 4) (شكل 4).

جدول (4) الأنواع المدخلة وسبب دخولها إلى البيئة المحلية والموجودة بمنطقة الدراسة

ت	الاسم العلمي	الاسم المحلي	الموطن الأصلي	سبب دخول النبات
1	Mesembryanthemum cordifolia .L. F	زهرة الشمس	افريقيا الجنوبية	الزينة
2	Carpobrotus edulis (L.) N.E. .Brown	ودينة	جنوب افريقيا	الزينة
3	.Agava franzosinii Baker	الصبار	المكسيك	الزينة والاغراض الطبية
4	.Schinus terebinthifolius Raddi	فلفل عريض الأوراق	غرب وجنوب أوروبا	مراعي للنحل وزينة والظل وثماره الجميلة وسرعة نموها والاغراض الطبية
5	.Araucaria excelsa R. Br	اروكاريا	استراليا	الزينة وخاصة الحدائق والمباني السكنية
6	.Phoenix canariensis Chabaud	النخلة	جزر الكناري تم جلبه خلال الاحتلال الإيطالي	للزينة للحدائق وجوانب الطرق
7	Washingtonia filifera (Lendl.) .H. Wendi	النخل المروحي	غرب أمريكا	الزينة وجوانب الطرق والحدائق
8	Acokanthera oblongifolia .(Hochst.) L. E. Codd	اكوكنثيريا	جنوب أفريقيا	للزينة للحدائق وثماره سامة
9	Tecoma capensis (Thunb.) Lindl.H	تكوما	شرق وجنوب افريقيا ووسط وجنوب امريكا	الزينة وخاصة الحدائق

لجوانب الطرق والزينة والاغراض الطبية ويمكن تحميص البذور بدل القهوة	جنوب أمريكا		Senna occidentalis (L.) Link.H	10
للزينة ومصدات الرياح وجوانب الطرق ولمراعي النحل ولسرعة نموها وللحطب	مدغشقر	بونسيانا	.Delonix regia (Bojer.) Rafin	11
للزينة	جنوب أمريكا		Erythrostemon gilliesii (Hook.) Klotzsch	12
للزينة والاغراض الطبية	وسط وجنوب أمريكا وغرب الهند	الكانا	.Canna indica L	13
للزينة ومصدات الرياح ولسرعة نموها وللأغراض الطبية وللحطب	استراليا وجنوب شرق اسيا	الكازورينا	Casuarina equisetifolia Forst. H	14
لزينة الحدائق	جنوب امريكا خليج المكسيك	القلب الارجواني	Tradescantia biflora (Rose.) D. .R. Hunt	15
يزرع لزهوره الجميلة والبراقة	أمريكا ويزرع في نصف الكرة الشرقي والغربي	ست الحسن	Ipomoea hederacea (L.) R. .Jacq	16
للزينة وخاصة الحدائق	أمريكا	النجيل	.Cyperus alternifolius L	17
للزينة ومصدات الرياح وللأغراض الطبية الحطب ولسرعة نموها	جنوب غرب أمريكا والمكسيك	السرو	.Cuppressas arizonica Greene	18
الزينة و للعلاج الطبي	وسط وجنوب افريقيا	نبات القلم – ام اللبن	Euphorbia tirucalli	19
للزينة وتثبيت الكثبان الرملية واستخراج الزيوت من البذور وللأغراض الطبية	الدول الاستوائية والشبه الاستوائية	الخروع	.Ricinus communis L	20
للزينة وخاصة ازهاره الجميلة والألوان الزاهية	جنوب افريقيا	جرانيوم	Pelargonium peltaum (L.) .Soland	21
الزينة والاكل وخاصة الفاكهة وصناعة الأثاث والاغراض الطبية ويصلح زيت بذوره للطهي	شمال وغرب أوروبا وشرق وغرب اسيا	اللوز	.Juglans regia L	22
الزينة وخاصة الحدائق والشوارع والمشاتل والمباني السكنية	جزر الكناري	ياسمين البلدي	.Jasminum azoricum Linn	23
للأغراض الطبية والعطرية والزينة	افريقيا واسيا وماليزيا	الحبق	Ocimum basilicum L.H	24
للزينة وخاصة الحدائق	اسيا		.Alcea rosea L	25
للزينة	الصين	الورد الصيني	.Hibiscus rosa-sinensis L	26
الزينة وخاصة الحدائق	أمريكا الجنوبية من المكسيك الى البيرو والبرازيل	الخباز الشمعي – الطربوش	Malvaviscus arboreus Cav. Diss. var. penduliformis (DC.) .Schrey	27

لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	استراليا	النم	Acacia saligna L(Labill.) H. L. Wendl.H	28
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	جنوب افريقيا	الطلح – سن الشوك	Acacia karroo Hayne, Darst.H	29
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	أمريكا	الطلح	Vachellia farnesiana Wight et Arn. H	30
مصدات الرياح ولجوانب الطرق والزينة وسرعة نموها	وسط أمريكا والمكسيك	اللوسينيا	Leucaena leucocephala (Lam.) .de Wit	31
للزينة ومصدات الرياح والحطب	الصين والهند وأستراليا	فكس بنجامين	Ficus benjamina L.H	32
للزينة ومصدات الرياح والحطب	شرق وجنوب شرق اسيا	فكس مطاطي	Ficus elastica Roxb.H ex Hor-.nem	33
للزينة ولجوانب الطرق والحدائق	من الصين الى استراليا	فكي نيتدا	Ficus microcarpa L.H	34
للزينة ولجوانب الطرق والحدائق	اسيا وأستراليا	فكس	Ficus retusa L.H	35
للأكل ثماره والزينة	جنوب شرق اسيا	التوت	.Morus nigra L	36
للزينة ومصدات الرياح	استراليا	البزروم	Myoporum insulare R. Br. H	37
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	استراليا	كافور	Eucalyptus cosmophylla F. Muell.H	38
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	استراليا	الكافور	Eucalyptus camaldulensis Deh-nhardt.H	39
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	استراليا	الكافور	Eucalyptus gomphocephala DC. Prodr.H	40
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	استراليا	الكافور	Eucalyptus leucoxylon var minor F Muell.H	41
لسرعة نموها ومصدات الرياح وللزينة ومراعي النحل ومراعي الماشية والحطب ولجوانب الطرق	استراليا	السرو	Eucalyptus torquata Luehm.H	42
من اجل ثماره	وسط وجنوب أمريكا	الجوافة	.Psidium guajava L	43
الزينة	البرازيل	جهنمية	Bougainvillea spectabilis Willd.H	44
الزينة	البرازيل	جهنمية	Bougainvillea glabra Choisy	45

مصدات الرياح وجوانب الطرق والزينة	جزر الكناري	الصنوبر	Pinus canariensis Sweet ex Sprengel.H	46
لاستخراج الزيت وللأكل وخاصة ثماره الخضراء وبذوره	غرب وجنوب اسيا		Prunus dulcis (Mill.) D. A. .Webb	47
الزينة وخاصة ازهاره الجميلة	غرب وجنوب اسيا	الورد	.Rosa damascena Mill	48
الزينة والاغراض الطبية	شمال وغرب أمريكا وأوروبا وشمال افريقيا واسيا	دخان	Nicotina tabacum L.H	49
نبات غازي وملوث للبيئة	شمال وجنوب أمريكا		.Solanum elaeagnifolium Cav	50
زينة	أمريكا الاستوائية	لانتاريا	.Lantana camara L	51

شكل (4) الأنواع المدخلة وسبب دخولها إلى البيئة المحلية والمتواجدة بمنطقة الدراسة

وبالرغم من أن كثيرا من الأنواع المدخلة توفر للبيئة بعض المعالجات الطبيعية كامتصاص الملوثات من الجو ولبعضها القدرة على تثبيت الكثبان الرملية وكذلك مأوى لكثير من الطيور لبناء أعشاشها لكن لدى الكثير منها صفات عدائية قد تسبب مشاكل على المدى البعيد بسبب انتشارها واهتمام المواطنين بها لصفاتها الشكلية والجمالية فقط الذي يكون على حساب الأنواع المحلية وإهمالها مما يؤدي إلى تهديدها للنوائل التي تعتمد عليها (العوامي، 2019).

من الأخطار المهددة لمنطقة الغابات هي الأنواع المدخلة والغازية وخاصة المستخدمة في تشجير الغابات وتزيين الطرقات وكذلك الأخطار المهددة للمناطق

البرية غير الغابية هي إدخال الأنواع المدخلة والغازية إلى المناطق الرعوية والزراعية (الهيئة العامة للبيئة، 2010). حوالي 3% يمكن اعتبارها من الأنواع الغازية من إجمالي عدد الأنواع النباتية التي تم إدخالها والمسجلة في الفلورا الليبية وكل هذه الأنواع أعشاب (Alzerbi, et al.2020).

لوحظ من خلال هذه الدراسة وجود نبات Solanum elaeagnifolium. منتشر بكثرة في المنطقة وخاصة الأماكن الملوثة والساحات وجوانب الطرقات والبيوت السكنية، وهذا يتفق مع دراسة Mahklouf 2019) والذي عد S. elaeagnifolium من النباتات الأكثر غزوا للطبيعة وله القدرة على نشر وغزو الكثير من البيئة المحيطة به، وتعد ثماره سامة وتسبب كثيرا من المشاكل على مستوى السكان والمجتمعات المحلية، بإمكان الأنواع الدخيلة الغازية أن تغطي على الأنواع الأصلية، بقمع هذه الأخيرة" أو استبعادها، محولةً" بشكل غير مباشر بنية النظام البيئي، كما أن الأنواع الدخيلة الغازية يمكن أن تؤثّر على الأنواع الأصلية بالتصرف وذلك بوصفها ناقلة لمسببات الأمراض، أو الآفات أو الطفيليات التي تتسبب بالأمراض لتلك الأنواع، إضافة إلى ذلك، قد تنشأ آثار جينية وراثية عبر التهجين بين الأنواع " الأصلية والأنواع غير الأصلية ذات الصلة، والتي تتسبب بشكل غير مباشر من خلال تفتّت المجموعات الأصلية وتخفيض درجة وفرتها (مكتب معلومات البحر المتوسط للبيئة والثقافة والتنمية المستدامة، 2013)، والنبات الغازي هو الذي يتم إدخاله إلى منطقة معينة لم يكن موجوداً بها من قبل ثم يتسبب في الأضرار بالنظام البيئي بهذه المنطقة إلى جانب ذلك ما تسببه من الأضرار الاقتصادية والصحية (الحارثي وآخرون،2019).

من خلال الدراسة لوحظ أن أكثر الأشجار انتشارا بالمنطقة وخاصة بالمنازل جنس Delonix regia (البيونسيانا) وهذا راجع إلى سرعة النمو ومنظر الشجرة الجمالي وأزهارها الجذابة، وإلى الأشجار الظليلة المحببة للسكان على الرغم من الأضرار التي تسببها للمباني السكنية من تصدعات وتساقط الأوراق والأزهار.

4. المراجع :

بانفيد، ليزا؛ توني، ميلر؛ آيك، نيوبيرت؛ تشارد، بورتر؛ سنان، علي؛ كأي، فان دام (2010). الأنواع الغازية: مخاطر إدخال الحيوانات والنباتات الدخيلة إلى سقطري. طيف، نشرة أخبار سقطري تصدر عن جمعية أصدقاء سقطري، عدد 7، ص: 10 – 15.

جامعة عمر المختار (2005). دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر. التقرير النهائي، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

الحارثي، سعود ثامر؛ القطعاني، عبد الله؛ المنقذي، بندر (2019). أنواع النباتات الدخيلة في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية. المجلة العربية

للعلوم ونشر الأبحاث - مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية، المجلد (3)، العدد (3)، ص: 90-82.

الرطيب، فتحي بشير (1994). دليل الفصائل الليبية، المكتبة العلمية العالمية طرابلس. الدار العالمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.

العوامي، وفاء (2019). النباتات المدخلة بمدينة المرج. أكاديمية الدراسات العليا، بنغازي، رسالة ماجستير غير منشورة.

غزال، عبد الله محمد (2015). الخصائص البيئية والبصرية وحركية الأنواع النباتية التزيينية المزروعة والمستخدمة في مشاريع عمارة البيئة في غرب المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك عبد العزيز: علوم تصاميم البيئة، مجلد 9، ص: 101 – 138.

مكتب معلومات البحر المتوسط للبيئة والثقافة والتنمية المستدامة (Mio-ECSDE) (2013). وضع الأنواع الدخيلة وتوجهاتها في المتوسط نظرة شاملة أنواع دخيلة في البحر المتوسط، اليونان.

الهيئة العامة للبيئة (2010). التقرير الوطني الرابع حول تنمية اتفاقية التنوع الحيوي – ليبيا. طرابلس، ليبيا

Ali, S. I., Jafri, S.M.H., El-Gadi, A. (1976-1988). Flora of Libya. Vols.1-144. Botany Department, El-Faateh University, Tripoli.

Ali , S , I., Jafri , S. M .H. (1976) . Flora of Libya . voles 1- 24 .Department , El-Faateh University , Tripoli .

Alzerbi, A. K., Alaib, M. A., Omar, N. O. (2020). Introduced Species in Flora of Libya. Libyan Journal of Science & Technology. 11:2, pp 65 -72.

El-Gadi , A. A. (1988). Flora of Libya . vole. 145 Department of Botany , El-Faateh University , Tripoli .

Mahklouf, M. (2019). Invasive Alien Plant Species in Libya. Journal of Advance Botany and zoology, Vol.7, Issue I.

Vilà, M., Meggaro, Y; Weber, E. (1999). Preliminary analysis of the naturalized flora of northern Africa. Orsis 14, pp. 9-20.

http://www.alkhaleej.ae/supplements/page/6caa7cea-8eae-435 b-afe1

http://www.worldfloraonline.org

صورة (1) شجرة البيوسيانا *Delonix regia*

صورة (2) شجرة السرو *Eucalyptus cosmophylla*

صورة (3) نبات زهرة الشمس Mesembryanthemum

صورة (4) شجرة السنط الشوكي *Acacia karroo*

صورة (5) شجيرة الياسمين *Jasminum azoricum*

صورة (6) شجرة فلفل الكاذب *Schinus terebinthifolius*

صورة (7) القلب الارجواني *Tradescantia pallida*

صورة (8) شجيرة اكوكنثيريا *Acokanthera oblongifolia*

13

صورة (9) شجرة الأروكاريا *Araucaria excelsa*

صورة (10) شجيرة الجهنمية *Bougainvillea glabra*

صورة (11) نبات النجيل *Cyperus alternifolius*

صورة (12) شجيرة القلم ام اللبن *Euphorbia tirucalli*

تغير استخدام الأرض وأثره على الغطاء النباتي بالمنطقة الممتدّة من وادي الرمل إلى وادي قريم خلال المدة من 1972م إلى 2018م

د. خالد عبد السلام الوحيشي
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات/ كلية الآداب والتربية/ جامعة صبراتة

الملخص :

اهتم البحث بدراسة تغير نمط استخدام الأرض وأثره على الغطاء النباتي بالمنطقة الممتدّة بين واديي الرمل وقريم التي تتمثل اداريا في بلديتي القره بوللي وقصر الاخيار خلال المدة من سنة 1972م إلى سنة 2018م باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. يهدف البحث لتوضيح التغير الحاصل في استخدامات وممارسات إدارة الأراضي ومعرفة الأسباب المؤدية إلى زيادة زحف بعض أنماط الاستخدام عن غيرها، لأجل التعريف بالتغيرات السريعة التي شهدتها المنطقة خصوصا بعد سنة 2011 التي تشكل جزءا مهما من القسم الشرقي لسهل الجفارة بتربته الرملية المفككة التي تظهر على شكل غطاءات واسعة متموجة عَمِل غطاؤها النباتي على تماسكها، اعتُمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي للمرئيات الفضائية لتتبع التغيرات وتحليلها مكانيا بأسلوب كارتوجرافي والقيام بعدد من الزيارات الميدانية لأجل معاينة الظاهرة، واستخدام برنامج Exile، وصورGoogle Earth في هذه الدراسة. ومن خلال مقارنة صور المرئيات الفضائية وتحليلها وتصنيفها في تواريخ متفاوتة وإنتاج خرائط تشكل قاعدة بيانات لكل استخدام ومدى تطوره ، مع التوصل إلى مجموعة من النتائج أهمها أنّ هناك تناقصا كبيرا في أراضي الغطاء النباتي الطبيعي بلغ معدله السنوي 593هـ/السنة تقريبا، في المقابل هناك تزايدٌ ملحوظٌ في مساحة استخدامات الأرض لأغراض أهمها: التوسع الزراعي والعمراني ووصل معدلهما السنوي إلى 708هـ/السنة تقريبا للغرض الأول، 98.6هـ/السنة تقريبا للغرض الثاني، وقد حصل هذا التوسع على حساب مساحات مهمة من الغطاء النباتي الطبيعي ممّا يؤثر سلبا على التوازن البيئي السبب الذي تطلب توجيه أنظار المسؤولين والمخططين والرأي العام نحو ما تتعرض له المنطقة من اجتثاث لغطائها النباتي.

الكلمات المفتاحية: نمط استخدام الأرض، تحليل صور المرئية الفضائية وتصنيفها ، ممارسات إدارة الأراضي، التوازن البيئي.

Land use change and its impact on the vegetation cover in the area extending from Wadi Al-Raml to Wadi Quraim during the period from 1972 to 2018

Abstract

The research was concerned with studying the change in the pattern of land use and its impact on the vegetation cover in the area extending between Wadi al-Raml and Quraim, which is administratively represented in the municipalities of Qara Polli and Qasr al-Akhyar during the period from 1972 AD to 2018 AD using remote sensing and GIS technologies. The research aims to clarify the change in the uses and practices of land management and to know the reasons leading to the increase in the encroachment of some patterns of use over others, in order to introduce the rapid changes that the region witnessed, especially after the year 2011, which constitutes an important part of the eastern section of the Jafara plain with its loose sandy soil that appears in the form of covers The vegetation cover worked on its cohesion, and to achieve the objectives of the research, the descriptive analytical approach of satellite visuals was relied on to track changes and analyze them spatially in a cartographic style. By comparing, analyzing and classifying satellite visual images of varying dates and producing maps that form a database for each use and its development, a set of results was reached, the most important of which is that there is a significant decrease in the lands of natural vegetation cover, with an annual rate of approximately 593 AH / year, on the other hand, there is a noticeable increase in The area of land uses for the most important purposes: agricultural and urban expansion, and their annual rate reached approximately 708 AH/year for the first purpose, and approximately 98.6 AH/year for the second purpose. This expansion occurred at the expense of important areas of natural vegetation cover, which negatively affects the ecological balance. The attention of officials, planners and public opinion towards the eradication of vegetation in the region..

Keywords: land use, analysis and classification of satellite visual images, land management practices, ecological balance.

1. مقدمة

تأتــي أهميــة اسـتعمال نظـم المعلومــات الجغرافيــة في دراســة اســتخدامات الأرض كونهــا وســيلة فعالــة وحديثــة في التعامــل مــع الكــم الهائــل مــن البيانــات ؛ حيــث تتميز بالقــدرة العاليــة عــلى جمــع المعلومــات وتحليلهــا ووضعهــا في إطــار منظــم ممّــا يُفيــد المخططــين في التوصــل لقــرارات صحيحــة قــد يصعــب التوصــل إليهــا بالطــرق التقليديــة في تنفيــذ الخطــط والبرامــج التنمويــة؛ وذلــك لمــا تتصــف بــه مــن خاصيــة تكامــل المعلومــات مــن خــلال ربــط أو جمــع العديــد مــن البيانــات المختلفــة في طبقــات (Lay-ers) يســهل الرجــوع إليهــا والتعامــل معهــا آليــا في أي وقــت وبالتــالي الحصــول عــلى نتائــج في هيئــة صــور وخرائــط وأشــكال متنوعــة.

وقــد اعتمــد البحــث عــلى اســتخدام تقنيــات نظــم المعلومــات الجغرافيــة Geographic Information System (GIS) في دراســة الأثــر البيئــي المترتــب عــن اســتعمالات الأراضي وخاصــة الناتــج عــن ســوء إدارة التوســع الزراعــي العشــوائي في المنطقــة الممتــدّة بــين وادي الرمــل إلى وادي قريــم والتــي تمثــل جــزءا مــن ســهل الجفــارة، ورصــد التغــيرات التــي حدثــت عــلى الأنمــاط المختلفــة مــن خــلال مقارنــة مجموعــة مــن المرئيــات الفضائيــة في تواريــخ مختلفــة لأجــل إنتــاج خرائــط وإعــداد قاعــدة بيانــات لــكل اســتعمال مــن اســتعمالات الأرض ومــدى تطــوره ، خصوصــا أنّ المنطقــة تشــهد نمــوا ســكانيا واقتصاديــا يؤثــر ســلبا عــلى التــوازن البيئــي والنشــاط الاقتصــادي للســكان المحليــين في الســنوات القادمــة.

