التباين المكاني للتوازُن المائي المناخي وعلاقته بالتصحُّر في شمال شرق ليبيا

Spatial variation of water-climatic balance and its relationship to desertification in northeastern Libya

د. محمود سعد إبراهيم. أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا .كلية الآداب والعلوم جامعة عمر المختار . درنة

Dr: Mahmoud . S. Ibrahim. Assistant Professor, Department of Geography, College of Arts and Sciences, Omar Al-Mukhtar University. darnh

Email: as.mahmod75@gmail.com

الملخص : تُعد مشكلة اختلال التوازُن المائي المناخي إحدى المشكلات البيئية التي تعانى منها الأقاليم شبه الجافة، وشبه الرطبة في شمال شرق ليبيا. ففي تلك الأقاليم تتباين كميات الأمطار مكانياً، وتتفوق كميات التبخر الكلي على الأمطار مما يتسبب في حدوث العجز المائي الذي بلغت كميته السنوية في بنينا (1174.5 ملم)، وشحات (635.9 ملم)، ودرنة (996 ملم)، والفتائح (943.8 ملم)، ووصلت إلى (1619 ملم) في جنوب إقليم الجبل الأخضر، وقد أظهر تحليل المتوسطات الشهرية، والفصلية أن هناك عجزاً مائياً كبيراً في جميع الفصول يصل في فصل الصيف إلى (190.3 ملم) في بنينا، وإلى (165.2 ملم) في شحات، وإلى (165.7 ملم) في درنة، وإلى (173 ملم) في الفتائح، وأن هناك فائضاً مائياً طفيفاً في فصل الشتاء يتراوح بين (7.5_9.6 ملم) في بنينا، و(8.4_84.3 ملم) في شحات، و(6.6_8.9 ملم) في درنة، و(36.7_37.9 ملم) في الفتائح، ومن ثم تتسم الأنظمة البيئية الطبيعية في هذه المناطق بالضعف، وارتفاع نسبة قابليتها للتصحُّر إلى حوالي (95.1 %)؛ ونتيجة تعرضها للاستغلال البشرى الجائر، والجفاف المناخي المساند ظهرت فيها العديد من مؤشرات التصحُّر، يأتي في مقدمتها تدهور الغطاء النباتي الطبيعي، ثم ظهور دلائل انجراف التربة المتسارع المائي والريحي، بالإضافة إلى تكوّن الكثبان الرملية وزحفها على الأراضي الزراعية والرعوية، وتكرار حدوث العواصف الترابية، وكذلك تدهور المياه الجوفية.

تعتمد هذه الدراسة في منهجيتها، بالإضافة إلى المصادر، والمراجع على تطبيق العديد من الأساليب الكمّية مثل: معيار أمبيرجيه (Emberger, L) لتصنيف الأقاليم المناخية، والنباتية في حوض البحر المتوسط، ومعادلة تورك (Turc)؛ لتقدير التبخر الكلي، بالإضافة إلى استخدام اختبار الفرق بين المتوسطين؛ لمعرفة العلاقة بين الجفاف، وحدوث مشكلة التصحُّر، وخُتمت الدراسة باقتراح بعض الأساليب، والوسائل التي قد تسهم في الحد من انتشار التصحُّر في منطقة الدراسة.

الكلمات الداله: التباين المكاني، التوازن، المائي والمناخي، التصحر.

bstract

the water -climate balance is one of the environmental problem that is suffers from affecting the regions semi-arid and semi-humid in the Northeastern Libya .In those regions, the amounts of rainfall varied specifically. The total evaporation amounts exceed the rainfall, causing the water deficit that reached its annual quantity is in Bennah (1174.5 mm.), Shahat (635.9 mm.), Derna (996 mm.), AL Fatah (943.8 mm), and (1619 mm.) in the Southern of the ALjabal Al-Khader. Monthly and seasonally averages shows that there are large water deficit in all seasons, that rangingat summer season to (190.3 mm) in Baninah, (165.2 mm) in Shahat, (165.7 mm) in Dernah and (173.mm) in Alfatah. As well as ,there is a slight water surplus in winter season ranging from (7.5-9.6 mm) in Baninah, (8.4-84.3 mm) in Shahat, (6.6-8.9 mm) in Dernah and (36.7-37.9 mm) in Alfatah. Hence the natural ecosystem in these areas are characterized by weakness ,and its high rate of its ability to desertification increases to about (95.1%). Due toover exploitation ,and Many indicators of desertification are prevailing at these areas due to human activates, over exploitations, e.g; drought, gully erosions, and degraded of natural vegetations. And in addition to sand dune, dust storms occurs and then encroachment on agriculture , postal lands, as well as increased the salinity at the ground water in the regions. This study depends in its methodology, in addition to many sources ,and references, several techniques had been applied ,such as (Emberger)of climate -veg. region classifications in the Mediterranean Basin as well as (Turc) equation for estimations total evaporations .In the last ,the study has also consisted several important conclusions and recommendation to combat the desertification and degradation in the study area lands.