وقــد كان للتغــير في مســاحات اســتخدام الأرض أثــرٌ عــلى الغطــاء النباتــي الطبيعــي بالمنطقــة الــذي يُشــكل أهميــة بالغــة مــن الناحيتــين البيئيــة والاقتصاديــة ، حيــث تكمن الأهميــة البيئيــة في وقايــة التربــة وتثبيتهــا والحــد مــن تعريتهــا وانجرافهــا ويزيــد مــن درجــة تماســكها ، الــشيء الــذي يعمــل عــلى التقليــل مــن العواصــف الغباريــة ويحــد مــن زحــف الكثبــان الرمليــة. أمّــا أهميتــه الاقتصاديــة فتتمثــل في كونــه مصــدرا مهمــا لرعــي الحيوانــات فضــلا عــن العديــد مــن الاســتعمالات المحليــة.

وقــد اتضــح مــن الزيــارة الميدانيــة لمنطقــة الدراســة والمعلومــات التــي تــم الحصــول عليهــا مــن قــراءة المرئيــات الفضائيــة أنّ تأثــير عوامــل التدهــور المترتــب عــن ســوء اســتخدام الأرض مــزال مســتمرا وبــات يُهــدد بتفاقــم مشــكلات مختلفــة كالتصحــر وزحــف الكثبــان الرمليــة إلى مرحلــة متقدمــة يصعــب القــدرة عــلى مكافحتهــا.

2. مشكلة البحث

تكمن في تساؤلات مفادها :

- ما أنماط استخدام الأرض الأكثر بروزا في منطقة الدراسة؟

- ما الأنماط التي عرفت توسعا وعلى حساب أي نمط ؟ وما مقدار وحجم هذا التوسع ؟
-ما قاعدة البيانات التي يمكن إنشاؤها لطبيعة استخدام الأرض بمنطقة الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ؟

3. فرضيات الدراسة

إنَّ تنامي استخدامات الأرض وتطورها والأنشطة المتولدة عنها بالمنطقة خلال المدّة من سنة 1972 إلى 2018 من شأنها أنْ تترك تأثيرا على البيئة إذ أنَّ ديناميتها وما ينتج عنها من تحولات لها تأثيراتها التي ستلحق بالوسط الطبيعي ويترتب عنها مخاطر على المنطقة وسكانها حاضرا ومستقبلا، وتتمثل الفرضيات في الآتي:

1 - يوجد تدهور كبير في الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.
2 - أن نمط استخدام الأرض السائد يشكل خطرا بيئيا واقتصاديا على منطقة الدراسة.
3 - يمكن إنشاء قاعدة بيانات وصفية ومكانية في شكل جداول وخرائط رقمية معالجة ومصنفة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

4.الأهداف

يهدف البحث إلى الآتي:

1 - تحديد مقدار وحجم التغير الحاصل في استخدام الأرض وأثره على مساحة الغطاء النباتي من خلال إمكانيات تقنية تسهل مراحل التغير وتحددها في أنماط تلك الاستخدامات في حقب زمنية متباينة.
2 - معرفة الأسباب المؤدية إلى زيادة زحف بعض انماط الاستخدام عن غيرها والكشف عن الممارسات السلبية المؤثرة في اتجاهاته بالمنطقة.
3 - توجيه أنظار المسؤولين والرأي العام ومؤسسات المجتمع المدني نحو ما تتعرض له منطقة الدراسة من اجتثاث لغطائها النباتي وتعريض التربة للتعرية والانجراف.
4 - الإسهام في وضع حلول ومقترحات تمكن من الحفاظ على مناطق الغطاء النباتي.

5. الأهمية

أ- تعد منطقة الدراسة من أهم المناطق بسهل الجفارة من حيث نمو النبات الطبيعي والغابات وانتشارها الذي عَمِلَ على تماسك غطاءات واسعة من التربة الرملية المفككة.

ب- ندرة الدراسات المتعلقة باستخدام الأرض ولَّدت الحاجة للقيام بمثل هذه الدراسة.

ج- محاولة توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في هذا المجال لإيضاح أهمية دور تلك التقنيات في دراسة أثر تغير استخدامات الأرض.

د- الإسهام في التعريف بمنطقة الدراسة وخصوصياتها في الساحة العلمية.

هـ- التعريف بالتغيرات السريعة في استعمالات الأرض التي شهدتها المنطقة خصوصا بعد سنة 2011 التي أدت إلى تغير في أنماط الاستغلال وخصوصا التوسع في المساحات الزراعية على حساب مساحة الغطاء النباتي الطبيعي.

6. منهجية البحث

اعتُمد في هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي للمرئيات الفضائية المأخوذة من القمر الصناعي لاندسات Land Sat لسنة 1972 بدقة مكانية 60 مترا، وسنوات 2012،1990، 2018م بدقة 30 مترا وتمت معالجة البيانات الرقمية باستخدام برنامج 10.2GIS Arc إلى جانب برنامج Exile وصور قوقل إرث(-Goog le Earth) والخريطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة ذات مقياس رسم 1: 50000؛ وذلك لإجراء علمية التصنيف الرقمي وإنتاج خرائط استخدامات الأرض لمنطقة الدراسة، وحساب التغيرات المترتبة عنها للسنوات المذكورة.

ونظرا لما تحتويه المرئيات الفضائية من بعض الأخطاء تحصل أثناء تسجيل الأشعة المنعكسة في جهاز الاستشعار؛ لذلك سيتم معالجتها من خلال عمليات: التحسين، ثم التصنيف والدمج.

أ- تحسين الصورة: الهدف من تحسين المرئية الفضائية هو إظهار تفاصيل الظواهر الجغرافية ليسهل تمييزها وإعداد صور "جديدة" من الصورة الأصلية تظهر قدرا أكبر من تفاصيل الظواهر الجغرافية ليسهل تمييزها والتعرف عليها بصريا.

ب- تصنيف الصورةClassification Image يعرف بأنه عملية تقسيم الصورة الرقمية إلى عدد من الأقاليم الجغرافية وفقا لتجانس أطياف الظواهر الجغرافية (استخدامات وغطاءات الأرض (land covers & land use فيها، وعليه فالتصنيف عبارة عن عملية آلية لتحويل الصورة الرقمية إلى خريطة موضوعية لاستخدامات وغطاءات الأرض(داوود،2015، ص.73).

ويأتي التصنيف والدمج بعد عمليتي الترميم وتحسين البيانات وهو نوعان: الموجه ويقصد به تصنيف مبني على معلومات سبق الحصول عليها من المعاينة الميدانية Supervised Classifcation وهو تقسيم قائم على قيم أو حدود تقسيمية تمثل أشياء أرضية محددة ومعروفة. وغير الموجه الذي يتم فيه التصنيف آليا ليفصل الحاسوب العناصر إلى أصناف بدون أي توجيه أو إشراف من المحلل(دحيدح والشريف،2016، ص.79-75)، وقد تمّ تصنيف مرئيات منطقة الدراسة في برنامج Arc GIS 10.2 إلى خمس طبقات رئيسة (Leryes) وهي: أراض زراعية، مساحات عمرانية، وغطاءات نباتية، وغطاءات وكثبان رملية فضلا عن الأراضي الجرداء.

7. الدارسات السابقة

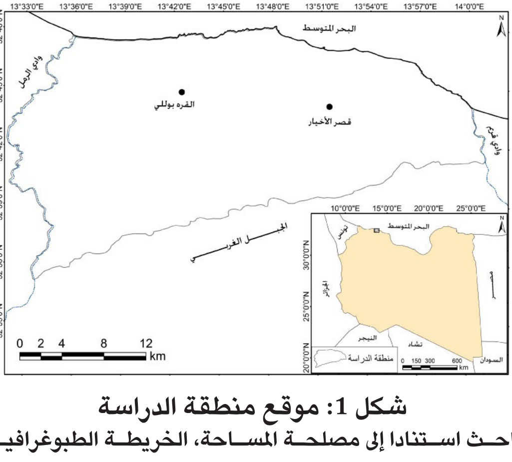
لم يعثر الباحث على دراسة تضمنت الآثار البيئية المترتبة عن استخدام الأرض بالمنطقة خلال المدة الزمنية المذكورة ولكن وجدت دراسات مشابهه في مناطق أخرى من القطر الليبي أهمها:

- دراسة عثمان ميكائيل عن أثر الزحف العمراني على الأراضي الزراعٌة في شمال إقليم البطنان سنة 2014.
- دراسة عبد العزيز بوحليقه، وعادل ابريك عن أثر الزحف العمراني على الأراضي الزراعية في مدينة طبرق وضواحيها خلال المدة من 1972 إلى 2017.
- دراسة أبي القاسم سنان عن عوامل الزحف العمراني على الأراضي الزراعية بمنطقة سوق الخميس- الخمس باستخدام التحليل العاملي سنة 2017.
- دراسة منعم رحيب، وعزالدين شيته حول استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد مناطق التصحر والتغير في الغطاء النباتي في منطقة مصراته خلال المدة من 1990 إلى 2009.
- دراسة علي أبوحمرة، وإسماعيل الزاوية 2018 حول التغير في استخدامات الأرض بمنطقة مصراتة عن دراسة التغيرات التي حدثت لمساحات الغابات والأسباب المؤدية لذلك.

8. موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة جغرافيا في القسم الشمالي الغربي من ليبيا ممثلة في المنطقة الممتدّةَ بين وادي الرمل وقريم لتشمل إداريا بلديتي القره بوللي، وقصر الأخيار بمساحة بلغت 64600هكتارا.

يحدها شمالا البحر المتوسط وجنوبا حافة الجبل الغربي وغربا وادي الرمل وشرقا وادي قريم، وفلكيا بين خطي طول -°13.35 °14.1شرقا، وبين دائرتي عرض °32.35.08– °32.48.14 (شكل1)(مصلحة المساحة، 1979).



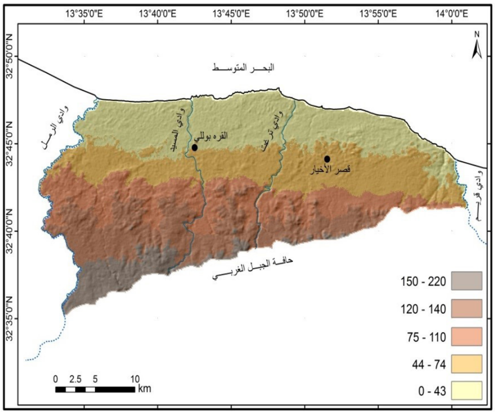
شكل 1: موقع منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث استنادا إلى مصلحة المساحة، الخريطة الطبوغرافية، لوحة القره بوللي، 1979، مقياس رسم 1: 50000

1.8. المظهر الطبوغرافي

تُعد الظواهر التضاريسية لمنطقة الدراسة قليلة التنوع ويغلب عليها التجانس، ويتضح هذا من الخريطة (شكل 2)، فالطبوغرافيا تبدو بسيطة عموما إلا أنها لا تخلو من اختلافات تتوزع على شكل نطاقات محلية متباينة المساحة مختلفة الخصائص ومن أهمها: الغطاءات والكثبان الرملية ومجاري الأودية التي تخترق سطح السهل، وبالرغم من مظهر الانبساط الذي نتبينه إلا أنَّ السطح يتدرج في الارتفاع كلَّما اتجهنا جنوبا نحو حافة الجبل الغربي، وعلى هذا الأساس يمكن تقسيمه إلى نطاقين تتباين فيهما المظاهر الطبوغرافية وهما: الشريط الساحلي ويتمثل في القسم الممتدَّ من خط الساحل إلى مسافة تتراوح من 10 إلى 15 كيلو مترا جنوبا، وهو منبسط بشكل عام تتخلله بعض الكثبان الرملية لا يتجاوز ارتفاعه 50 مترا عن مستوى سطح البحر.

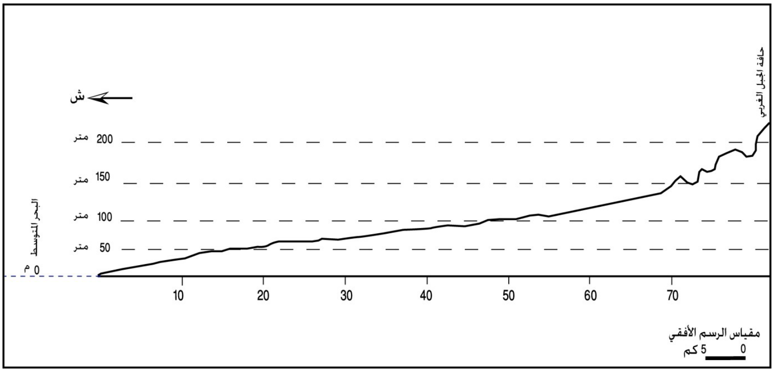
أمَّا النطاق الداخلي، فيشمل المنطقة السهلية الممتدَّة من الشريط الساحلي إلى قدم حافة جبل نفوسه بمعدل اتساع يتراوح من 15 إلى 90 كيلومتر تقريبا وبارتفاع يتراوح من 100 إلى 150 مترا، ويغلب على هذا النطاق التموج نتيجة للغطاءات الرملية التي تكسو سطحه وبعض التلال المتناثرة التي تبرز فوق المستوى العام للمنطقة يطلق عليها محليا اسم القور أو العروق[1] وذلك بحسب تكوينها ونوع تربتها(الجديدي، 1986،ص.46). أمّا الانحدار العام لمنطقة الدراسة فهو تدريجي من الجنوب باتجاه الشمال والشمال الغربي (شكل 3).



شكل 2: المظهر الطبوغرافي لمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي DEM عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي DEM باستخدام برمجية Arc GIS 10.2

(1) القور: الأجزاء التي تبرز فوق المستوى العام للمنطقة تربتها صخرية وتنمو عليها الحشائش القصيرة معظمها من نوع المفترش، و العروق: الأجزاء التي تبرز فوق المستوى العام للمنطقة تربتها رملية ونباتاتها قليلة معظمها من نوع السبط.



شكل 3: الانحدار العام لمنطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي DEM باستخدام برمجية Arc GIS 10.2

2.8. التربة

من خلال معاينة خريطة التربة للمنطقة (شكل 4) التي أعدَّها المركز العربي للتنمية مع خبراء ليبيين سنة 2005 يتضح أنَّ جميعها تُرب غير متطورة، أو بسيطة التطور لم يمض على تكونها مدة طويلة من الزمن أو ما يعرف بالتربة حديثة التكوين وتتطور التربة وتنمو بعد نشأتها متأثرة بعوامل متعددة مثل نوع الصخر الأم الذي اشتقت منه والمواد الأولية والمناخ والطبوغرافيا والكائنات الحية حيث تستغرق نشأة التربة حقبا طويلة من الزمن مما يعرض خصائصها الطبيعية والكيميائية إلى التغير، وقد تحتوي على أفق تشخيصي واحد(2)* ؛ لذلك فتربة المنطقة رملية مفككة يسهل نقلها بعوامل التعرية إذا تعرض سطحها لإزالة الغطاء النباتي وأهمَّها:

أ. التربة الرملية

تُعد النوع الرئيس لغالبية تُرب المنطقة وتغطي مساحة شاسعة منها والذي تصل فيه النسبة المئوية لحبيبات الرمل إلى أكثر من 85 %، كما يتميز هذا النوع من التربة بمقطع حديث التكوين لا يبدي آفاقا واضحة يتراوح عمق مقطعها بين عميق إلى متوسط وتختلف كمية كربونات الكالسيوم بها من قليلة إلى متوسطة ويغلب عليها اللون الأصفر أو البنيَّ المصفَّر أو المحمَّر، وتتكون هذه التربة من حبيبات ناعمة وناعمة جدا فضلا عن قلة محتواها من المادة

(2)* افق التربة: هو عبارة عن مقطع عمودي للتربة يتضمن عددا من الطبقات يطلق عليها افاق (horizons) وهي بسمك متباين من عشرات السنتمترات تعكس العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي حدثت للتربة. هذه الافاق تتكون من تجمعات من جزيئات معدنية وعضوية بشكل طبيعي، ويعد الجزء الذي يحوي الجذور ويتأثر بالنشاط الحيوي هو الجزء الفعال فيها ويشمل الأفقين B + A في الترب المتطورة أو الافقA في حالة الترب غير المتطورة، وتكون التربة متكونة من أفق تشخيصي واحد إذا كانت متكونة من طبقة واحدة كالأفق العضوي أو المعدني أو الجبسي أو الكلسي ...إلخ وفي كثير من الحالات يتسم بسمات فيزيائية واضحة من حيث خاصية اللون والسمك والملمس(بن محمود، وأخرون،1995، ص94-92).

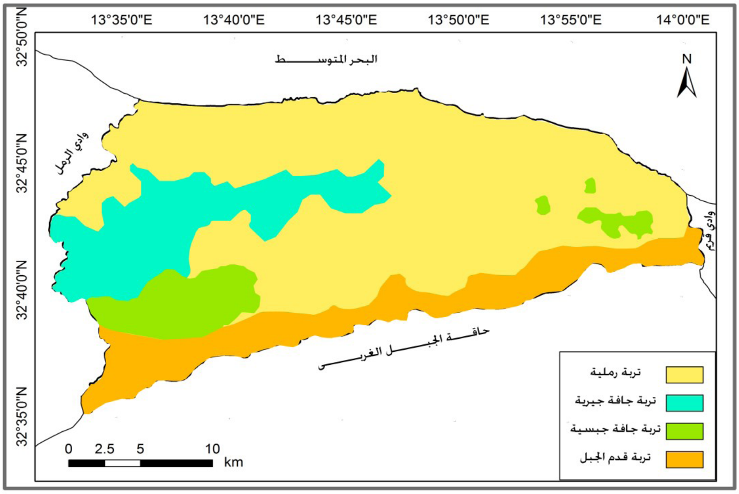
العضوية، كما تعاني هذه التربة من انخفاض في قدرتها على الاحتفاظ بالماء ممًّا يجعلها معرضة بدرجة كبيرة للتعرية بواسطة الرياح(أمانة الزراعة ،2005، ص. 48).

ب. التربة الجافة الجيرية

ينتشر هذا النوع من الترب بالقسم الأوسط من ظهير الساحل وخصوصا بمنطقة القره بولي، ويتميز بلونه الفاتح (أصفر، أو بنيّ فاتح، وبني مصفرّ، أو بني مائل للاحمرار) نتيجة افتقاره للمادة العضوية، كما يتميز بوجود أفق جيريّ يظهر عادة في الطبقات تحت السطحية في شكل تجمعات بيضاء من كربونات الكالسيوم وفي بعض هذه الترب يُكون أفقا جيريا متصلبا(أمانة الزراعة سابقا،2005، ص. 49).

جـ. التربة الجافة الجبسية

تنتشر هذه التربة بشكل محدود بأجزاء متفرقة من منطقة الدراسة، وتحتوي على أفق جبسيّ غني بكبريتات الكالسيوم والذي يكون متحجرا أحيانا يغلُب عليها اللون الفاتح، وهي كغيرها من التُرب فقيرة في محتواها العضوي(أمانة الزراعة سابقا،2005، ص. 50).



شكل 4: أنواع الترب بمنطقه الدراسة

المصدر: أمانة الزراعة مشروع تخريط الموارد الطبيعية للاستخدام الزراعي والتخطيط، 2004.

3.8.الغطاء النباتي الطبيعي

تتعددّ الأصناف والفصائل النباتية بفعل تأثر المنطقة بالمناخ المتوسطي بين نباتات معمّرة وموسمية نموها يزداد وضوحا بصفة خاصة على طول الساحل ثمَّ تتناقص عموما كلمَّا اتجهنا إلى الداخل، ويتوقف نموها وكثافتها على الظروف المحلية كنوع التربة وكمية الأمطار ومن بينها نباتات الاستبس البحري وهي حشائش صغيرة وقليلة الكثافة في معظمها فصلية تزدهر مع موسم سقوط الأمطار بعضها دائم الخضرة كنبات: الغاسول (Gasol plant) والقزاح (Pituran-thos tortuosis)، والزيوان (Lolium rigidum) والنفل (Tirgonella anguina) وغيرها، أمَّا في المناطق الداخلية حيث التربة رملية (غطاءات وكثبان رملية) والأمطار أقل معدَّلا تنمو نباتات معمرة عديدة كالرتم (retama raetam) والسبط (Stipagrostis pungens) والديس (Lygeum spartum) والشعال (Echiochilon fruticosum) والمثنان (Thymelaea microphylla) (أمانة المرافق ،1980،ص.12).

أمَّا أشجار الغابات فقد تمَّ إدخال أغلب أصنافها من خارج ليبيا وهي من الأنواع سريعة النمو، وقد أقيمت هذه الغابات على المساحات التي تضررت من جراء ظاهرة التصحر المتمثلة في زحف الكثبان الرملية على الأراضي الزراعية بالشريط الساحلي وفي المنطقة السهلية، وهي تتكون من أشجار السنط وأشجار الكينا (السرول) بنوعيها كينا كمالدلنسس (Eucalyptus camaldulensis) وكينيا كوموشفيل (Eucalyptus gomphocephal) وغابات الصنوبرالمثمر (Pinus pinea) (أمانة المرافق ،1980،ص.18).

4.8.السكان

بلغ عدد السكان بمنطقة الدراسة نحو84171 نسمة حسب تعداد 2006، وحسب التقديرات وصل سنة 2018 إلى 112182نسمة*.

وتجدر الاشارة إلى أنّ تطور عدد السكان له تأثيره على تغير أنماط استخدام الأرض خلال المدّة من سنة 1972 إلى سنة 2018 حيث تشهد المنطقة الممتدَّة من وادي الرمل إلى وادي قريم تحولات ديناميية بسبب تدخل العوامل البشرية ويمكن تفصيل عدد السكان وتوزعهم بمدن المنطقة على النحو الآتي:

القره بوللي

تقع شرق مدينة طرابلس على بعد 60 كيلومترا يحدَّها غربا مدينة تاجوراء وقصر الأخيار شرقا والبحر المتوسط شمالا وجنوبا غطاءات وكثبان رملية. بلغ عدد سكانها سنة 1973 نحو 4500 نسمة ليصل عدد السكان سنة 2006 إلى 44,571 نسمة، وقُدر عن سنة 2018 نحو 59142 نسمة.

قصر الأخيار

تقــع شرق العاصمــة طرابلــس بحــوالي 80كــم، وتمتــدّ منطقــة قــصر الأخيــار بــين وادي غنيمــة شرقــا إلى وادي ترغــت غربــا يحدّهــا البحــر مــن الشــمال وجنوبــا غطــاءات وكثبــان رمليــة. بلــغ عــدد ســكانها ســنة 1973 حــوالي 2640 نســمة ووصــل في ســنة 2006 إلى 39600 نســمة (الهيئــة الوطنيــة للمعلومــات والتوثيــق،2006) وقُــدر 2018 نحــو 53040 نســمة(3)*.

9. تصنيف أنماط الغطاء الأرضي (استخدامات الأرض) بمنطقة الدراسة

1.9. التوزيع الجغرافي لأنماط الاستخدام سنة 1972

عنــد معاينــة وتحليــل المرئيــة الفضائيــة لمنطقــة الدراســة الممتــدّة مــن وادي الرمــل إلى وادي قريــم ســنة 1972، وبعــد إجــراء عمليــات التحســين والتصنيــف الموجــه تــمَّ إنتــاج خريطــة لأنمــاط الاســتخدام ثــمَّ حســاب مســاحات مختلــف تلــك الأنمــاط وإجــراء مقارنــات عديــدة تهــمّ التحــولات التــي عرفتهــا هــذه الأنمــاط عــلى مســتوى المنطقــة، وركــزت هــذه المقارنــات بشــكل أســاسي عــلى طبيعــة الاســتعمال والمســاحات والتطــور الــذي يعرفــه كل نمــط، وقــد أظهــرت عمليــة التفســير للخريطــة)شــكل 5)، والجــدول1، والشــكل 6 المأخــوذة مــن المرئيــة الفضائيــة لســنة 1972 بســيادة نمطــين أساســيين همــا الغطــاء النباتــي الطبيعــي والغطــاءات والكثبــان الرمليــة، فمجــال النبــات الطبيعــي احتــل مســاحة تقــدر بـــ 44700هكتــارا بنســبة 69.1%، والغطــاءات والكثبــان الرمليــة بنحــو 11337هكتــارا بنســبة 17.5% لتشــكل تلــك المناطــق نحــو 56037هكتــارا بنســبة إجماليــة بلغــت 86.7% مــن إجمــالي مســاحة منطقــة الدراســة، في المقابــل قُــدرت مســاحة المجــال الزراعــي بنحــو 8500 هكتــارا بنســبة 13.1%، في حــين شــكلت مســاحة المجــال العمرانــي 63هكتــارا بنســبة 0.09%.

---

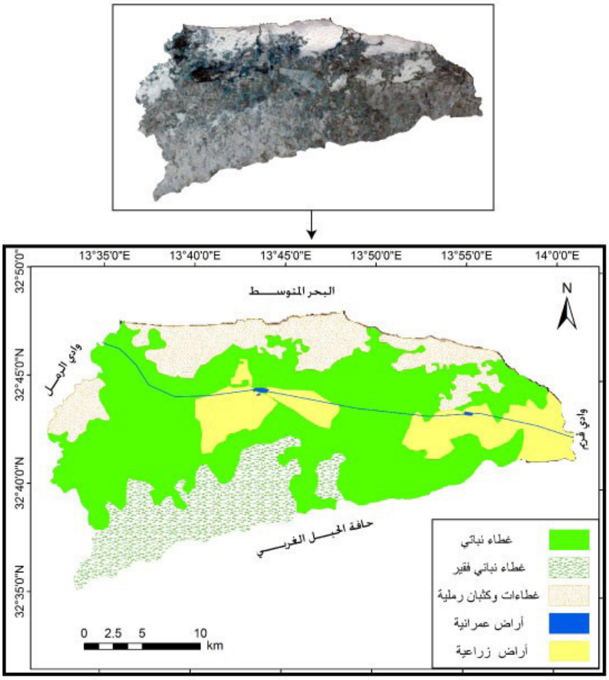
(3)* قُدر معدل النمو السكاني السنوي وفق المعادلة الاتية: (العكرمي، 2015، ص.119)

$$\frac{\frac{P2-P1}{N}}{\frac{P1+P}{1}}$$

P2– عدد السكان المتوقع لسنة الهدف.

P1 – السكان في آخر تعداد.

n – عدد السنوات الفاصلة بين آخر تعداد والسنة المستقبلية.



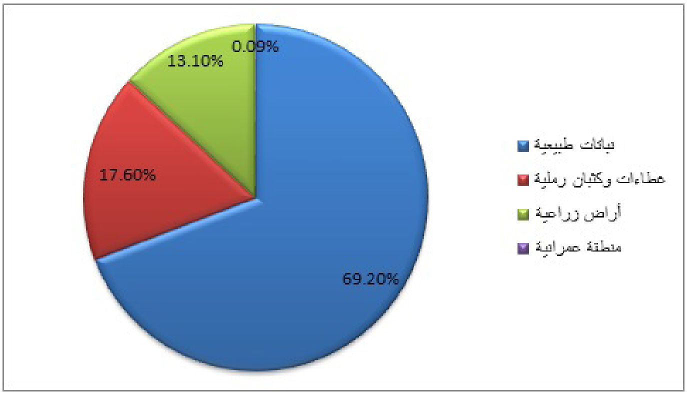
شكل 5:نمط استخدام الأرض بمنطقة الدراسة سنة 1972

المصدر: عمل الباحث استنادا إلى المرئية الفضائية للقمر الصناعي Land sat1 لسنة 1972

جدول 1: نمط الاستخدام ومساحته بمنطقة الدراسة سنة 1972

السنة	1972	
نمط الاستخدام	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية
نباتات طبيعية	44700	% 69.2
غطاءات وكثبان رملية	11337	% 17.6
أراض زراعية	8500	% 13.1
منطقة عمرانية	63	% 0.09
المجموع	64600	% 100

المصدر: استنادا إلى بيانات شكل 5



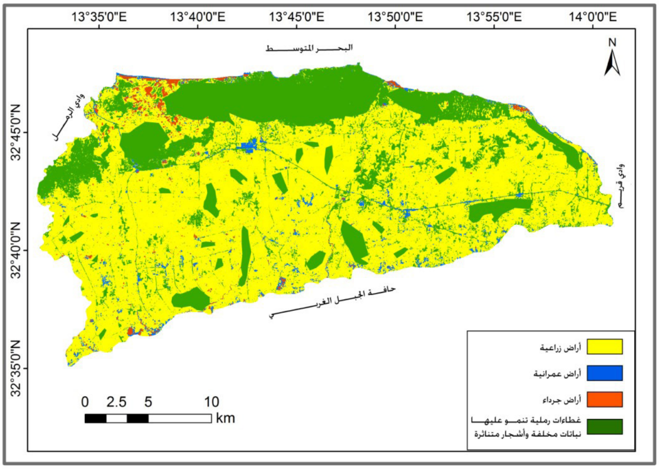
شكل 6: التوزيع النسبي لأنماط استغلال الأرض سنة 1972
المصدر : استنادا إلى بيانات جدول 1

2.9. التغير في أنماط الاستخدام واتجاهاته بين عامي 1972 و1990

عند قراءة وتحليل المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لسنة 1990 تبين من) شكل 7)، المنتجة من المرئية الفضائية، والجدول 2، والشكل 8 بأنَّ أنماط الاستخدام عرفت تباينا واضحا من ناحية تطور مساحاتها، فمساحة الغطاء النباتي الطبيعي والغابات زادت إلى 49000 هكتارا بنسبة 75% ؛هذا التزايد كان نتيجة لعمليات التشجير التي تمت بالمنطقة منذ نهاية الستينيات القرن الماضي لأجل وقف زحف الكثبان الرملية التي كانت تمثل مساحة بلغت بنحو 11337هكتارا سنة 1972 من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتجدر الإشارة إلى أن المنطقة التي كانت تكسوها الغطاءات والكثبان الرملية تمّ تشجيرها بأنواع مستوردة سريعة النمو أهمها أشجار السنط وأشجار الكينا (السرول) بنوعيها كينا كمالدلنسس (Eucalyptus camaldulensis) وكينيا كوموشفيل (Eucalyptus gom-phocephal) وغابات الصنوبرالمثمر (Pinus pinea). وتتركز الأنواع السابقة الذكر في منطقة القره بوللي والتي تتشكل بنسبة 60% من أشجار الكينا كمالدلنسس و40% خليط من السنط الحقيقي والسنط سايكلوب والشائك (أمانة المرافق سابقا،1980،ص.16).

. أمّا المساحات الزراعية فقدت تزايدت بصورة محدودة نسبيا أي قرابة ضعف المساحة التي كانت عليها سنة 1972 لتصل إلى 14000هكتارا بنسبة مئوية بلغت 21%. أمَّا الجانب العمراني فقد تزايدت مساحته بشكل طفيف إلى 1500هكتارا بنسبة مئوية بلغت 2.7%، إلا أنّ الملفت للنظر من الخريطة (شكل6) هو ظهور مساحات جرداء بلغت نحو 100هكتار تقريبا بمنطقة الدراسة وهذا يُعد مؤشرا

واضحـا عـلى حـدوث ضرر بيئـي بالمنطقـة والـذي يتمثـل في نقـل الريـاح لمفتتـات التربة مـن تلـك المسـاحات الجـرداء واعـادة تشـكلها عـلى هيئـة كثبـان رمليـة متحركـة مـن جديـد نحـو المناطـق الزراعيـة والحضريـة.



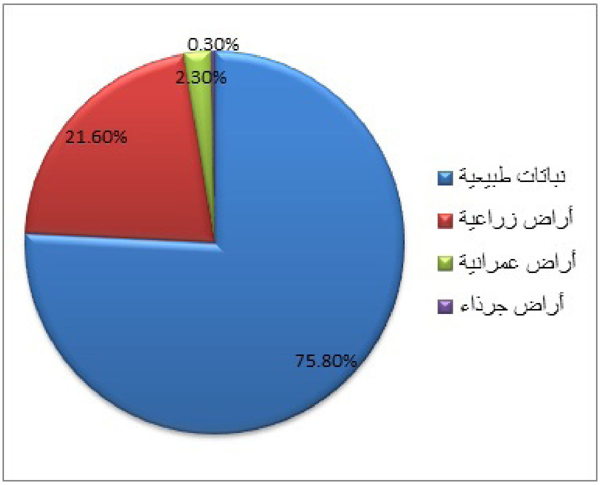
شكل 7:نمط استخدام الأرض بمنطقة الدراسة سنة 1990

المصدر: عمل الباحث استنادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Land sat1 لسنة 1990

جدول 2: نمط الاستخدام ومساحته بمنطقة الدراسة سنة 1990

السنة	1990	
نمط الاستخدام	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية
نباتات طبيعية	49000	% 75.8
أراض زراعية	14000	% 21.6
أراض عمرانية	1500	% 2.3
أراض جرداء	100	% 0.3
المجموع	64600	% 100

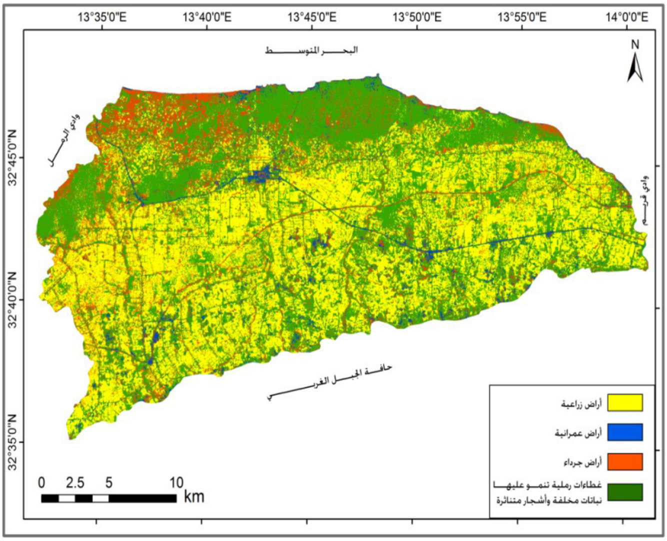
المصدر: استنادا إلى بيانات شكل7



شكل 8: التوزيع النسبي لأنماط استغلال الأرض سنة 1990
المصدر: استنادا إلى بيانات جدول 2

3.9. التغير في أنماط الاستخدام بين عامي 1990 و2012

يُلاحظ من بيانات الخريطة المنتجة من الصورة الفضائية لعام 2012)شكل 9)، والجدول3، والشكل 10 اتساع ملحوظ في مساحات الأراضي الزراعية لتشمل قرابة نصف منطقة الدراسة حيث بلغت نحو 34100هكتارا بنسبة 52.7%، وقد حدث هذا التطور نتيجة لإزالة مساحات كبيرة من الأشجار والنباتات المعمرة كالرتم والسبط والشعال وغيرها لتتقلص مساحة الغطاء النباتي إلى 27900 هكتارا بنسبة بلغت 43.1%، كما نلاحظ من الخريطة ازدياد مساحة الأراضي العمرانية إلى 2300هكتار بنسبة بلغت 3.5%. كما تجدر الإشارة إلى أن ترك مساحات خالية من الأراضي التي تم استصلاحها للزراعة وإهمالها وعدم زراعتها من زيادة المساحات الجرداء التي بلغت 1300 هكتارا تقريبا بنسبة بلغت 2%، الشيء الذي ترتب عنه سهولة نقل مفتتات التربة بفعل عامل التعرية الريحية وتحول أجزاء كبيرة من تلك المساحات إلى كثبان رملية من شأنها أن تهدد المناطق الآهلة بالسكان بمخاطر بيئية مختلفة سيأتي الحديث عنها لاحقا.



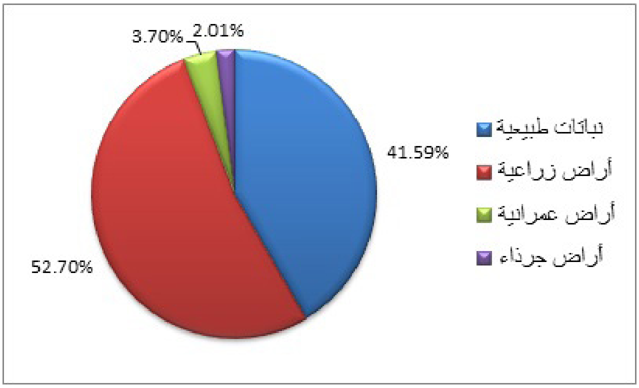
شكل 9:نمط استخدام الأرض بمنطقة الدراسة سنة 2012

المصدر: عمل الباحث استنادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Land sat1 لسنة 2012

جدول 3: نمط الاستخدام ومساحته بمنطقة الدراسة سنة 2012

السنة	2012	
نمط الاستخدام	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية
نباتات طبيعية	26900	% 41.59
أراض زراعية	34100	% 52.7
أراض عمرانية	2300	% 3.7
أراض جرداء	1300	% 2.01
المجموع	64600	% 100

المصدر: استنادا إلى بيانات الخريطة شكل9

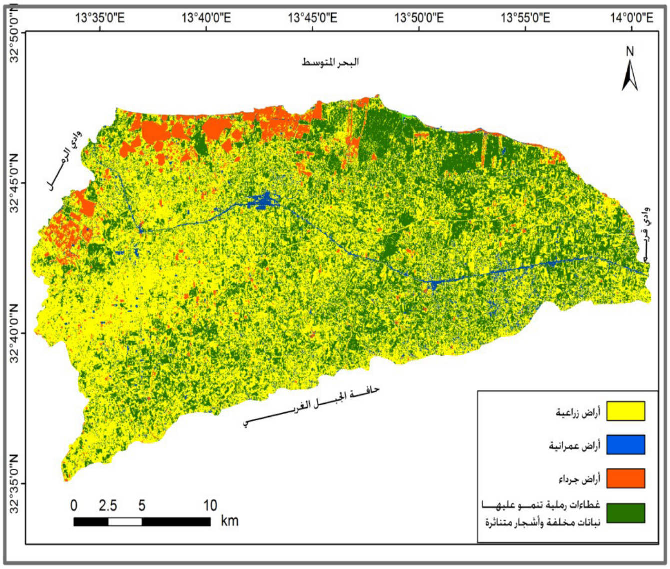


شكل10: التوزيع النسبي لأنماط استغلال الأرض سنة2012

المصدر: استنادا إلى بيانات جدول 3

4.9. أنماط الاستخدام بين عامي 2012 و2018

شهدت المنطقة من سنة 2012 إلى سنة 2018 تغيرات سريعة وكبيرة في أنماط استخدام الأرض حيث يُلاحظ ذلك من خلال الخريطة المنتجة من المرئية الفضائية لسنة 2018 (شكل 11) وبيانات الجدول 4 والشكل 12، أن هناك زيادة كبيرة في مساحة الأراضي الزراعية وفي كل الاتجاهات نتيجة لزيادة الطلب على استصلاح أراض جديدة لغرض الزراعة، وقد حدثت تلك التغيرات في غياب سلطة القانون بعد الأحداث التي شهدتها الدولة سنة 2011، إذ بلغ إجمالي المساحات المزروعة والمستصلحة نحو 41100 هكتارا مشكلة نسبة 63.6% من المساحة الإجمالية للمنطقة، وفي المقابل تقلصت مساحة الغطاء النباتي إلى 17400 هكتارا لتتناقص نسبته إلى 26.9% عن نسبته التي كانت تمثل 75% من المساحة الإجمالية في سنة 1987، كما ترتب عن إهمال مساحات واسعة من الأراضي المستصلحة اتساع رقعة المساحات الجرداء ووصلت إلى 1500هكتارا، الشيء الذي ترتب عنه سهولة نقل مفتتات التربة بفعل عامل التعرية الريحية وتحول أجزاء كبيرة من تلك المساحات إلى كثبان رملية تتباين في طولها وحجمها ليمتد تأثيرها نحو المناطق الزراعية ولتظهر بعدة أماكن منها، وكذلك لتتعمق داخل بعض الطرق المعبدة بطمرها لأجزاء منها على امتداد عشرات الأمتار. أما المساحة التي استغلت في الإنشاءات العمرانية فقد شهدت كذلك تطورا إلى 4600هكتارا بنسبة بلغت7.1%.