Key words: spatial variance, balance, water and climate, desertification.

المقدمة: يُقصد بالتوازُن المائي المناخي (Climatic Water Balance) حالة التعادُل بين كميات مياه الأمطار، وفقدان المياه عن طريق التبخر الكلي (Evapotranspiration) الذي يشمل مجموع عمليتي التبخر من التربة، والنتح من النباتات (موسى، 1989م، ص100)، وإذا اختَّل التوازُن، ورجحت كفَّة العجز المائي، فإن ذلك يتسبب في حدوث مشكلة الجفاف (القحط) (Drought) الذي يسهم بالتظافر مع تعاقب الاستغلال البشري الجائر في انتشار التصحُّر (Desertification)، وهو أحد

أشكال التدهور الشامل الذي يصيب الأنظمة البيئية تحت تأثير العوامل المناخية غير الملائمة، وسوء استغلال الغابات، والمراعي الطبيعية، والأراضي الزراعية، والمياه. يتضح التصحُّر بازدياد الجفاف، وانخفاض إنتاجية الأرض، وإحلال نباتات جفافية، ومبعثرة محل النباتات الأصلية. أي أن البيئية تأخذ مجموعة من الصفات الجديدة تشبه صفات المناطق الصحراوية من الناحية الإنتاجية، حيث تظهر المساحات الصخرية، والرملية، والسبخات في أرض كانت منتجة في السابق (نحال،1987م، ص23)، ومن ثم تحاول هذه الدراسة التعرف على حالة العجز المائي التي تتعرض لها منطقة الدراسة، وتحديد علاقتها بمشكلة التصحُّر من أجل إيجاد سُبل لحلها، أو التخفيف من آثارها.

مشكلة الدراسة: تعاني الأقاليم شبه الجافة، وشبه الرطبة في شمال شرق ليبيا من مشكلة العجز المائي التي أسهمت، ومازالت تسهم في خلق بيئات هشة، وسريعة الاستجابة لمسببات التصحُّر التي تظهر مؤشراته بوضوح في تلك الأقاليم، وتمثلت في أشكال تدهور الغطاء النباتي الطبيعي مثل: انتشار النباتات الجفافية، والمبعثرة، وظهور مساحات صخرية، ورملية في أراضي كانت منتجة في السابق، وكذلك تعرّض التربة للانجراف المائي، والريحي المتسارع، وتكرار هبوب العواصف الترابية، وتدهور المياه الجوفية؛ ونظراً للأهمية الكبيرة التي تحظى بها هذه المناطق المتمثلة في قيمتها الرعوية والزراعية، فكانت الحاجة ضرورية لدراسة هذه المشكلة البيئية للوقوف على مسبباتها، وآثارها السلبية، ومن ثم اقتراح بعض الوسائل والسُبل العلاجية، والوقائية التي تدعم التخطيط، والإدارة البيئية الراشدة لهذه الأقاليم.

التساؤلات: تحاول هذه الدراسة الإجابة عن التساؤلات الآتية:

- هل هناك علاقة بين اختلال التوازُن المائي المناخي، وانتشار مشكلة التصحُّر في شمال شرق ليبيا؟
- ما هي الأساليب، والوسائل العلاجية، والوقائية المقترحة لمواجهة مشكلة العجز المائي، وحدوث التصحُّر في منطقة الدراسة؟

أهداف البحث: يهدف هذا البحث إلى دراسة التوازُن المائي المناخي الذي يُعد من المعايير المهمة في تحديد أوقات الفائض، والعجز المائي، ومن ثم معرفة درجة الجفاف التي تتعرض لها منطقة الدراسة، وعلاقتها بمشكلة التصحُّر، واقتراح بعض الوسائل؛ لتحقيق الاستغلال المقنن للموارد الطبيعية بما يحفظ استمرارية التوازن البيئي الطبيعي.