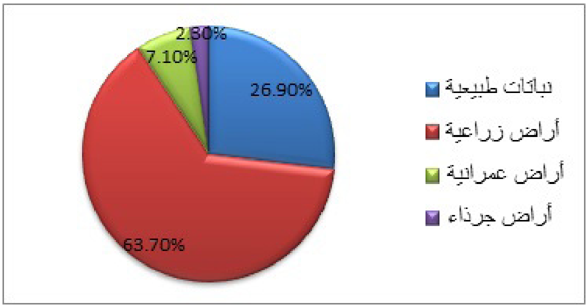
شكل 11:نمط استخدام الأرض بمنطقة الدراسة سنة 2018

المصدر: عمل الباحث استنادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Land sat1 لسنة 2018

جدول 4: نمط الاستخدام ومساحته بمنطقة الدراسة سنة 2018

نمط الاستخدام	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية
نباتات طبيعية	17400	% 26.9
أراضي زراعية	41100	% 63.7
أراضي عمرانية	4600	% 7.1
أراضي جرداء	1500	% 2.3
المجموع	64600	% 100

المصدر: استنادا إلى بيانات الخريطة شكل11



شكل12: التوزيع النسبي لأنماط استغلال الأرض سنة 2018
المصدر: استنادا إلى بيانات جدول 4

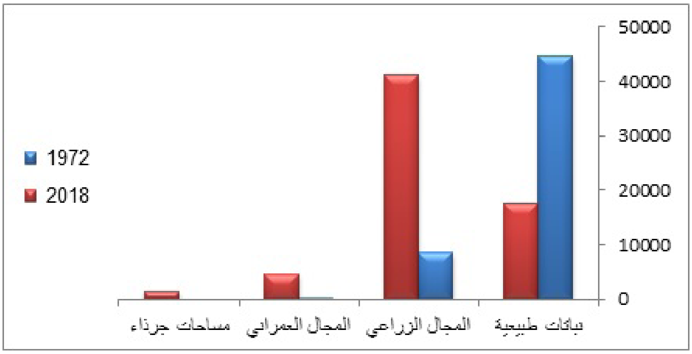
10. مقارنة التغيرات أو التحولات في أنماط الاستخدام بمنطقة الدراسة من سنة 1972 إلى 2018

يمكن تتبع التغيرات التي حصلت في استخدام الأرض من زيادة أو نقصان في مساحات الأنماط بمنطقة الدراسة الممّتدة بين وادي الرمل ووادي قريم خلال المدّة المذكورة كما هي موضحة بالجدول 5 والشكل 13 حيث كانت على النحو الآتي:

أظهرت نتائج تفسير الخرائط المنتجة من المرئيات الفضائية حدوث تراجع للغطاء النباتي من سنة 1972إلى 2018، ففي حين كان مجال الغطاء النباتي الطبيعي يشكل 69.2 % من المساحة العامة لمنطقة الدراسة بمساحة تصل إلى 44700 هكتارا أصبحت مساحته سنة 2018 قرابة 17400هكتارا بنسبة مئوية بلغت 26.9%، في حين نجد أنَّ المساحات الزراعية تزايدت مساحتها لتتحول من 8500هكتار سنة 1972 بنسبة 13.1% إلى 41100هكتارا سنة 2018 بنسبة مئوية وصلت إلى 63.7%، كما تزايد مساحات المجال العمراني بمساحة بلغت 4600هكتارا سنة 2018 بنسبة 7.1% من إجمالي مساحة المنطقة المدروسة، هذا التزايد في مساحة المجالين الزراعي والعمراني هو الذي يُفسر تراجع مساحة المجالين الغابوي والغطاء النباتي الطبيعي، الشيء الذي ترتب عنه تكون مساحات جرداء قدرت بنحو 1500 هكتارا بنسبة 2.3% من إجمالي مساحة المنطقة مما أدى إلى زيادة معدل الانجراف السطحي والتآكل الذي تحدثه السيول والتعرية الريحية، وبالتالي ترتب عنها عدّة مخاطر بيئية.

جدول 5: تغير توزيع نمط الاستخدام ومساحته بمنطقة الدراسة بين سنتي 1972 و 2018م

السنة	1972		2018		التحولات (التغير)	
نمط الاستخدام	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية	المساحة بالهكتار	معدل التحول السنوي بالهكتار
نباتات طبيعية	44700	% 69.2	17400	% 26.9	27300–	593.4–
المجال الزراعي	8500	% 13.1	41100	% 63.7	32600+	708.6+
المجال العمراني	63	% 0.09	4600	% 7.1	4537+	98.6+
مساحات جرداء	=	=	1500	% 2.3	1500+	32.6+



شكل 13: تطور توزيع أنماط استخدام الأرض بين سنتي 1972–2018م
المصدر: استنادا إلى بيانات الجدول 1 و 4

11. الآثار المترتبة عن تطور استخدام الأرض بمنطقة الدراسة خلال المدّة 1972 إلى 2018م وتتمثل في المظاهر الآتية :

1. انتشار مظاهر التصحر بمنطقة الدراسة الممّتدة بين واديي الرمل وقريم جراء الممارسات الخاطئة خصوصا الناتجة عن التوسع الزراعي وما ترتب عنه وإزالة مساحات كبيرة من الغطاء النباتي وظهور الكثبان الرملية المتحركة التي أصبحت تهدد المناطق الزراعية والسكنية (صورة 1).
2. زحف الكثبان الرملية على الطرق المعبدة ممّا تعرقل حركة التنقل المرور عليها وما قد تسببه من حوادث سير نتيجة تضيقها لمجال الرؤية (صورة 2).
3. تغير في خصائص المظاهر المورفولوجية الساحلية خصوصا الجروف البحرية واختفاء لمعظم معالمها الصخرية نتيجة تراكم الرمال المنقولة بالرياح الشرقية والجنوبية الشرقية عليها (صور3).

صورة 1: كثبان رملية متحركة بمنطقة القره بوللي (°13.55.40شرقا، °32.45.14شمالا) (أكتوبر 2014)

صورة -2 زحف الكثبان الرملية على الطرق المعبدة (°13.60شرقا، °32.47شمالا) (أكتوبر 2014)

صورة 3: ساحل مدينة القره بوللي (°13.25شرقا، °32.47شمالا) (أكتوبر 2014)

4 . زيادة في نسبة العواصف الغبارية خلال أوقات هبوب الرياح القوية أواخر فصل الربيع وبداية فصل الصيف وهذا حسب ما أكده عدد من سكان منطقتي القره بوللي وقصر الأخيار.

5 . إزالة الغطاء النباتي الطبيعي يصحبه هجرة الحيوانات البرية واختفاء عدّة أنواع منها كالأرانب البرية والثعالب والطيور وغيرها.

12. النتائج والتوصيات

خلصت الدراسة إلى تهيئة المعطيات سواء كانت من الصور الجوية والمرئيات الفضائية، أو ما يتعلق منها بتنظيم وتحليل البيانات المجدولة والمشتقة من العمل الميداني في تحليل أنماط التباين في الغطاء الأرضي (النباتي والرملي) للمنطقة الممّتدة بين واديي الرمل وقريم وذلك باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والوصول إلى استنتاجات تتمثل في الآتي:

1 – ارتفاع ملحوظ وسريع في مساحات الأراضي الزراعية لتزداد عن نصف مساحة منطقة الدراسة خصوصا بعد سنة 2012 حيث بلغت نحو 41100هكتارا بنسبة 63.6 % سنة 2018، في حين لم تشكل سوى8500 هكتارا بنسبة 13.1 % سنة 1972.

2 – تراجع مساحة الغطاء النباتي بشكل كبير من 44700هكتارا بنسبة 69.1 %سنة 1972 إلى 17400 هكتارا بنسبة 26.9 % سنة 2018.

3 – تشهد المنطقة نموا واضحا في مساحة الأراضي الحضرية من63هكتارا بنسبة 0.09 % سنة 1972 إلى 4600هكتارا بنسبة بلغت 7.1% سنة 2018.

4 – سوء استخدام الأرض بمنطقة الدراسة وممّا يدل على ذلك ترك مساحات

عديدة خالية كانت تستغل للزراعة وعدم حمايتها بإعادة تشجيرها الشيء الذي ترتب عنه انتشار مساحة الأراضي الجرداء بشكل واضح والتي قُدرت بنحو1500 هكتارا تقريبا بنسبة بلغت 2.3 % سنة 2018.

5 - حدوث عدّة آثار تهدد البيئة نتيجة لعمليات التوسع الزراعي والحضري وما ترتب عنهما من إزالة للغطاء النباتي وانتشار للمساحات الجرداء تمثلت في تكون الكثبان الرملية وزحفها نحو المناطق الزراعية والسكنية فضلا عن زحفها نحو الطرق المعبدة التي تربط بين أجزاء المنطقة وكثرة حدوث العواصف الغبارية.

6 - 1-أظهرت الدراسة فاعلية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في توفير الجهد وقلة التكلفة وإعطاء نتائج كانت على قدر كبير من الدقة والسرعة في تحديد أنماط استخدام الأرض وتغيرها خلال المدّة من 1972 إلى 2018 بمنطقة الدراسة الممّتدة بين واديي الرمل وقريم.

والحقيقة أنَّ هذه النتائج تبقى منقوصة لعدم توفر بعض ظروف ووسائل العمل الملائمة ولا يسعني بالمناسبة إلا أنْ أوصي بالآتي لفتح المجال ورصد إمكانيات لبحوث أكثر دقة وعمقا تتعلق بمجال البحث في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وهذا يتطلب الآتي:

1 - إيلاء الأبحاث، والدراسات الجغرافية الاهتمام والمتابعة وتشجيع الباحثين وتوفير كافة التسهيلات لهم من جانب المخططين والمسؤولين بالدولة بوصف تلك الأبحاث تقدم حلولا وتوصيات من شأنها أنْ تُسهم في حل عدّة معوقات ومشكلات اقتصادية واجتماعية وبيئية.

2 - ضرورة تطبيق القوانين والتشريعات الكفيلة بحماية وتنمية الغطاء النباتي والغابات من عمليات الاستغلال الجائر وإلزام السلطات المحلية والجهات المسئولة ذات الاختصاص بمراقبة تطبيق وتنفيذ هذه القوانين والتشريعات.

3 - ضبط التوسع العشوائي الذي تتعرض له المنطقة زراعيا وحضريا والحد من توسعهما على حساب المساحات الخضراء.

4 - ترشيد استغلال الوسط الطبيعي بما يتوافق والتنمية الاقتصادية والاجتماعية وتعزيز ثقافة المحافظة على المنظومة البيئية من خلال نشر الوعي البيئي بين السكان عبر قنوات الاتصال السمعية والبصرية.

5 - العمل على تشجير المساحات التي تترك بعد زراعتها وبأسرع وقت ممكن للتقليل من أثر عوامل التعرية والانجراف التي تتعرض لها.

13. المراجع

العكرمي، إبراهيم اسحيم (2015) التباين المكاني للسكان وأثره على النمو الاقتصادي بمنطقتي الزاوية والنقاط الخمس خلال الفترة1973 ـــ 2010م جامعة طرابلس، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، غير منشورة.

الجديدي، حسن محمد (1986) الزراعة المروية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب الجماهيرية، دار الجماهيرية للنشر، والتوزيع، والإعلان، مصراتة.

إحصائيات الهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان سنة1973، و 2006.

أمانة المرافق (1980) إقليم طرابلس، بلدية القره بوللي، بولسيرفس، المخطط الشامل 1980 – 2000، تقرير رقم 25.

بن محمود، خالد رمضان، وأخرون (1995) أساسيات علم التربة، الجامعة المفتوحة، طرابلس.

دحيدح، خالد صالح؛ ميلود، زيدان الشريف (2016) مفاهيم اساسية في معالجة صور الأقمار الصناعية (المرئيات الفضائية)، مجلة غريان للتقنية، المعهد العالي للمهن الشاملة، غريان، العدد 1.

داوود، جمعة (2015) أسس وتطبيقات الاستشعار عن بعد، http://nwrc-egypt.aeademia.edu/GomaaDawod

مصلحة التنمية الزراعية والرعوية (2005) أمانة الزراعة سابقا، الخطة الوطنية لمكافحة التصحر، تقرير غير منشور، ص48، 49، 50.

مصلحة المساحة (1979) الخريطة الطبوغرافية لوحات (القره بوللي، مسلاته)، مقياس رسم 1: 50.000 ، طرابلس.

موقع مصلحة المساحة الجيولوجية الامريكية، https://earthexplorer.usgs.gov، المرئية الفضائية للقمر الصناعي Land sat1 لسنوات 1972، 1990، 2012 ، 2018.

التوسع الزراعي وأثره على تراجع مساحة النبات الطبيعي بالجزء الجنوبي الغربي من الجبل الأخضر

أ-السنوسي صالح علي بن حمد – قسم الموارد والبيئة – كلية البيئة-المرج – جامعة بنغازي

الملخص

تناولت هذه الدراسة البحث في ظاهرة التوسع الزراعي وأثرها علي تراجع مساحة الغطاء النباتي بالجزء الجنوبي الغربي من الجبل الأخضر وهدفت إلى معرفة أهم الأسباب التي أدت إلى ذلك ، ونتائج هذا التوسع على نباتات المنطقة واتبعت الدراسة المنهجين المقارن و التحليلي الكمي ، إلى جانب استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للكشف عن أهم مظاهر هذه الظاهرة التي تمثلت في تناقص كثافة الغطاء النباتي وتدهور نوعيته ؛ فقد تناقص معدل الغطاء النباتي الكثيف بمساحة بلغت (773) هكتارا عن سنة الأساس (1987م) في حين تتناقص متوسط الكثافة بمساحة بلغت (910) هكتارا في حين تناقص الغطاء النباتي الضعيف ما مساحته (1560) هكتارا وزادت الأراضي المكشوفة بمساحة بلغت (290) هكتارا عن سنة الأساس . أما فيما يخص تدهور نوعية الغطاء النباتي فقد بلغ عدد الأنواع النباتية عديمة الفائدة (79) نوعا نباتيا بنسبة (69%)في حين تناقصت الأنواع النباتية ذات الفائدة البيئية والرعوية بحيث بلغت (35) نوعا نباتيا بنسبة بلغت (31%)لم تتجاوز نسبة الأشجار فيها (6.2%) حسب ما هو مصنف في الملاحق الناتجة عن الدراسة الميدانية كما تبين من الدراسة إن التنمية الزراعية التي شهدتها المنطقة في مطلع الثمانينيات من القرن المتمثلة في عمليات الاستصلاح الزراعي التي قام بها المشروع الأوسط الزراعي ومشروع جنوب الجبل الأخضر ، كانت سببا رئيسيا في تقلص مساحة النبات الطبيعي ويبدو ذلك جليا من خلال التطور في مساحة المزارع خلال المدة الممتدة بين عامي (1995-1980م)من 33065هكتارا (27363) ، إلى جانب استصلاح الحيازات القزمية والهامشية وتناقص كثافة الأنواع النباتية الشجرية وانحساره في أماكن ضيقة لأتصلح للزراعة . وقد توصلت الدراسة الي عدد من التوصيات العلمية يمكن أن تسهم في الحد من تفاقم هذه المشكلة البيئية ونتائجها على نباتات المنطقة وبيئتها الطبيعية.

الكلمات المفتاحية : التوسع الزراعي، أشجار وشجيرات، أراضي زراعية.

Agricultural expansion and its impact on the decline in the area of natural vegetation in the southwestern part of Al-Jabal Al-Akhdar

A. Al-Senussi Saleh Ali ben Hamad - Department of Resources and Environment - College of Environment - Al-Marj - University of Benghazi

Abstract

This paper was concerned with research and analysis on agricultural expansion and its impact on the decline in the area of vegetation cover in the southwestern part of the Green Mountain. The most important manifestations of this phenomenon were the contradiction in the density of vegetation cover and the deterioration of its quality. The rate of dense vegetation cover decreased with an area of) 773(ha for base year)1987m(while the average density decreases with an area of (910hectares , while the weak vegetation cover decreased its area1560hectares , and the open lands increased by an area of) 290(hectares for the base year As for the deterioration of the quality of vegetation cover, the number of insignificant plant species reached(79(Vegetable type)69% (while the plant species of environmental and pastoral importance decreased, reaching)35(Vegetable type with a percentage of)31 (%the percentage of trees in it did not exceed)6.2(% according to what is classified in the appendices resulting from the field study, as it was found from the study that the agricultural development witnessed by the region at the beginning of the eighties of the century represented in the agricultural reclamation operations carried out by the Central Agricultural Project and the South Jabal Al-Akhdar Project was the main reason for the shrinkage of the natural plant area This is evident through the development in the area of farms during the period from 1980-1995of whom 33065hectares to)27363)In addition to the reclamation of dwarf and marginal holdings and the decrease in the density of tree plant species and its decline in narrow places that are not suitable for cultivation, the study suggested a number of scientific recommendations that could contribute to limiting the aggravation of this environmental problem and its consequences on the plants of the region and its natural environment.

Keywords: agricultural expansion, trees and shrubs, agricultural lands .

1 - المقدمة

أصبحت قضية العلاقة بين الأنسان والبيئة من القضايا المعاصرة والملحة بعد أن وصلت هذه العلاقة الي درجة كبيرة من التدهور والخلل وما تمخض عن هذا الخلل من مشكلات بيئية خطيرة باتت تهدد البشرية جمعاء مما أدى إلى تزايد الأهمية العلمية والتطبيقية لعلوم البيئة (عبد المقصود، 1990م، ص13) .

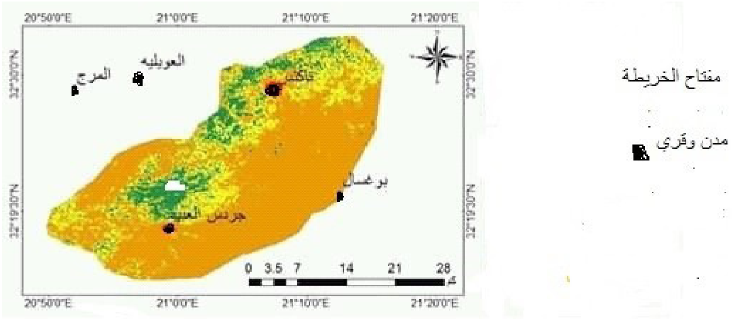
إن الحالة الطبيعية لأي نظام بيئي تعني التوازن المستقر لعناصر البيئة الذي نشأ نتيجة لعمليات تفاعل بين هذه العناصر عبر مرحلة زمنية طويلة ، وقد يحدث اختلال لهذا التوازن نتيجة استغلال عنصر أو أكثر من العناصر البيئية المكونة له بدرجة تفوق قدرته الكامنة في المساهمة لتحقيق هذا التوازن . تلعب الغابات والمراعي دورا أساسيا في حماية البيئة والتنوع البيولوجي الذي ينعكس على استقرار الأنظمة البيئية وتطورها (الزني وأخرون، 1999م، ص187)

وتعبر غابات ومراعي الجبل الأخضر عن الغطاء النباتي الذروي في ليبيا ، ولكن الاستنزاف المستمر لهذا المورد قلل من تنوعه وانتاجيته بصورة كبيرة، مما أدى إلى تزايد خطر الزحف الصحراوي ، ويحدث هذا بسرعة في المناطق الجافة وشبة الجافة وبما أن منطقة الدراسة من المناطق الجافة بالإقليم وبالتالي فهي تمر بمراحل تقهقرية عديدة تبعا لشدة عوامل التدهور واستمراريتها والتي من أهمها عملية التوسع الزراعي المتمثلة في إزالة الأراضي المغطاة بالأشجار والشجيرات الطبيعية واستغلالها كأراضي زراعية استهدفت للزراعة البعلية المتمثلة في زراعة القمح والشعير، إلى جانب الزراعة المروية في بعض أجزاء المنطقة التي حفرت فيها الآبار الارتوازية وقد زادت مساحة الأراضي الزراعية على حساب الأراضي المغطاة بالغطاء النباتي الطبيعي بعد اندلاع الثورة الليبية عام (2011م) بطريقة عشوائية فقد أزيلت مساحات كبيرة جدا بالمنطقة في ظل غياب المؤسسات المتخصصة بحماية الغطاء النباتي وتنميته .

و بالنظر إلى التغيرات الكبيرة في مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة فإنه من الضروري التفكير جديا في وضع ضوابط للحد من هذا التدهور.

2 - منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا بمتوسط ارتفاع يتراوح ما بين (663-321م) وهي تمتد من تاكنس شرقا إلى زاوية القصور باتجاه الغرب ومن تاكنس شمالا الي الأجزاء الجنوبية المتاخمة لمنطقة جردس العبيد جنوبا ، وتبلغ مساحة المنطقة (795.5كم مربع) شكل (1) ، وتأخذ المنطقة شكلا متموجا في الانخفاض من الجنوب إلى الشمال حيث يصل أعلى منسوب للمنطقة (663م) في منطقة خط تقسيم المياه بالقرب من منطقة جردس العبيد ، ويتناقص هذا المنسوب ليصل إلى (421م) في أقصى شمال المنطقة (تحليل خريطة طبوغرافية للمنطقة، لوحة جردس العبيد ولوحة تاكنس 1964م)، أما فلكيا تقع المنطقة ما بين خطي طول (20:50:00 و 21:20:00شرقا) ودائرتي عرض (32:19 و32:30:00 شمالا) (بيانات جهازGPS)



شكل (1) موقع وحدود منطقة الدراسة

3 -مشكلة الدراسة

علي الرغم من الإمكانيات الطبيعية التي تزخر بها منطقة الدراسة المتمثلة في توافر مساحات شاسعة من النبات الطبيعي من أشجار وشجيرات طبيعية ونباتات حولية وأعشاب معمرة في جزئها الشمالي على وجه التحديد إلا أن منطقة الدراسة تعاني كغيرها من مناطق الجبل الأخضر من ظاهرة التوسع الزراعي على حساب النبات الطبيعي واستغلال أراضيها بوصفها أراضي زراعية ، إلى جانب ذلك فإن معظم أراضي المنطقة تقع ضمن الأقاليم الجافة وشبه الجافة التي تتصف بالحساسية العالية وهشاشة نظامها البيئي سريع التأثير بمسببات التدهور، وبالتالي فإن التوازن بين عناصر النظام البيئي في هذه الأقاليم حرج جدا وقابل للانهيار ، ويظهر تأثر النبات الطبيعي بالمنطقة بعمليات التوسع الزراعي في تفكك الغطاء النباتي وانتشار فراغات ومناطق مكشوفة ، خصوصا في جزئها الجنوبي ، لذا جاءت هذه الدراسة لتسليط الضوء على جوانب هذه الظاهرة البيئية الخطيرة لاكتشاف أهم عواملها وأسبابها ومحاولة الحد من تفاقمها.

4 -أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1 - تسليط الضوء على ظاهرة التوسع الزراعي ونتائجها على النباتات الطبيعية بالمنطقة.

2 - معرفة الأسباب والعوامل التي تقف وراء عمليات التوسع الزراعي وتوضيحها بمنطقة الدراسة للحد من استمرارها .

3 - التعرف على أهم نتائج وآثار التوسع الزراعي على الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة قيد الدراسة.

4 - اقتراح ما يلزم اتخاذه من سبل وتوصيات علمية قد تسهم في الحد من تزايد هذه المشكلة .

5 - تسليط الضوء على الأساليب الزراعية والميكنية المناسبة مثل عدم الحرث العميق واستخدام الدورة الزراعية واراحة الأرض وعدم قطع الأشجار .

5 -منهجية الدراسة

تحتم طبيعة هذا النوع من الدراسات تنوع مناهجها وتعدد مصادرها بغية تحقيق أهدافها ، وفيما يلي سرد لمنهجية الدراسة وطرقها :

أولاً مناهج الدراسة

5 - 1 - المنهج المقارن

وفيه تم تتبع ظاهرة تناقص الغطاء النباتي بالمنطقة بسبب التوسع الزراعي على مراحل زمنية متعاقبة ؛ فقد تم مقارنة حالة الغطاء النباتي باستخدام مرئيتين فضائيتين ، إحداهما عام(1987م) والثانية عام (2016م) حتي نتمكن من تتبع هذه الظاهرة تاريخيا .

5 - 2 - المنهج التحليلي الكمي :

وفيه اسُتخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية برنامج (ArcMap 10.8) إلى جانب استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي NDVI)) للتعرف على التغيرات الحاصلة في الغطاء النباتي بالمنطقة وحيويتها خلال (30) عاما ، جدول (1)

ثانيا مصادر البيانات

5 - 3 - مصادر البيانات الأولية :

تتمثل هذه المصادر في جمع البيانات والمعلومات من المصادر والمراجع من كتب ودوريات ورسائل علمية وتقارير رسمية ذات علاقة بالموضوع.

5 - 4 -مصادر البيانات الثانوية :

تحتم طبيعة هذا النوع من الدراسات جمع قسم كبير من البيانات والمعلومات من الدراسة الميدانية ، وبالتالي فقد تمكن الباحث من اكتشاف جوانب كثيرة عن الموضوع المدروس من خلال الدراسة الميدانية المتكررة لمنطقة من الجولة الأولي التي كانت بتاريخ 2020-3-23م ،ربيع (2020م) اما الجولة الثانية فقد كانت بتاريخ 2021-10-15م ، خريف (2021م) إلى جانب كونها أمدت الدراسة ببيانات لا تتوافر في المصادر والمراجع كالتعرف على طبيعة الغطاء النباتي بالمنطقة ومعرفة الأنواع النباتية التي تنمو في المنطقة ، وعددها ومعرفة مجاميعها النباتية وتوزيعها الجغرافي ، وما تتعرض له من تدهور واستنزاف بسبب التوسع الزراعي .

جدول (1) مؤشر NDVI لتعرف على حيوية الغطاء النباتي بالمنطقة

مدي قيم NDVI	كثافة الغطاء النباتي
0-0.1	أراضي مكشوفة
0.20 0.11-	نادر جدا
0.21-0.30	نادر
0.31-0.40	متوسط
> 0.40-	كثيف

6 - الدراسات السابقة

6 - 1 - دراسة بالحمد 2015م تناولت هذه الدراسة تدهور الغطاء النباتي الطبيعي وأثره على الأنظمة البيئية في المنطقة الواقعة مابين جردس و تاكنس بالجبل الأخضر ، وهدفت إلى معرفة العوامل والأسباب المسؤولة عن تدهور النبات الطبيعي وتأثير هذا التدهور على الأنظمة البيئية .

لأجل ذلك استُخدمت طريقة المربعات لقياس الكثافة والوفرة النباتيتين ، وتبين أن التوسع الزراعي من بين أهم العوامل المؤدية إلى تدهور النبات الطبيعي وتوصلت الي نتائج مفيدة في هذا الصدد.

6 - 2 - دراسة نورس وعبد الخالق 2016م تناولت الدراسة الأثر البيئي للمناشط البشرية على الغطاء النباتي لمرتفعات وادي الكوف بالجبل الأخضر وهدفت إلى تصنيف الأنواع النباتية بعد تعرضها للنشاط البشري وتطرقت الدراسة لتوضيح تأثير التوسع الزراعي ولخصت الدراسة أنموذجا لنباتات المنطقة التي تتعرض للضغط البشري بصورة مستمرة ولمدة طويلة .

6 - 3 -دراسة البرعصي وآخرون 2016م تناولت الدراسة نبات الفلورا والغطاء النباتي للمنطقة شبه الصحراوية الممتدة بين سلوق والأبيار ، وهدفت إلى توضيح الأنواع النباتية التي تنمو بالمنطقة ومعرفة أجناسها وفصائلها ، كذلك التعرف على طبيعة بذورها المعراة والمغطاة ، واستخدمت العينة المساحية وقد تمثلت الفلورا للمنطقة المدروسة ب210 نوعاً نباتياً .

7 - النتائج والمناقشة

7 - 1 - الخصائص العامة للغطاء النباتي بالمنطقة

تبين من الدراسة الميدانية للمنطقة أن الغطاء النباتي لها يتكون من عدة أنواع يمكن تصنيفها بنيويا إلى أربع مجموعات بنيوية شكلية مميزة وهي الأشجار ،والشجيرات التي تم ذكر بعض منها في الملحق (1) حسب الاسم المحلي والاسم العلمي وموقعها بالمنطقة ، ونباتات حولية ، ونباتات موسمية ؛ بلغ عدد النباتات الطبيعية التي جمعت بالمنطقة (114) نوعا نباتيا منها (7)أنواع نباتية شجرية مثلت نسبة (6.4%)من المجموع الكلي و(23) نوعا من الشجيرات القصيرة والمعمرة بنسبة (20.1%) و(33) نوعا من الأعشاب المعمرة بنسبة بلغت (29%) و(51) نوعا من الأعشاب الحولية(44%) تنتمي هذه الأنواع النباتية إلى (39) فصيلة نباتية يتفرع منها أكثر من (92) جنسا نباتيا. وتتحكم في توزيعه وكثافته عدة أسباب طبيعية منها الظروف المناخية وشكل الأرض وخصائص التربة ونوعها إلى جانب تأثيرات الأنسان ونشاطاته ، وطبقا لذلك يمكن تقسيم الغطاء النباتي بالمنطقة إلى إقليمين نباتين هما :

7 - 1 - 1 - إقليم البحر المتوسط :

يسود هذا الإقليم النباتي شمال المنطقة وشمالها الغربي كما يغطي مساحة صغيرة من وسطها حيث تسود فيه الأنواع النباتية الشجرية كالعرعر

الفينيقي JuniperusPhoeniced والبطوم PistcaLentiscusl والشماري AnrdutsPa-vari والزيتون البري Oleaeuropaea والخروب Ceratonia Siliqua كما هو موضح موقعها بالمنطقة في الملحق (1) وهي تتلاشي تدريجيا كلما اتجهنا جنوبا

7 - 1 - 2 الإقليم الصحراوي

يسود هذا الإقليم جزءا واسعا من المنطقة بدءا من وسطها حتي نهاية حدود المنطقة جنوبا؛ حيث يبدأ هذا الإقليم من جنوب الإقليم السابق الذي تظهر فيه نهاية الأنواع النباتية الشجرية التي تميز نباتات البحر المتوسط متفرقة وتبتعد عن بعضها البعض وبداية ظهور النباتات الصحراوية كنبات القطف الملحي Atriplexcoriacea Forsk والرمث Hammada Scoparia والقزاح Pitran-thos Tortusus....الخ ، ثم تستمر النباتات الصحراوية مغطية الإقليم بالكامل تلك هي الصورة العامة للغطاء النباتي بمنطقة الدراسة .

8 - مظاهر التوسع الزراعي بمنطقة الدراسة.

8 - 1 - تراجع مساحة النبات الطبيعي وتقلص مساحته .

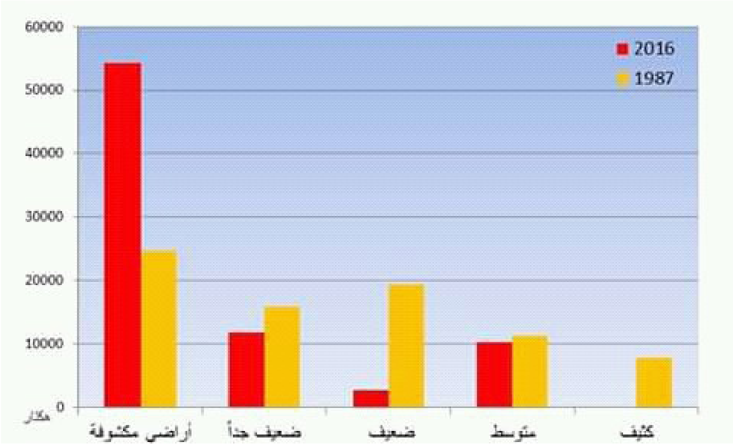
اتضح من خلال مقارنة مرئيتين فضائيتين وتحليلهما من التابع الأمريكي لاندسات (Land-Sat) شكل(2) وشكل (3) والجدول(2) والشكل (4) مقدار التغير في مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال (30) عام في المدة الممتدة بين (2016-1987م) ، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، إلى جانب استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي للتعرف على التغيرات الحاصلة في الغطاء النباتي .

إن الغطاء النباتي الكثيف تناقص عن سنة الأساس بمساحة بلغت (3.73هكتار) حيث تناقص من (7807.97هكتار)الي (73.32هكتارا) عام (2016م) في حين تناقص متوسط الكثافة بمساحة بلغت (910هكتار) من (11331.44هكتار) عام (1987م) إلى (10251.71هكتار) عام (2016م) ، في حين تناقص الضعيف بمساحة بلغت (1600هكتارا)، من (19303.87هكتار)عام (1987م) إلى (2722.98هكتارا) عام (2016م) ، في حين تناقص الضعيف جدا بمساحة بلغت (410هكتارات) ، وزادت الأراضي المكشوفة بمساحة بلغت (2950هكتارا) من (24698.21هكتارا)من (1987م) إلى (54215.36هكتار)عام (2016م) .

جدول (2) الفرق في مساحة الغطاء النباتي بالمنطقة خلال المدة الممتدة بين عامي (2016-1987م)

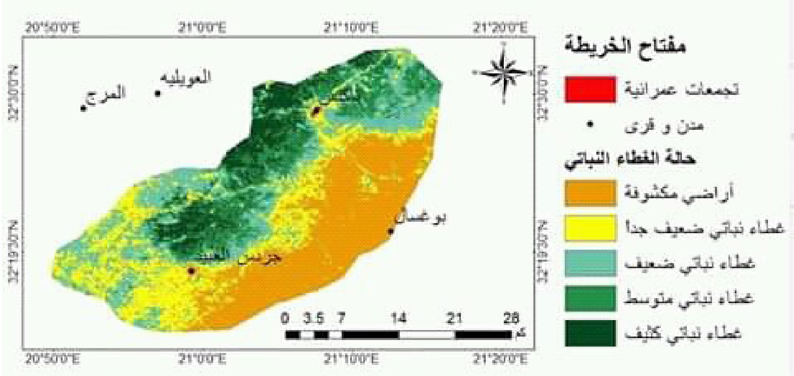
حالة الغطاء النباتي	1987م	2016م
أراضي مكشوفة	24698.4	54215.36
ضعيف جدا	15927.69	1180.80
ضعيف	19303.87	2722.98
متوسط	11331.44	10251.71
كثيف	7807.97	73.32

شكل (2) التغير والتناقص في مساحة النبات الطبيعي بالمنطقة خلال المدة بين عامي (1987-2016م)

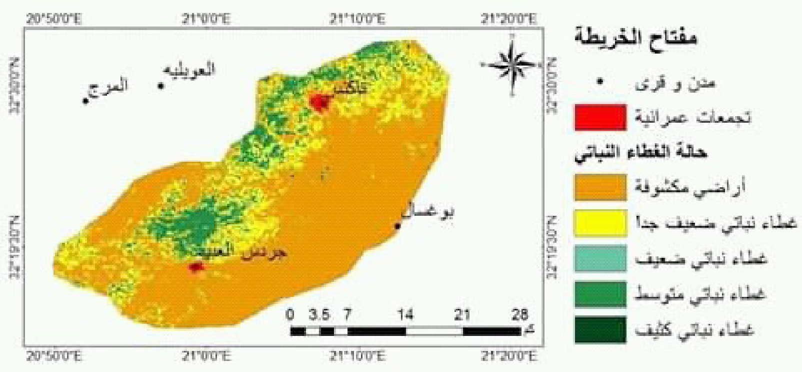


المصدر: اعد الجدول بناء على تحليل المرئيتين الفضائيتين (1) ، (2)

شكل (3) حالة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة عام (1987م)



شكل (4) حالة الغطاء النباتي بالمنطقة عام (2016م)



8 – 2 – تدهور نوعية الغطاء النباتي بالمنطقة

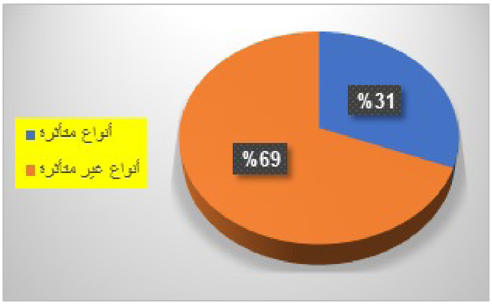
اتضح من خلال الملاحظة والاستقصاء الميداني تأثر نباتات المنطقة بظاهرة التوسع الزراعي وذلك من خلال حدوث تبدلا في التركيب النوعي لنباتات المنطقة من نباتات شجرية وشجيرية وذات أهمية كبيرة من ناحية البيئية والاقتصادية إلى نباتات عديمة أهمية فقد تأثرت نباتات المنطقة الأصلية بظاهرة التوسع الزراعي وخاصة تلك غير القادرة على التجدد الطبيعي كالعرعر الفينيقي ju-niperusphoenice وانحسر بعضها الآخر في أماكن ضيقة لا تصلح للزراعة كنبات الزيتون البري oleaeuropaep صورة(1)ونبات الخروبceratonia siliqua صورة(2) وانقراض بعضها الأخر نهائيا .

صورة(1) (2) تقزم نباتان الزيتون البري ونبات الخروب وانحسارها في أماكن ضيقة لا تصلح للزراعة واختفائها في نفس المكان في الأراضي التي تصلح للزراعة .

فقد ازيلت مساحات واسعة من الغطاء النباتي الشجري في الأراضي الصالحة للزراعة في كافة أجزاء المنطقة ، وفي المقابل زادت الأنواع النباتية عديمة الأهمية والمقاومة لعمليات التوسع الزراعي وعمليات الحراثة المستمرة ؛ فقد دل على ذلك وجود أنواع متدنية في عملية التعاقب النباتي ومقاومة لعملية التوسع وعملية الحراثة مثل نبات العنصل Asphodelusmacrocarpu ونبات بصل الفرعون Urgined maritime ونبات الشبرق Sarcopoterium spinosum.

ويعد انتشار هذه الأنواع دليلا على تدهور الغطاء النباتي بالمنطقة من أشجار وشجيرات أساسها العرعر الفينيقي والزيتون البري والبطوم إلى شجيرات قزمية مقاومة لعمليات التوسع الزراعي والحراثة وعديمة الأهمية ، فقد بلغ عدد الأنواع النباتية عديمة الفائدة بالمنطقة مقارنة بالعدد الكلي للنباتات التي جمعت بالمنطقة والبالغ (114) نوعا نباتيا (79) نوعا بنسبة بلغت (69%) ، في حين بلغت عدد الأنواع ذات الفائدة من أشجار وشجيرات دائمة الخضرة ومعمره التي تتعرض للإزالة لأنها تعيق عملية الزراعة (35) نوعا بنسبة بلغت (31%) شكل (5) والصورة (3)

شكل (5) الأنواع النباتية المتأثرة وغير المتأثرة بالتوسع الزراعي ونسبتهما الفعلية بالمنطقة



صـــورة(3) انقـــراض الأنـــواع النباتيـــة الشـــجرية وســـيادة ألأنـــواع النباتيـــة تحـــت الشـــجرية وعديمـــة الأهميـــة

9 - أسباب التوسع الزراعي وأهم عوامله بمنطقة الدراسة:

توســـعت المســـاحات الزراعيـــة بالمنطقـــة بشـــكل واضـــح عـــلى حســـاب الغطـــاء النباتـــي الطبيعـــي ؛ فقـــد ازيلـــت مســـاحات كبـــيرة مـــن الأشـــجار والشـــجيرات الطويلـــة والمعمـــرة مثـــل العرعـــر الفنيقـــي Juniperus P hoenicea والبطـــوم Pistacia Lentiscus والشـــماري Arbutus Pavariipump والزيتـــون الـــبري Oleaeuropoen...الـــخ بواســـطة جرافـــات ميكانيكيـــة ثقيلـــة للأســـباب الأتيـــة

9 - 1- المشروع الأوسط الزراعي

أســـهمت عمليـــات التنميـــة والاســـتصلاح الزراعـــي التـــي حدثـــت في الثمانينيـــات من القـــرن المـــاضي في التوســـع الأفقـــي في الرقعـــة الزراعيـــة التـــي تبناهـــا المـــشروع الأوســـط الزراعـــي ، دون تخطيـــط مســـبق لإزالـــة مســـاحات واســـعة مـــن الغطـــاء النباتـــي الطبيعي ؛ فقـــد أزيلـــت مســـاحات كبـــيرة تقـــدر بمئـــات الهكتـــارات مـــن الأشـــجار والشـــجيرات

الطبيعية ، ويبدو ذلك جليا من خلال التطور العددي في المزارع المملكة بالمنطقة خلال المدة الممتدة بين عامي (1995-1980م) ؛ فقد تزايد عدد هذه المزارع من (394)مزرعة عام (1980م) إلى (544) مزرعة عام (1995م) في الجزء الشمالي من المنطقة في منطقة تاكنس في حين بلغ عدد المزارع في الجزء الأوسط من المنطقة بالقرب من منطقة جردس العبيد (265)مزرعة عام (1980م) ، ثم زاد ليصل (307) مزرعة عام (1995م) ووصل عدد المزارع في المنطقة (659) مزرعة عام (1980م) ، وزاد سنة (1995م) إلى (851) مزرعة ، في حين بلغت مساحة هذه المزارع (27363) هكتارا كما هو موضح بالجدول (3) (بالحمد ،2015م، ص203) .

تطورت هذه المساحات الزراعية على حساب الغطاء النباتي الطبيعي ، مما نتج عنه تدهور شديد في الغطاء النباتي بالمنطقة وخاصة الغطاء النباتي الشجري الذي انحسر في أماكن ضيقة لا تصلح للزراعة ومن المؤسف أن هذه الأراضي في الوقت الحالي ذات انتاج زراعي ضعف جدا في حين تحول بعضها إلى أراضي غير منتجة خاصة في الجزء الجنوبي على وجه التحديد .

جدول (3)التطور في عدد المزارع بالمنطقة خلال المدة الممتدة بين عامي (1995-1980م)

المنطقة	عدد المزارع عام 1980م	المساحة بالهكتار	عدد المزارع عام1995م	المساحة بالهكتار
تاكنس	394	13790	544	16130
جردس	265	9275	307	11233
المجموع	659	23065	851	27363

كما استصلحت حيازات هامشية في الألفية الثالثة عام 2003م وهي عبارة عن أراضي خارج مخطط المزارع الخاضعة لقانون حق الانتفاع ومغطاة بالأشجار والشجيرات الطبيعة وهي ما يطلق عليها أحراشا خارج المزرعة المملكة والخاضعة لقانون حق الانتفاع ولكنها ملك لأصحاب المزرعة حسب قوانين العرف في الشرق الليبي ؛ فقد استصلحت هذه الأراضي الهامشية التي قد لا تزيد مساحة الواحدة منها عن (5) هكتارات بواسطة المزارعين لكي يتنازل عليها لأحد أبنائه حتي يصدر له كتيب حيازة زراعية يستفيد منه في الحصول على القروض الزراعية وغيرها من المعدات اللازمة للزراعة ولتربية الحيوانات الداجنة ، وقد بلغ عدد هذه الحيازات بالمنطقة (183) حيازة ، في حين بلغت مساحتها(195هكتارا)كما هو موضح بالجدول(4) (بن حمد،2015 ،ص204)

جدول (4) الحيازات القزمية التي استُصلحت خارج مساحة المزارع المملكة والخاضعة لقانون حق الانتفاع

المنطقة	عدد الحيازات القزمية المستصلحة	المساحة بالهكتار
تاكنس	133	665
جردس	50	250
المجموع	183	915

المصدر :بن حمد،2015م،ص204

9 – 2 – مشروع الغابات والمراعي جنوب الجبل الأخضر:

استهدف هذا المشروع استصلاح (35180)ألف هكتار ، منها (1776.65) هكتارا مرويا و (33403.5) هكتار بعلي ، هذا بالنسبة لمنطقة جنوب الجبل الأخضر بالكامل الأمر الذي أدى إلى توسع كبير في المساحات الزراعية على حساب الغطاء النباتي الطبيعي (الجارد،2003م، ص127).