أهمية البحث: تتمثل أهمية هذه الدراسة ومبرراتها في النقاط الآتية:

- تتسم منطقة الدراسة بأهمية كبيرة في النواحي البيئية، والاقتصادية (الزراعية، والرعوية)، والاجتماعية (السكانية)، والسياحية، والهيدرولوجية، وقد لوحظ من خلال مراجعة الدراسات السابقة أن العلاقة بين التوازُن المائي المناخي، ومشكلة التصحُّر لم تُدرس من قبل.
- إنّ دراسة التوازُن المائي المناخي في الأقاليم شبه الجافة، وشبه الرطبة تُعد ضرورة من الضرورات التي ينبغي التأكيد عليها، بهدف تحقيق التنمية المستديمة؛ ولكي تكون هذه الدراسة عاملاً مساعداً لصناع القرار، والمخططين البيئيين المعنيين بمكافحة التصحُّر.

منهجية البحث: يمكن تلخيص منهجية هذا البحث في الخطوات الآتية:

- **المصادر والمراجع:**

تتمثل في الكتب، والبحوث العلمية، والتقارير، والإحصائيات ذات العلاقة بموضوع الدراسة مثل: الإحصائيات المناخية الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس، 2017م.

- **الدراسة الميدانية:**

تشتمل الدراسة الحقلية على العديد من المشاهدات الميدانية؛ للتعرف على ما تعانيه المنطقة من مظاهر الجفاف والتصحُّر مثل: جفاف التربة، وتعرضها للانجراف المتسارع، وتكوّن الكثبان الرملية وزحفها، وحالة الغطاء النباتي، والتقاط الصور الفوتوغرافية التوضيحية.

- **الأساليب الكميّة:**

تعتمد هذه الدراسة على تحليل البيانات المناخية في محطات بنينا، وشحات، ودرنة، والفتائح، جدول (1)، وذلك باستخدام عدة أساليب إحصائية تشمل ما يأتي:

- **القيمة الفعلية للتساقط (معامل الجفاف):** تُعد المعادلة التي توصل إليها العالم البيئي الفرنسي لويس أمبيرجيه (Emberger L, سنة 1955م) لحساب القيمة الفعلية للتساقط من أكثر المقاييس دقة، وملائمة لإقليم البحر المتوسط من الناحيتين المناخية، والنباتية، ولمعرفة العلاقة بين نوع المناخ والحياة النباتية، وحدوث مشكلة التصحُّر في شمال شرق ليبيا، تم تطبيق تلك المعادلة على محطات منطقة الدراسة حسب الصيغة الآتية:

$$ك_2 = \frac{2000 \times م}{ح^2 - \overline{ح}^2}$$

حيث إنَّ:

(ك^2) = القيمة الفعلية للتساقط.

و (م) = المتوسط السنوي العام لكميات الأمطار.

و (ح^2) = متوسط درجة الحرارة العظمى لأحر شهر في السنة.

و (ح^2) = متوسط درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة.

والرقم (2000) استخدم للتصحيح. هذا وقد تم إضافة (273.2 درجة مطلقة) لدرجتي الحرارة العظمى، والصغرى عند تطبيق المعادلة تحاشياً للأرقام السالبة (موسى، 1989م، ص 64).

جدول (1) محطات الرصد الجوي في منطقة الدراسة

المحطة	الموقع الفلكي		الرقم الدولي	البعد عن البحر	الارتفاع عن سطح البحر (بالمتر)	الفترة الزمنية للرصد	عدد سنوات الرصد	نوع المحطة
	خط طول شرقاً	دائرة عرض شمالاً						
بنينا	20:16´	32:05´	62053	18.1كم	129	1945_2010م	66	مناخية
شحات	21:51´	32:49´	62056	10.8كم	621	1945_2010م	66	مناخية
درنة	22:35´	32:47´	62059	250متر	26	1945_2010م	66	مناخية
الفتائح	22:36´	32:46´	_	4كم	253	1980_2010م	31	زراعية

المصدر: أُعد الجدول بناءً على المصادر الآتية:

1. بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، إدارة المناخ والتغيّرات المناخية، طرابلس، 2017 م.
2. حُسب بُعد المحطات عن البحر من صورة فضائية تم الحصول عليها من برنامج (Google Earth)، 2018م.

- المحطة المناخية: هي المحطة التي تحتوي على سجلات لرصد جميع العناصر المناخية مثل: الإشعاع الشمسي، وعدد ساعات سطوع الشمس، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، وسرعة الرياح واتجاهها، وكمية الأمطار، والرطوبة النسبية، والتبخر، وكمية السحب. أمّا المحطة الزراعية: فهي المحطة التي تحتوي على سجلات لرصد جميع العناصر المناخية، بالإضافة إلى قياس ظواهر الجو المحيطة بالنبات القريبة من سطح التربة مثل: درجة حرارة التربة عند أعماق مختلفة، ورطوبة التربة، والتبخر من التربة.