اما في منطقة الدراسة فقد أدى امتلاك المشروع المذكور لآلات زراعية حديثة والاستعانة بها على استصلاح أراضٍ جديدة سنويا كانت صعبة المنال ، كالأحراش والأودية العميقة ، واستخدام المحاريث التي تؤدي الي اقتلاع جذور النباتات القادرة على التجدد الطبيعي حتي لا تتجدد ؛ ففي عام (1989م) أزيلت مساحة تقدر بحوالي (90) هكتارا في وادي بوذبان شمال شرق منطقة الدراسة ، كما أزيلت مساحة تقدر (87) هكتارا عام(1991م) من أراضي وادي البروق شرق المنطقة بالقرب من منطقة جردس العبيد ، كما أزيلت مساحة تقدر(30) هكتارا عام (1999م) من أراضي لبرق جنوب شرق المنطقة . أما في الحقبة الأخيرة التي أعقبت اندلاع الثورة الليبية عام (2011م) ؛ فقد لوحظ ازدياد عملية التوسع الزراعي بشكل كبير جدا فقد أزيلت مساحة تقدر ب (100) هكتار من أراضي السويل شمال المنطقة، التي تحتوي على أغزر كثافة نباتية شجرية بالمنطقة عام (2012م) كما أزيلت مساحة تقدر (60) هكتار من أراضي الزرازير جنوب شرق المنطقة عام (2014م) ، كما أزيلت مساحات تقدر (130) هكتار(2016م) من أراضي وادي المطيميس عام شمال غرب المنطقة بالقرب من منطقة ساس (الدراسة الميدانية ،2021م) .

مما أدى إلى غزو نباتات حولية دخيلة على هذه الأراضي ليست لها القدرة من حيث المحافظة على البيئة وعديمة الفائدة مثل نبات البربش Cistus Parvi-florus

10 –نتائج التوسع الزراعي على النباتات الطبيعية بالمنطقة:

10 – 1 – تناقص كثافة الغطاء النباتي وتقلص مساحته:

تأثرت النباتات الطبيعية في المنطقة بالتوسع الزراعي ، فقد تناقص الغطاء

النباتي الكثيف بمساحة بلغت(3.73هكتارا) في حين تناقص متوسط الكثافة ، في حين تناقص الضعيف منها إلى(1600هكتار) و تناقص الضعيف جدا بمساحة بلغت(410هكتارات) وزادت الأراضي المكشوفة إلى نحو (2950هكتارا) خلال المدة الممتدة بين عامي (2016-1987م).

10 – 2 – تدهور نوعية الغطاء النباتي :

أدى التوسع الزراعي إلى حدوث تبدلٍ في التركيب النوعي لنباتات المنطقة من أشجار وشجيرات إلى نباتات حولية ليست لها القدرة على المحافظة على البيئة ، وعديمة الفائدة التي منها نبات العنصل وبصل الفرعون والبربش التي بلغت نسبتها(69%) ، في حين لم تتعدَ نسبة الأشجار والشجيرات ذات الأهمية من الناحية البيئية والاقتصادية (31%) .

10 – 3 – تراجع نطاق أشجار وشجيرات العرعر الفنيقي وانحسارها

الذي كان يغطي مساحات واسعة بالمنطقة في معظم اجزائها في بعض الأماكن الضيقة لا تصلح للزراعة وعلى شكل أشجار متفرقة ومتباعدة الصورة (4)

صورة (4) انقراض مساحات واسعة من نبات العرعر الفينيقي غير القادر على التجدد الطبيعي في الأراضي الصالحة للزراعة وظهوره في شكل أشجار متفرقة في الأماكن غير الصالحة للزراعة.

4 –10– فقدان بعض أجزاء المنطقة غطاءها النباتي نهائيا بحيث أصبحت شبيهة بالصحراء الحقيقية بالجزء الجنوبي من المنطقة على وجه التحديد ؛ بسب التوسع في استخدام الآلات الزراعية والجرافات خاصة بالتوسع الزراعي سنويا الصورة (5)

صـورة (5) فقـدان مسـاحات شاسـعة مـن الأرضي جنـوب المنطقـة غطاءهـا النباتـي نهائيـا بحيـث أصبحـت شـبيهة بالصحـراء الحقيقيـة

التوصيات

توصي هذه الدراسة بما يلي:

1. تنميـة الغطـاء النباتـي الحـالي والمحافظـة عليـه والاسـتغلال الراشـد لـه في حـدود قدرتـه عـلى التجديـد والتعويـض وفقـا لمفهـوم التنميـة المسـتدامة .
2. إعـادة تشـجير المناطـق الغابيـة التـي تمـت إزالتهـا إلى جانـب وضـع خطـط وسياسـات تتعلـق بـإدارة أراضي الغابـات الطبيعيـة تحميهـا وتحـد مـن التوسـع عليهـا واسـتغلال أراضيهـا .
3. تطبيـق كافـة القوانـين والتشريعـات النافـذة والرادعـة التـي تمنـع التعـدي عـلي أراضي الغابـات الطبيعيـة .
4. نـشر الوعـي البيئـي بـين سـكان المنطقـة ، عـن طريـق وسـائل الإعـلام المختلفـة والنـدوات والمؤتمـرات العلميـة لتعريفهـم بأهميـة الغطـاء النباتـي ودوره في المحافظـة عـلى التـوازن البيئـي وخطـورة تدهـوره واسـتغلال أراضيـه .
5. عدم زراعة الأراضي الهامشية أو حرثها نهائيا .

ملحق (1)

بعض الأنواع النباتية الشجرية والشجرية التي تنمو في المنطقة وتأثرت بالظاهرة المدروسة

الاسم المحلي للنوع النباتي	الاسم العلمي للنوع النباتي	موقع النوع النباتي بالمنطقة
العرعر الفنيقي	Juniperus Phoenicea	الجزء الشمالي وفي مقدمة الجزء الجنوبي
البطوم	Pistacia Lentiscus	الجزء الشمالي وفي مقدمة الجزء الجنوبي
الشماري	Arbutus Pavariipump	الجزء الشمالي
الزيتون البري	Oleaeuropoen	الجزء الشمالي
السلوف	Rhillyrea Latifolia	الجزء الجنوبي
القزاح	Pitranthos Tortusus	الجزء الجنوبي
الرمث	Hammada Scoparia	الجزء الجنوبي
الخروب	Ceratonia Siliqua	الجزء الشمالي
السخاب	Phillyrea Latifolia	الجزء الشمالي

المصدر : بناءً على الدراسة الميدانية .

المصادر والمراجع

الجارد،2003م،بالقاسم محمد ، تدهور المراعي الطبيعية جنوب الجبل الأخضر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة بنغازي ، ليبيا .

الزني وأخرون، 1999م،تأثير تدهور الغطاء النباتي في الجبل الأخضر على التنوع البيولوجي ، مجلة كلية آلأداب والعلوم – المرج، ليبيا ، العدد الثاني ، السنة الثانية.

دراسة البرعصي ، يعقوب محمد واخرون 2016، دراسة الفلورا والغطاء النباتي للمنطقة شبه الصحراوية الممتددة بين مدينتي سلوق والأبيار المرتفع الأول من الجبل الأخضر ، المؤتمر العلمي الرابع للبيئة والتنمية المستدامة بالمناطق الجافة وشبة الجافة ، جامعة أجدابيا، ليبيا

دراسة بالحمد 2015م، السنوسي صالح علي ن تدهور الغطاء النباتي وأثره على الأنظمة البيئية في المنطقة الواقعة مابين جردس تاكنس بالجبل الأخضر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة بنغازي ، ليبيا.

دراسة نورس ، أسماء محمد ،وعبد الخالق ،يونس محمود 2016م، الأثر البيئي للمناشط البشرية على الغطاء النباتي لمرتفعات الباكور بالجبل الأخضر ، المؤتمر العلمي الرابع للبيئة والتنمية المستدامة بالمناطق الجافة وشبة الجافة ، جامعة أجدابيا ، ليبيا.

عبد المقصود، 1990م، زين الدين ،البيئة والأنسان دراسة في مشكلات الأنسان مع البيئة ،الأسكندرية ، دار المعارف.

مرئيتان فضائيتان من التابع الأمريكي لأندسات للأعوام (2016-1987م).

مصلحة المساحة الليبية ، 1964م، خريطة طبوغرافية للمنطقة بمقياس50000:1 لوحة جردس العبيد لوحة تاكنس.

تأثير التلوث بجسيمات غبار الإسمنت على أوراق الزيتون في ليبيا

د. الرماح المهدي أحمد سعيد ؛ قسم النبات، كلية العلوم، جامعة الزنتان

الملخص

تعد إنبعاثات مصانع الأسمنت في الهواء واحدة من أهم أسباب تلوث الهواء،وأيضا أكبر خطر يؤثر على حياة النباتات والحيوانات والإنسان والبيئة بصفة عامة.من هنا كانت دراسة تأثير التلوث بغبار الأسمنت على أوراق أشجار الزيتون (Olea europaea L.) وبالتالي على إنتاجية أشجار الزيتونخلال موسمين متتالين شتاء وصيف 2021بمنطقة الخمس(I) و زليتن (II) (مناطق ملوثة)، ومنطقة الخضراء بترهونة (III) (منطقة خالية من مصادر التلوث)، من خلال تحليل النتائج تبين وجود كميات كبيرة من غبار الأسمنت المتراكم على الأوراق، حيث سجلت أعلى قيمة (22.93 g/m2)في الموقع (I)خلال موسم الصيف، وأقل قيمة (0.37 g/m2) في الموقع (III) خلال الشتاء، كذلك بالنسبة للقياسات الأخرى للأوراق، كالوزن الجاف (DW) والوزن الرطب (FW) ومساحة الورقة(LA) إلى جانب محتوى الماء النسبي (RWC)، قد تبين من خلال النتائج وجود فروق معنوية عالية جداً على مستوى (P<0.001) بين المواقع الملوثة بغبار الأسمنت و(الكنترولIII)، وسجلت القيم التالية:(3.22 - 5.37g, 7.6-10.02g, 3.65-5.18cm2, 51.77-68.34%) على التوالي.تعمل الأشجار ومنها شجرة الزيتون كأنها بالوعة للملوثات الجوية وبالتالي تخفض تركيزها في الهواء خصوصاً في المناطق الحضرية، ويساعد على ذلك هندسة السطح الخارجية للأوراق حيث يوصى باستعمال أشجار الزيتون (Olea europaea L.)كونه مؤشرات حيوية Bio-indication لقياس التلوث.

الكلمات المفتاحية:الأسمنت- الزيتون- غبار- تلوث- الأوراق- الوزن الجاف- مساحة الورقة.

Effect of cement dust particulate pollution on Olive leaves (Olea europaea L.) in Libya

Abstract

The emissions of cement factories into the air are one of the most important causes of air pollution and also the biggest danger that affects the lives of plants, animals, humans and the environment in general. from here, The has been studied effect of cement dust particulate pollution on Olive leaves (Olea europaea L.) in Libya, Consequently, on the productivity of olive trees during two successive seasons, winter and summer 2021, in the Khums and Zliten area (polluted areas), and the Al-Khadra area in Terhona (an area free of pollution sources). By analyzing the results, it was found that there are large amounts of cement dust accumulated on the leaves, where the highest value was recorded (22.93 g/m2) in site (I) during the summer season, and the lowest value (0.37 g/m2) in site (III) during winter, The same applies to other measures of leaves, such as dry weight (DW), wet weight (FW), leaf area (LA) and relative water content (RWC). level ($P<0.001$) between the sites contaminated with cement dust and (control), and the following values were recorded:(3.22-5.37g, 7.6-10.02g, 3.65-5.18cm2, 51.77-68.34 %) respectively. Trees, including the olive tree, act as a sink for atmospheric pollutants and thus reduce their concentration in the air, especially in urban areas. The engineering of the outer surface of the leaves helps in this, as it is recommended to use olive trees (Olea europaea L.) as bio-indications to measure pollution.

Key words: Cement- Olea europaea L.- Dust- Pollution- Leaves- Dryweigth- Leaf area.

1.المقدمة

أصبح تلوث الهواء مشكلة بيئية خطيرة تؤثر على الإنسان ونوعية الحياة الحضرية واستدامة النظم البيئية في المناطق الحضرية، ولا سيما في البلدان النامية(Tripathi and Gautam, 2007; El-Khatib, A.A., et al., 2017)، إن مصانع الأسمنت تعد من أهم مصادر التلوث للنباتات في المناطق المحيطة بها خاصة في بلدان العالم الثالث والدول النامية (Said,2013)، حيث إن الغبار المنبعث مباشرةً من هذه المصانع الذي يتم ضخه في الغلاف الجوي يُعرف بالملوثات الأولية في حين تعرف تلك التي تتشكل في الهواء بالملوثات الثانوية (Agbaire,2009)الكثير منها يتراكم على التربة وعلى أوراق الأشجار والنباتات القريبة من هذه المصانع ويسبب إجهادا إضافيا للنباتات(عكاشة، 2012؛ الصل وآخرون 2019)، (Raa-jasubramanian, D., et al.,2011)، مما يؤثر على أداء الثغور وعملية التمثيل الضوئي وبالتالي على الإنتاجية(El-Khatib, A.A., et al., 2012)، كما لا توجد طرق فيزيائية أو كيميائية معروفة لتحسين تلوث الهواء الصناعي.(Chouhan, A.,et al., 2012) شجرة الزيتون (Olea europaea L.) دائمة الخضرة، تزرع تقليدياً في دول حوض البحر الأبيض المتوسط لغرض إنتاج الزيت واستهلاك المائدة، بالرغم من إنتاجية أشجار الزيتونفإن له أهمية اقتصادية أساسية في ليبيا، لا توجد دراسات مستفيضة حول مدى تأثر هذه الأشجار بالغبار المنبعث من هذه المصانع,Said 2013)، عكاشة، 2012؛ الصل وآخرون 2019)يمثل جنس Olea 30نوعًا في العالم وما يقرب من 80 اسماً مختلفاً تستخدم عالمياً. الأنواع الأكثر شيوعًا هي (Olea europaea L.)،وهي منتشرة على نطاق واسع في الولايات المتحدة ومنطقة البحر الأبيض المتوسط والأنواع الوحيدة ذات الأهمية الاقتصادية على مستوى العالم(Hashmi, et al., 2015). تؤثر الأنشطة البشرية أيضاً على بيئتها إلى حد كبير، كما يؤثر تغير المناخ العالمي وخاصة الاحتباس الحراري على كفاءة إنتاج الزيتون فضلاً عن جودة منتجاتها.(Ozturk, et al., 2021)

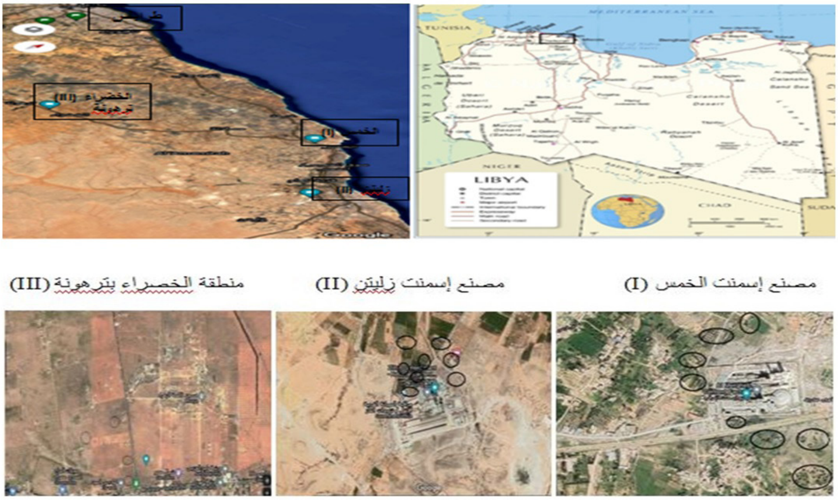
هدف الدراسة:

1. تسليط الضوء على أثر تراكم غبار مصانع الإسمنت على النباتات بصفة عامة وأشجار الزيتون بصفة خاصة في منطقة الدراسة.
2. معرفة ما مدى تحمّل أشجار الزيتون للتلوث بغبار الإسمنت ومقاومته كونها مؤشرات حيويةBio-indication لقياس التلوث.
3. معرفة مدى كفاءة أشجار الزيتون لإزالة الأنواع المختلفة من الملوثات من الهواء الجوي وإمكانية زراعة هذا النوع من عدمه مستقبلا في هذه المناطق الملوثة.

2.المواد وطرق البحث: Material And Methods

1.2. منطقة الدراسة: Study area اختيرت ثلاثة مواقع لغرض الدراسة وحسب

الطـــرق المذكـــورة مـــن قِبـــل (Simoneit et al. 2000; Bosco et al.2005; Querol et al.2004)وهـــي:-1 الموقـــع الأول منطقـــة الخمـــس(-latitude 32º 38"N and longi tude 14º 13" E) يوجـــد بهـــا مصنـــع إســـمنت وتعـــد منطقـــة ملوثـــة ويرمـــز لهـــا (I).
-2 الموقـــع الثانـــي منطقـــة زليتـــن (latitude 32° 25"north and longitude 14º 29" E) يوجـــد بهـــا مصنـــع إســـمنت وتعـــد منطقـــة ملوثـــة ويرمـــز لهـــا(II).3-منطقـــة الخضـــراء بمدينـــة ترهونـــة(latitude 32º 26"north and longitude 13º 42"E).(III)تعـــد بعيـــدة عـــن مصـــادر التلـــوث (مصانـــع الإســـمنت) وهـــي مـــن أكـــبر مـــزارع الزيتـــون في ليبيـــا واختـــيرت بوصفهـــا منطقـــة ضابطـــة (Control)ويرمـــز لهـــا (III).تقـــع هـــذه المواقـــع في المنطقـــة الســـاحلية شرق العاصمـــة طرابلـــس ليبيا.نفـــذت هـــذه التجربـــة في مختـــبرات كليـــة العلـــوم بالزنتـــان/ جامعـــة الزنتـــان العـــام 2021م خـــلال موســـمي الشـــتاء والصيـــف لنفـــس العـــام لدراســـة تأثـــير التلـــوث بالغبـــار المنبعـــث مـــن مصانـــع الأســـمنت عـــلى أوراق الزيتـــون في ليبيـــا.



شكل (1،2): منطقة الدراسة

2.2. المناخ:Climateأخـــذت المتوســـطات الســـنوية لـــكل مندرجـــة الحـــرارة(14.66° C to 25.36C°) ،والأمطـــار (24.81 mm)،وسرعـــة الريـــاح(6.88 knots/hour) ، والرطوبـــة النســـبية (73.17 %) بواســـطة المركـــز الوطنـــي الليبـــي للأرصـــاد الجويـــة – قســـم المنـــاخ 2020.

3.2. التقديرات:Estimations

1.3.2. تقديـــر كتلـــة الجزيئـــات المترســـبة عـــلى الأوراق Determination of leaf deposit particle mass:

- تـــم إزالـــة الغبـــار المترســـب عـــلى الأوراق عـــن طريـــق غســـل (36) ورقـــة مـــن العينات

التي تم جمعها كل موقع باستخدام 100 ملم من H2Oماء مقطر وباستخدام هزاز وفقاً لطريقة(Lau and Luk, 2001)، تم ترشيح المحلول باستخدام ولرق ترشيح بحجم مسام µm0.22.

- حُسبت مساحة الأوراق وفقاً لطريقة (Vora and Bhatnager,1986) ومعبراً عنها بالمتر المربع.

- وُزنت العينات عدت مرات بعد الترشيح والتجفيف وفقاً لطريقة(Prusty et al. 2005)، حسب المعادلة التالية: W= (W2-W1)/A حيث:W= كمية دقائق الغبار المترسبة، W1= الوزن الأولي لورق الترشيح ، W2= الوزن النهائي لورقة الترشيح مع الترسبات بعد الترشيح، A= المساحة الكلية جرام/م2.

2.3.2. الوزن الرطب والجاف:(Fresh & Dry weight) الوزن الرطب تم الحصول عليه بوزن الأوراق مباشرة، أما الوزن الجاف بعد وضع الأوراق في الفرن على درجة 70C˚لمدة 24 ساعة ثم وزنت أكثر من مرة لتثبيت الوزن الجاف حسب طريقة: (Agbaire and Esiefarienrhe, 2009)وكان الوزن بوحدة الجرام (gm).

3.3.2. تقدير محتوى الماء النسبي:Relative water content (RWC) قدر وفق طريقة .(Barr and (Weatherley, 1962)

2. 3. 4. تقدير مساحة الورقة:Leaf area(LA)

قدرت وفقاً لطريقة/Cm2(Vora and Bhatnagar, 1986) . في هذه الطريقة يتم رسم الورقة على ورقة رسم بياني، وتحسب مساحة الورقة ثم تضرب (المساحة المقاسة × 2)؛ لأن لكل ورقة سطحين علوي وسفلي ثم تحوَل مساحة الورق لكل عينة الى المتر المربع بحيث نعرف كم جرام من الغبار المترسب (De-posit) في المتر المربع.

7.3.2.التحاليل الإحصائية:Statistical A nalysis: استُخدم التحليل الإحصائي (Mi-nitab®14 software)، ولمقارنة الاختلافات استُخدم تحليل التباين (MANOVA, Two-way)، على مستوى معنوية.P<0.05, P<0.01, and P<0.001

3.النتائج والمناقشة: Results & Discussion

يعد تلوث الهواء مشكلة ذات أهمية خاصة للكائنات الحية وتؤثر بشكل مباشر على جودة حياة الإنسان والسلوك السليم للأنشطة البشرية، علاوة على ذلك، لقد أثر التصنيع الذي حدث في العقود الأخيرة بشكل واضح على جودة الهواء الذي نتنفسه، حيث يعاني جزء كبير من سكان العالم من التلوث بمواد ضارة مختلفة و يعد معلقات جزيئات المواد في الهواء أحد العناصر المهمة التي يجب تحديدها عند تحليل تأثير مصنع الأسمنت هو مؤشر جودة الهواء ((AQI (Cristian, et al., 2021).

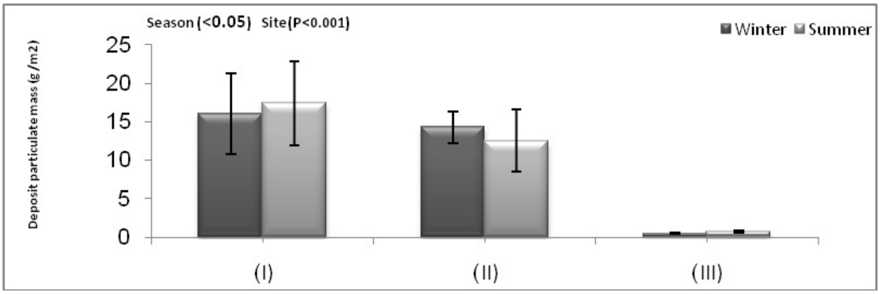
تعتمد إنتاجية النبات اعتماد امباشرا على قدرة التمثيل الضوئي في الأوراق وأن صافي معدل التمثيل الضوئي (PN)هو مؤشر يشيع استخدامها من تأثير ملوثات

الهـواء عـلى زيـادة نمـو الشـجرة، يعتمـد بدرجـة كبـيرة عـلى الاسـتيعاب والإشـعاع والاسـتفادة مـن طاقـة الفوتـون .(Jackson, 1980, Boardman, 1977 Woo, et al., 2007)

1.3 Particulate deposit mass. كتلة الجزيئات المترسبة:

جـدول (1): كميـة غبـار الإسـمنت المترسـب عـلى أوراق الزيتـون مـن المواقـع المختلفـة خـلال مـدة الدراسـة(gm/m2)، متوسـط كل قيمـة (Mean±SD; n=3).

Season		Site
Summer	Winter	
17.42±5.51	16.03±5.25	I
12.55±4.04	14.28±2.06	II
0.69±0.13	0.48±0.11	III



شكل (1): كتلة الجسيمات المترسبة (g/m2)

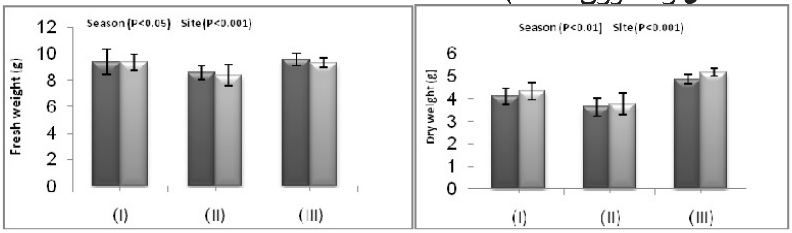
نلاحـظ مـن خـلال المشـاهدة الحقليـة لحجـم الأوراق وشـكلها تأثـرا كبـيرا في المواقـع الملوثـة عنـه في منطقـة الكنـترول ، وكذلـك لـون الأوراق حيث كان شـاحب وتوجد بـه بقـع بنيـة اللـون عـلى الأورق بعـد إزالـة الغبـار المترسـب عليهـا ؛ممـا يؤثـر سـلباً عـلى عملية البنـاء الضوئـي في الأوراق، ومـن خـلال تحليـل النتائـج معمليـاً نشـاهد في الجـدول والشـكل (1) وجـود اختلافـات معنويـة بـين المواسـم عـلى مسـتوى(P<0.05)، في حـين كانـت هنـاك اختلافـات معنويـة عاليـة جداًعـلى مسـتوى (P<0.001) بـين المواقـع التـي توجـد فيهـا مصـادر التلـوث (مصانـع الإسـمنت)، بالمقارنـة مـع (الكنـترول)، حيـث سـجلت أعـلى قيمـة (22.93 g/m2) في الموقـع (I) خـلال فصـل الصيـف، وأقـل قيمـة كانـت (0.73 g/m2) في الموقـع (III) وكانـت النتائـج عـلى النحـو التـالي: site (I) >site (II)>site (III) طـول مـدة الدراسـة. الإجهـاد في النبـات الناتـج

عن التلوث يؤدي إلى إغلاق خلايا الثغور، مما يقلل من توافر CO2 في أوراق الشجر ويمنع تثبيت الكربون. كما تفعل الأشجار ومنها شجرة الزيتون(Olea europaea L.) كأنها بالوعة للملوثات الجوية وبالتالي تخفض تركيزها في الهواء خصوصاً في البيئات الحضرية(Woo and Je 2006; Tewari, 1994; Rawat and Banerjee 1996). واحد من الآثار الأكثر شيوعا لتلوث الهواء هو الاختفاء التدريجي من الكلوروفيل، ويصاحب ذلك اصفرار الأوراق وانسداد الثغور، والذي قد يترافق مع انخفاض في القدرة على التمثيل الضوئي، وبشكل رئيسي، مما يسبب انخفاضا في نمو وإنتاجية النباتات(Ahamed and Gadir 1975; Larcher 1995; Joshi and Swami 2007; Said, 2013).

2.3. الوزن الجاف والرطب: Fresh & Dry weight

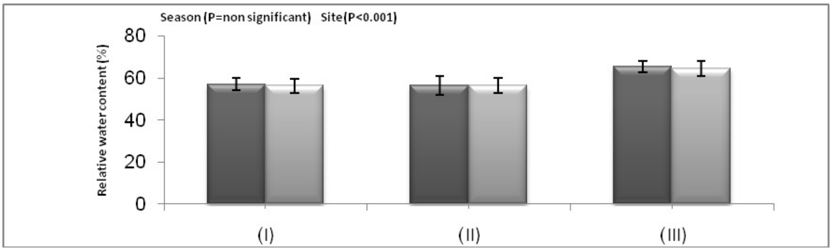
من خلال التحليل الإحصائي للوزن الجاف والوزن الرطب لأوراق الزيتون(Olea europaea L.)، بينت النتائج وكما نشاهد من خلال الشكل (2) الخاص بالوزن الجاف, والشكل (3) الخاص بالوزن الرطب وجود فروق معنوية عالية جداً على مستوى معنوية (P<0.001) بين المواقع الملوثة II) ،(Iوبمقارنتها مع الكنترول(III)، حيث سجلت أعلى قيمة(5.37 g) بالنسبةللوزن الجاف للأوراق خلال فصل الصيف، وأقل قيمة (3.22 g) خلال الشتاء، وسجلت أعلى قيمة (10.02 g) بالنسبة للوزن الرطب خلال الشتاء، وأقل قيمة (7.6 g)خلال الصيف.

وكانت على النحو التالي:site (II)<site (I)> site (III) بالنسبة للوزن الجاف والوزن الرطب طول مدة الدراسة. وافقت هذه النتيجة النتائج المتحصل عليها(Raajasubramanian et al., 2011.; Said, 2013 ; Yilmaz, 2018) ، حيث ذكروا انخفاض الوزن الجاف والوزن الرطب يزيد بزيادة التلوث بغبار الأسمنت، هناك علاقة بين جزيئات الإسمنت المترسبة والوزن الجاف للأوراق، وهذه تتفق مع النتائج المتحصل عليها(Seyyednejad S. M., and H. Koochak, 2011)حيث وجدا أن تلوث الهواء بغبار الإسمنت يؤدي الى زيادة الوزن الجاف في الأوراق الملوثة، كما تتأثر النباتات على مسافات مختلفة من مصانع الإسمنت، حيث تؤثر إنتاجية النبات وبالتالي على الوزن الجاف والوزن الرطب للأوراق (Said, 2013 ؛ عكاشة، 2012؛ الصل وآخرون 2019)



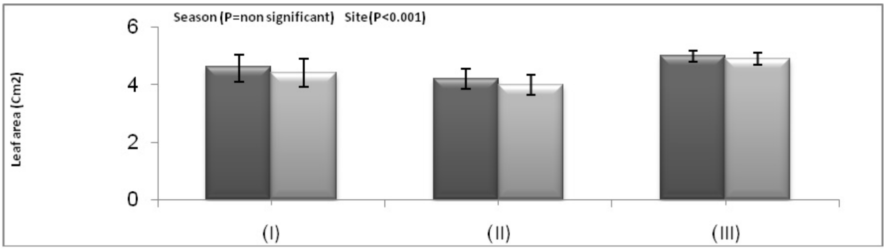
شكل (2): الوزن الجاف(Dry weight g) شكل (3): الوزن الرطب(Fresh weight g)

بالنسبة لمحتوى الماء النسبي(RWC) داخل الأوراق ومن خلال تحليل النتائج تبين وجود اختلافات معنوية كبيرة جداً (P <0.001) بين المواقع الملوثة والكنترول، وفق الأقل قيمة مسجلة وأعلاها. (68.34%III, 51.77% II) خلال فصل الشتاء على التوالي. إن انخفاض مساحة الورقة وعدد الأوراق يكون نتيجة انخفاض في امتصاص الإشعاعات وبعد ذلك في معدل انخفاض التمثيل الضوئي والذي يؤدي إلى انخفاض معدل الإنتاج للأوراق وكذلك الشيخوخة المبكرة لها(Tiwari , et al.,2006) وهذه النتائج توافقت مع النتائج المتحصل عليه ا(Said, 2013).



شكل (4): المحتوى الماء النسبي (%) Relative water content

أما بالنسبة لمساحة الورقة (LA) لشجرة الزيتون (Olea europaea L.)، نشاهد من خلال النتائج المتحصل عليها في الشكل (5) عدم وجود فروق معنوية بين المواسم في حين تم تسجيل فروق معنوية عالية جداً (P <0.001) بين المواقع، تم تسجيل الحد الأقصى لقيمة مساحة الورقة(cm2 5.18) في الموقع (III) خلال الشتاء،وسجلت أدنى قيمة لمساحة الورقة (cm2 3.65)في الموقع (II)في فصل الصيف. خلال الموسمين المختلفين، أظهرت منطقة الورقة النمط التالي: الموقع (III)> الموقع (I)> الموقع (II).



شكل (5): مساحة الورقة cm2Leaf area

في هذه الدراسة، أظهرت النباتات المزروعة في المواقع الملوثة انخفاضا في مساحة الأوراق، كما وتتفق هذه النتائج مع نتائج (Iqbal and Shafiq, 1998) ، حيث أفادا

أن ملوثـات الغبـار تقلـل مـن نمـو النبـات في شـكلارتفاع النبـات والغطـاء وعـدد الأوراق ومسـاحة الأوراق. يـؤدي انخفـاض مسـاحة الورقـة إلى تقليـل الإشـعاعات الممتصـة وبالتـالي انخفـاض معـدل التمثيـل الضوئـي (.Chauhan and Joshi 2010; Tiwari et al 2006) انخفـض متوسـط مسـاحة الورقـة للنبـات الملـوث مقارنـةً بالشـاهد (-Seyyed nejad and Koochak, 2011).

و كشـفت دراسـات مختلفـة عـن انخفـاض في مسـاحة الأوراق في مناطـق الملوثـات مقارنـة بالمناطـق غـير الملوثـة (Balasooriya et al., 2009; Lima et al., 2000;Sharma et al., 1980).

4. الاستنتاجات Conclusions

مـن خـلال نتائـج هـذه الدراسـة نسـتنتج وجـود تأثـير واضـح عـلى الغطـاء النباتـي بصفـة عامـة وأشـجار الزيتـون بصفـة خاصـة، وخاصـة القريبـة مـن مصنـع الإسـمنت أو الملاصقـة لـه في مدينـة الخمـس ومصنـع الإسـمنت في مدينـة زليتـن مقارنةً بالمنطقـة الضابطـة (منطقـة الخـضراء) الخاليـة مـن مصانـع الإسـمنت.

5.التوصيات: Recommendations

بناءً على ما سبق فإننا نوصي بالآتي:

- اسـتخدام التقنيـة الحديثـة اللازمـة للحـد مـن انبعـاث الملوثـات المختلفـة مـن مصانـع الإسـمنت الى البيئـة.- تشـديد الرقابـة عـلى المصانـع لضمـان الالتـزام بالمعايـير البيئيـة الدوليـة.
- إلزام المصانع بالصيانة الدورية لمنع قذف الملوثات بالمحيط.
- المحافظة على البيئة وحمايتها من جميع مظاهر التلوث.
- المحافظـة عـلى الغطـاء النباتـي بصفـة عامـة وأشـجار الزيتـون بصفـة خاصـة لمـا لهـا مـن أهميـة تاريخيـة واقتصاديـة.
- إجـراء دراسـات مسـتفيضة حـول إمكانيـة التقليـل مـن الملوثـات المنبعثـة بجميـع أشـكالها.
- متابعـة البحـوث والدراسـات السـابقة لمـا لأشـجار الزيتـون مـن أهميـة اقتصاديـة وايضـاً تسـهم في حمايـة البيئـة وجمالهـا.

6.المراجع

الصـل، ميـلاد، مليطـان، عبـد المجيـد، فريـج، ايمـان، 2019 ، تقييـم الأثـر البيئـي لصناعـة الإسـمنت عـلى شـجيرة التـين، المؤتمـر السـنوي الثالـث حـول نظريـات وتطبيقـات العلـوم الأساسـية والحيوية،مجلـة العلـوم 224-214، جامعـة مصراتـة.

عكاشـة عـلي، 2017 ، دور الغطـاء النباتـي في التخفيـف مـن الملوثـات الغازيـة الناتجـة عـن المصـادر الصناعيـة بمنطقـة الخمـس، شـمال غـرب ليبيـا، المجلـة الأردنيـة في العلـوم الزراعيـة، المجلـد 13، العـدد2.

Ahamed,Z. and Gadir, S.A. 1975. The effects of air pollution on stomatal closing, carbohydrate, chlorophyll content in certain roadside plant. Pakistan J. Bot.,

7: 81-84.

Agbaire,P.O. and Esiefarienrhe, E. 2009. Air Pollution Tolerance Indices (APTI) of some plants around Otorogun gas plant in Delta state, Nigeria. J. Applied Sci. Environ. Manage., 13: 11-14.

Balasooriya,W.K.; Samson. R.; Mbikwa, F.; Vitharana, U.W.A.;Boeckx, P.; Van Meirvenne,M. 2009. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical and chemical leaf characteristics. Environmental and Experimental Botany.65. 386–394.

Barr, H.D. and Weatherley, P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. Aust. J. Biol. Sci. 15:413-428.

Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 28: 355-377.

Bosco, M. L.; Varrica, D. and Dongarra, G.2005.Case Study: Inorganic Pollutants Associated with Particulate Matter from an Area Near a Petrochemical Plant. Environmental Research, 99, 18-30.

Chauhan, A.; Joshi, C. J. 2010 Effect Of Ambient Air Pollutants On Wheat and Mustard Crops Growing In The Vicinity Of Urban and Industrial AreasNew York Science Journal 2010;3(2):52-60.

Chouhan,A.; Iqbal, S.; Maheshwari, R.S. and Bafna, A. 2012.Study of air pollution tolerance Index of plants growing in Pithampur Industrial area sector 1, 2 and 3 Research Journal of Recent Sciences ISSN 2277-2502 Vol. 1, 172-177.

CristianCiobanu, Irina Aura Istrate, Paula Tudor, and Gheorghe Voicu. 2021. Dust Emission Monitoring in Cement Plant Mills: A Case Study in Romania. Int. J. Environ. Res. Public Health. 18, 9096.

El-khatib, A. A., D. E. M. Radwan., A. A. Alramah-Said., 2012. Adaptive responses of Olive leaves (Olea europaea L.) to cement dust pollution in Libya. Assiut Univ.Journal of Botany. Egypt 41 (2): 183-202.

El-Khatib, A. A.; El-Sheikha, O. M. and Said, A. A. 2017. Characterizing of Air Dust Particulate Pollutants Using Urban Trees Leaves.Dama International Journal of Researchers (DIJR), ISSN: 2343-6743, ISI Impact Factor: 0.878 Vol 2, Issue 1, Pages 46 – 56.

Hashmi, M.A.; Khan, A.; Hanif, M.; Farooq, U.; Perveen, S. 2015.Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of Olea europaea (olive). Evid.-Based Complementary Altern. Med. 541591. Jackson, J.E. 1980. Light interception and utilization by orchard systems. Hort. Rev. 2: 208-267.

Iqbal, R. P.; Shafiq, M., 1998. Toxicity of cement dust on the growth of some tree seedlings. Ecologia Bratislava 17: 434-439.

Jackson, J.E. 1980. Light interception and utilization by orchard systems. – Hort. Rev. 2: 208-267.

Joshi, P.C. and A. Swami, 2007. Physiologigal responses of some tree species under roadside automobile pollution stress around city of Haridwar, India. Environmentalist, 27: 365-374.

Larcher W (1995). Physiological plant ecology. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Lau, O.W., Luk, S.F. 2001. Leaves of Bauhinia blakeana as indicator of atmospheric pollution in Hong Kong. Atm. Environ 35, 3113-3120.

Lima, J. T., Breese, M. C., Cahalan, C.M. 2000.Genotype-environment interaction in wood basic density of Eucalyptus clones. Wood Science and Technology volume 34, pages197–206.

Ozturk, M.; Altay, V.; Gönenç, T.M.; Unal, B.T.; Efe, R.; Akçiçek, E.; and Bukhari, A . 2021. An Overview of Olive Cultivation in Turkey: Botanical Features, Eco-Physiology and Phytochemical Aspects. Agronomy , 11(2), 295.

Prusty, B.A.K.; Mishra, P.C.; and Azeez, P.A. 2005. Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India.Ecotoxicol Environ Saf. Feb;60(2):228-35.

Querol X., Alastuey A., Rodríguez S., Viana M.M., Artíñano B., Salvador P., Mantilla E., Garcia Do Santos S., Fernandez Patier R., De La Rosa J., Sanchez De La Campa A., Menendez M., 2004. Levels of PM in rural, urban and industrial sites in Spain. Science of the Total Environment 334-335, 359-376.

Rawat, J.S.; Banerjee, S.P. 1996.Urban forestry for improvement of environment Journal of Energy Environment Monitoring 12 (2):109-116.

Raajasubramanian, D.; Sundaramoorthy, P.; Baskaran, L.; Sankar K.; Ganesh, A.L.; Chidambaram, A. and Jeganathan, M. 2011. Effect of cement dust pollution on germination and growth of groundnut (Arachishypogaea L.). International Multidisciplinary Research Journal 1/1:25-30 ISSN: 2231-6302.

Said, A.A., 2013. Eco-physiological response of Olive leaf (Olea europaea L.) due to cement dust air pollution in Libya.PhD Thesis.

Sharma, M.L., Gander, G.A., Hunt, C.G., 1980. Spatial variability of infiltration in a watershed. Journal of HydrologyVolume 45, Issues1–2, January, Pages 101-122.

Seyyednejad S. M. , and H. Koochak, 2011. A Study on Air Pollution- Induced Biochemical Alteration in Eucalyptus camaldulensis Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(3):601,ISSN 1991-8178.

Simoneit, B.R.T., Rogge, W. F., Lang, Q., Jaffe, R. 2000. Molecular characterization of smoke from campfire burning of pine wood (Pinus elliottii). Chemosphere- Global Change Science, 2 (1): 107-122.

Tewari, D.N. 1994. Urban forestry. The Indian Forester. A Pioneer monthly journal in forestry research and education. 120 (8): 647-657.

Tiwari, S., M. Agrawal and Marshall, F.M. 2006. Evaluation of ambient air pollution impact on carrot plants at a sub urban site using open top chambers. Environ. Monit. Assess., 119: 15-30.

Tripathi, A.K. and M. Gautam, 2007.Biochemical parameters of plants as indicators of air pollution. J. Environ. Biol., 28: 127-132.

Vora, A.B.and Bhatnagar, A.R. 1986. Poll. Res.(5):153-157.