- **درجة القارية:** تشير القارية (Continentality) التي اشتقت من القارة (اليابسة) إلى مدى تأثر المناخ بالمؤثرات القارية، فقارية المناخ تُعبر عن درجة سيطرة المؤثرات القارية على المناخ، وتراجع المؤثرات البحرية، وقد وضعت العديد من العلاقات؛ لتحديد درجة قارية منطقة ما، ومن أكثرها شهرة علاقة (غرزنسكي) التي تعتمد على المدى السنوي للحرارة المتزايد مع تزايد البعد عن البحار، ومع تزايد درجة العرض، وتحسب العلاقة كما يأتي:

$$\text{درجة القارية} = \frac{\text{ف}}{\text{جيب Q}} - 36.3$$

حيث إنَّ:

(ف) = المدى السنوي للحرارة (الفرق بين متوسط الحرارة العظمى لأحر شهور السنة، ومتوسط الحرارة الصغرى لأبرد شهور السنة).

(Q) = جيب دائرة عرض المنطقة. فإذا كانت قيمة القارية أقل من (40) كان المناخ بحرياً، وإذا كانت أكبر من (40)، فالمناخ يكون قارياً (موسى، 1986م، ص 90).

- **التبخر الكلي:** تعتمد هذه الدراسة على بيانات شركة جيفلي (G.E.F.L.I) التي قامت بتطبيق معادلة تورك (Turc)؛ لتقدير التبخر الكلي على شمال شرق ليبيا، وهي من أكثر الطرق ملائمة للمنطقة من الناحيتين المناخية، والنباتية، وتحسب المعادلة بالصيغة الآتية:

$$P.E.T. = 0.40\frac{(\ t\ )}{t+15}(Ig + 50)\ \left(1 + \frac{50_hr}{70}\right)$$

حيث إنَّ:
(P.E.T.) = التبخر الكلي في الشهر بالملم.
و (T) = المتوسط الشهري لدرجة الحرارة المئوية.
و (Ig) = متوسط الإشعاع الشمسي الكلي بالكالوري/ سم2/ يوم.
و (hr) = المتوسط الشهري للرطوبة النسبية للهواء الجوي (G.E.F.L.I, 1972, p 52).

- **اختبار الفرق بين المتوسطين:** يُستخدم في هذا التحليل بيانات المطر المساحي تجنباً لمشكلة التباين المكاني التي تتسم بها أمطار الأقاليم شبه الجافة، وشبه الرطبة؛ ولمعرفة الفترات المناخية الجافة، والمطيرة في منطقة الدراسة، تم تطبيق هذا الأسلوب الإحصائي على محطتي شحات، ودرنة؛ نظراً لتأثرهما بمنظومة جوية واحدة مثل: الإشعاع الشمسي، وخصائص المسطحات المائية المتمثلة في البحر المتوسط، والمنخفضات الجوية المتوسطية، والكتل الهوائية، والتيار النفاث فوق جنوب البحر المتوسط وشمال أفريقيا، وكذلك قرب المسافة بينهما، وتوفر سلسلة طويلة لكميات الأمطار في فترة زمنية واحدة بالمحطتين تبدأ من (1945_2010م)، ويمكن تلخيص خطوات تطبيق هذا الأسلوب في النقاط الآتية:

أ. تُحسب سلسلة المطر المساحي بجمع كمية الأمطار السنوية في المحطتين لكل سنة، وقسمتها على عدد المحطات، وهو (2) من بداية السلسلة الزمنية إلى نهايتها.

ب. تم تقسيم سلسلة الإمطار الممتدة من (1945_2010م) إلى فترتين تتكون كل فترة من (33 سنة)، الأولى تمتد من (1945_1977م)، والثانية من (1978_2010م).

ج. حُسب المتوسط الحسابي لكل فترة، ثم حُسب التباين المرجح (المشترك بين الفترتين)، والانحراف المعياري المرجح للسلسلة المطرية بالكامل، باستخدام البرنامج الإحصائي لتحليل البيانات (SPSS_20).