Woo, S.Y.; D.K. Lee and Y.K. Lee, 2007. Net photosynthetic rate, ascorbate peroxidase and glutathione reductase activities of Erythrina orientalis in polluted and non-polluted areas. Photosynthetica, 45: 293-295.

Woo, S.Y. and S.M. Je .2006.Photosynthetic rates and antioxidant enzyme activity of Platanusoccidentalis growing under two levels of air pollution along the streets of Seoul. J. Plant Biol., 49: 315-319.

YILMAZ, M. T. 2018. Effects of Cement Dust on Chlorophyll and Metabolism Products. Kastamonu Univ., Journal of Forestry Facult. 18 (3): 279-287. Doi:10.17475/kastorman.498752.

ter flow paths in different fractured-rock aquifers using groundwater chemistry: Dandenong Ranges, Southeast Australia. Hydrogeology Journal; 13: 771-786.

WHO (2018): Edition of the drinking water standards and health advisories Tables. EPA 822-F-18-001, Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC, 12p.

Wu, C., Wu, X., Qian, C. and Zhu, G. Hydrogeochemistry and groundwater quality assessment of high fluoride levels in the Yanchi endorheic region, northwest China. Appl. Geochem; (2018). 98: 417 - 404.

usage of activated alumina.

Solutions can be made through urgent investment in sanitation.

Work on the development of research on the field of sanitation.

Take care to isolate the ground water wells from sanitation.

7. References

Caerio, S., Costa, M.H., Ramos, T.B., Fernandes, F., Silveira, N., Coimbra, A. and Painho, M. (2005): Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach. Ecological Indicators; 5: 155-169.

Jalali, M. (2007): Salinization of groundwater in arid and semi-arid zones: An example from Tajarak, Western Iran. Environmental Geology; 52: 1133-1149.

Johnson, G. and Zhang, H. (1990): Classification of Irrigation Water Quality, Oklahoma cooperative extension fact sheets (available at http://www.osuextra.com).

Shaltami, O.R., Fares, F.F., Errishi, H. and Bustany, I. (2017): Estimation of groundwater quality for drinking and irrigation purposes: A case study of Al Marj city, Al Jabal Al Akhdar, NE Libya. V International Congress on Subsurface Environment, Sao Paulo, Brazil, Proceeding Book; pp. 80-96.

Shaltami,O.R., , Fares ,F. F., Errishi H., EL Oshebi, F.M., Elabbar, F.A., Eltaboni,F.B., Elshelmani,N.M., Elghazal R. and Bustany I.,(2019): Geochemical Evaluation Of Water In The Benghazi City, NE Libya. 4th International Conference on Science & Natural Resources (ICSNR4), Kota Kinabalu, Malaysia.pp.13- 21.

Shaltami,O.R, Fares F. F., El Faidy T.F., El Oshebi1,F.M.. Aljazwi,M.Z. and Errishi, H.(2020): Groundwater Assessment for Drinking and Irrigation proposes of Ar Rajmah Area, NE Libya. SJUOB. 33(1) Applied Sciences: 10 – 31.

Shaltami O.R., Fares F. F., El-Shari,S.M., EL Oshebi,F.M., Salloum,F.M., Rachelle R.F., Alshelmani,N., Al-Maqrif A., and Souad A. F.,(2020): Assessment of Drinking Water Quality and Sanitation In Ajdabiya City, Ne Libya. Vol.53, No.1B, 102-107.

Singh, S. and Hussian, A. (2016): Water quality index development for groundwater quality assessment of Greater Noida sub-basin, Uttar Pradesh, India. Cogent Engineering; 3: 1-17.

Piper AM., (1953) A graphic procedure in the geo-chemical interpretation of water analyses. USGS Groundwater 12:14.

Tweed, S.O., Weaver, T.R. and Cartwright, I. (2005): Distinguishing groundwa-

Fig.7: Showing the lifting stations lack of periodic maintenance in the study areas

4.3. Benefits of sewage water

1- Save of groundwater.

2- Save of agricultural land.

3- The removal of bad smells scattered in the town.

4- Support the town's economy and increase investment.

5- Reuse of sewage water in agriculture and reduce the consumption of drinking water in the areas of agriculture and conservation of resources.

5. Conclusions

The main conclusion of this work are the following:

The ground water of the studied areas contained high concentration levels of heave metals.

The ground water samples of the studied areas were not suitable for drinking water due to strongly affected by sanitation.

Benghazi ground water is characterized by hard brackish water, Al Marj ground water is characterized by hard fresh water while Soluq ground water is characterized by moderately fresh water.

The ground water samples are suitable for irrigation uses.

The sewage networks in the studied areas needs to be renewed.

Lack of periodic maintenance of stations.

6. Recommendations

There are many tools to remove the contamination from drinking water such as reverse osmosis, nano filtration, adsorption (e.g., iron-coated limestone) and

quantities of oil, grease and oils, and its source is from gas stations. Most of the people suffered from the lack of potable water and the flood of sewage water in the streets and residential buildings without paying attention to their suffering by the authorities. While they also suffer from the problem of the flood of black sewage, most of the people are transferring sewage on their own accounts, and some of them dug wells that cause serious danger to groundwater. However, these problems did not find a response from municipal council officials. The citizens explained that the problem of sewage flooding has been for a long time indicating that this problem caused the spread of odors and the threat to public health (Shaltami et al., 2020).

4.1. Causes of groundwater pollution by sewage water

Most people dig wells for sewage water without packaging with cement, which leads to contamination of groundwater, especially in suburbs. Most sewage water flows into the ground and sabkha lakes without treatment, which leading to contamination of groundwater. The infrastructure and lifting stations in the study areas have deteriorated; about 30 years ago, this leads to leakage into groundwater. In addition, the coastal areas are draining sewage water into the seawater without treatment and this has led to the pollution of seawater and the killing of marine organisms.

4.2. Solutions that may help overcome the problem and seriousness of sanitation

1-Rapid expansion of the establishment of sewage networks in all cities and villages and linking all homes, shops and public utilities to the sewerage network.

2-Research on the impact of wastewater on human health and its relation to some diseases.

Fig.6: Flooding of sewage water in the streets and between residential buildings A) Benghazi city B) Al Marj city C) Soluq city.

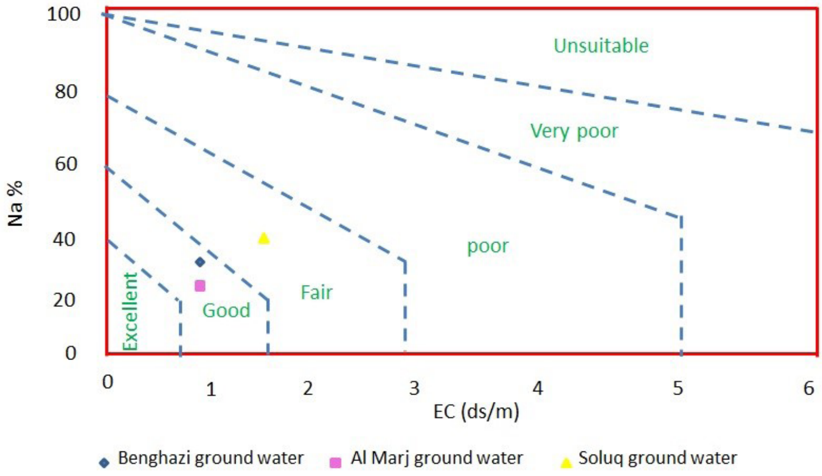


Fig. 4: Piper diagram of water chemistry in the study area (fields after Tweed et al., 2005).

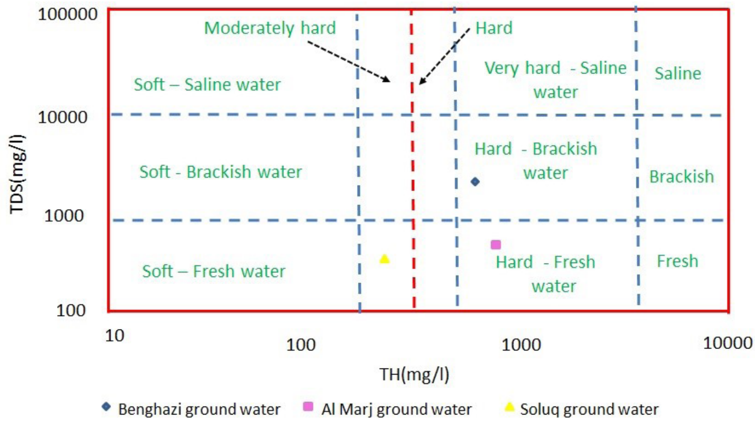


Fig. 5: Plot of total dissolved solids (TDS) versus total hardness (TH) of the studied water (Wu et al., 2018).

4. Sanitation

The sewage water in Benghazi, Al Marj and Soluq cities are mixed with large proportions of other activities, including rainwater in the streets, with its dust and burning waste resulting from vehicle exhaust and other means of transportation that are used in fossil fuels, in addition to that, factories, food materials and various tourism activities (Shaltami et al., 2020). Wastewater also contains large

permissible limit of WHO (2018) for drinking water. Caerio et al., (2005) divided the metal index into six classes depending on purity. These classes are as follows:

1) Class I: very pure (MI<0.3).
2) Class II: pure (MI ranges from 0.3 to 1).
3) Class III: slightly affected (MI ranges from 1 to 2).
4) Class IV: moderately affected (MI ranges from 2 to 4).
5) Class V: strongly affected (MI ranges from 4 to 6).
6) Class VI: seriously affected (MI>6).

The studied ground water samples suggested the pollution level Pb, Hg, As, Cd, Cu, Zn, Cr, Fe and Ni are ranges from moderately to serious, and indicating the necessity of treating this water before it is used for drinking.

3.2. Classification of ground water

A piper (Piper 1953) diagram of Cations Na, K, Ca, and Mg and Anions HCO3- , Cl-, CO32- and SO42- was used to determine water types for the studied areas (Fig. 3). The piper diagram revealed the ground water samples of Benghazi city are characterized by CaMgCl type, the ground water samples of Al Marj city are characterized by CaCHO3 type and the ground water sample of Soluq city are characterized by NaCl type. According to the plot TDS vs TH, the ground water of Benghazi city is classified as hard brackish water, the ground water of Al Marj city is classified as hard fresh water and Soluq city is classified as moderately fresh water.

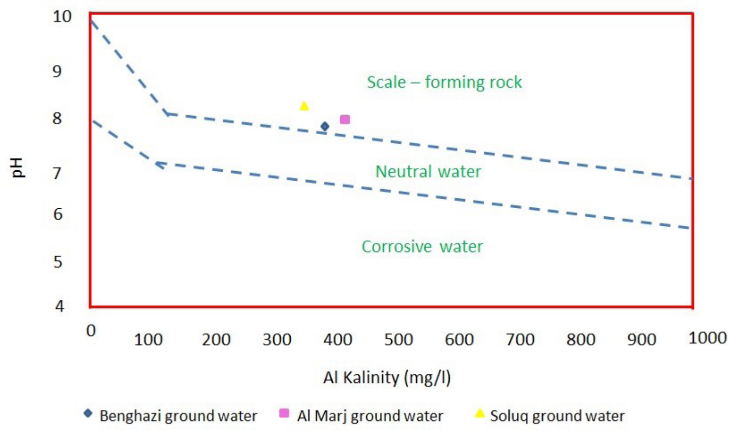


Fig. 2: Relationship between pH, alkalinity and water stability standard in studied water samples (fields after Singh and Hussian, 2016).

Table 2: Chemical analysis data (concentrations in mg/l, except for EC in µs/m) of the studied water

Cities	Benghazi				Al Marj				Soluq				WHO (2018)
Parameters	B1	B2	B3	B4	M1	M2	M3	M4	S1	S2	S3	S4	
pH	8.18	8.2	7.88	7.49	7.42	7.56	7.48	7.78	7.1	7.9	8.1	8.15	**8**
EC	2209	2220	1099	1084	690	911	777	792	1166	1173	2960	2970	_
K	50	47.4	2.77	3	20.21	30.39	20	40.11	22.3	22.2	13.3	13	**100**
Ca	270	273	314	311	313	290	300	316	48	44	100	88	**200**
Na	450	429	120	125	136	128	125	129.12	140	140	339	335	**200**
Mg	106	109	10	13	13	15.89	13	20.9	14.4	19.2	48	48	**150**
Cl	981	987	148	144	151	145	149.2	132.9	194	195	514	516	**250**
HCO_3	125	120	660	656	626	656	680	687	170	195	165	162	**600**
Fe	1.89	2.13	0.77	0.79	0.45	0.39	0.41	0.37	0.02	0.01	0.01	0.01	**0.3**
SO_4	307	310	50	42	28.12	24.24	21.7	55.8	110	126	240	240	**600**
TDS	25020	25111	3156	3090	975	980	974	900	583	586	1483	1487	**500**
Pb	0.45	0.49	0.35	0.29	0.09	0.06	0.03	0.07	0.32	0.25	0.37	0.54	**0.01**
Hg	0.006	0.006	0.0004	0.0003	0.005	0.008	0.006	0.005	_	_	_	_	**0.001**
As	0.65	0.6	0.22	0.31	0.3	0.3	0.2	0.2	_	_	_	_	**0.1**
Cd	0.008	0.008	0.001	0.001	0.004	0.004	0.003	0.006	_	_	_	_	**0.002**
Cu	4.14	4.25	2.91	3.19	1.9	1.11	1.09	1.56	_	_	_	_	**2**
Zn	6.45	6.09	5.17	4.08	1.63	2.87	1.45	2	_	_	_	_	**3**
Cr	0.12	0.19	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	**0.05**
Ni	0.06	0.09	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	_	_	_	_	**0.03**

3. Drinking and irrigation water quality

Table (2) shows comparison the chemical analysis of the studied water with the permissible limit of WHO (2018).

In general, there is a dangerous pollution in the ground water of the studied areas because it contained of high concentration level of toxic metals.

1) The selected analyzed of ground water samples from Benghazi city such as TDS, Pb, Hg, As, Cd, Cu, Zn, Cr, Fe and Ni are the over the permissible limit.

2) The selected analyzed of ground water samples from Al Marj city such as TDS, Ca, HCO3- , Fe, Pb, Hg, As and Cd.

3) The selected analyzed of ground water samples from Soluq city such as TDS, NO3, Pb are over the permissible limit.

In the present study, the pH versus Alk diagram of Singh and Hussian (2016) specifies that the ground water samples are classified as hard water (Scale- forming rock). The plot of total concentration salt (EC) vs. sodium percentage (Na %) revealed the studied water samples of the study areas are classified as good to fair water quality for irrigation uses.

3.1. Metal index (MI)

The MI is calculated as: MI = C/MAC (Caerio et al. 2005). Where, C is the metal concentration (mg/l) in water sample and MAC (mg/l) is the maximum

Potential of Hydrogen (pH) and Total Dissolved Solids (TDS) were determined by means of Denve Instrument, Model 50. Titrimetric methods were used for the determination of HCO3- and Cl-, whereas SO42- was determined gravimetrically. Atomic Absorption Spectrophotometers (AAS) Hitachi-5000 measured the major Cations. Heavy metals were analyzed by using Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry technique (ICP-MS) technique. The information wells are represented in Table (1) and the analyses of water samples were done in the Nuclear Materials Authority of Egypt in Table (2).

Table 1: Information about the studied water wells

Code of wells	Coordinates of wells	Depth of wells(m)
B1	32° 12' 08" N 20° 17' 17.23" E	24
B2	32° 18' 44.2" N 20° 22' 10.1" E	30
B3	32 °14' 19.7" N 20° 55' 19.4" E	35
B4	32° 09' 48" N 20° 20' 8.12" E	38
M1	32° 29' 37.66" N 20° 50' 09.55" E	260
M2	32° 30' 11.75" N 20° 51' 44.22" E	209
M3	32° 30' 10.88" N 20° 50' 18.37" E	204
M4	32° 27' 19" N 20° 51' 28.34" E	250
S1	31° 43.2' 10" N 20° 14' 08" E	20
S2	31° 42' 11" N 20° 17' 11" E	15
S3	31° 44.1' 26" N 20° 14' 2.12" E	26
S4	31° 45' 12.1" N 20° 13' 4.13" E	22

1.Introduction

Groundwater in Libya is considered a main source of drinking and irrigation water after the waters of the Great Man-Made River. Groundwater is gaining more and more importance in Libya owing to the ever-increasing demand for water supplies, especially in areas with inadequate surface water supplies. Groundwater is the primary source of water for human consumption, as well as for agriculture and industrial uses in many regions all over the world. Groundwater quality is controlled by both the natural and human activities. Contamination by different pollutants, mainly due to the intense agricultural and urban development, has placed the whole environment at greater risk (Jalali, 2007). The study area includes three main cities namely Benghazi, Al Marj and Soluq are located in northeast Libya (Fig.1). The present work aims to determine the concentration level of ground water pollution using WHO (2018) guide line and determining the problems in sewage networks in the study areas.

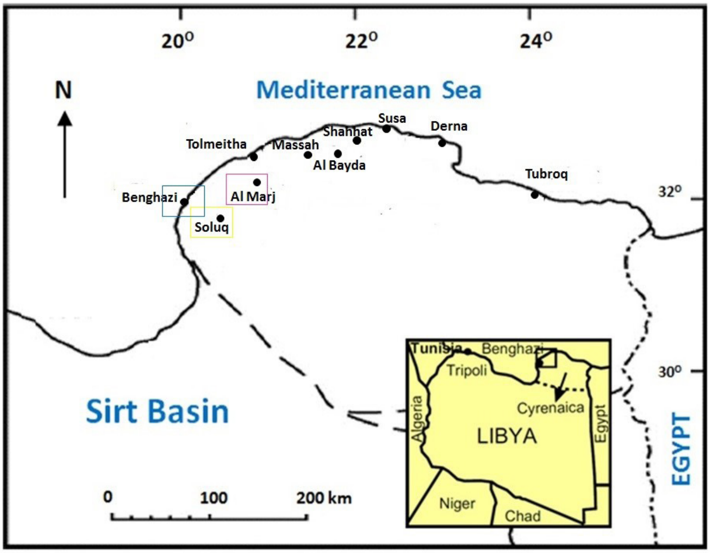


Fig.1: Showing location map of the study areas (Shaltami et al., 2020)

2. Methodology

Shaltami et al., (2017, 2019, 2020) collected sixteen samples from selected wells in the study areas. The samples were taken by polythene bottles (500 ml) attached to the top of 3-4 m long telescopic bar. The electrical conductivity (EC),

The Environmental Pollution of Ground Water by Sanitation: A Case Study of Benghazi, Al Marj And Soluq Cities, NE Libya

Osama R. Shaltami1 , Fares F. Fares1 , Hwedi Errishi2; Farag, M. EL Oshebi1; Fakhri A. Elabbar3; Mohammed S. Aljazwi4; Omar A. Geniber5 and Souad A. Moftah6

Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Benghazi University

2 Department of Geography, Faculty of Arts, Benghazi University

3 Department of Chemistry, Faculty of Science, Benghazi University

4 Arabian Gulf Oil Company (AGOCO), Benghazi, Libya

5Department of Petroleum Engineering, Faculty of Technical Engineering, University of Bright Star. 6Department of Laboratory, Faculty of Medical Technology, Arab Medical University, Libya

Abstract

This study aims to evaluate the ground water pollution and sewage networks in Benghazi, Al Marj and Soluq cities, NE Libya. The studied groundwater samples of the study areas are not suitable for drinking water due to contained high concentration level of toxic metals. According to ground water classification, the water samples of Benghazi city is classified as hard brackish water, the water sample of Al Marj city is classified as hard fresh water whereas the water samples of Soluq city is classified as moderately fresh water. The infrastructure and lifting stations in the study areas have deteriorated causing groundwater pollution.

Keywords: Ground Water quality, Sanitation, Benghazi, Al Marj and Soluq cities, NE Libya.

تلوث المياه الجوفية بالصرف الصحي
مدينة بنغازي، المرج، وسلوق، شمال شرق ليبيا-دراسة حالة

أ.د. هويدي الريشي - د.فارس فارس -د. فخري العبار - د. محمد الجازوي-
د.أسامة شلطامي - د. فرج العشيبي أ.عمر قنيبر - د. سعاد مفتاح

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تلوث المياه الجوفية وشبكات الصرف الصحي في مدن: بنغازي، والمرج، وسلوق، شمال شرق ليبيا. أوضحت نتائج التحليل الكيميائي أن المياه الجوفية في مناطق الدراسة غير صالحة للشرب بسبب احتوائها على تركيز عالٍ من المعادن السامة. ووفقًا لتصنيف المياه الجوفية؛ تم تصنيف عينات المياه لمدينة بنغازي على أنها مياه معتدلة الملوحة. وعينات المياه في مدينة المرج على أنها مياه صلبة وعذبة، بينما صُنِّفت عينات المياه لمدينة سلوق على أنها مياه عذبة. وقد تسبب التدهور في البنية التحتية ومحطات الرفع في مناطق الدراسة في تسرب مياه الصرف الصحي إلى المياه الجوفية مما أدى إلى تلوثها.

الكلمات الدالة: جودة المياه الجوفية، الصرف الصحي، مدن بنغازي والمرج وسلوق.