د. أُفترض أنَّ الفترة الأولى تُعد مطيرة، وأن الفترة الثانية جافة، وعلى التحليل الإحصائي إثبات ذلك، أو رفضه، إذ أنَّ فرضية العدم (H0) تقول بعدم وجود اختلاف ذي دلالة إحصائية بين المتوسطين الحسابيين، أي أن متوسط الفترة الأولى يساوي متوسط الفترة الثانية، أمّا الفرضية البديلة (HA)، فهي تنص على أن المتوسط الأول أكبر من المتوسط الثاني، وتصاغ الفرضيتين كما يأتي:

$$HO:\ \overline{X1} = \overline{X2}$$
$$HA:\ \overline{X1} > \overline{X2}$$

يعني هذا تطبيق الاختبار من طرف واحد، وهو في هذه الحالة الطرف الأيمن، وللتحقق من فرضية العدم، والفرضية البديلة تستخدم معادلة الاختبار (T) الآتية:

$$T = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{sp\sqrt{\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}}}$$

حيث إنَّ:
(T) = اختبار (ت).
و ($\overline{x1}$) = المتوسط الحسابي لمطر الفترة الأولى (بالملم).
و ($\overline{x2}$) = المتوسط الحسابي لمطر الفترة الثانية (بالملم).
و (n1) = حجم العينة (الفترة) الأولى.
و (n2) = حجم العينة (الفترة) الثانية.
و (sp) = الانحراف المعياري المرجح المحسوب للعينتين.

ه_ تم مقارنة القيمة المحسوبة باستخدام معادلة الاختبار الإحصائي (T) بقيمة الاختبار المقدرة من الجداول الإحصائية عند مستوى ثقة (95 %)، وبدرجات حرية تساوي (n1+n2-2)، حيث إنَّ (n1 ، n2) هما: حجم العينة الأولى، وحجم العينة الثانية.

فإذا كانت قيمة الاختبار أصغر من قيمة (T) الجدولية تُرفض فرضية العدم (H0)، وتُقبل الفرضية البديلة (HA)، التي تقول بأن هناك فرق بين المتوسطين (طنطيش، وإمحمد، 1993م، ص 110)، و(مقيلي، 1991م، ص 26 وما بعدها).

6 منطقة الدراسة:

أولاً: الموقع:

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق ليبيا، بين خطي طول (15َ_20ْ و00َ_23ْ) شرقاً، ودائرتي عرض (00َ_32ْ وَ56_32ْ) شمالاً. تمتد جغرافياً من ساحل البحر المتوسط شمالاً إلى نهاية السفح الجنوبي للجبل الأخضر، وبين سهل بنغازي غرباً، وخليج البمبه شرقاً، شكل (1).

ثانياً: العوامل المؤثرة في مناخ المنطقة:

يتأثر مناخ المنطقة بمجموعة من العوامل يرتبط بعضها بالدورة العامة للغلاف الجوي، ويتغير تأثيرها من مكان لآخر، ومن وقت لآخر، وبعضها الآخر عوامل جغرافية لا تتغير من وقت لآخر، ويختلف تأثيرها من مكان لآخر، وأهمها:

1. **درجة العرض:** يتحكم موقع المكان بالنسبة لدرجة العرض في تحديد كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلى سطح الأرض، حيث تختلف كمية الإشعاع باختلاف زاوية السقوط ، فكلما كانت زاوية سقوط الأشعة عمودية، أو قريبة من العمودية كانت أشد تركيزاً، ومن ثم فإن الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة بين درجتي عرض (00َ_32ْ وَ56_32ْ) شمالاً، يجعل أشعة الشمس الساقطة عليها في فصل الصيف تكون شبه عمودية؛ نتيجة تعامد أشعة الشمس على مدار السرطان، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة، بينما في فصل الشتاء تزداد زاوية ميل الشمس؛ بسبب تعامدها على مدار الجدي، فتصل أشعة الشمس مائلة، مما يتسبب في قلة تركيزها، وانخفاض درجة الحرارة في المنطقة مع وجود تباين مكاني في الحرارة؛ بفعل التباين في ارتفاع سطح الأرض، وتأثير البحر.
2. **المسطحات المائية:** تؤثر المسطحات المائية في المناخ من خلال الاختلاف الفصلي في ظروفها الحرارية، وضغوطها الجوية. فهي تكون أعلى حرارةً وأقل ضغطاً جوياً في فصل الشتاء، بينما تصبح أقل حرارةً وأعلى في ضغوطها الجوية في فصل الصيف مما يؤثر في مناخ اليابس المجاور لها. فمنطقة الدراسة تنحصر بين البحر المتوسط شمالاً والصحراء الكبرى جنوباً، ومن ثم فإن الأجزاء الشمالية تتأثر بالبحر، فقد انخفضت درجة القارية في درنة إلى (2.8)، وشحات (4.3)، والفتائح (5.8)، وبنينا (7.8)، ويتناقص هذا التأثير بالاتجاه جنوباً والابتعاد عن البحر، ويتأثر مناخ المنطقة بشكل عام بثلاثة أنواع من الضغوط الجوية، وهي: الضغط المنخفض النسبي، والضغط المرتفع الأزوري، والضغط المنخفض الاستوائي.
3. **المنخفضات الجوية المتوسطية:** تتعرض المنطقة للمنخفضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط من جهة الغرب، خاصةً في فصلي الشتاء والربيع، وفي فصل الربيع تنشأ المنخفضات الجوية على شمال الصحراء الكبرى، وهي أضعف أثراً من المنخفضات الشتوية، ولا تستمر إلا فترات قصيرة، وهي المسؤولة عن هبوب رياح القبلي المحلية التي تهب في مقدمة هذه المنخفضات الجوية، وتتصف بالجفاف الشديد والحرارة المرتفعة، وغالباً ما تكون محملة بالغبار والأتربة، ويقل ظهور المنخفضات الجوية في فصل الصيف، وإن ظهرت فإنها تظهر في بداية الفصل، أو قبل نهايته، وفي فصل الخريف يبدأ تكوّن المنخفضات الجوية مرة أخرى، مما يتسبب في سقوط بعض الأمطار على المنطقة في هذا الفصل (شرف، 1996م، ص 105، 106).
4. **التيار النفاث:** يُقصد بالتيار النفاث (Jet Stream) تدفق الهواء بصورة أفقية تقريباً، وبسرعة عالية جداً في أعالي طبقة التروبوسفير، ويتخذ هذا التيار شكل حزمة ضيقة سمكها يزيد عن (1000 م)، وعرضها يتراوح بين (500_650 كم)، وتتراوح سرعة تدفق الهواء بين (150_500 كم/ساعة)، وأحياناً أكثر، وتكون السرعة في فصل الشتاء أكبر من فصل الصيف، ويندفع التيار النفاث في اتجاه عام من الغرب إلى الشرق، وتتأثر منطقة الدراسة بالتيار النفاث شبه المداري (STJ) الواقع فوق جنوب البحر المتوسط، وشمال أفريقيا بين درجتي عرض (25ْ _35) شمالاً، فقد تبين أن موقع هذا التيار، وحركته يؤثران على التوزيع الجغرافي للأمطار، وذلك من خلال التأثير على اختيار المناطق المفضلة لنشأة المنخفضات الجوية، ومساراتها، وتوزيع الضغط الجوي، وقد ظهر أن الأمطار تميل إلى الزيادة في المناطق التي يقع عليها تلك التيار (موسى، 1986م، ص 181)، و(شحَادة، 1986م، ص 24).
5. **الكتل الهوائية:** تؤثر في مناخ المنطقة عدة أنواع من الكتل الهوائية غير المتجانسة القادمة من الشمال، والجنوب تتمثل في الكتلة الهوائية البحرية الارتيكية (mA)، والكتلة الهوائية المدارية البحرية (mT)، والكتلة الهوائية البحرية القطبية (mP)، والكتلة الهوائية المدارية القارية (cT) (النطاح، 1990م، ص 266 وما بعدها).
6. **ارتفاع التضاريس واتجاهها:** تتنوع التضاريس في منطقة الدراسة بين الهضاب، والسهول، والسفوح الجبلية، مما يؤثر على عناصر المناخ المختلفة، خاصةً درجات الحرارة، وكميات الأمطار، فعلى سبيل المثال تكون السفوح المواجهة لهبوب الرياح

الرطبة أغزر مطراً من السفوح غير المواجهة لتلك الرياح، مما يجعلها تقع في منطقة ظل المطر، فلا يُصيبها من الأمطار إلا قدر بسيط، كما تتناقص درجة حرارة الهواء بالارتفاع إلى أعلى مما يؤدي إلى حدوث تباين حراري بين المناطق الجبلية، والسهلية، بالإضافة إلى أن امتداد الجبل الأخضر من الشرق إلى الغرب يعوق انتقال المؤثرات البحرية من الشمال إلى الجنوب.

7. **الغطاء النباتي:** يُغطي سطح الأرض في شمال المنطقة نباتات طبيعية دائمة الخضرة من أنواع نباتات البحر المتوسط تعرف بالماكي (Maquis) تتصف بارتفاع كثافتها؛ بسبب مواجهتها للرياح الشمالية الغربية الممطرة القادمة من البحر، في حين يُغطي سطح جنوبها الذي يقع في ظل المطر نباتات الاستبس شبه الجاف التي تتسم بالتوزيع المكاني المبعثر، وينعدم وجودها في العديد من المواقع، ويؤثر الغطاء النباتي سواء أكان طبيعياً، أو زراعياً تأثيراً محلياً على المناخ من خلال تأثيره في الموازنة الإشعاعية، ودرجات الحرارة، والرطوبة الجوية، وسرعة الرياح، والأمطار، وكمية التبخر، فعلى سبيل المثال يعمل الغطاء النباتي الكثيف على تلطيف درجات الحرارة بما تضفيه النباتات من ظلال على سطح الأرض مما يقلل من كمية التبخر، في حين أن المناطق التي تخلو من الغطاء النباتي، وتعرضت تُربتها للانجراف المتسارع تصل فيها نسبة التبخر ما بين (80_90 %) من كمية الأمطار الهاطلة (الجديدى، 1998م، ص 239).

ثالثاً: الخصائص المناخية في منطقة الدراسة:

تتسم العناصر المناخية في منطقة الدراسة بالتباين المكاني تبعاً لتباين ارتفاع سطح الأرض وطبيعة التضاريس، واتجاه الساحل، والبعد عن البحر، وتأثر المنطقة بالمناخ الصحراوي جنوباً، فمن خلال الجدول (4) يلاحظ أن المتوسط السنوي لدرجات الحرارة يصل إلى (20.1مْ) في كل من بنينا ودرنة، وينخفض في شحات إلى (16.5مْ)، ويعد شهر يناير أبرد شهور السنة وشهر أغسطس أحرها، وترتفع درجة الحرارة تدريجياً بالاتجاه جنوباً، ويتراوح المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس ما بين (8_8.8 ساعة/ يوم)، ويزداد عدد ساعات سطوع الشمس خلال النصف الدفيء من السنة، ويتناقص في فصل الشتاء؛ نتيجة تغطية السحب، أمّا المتوسط السنوي لسرعة الرياح فإن أعلى سرعة تصل إلى (12.2 عقدة) في درنة، وأقل سرعة تصل إلى (9.0 عقدة) في شحات، وتزداد سرعة الرياح بالاتجاه نحو الجنوب؛ بسبب عدم وجود عائقاً طبيعياً يخفف من سرعتها في تلك المناطق التي تتصف بقلة الغطاء النباتي، وانخفاض السطح تدريجياً بالاتجاه ناحية الجنوب، ويصل أعلى متوسط سنوي للرطوبة النسبية إلى (71.2 %) في درنة، ويصل أقل متوسط سنوي لها في بنينا إلى (65.4 %)، وتتناقص نسبة الرطوبة بالاتجاه جنوباً، ويبلغ أعلى متوسط سنوي للتبخر حوالي (6.4 ملم) في بنينا، وأقل متوسط (5.0 ملم) في شحات، ويتأثر التبخر بمجموعة من العوامل تشمل: درجات الحرارة، وعدد ساعات سطوع الشمس، وكمية الإشعاع الشمسي، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح واتجاهها، وكمية السحب، والضباب، والندى، وارتفاع المكان عن سطح البحر، والبعد عن البحر، ونوعية التربة، وكثافة الغطاء النباتي.

يتضح من تطبيق معيار أمبيرجيه لتصنيف الأقاليم المناخية، والنباتية في حوض البحر المتوسط الموضح في الجدولين (1 ، 2) أن منطقة الدراسة تقع ضمن الأقاليم شبه الجافة وشبه الرطبة، وهذان النوعان من المناخ تقدر نسبة قابليتهما للتصحُّر بحوالي (95.1 %) في الأول، وحوالي (28.8 %) في الثاني (مابوت، 1979م، ص16).

جدول (2) تصنيف أمبيرجيه لمناخ حوض البحر المتوسط

معامل أمبيرجيه ($ك_2$) (القيمة الفعلية للتساقط)	نوع المناخ السائد	نوع الحياة النباتية
أقل من 20	جاف جداً	الصحاري
20 – 30	جاف	الهضاب والسهول
30 – 50	شبه جاف	مناطق الزراعة البعلية والمراعي
50 – 90	شبه رطب	مناطق البساتين
أكثر من 90	رطب	مناطق الغابات

المصدر: محمد سعيد كتانه، حفظ المياه والتربة بدول شمال أفريقيا، (تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، مشروع الحزام الأخضر لدول شمال أفريقيا، 1985م)، ص 44.

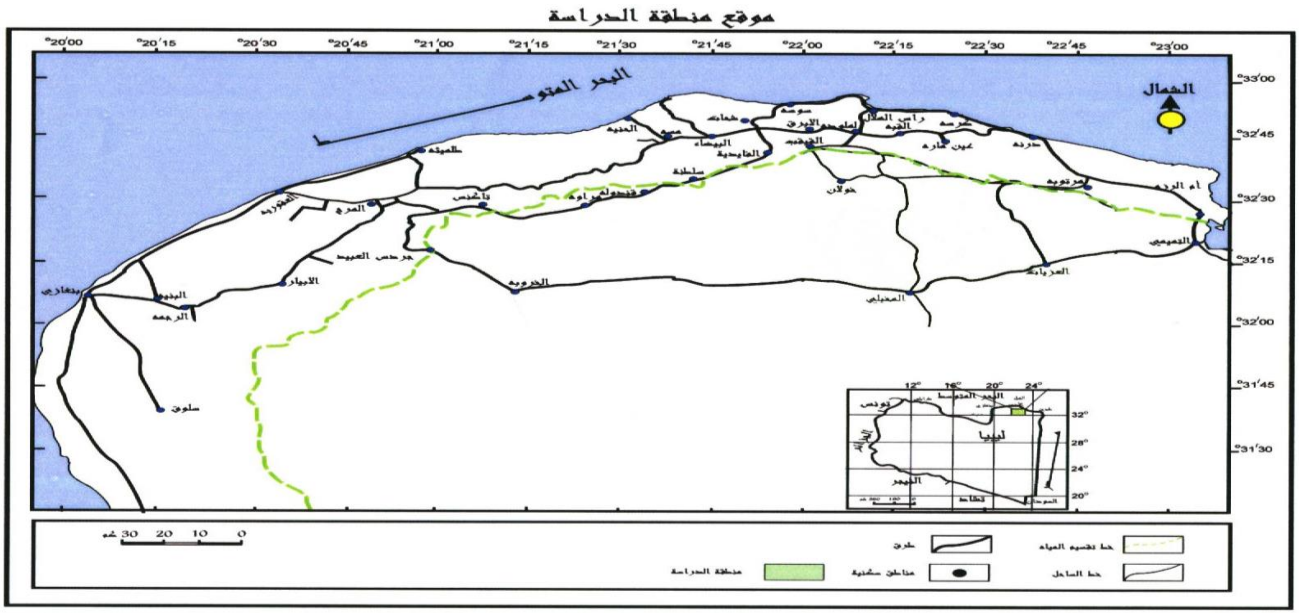
جدول (3) القيمة الفعلية للتساقط، والأقاليم المناخية والنباتية في منطقة الدراسة، وفقاً لمؤشر جفاف أمبيرجيه

المحطة	المتوسط السنوي للأمطار (بالملم)	متوسط درجة الحرارة العظمى لأكثر الشهور حرارة (مْ)	متوسط درجة الحرارة الصغرى لأكثر الشهور برودة (مْ)	القيمة الفعلية للتساقط طبقاً لمعادلة أمبيرجيه ($ك_2$)	نوع المناخ السائد	نوع الحياة النباتية
بنينا	267.4	32.1	8.7	38.9	شبه جاف	مناطق الزراعة البعلية والمراعي
شحات	560	28.1	6.3	88.4	شبه رطب	مناطق البساتين
درنة	266.5	29.1	11.1	50	شبه جاف	مناطق الزراعة البعلية والمراعي
الفتائح	321.7	29.7	7.1	48.8	شبه جاف	مناطق الزراعة البعلية والمراعي

المصدر: أُعد الجدول بناءً على المصادر الآتية:

- بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، المصدر السابق.
- حساب القيمة الفعلية للتساقط بتطبيق معادلة أمبيرجيه، وتصنيفه لمناخ إقليم البحر المتوسط على محطات منطقة الدراسة.

شكل (1)



المصدر: محمود سعد إبراهيم، 2006، ص10.

جدول (4) المتوسطات الشهرية والسنوية لبعض العناصر المناخية في منطقة الدراسة

المحطة	التوزيع الفصلي والشهري لعناصر المناخ	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			المتوسط السنوي
		ديسمبر (12)	يناير (1)	فبراير (2)	مارس (3)	أبريل (4)	مايو (5)	يونيو (6)	يوليو (7)	أغسطس (8)	سبتمبر (9)	أكتوبر (10)	نوفمبر (11)	
بنينا	درجة الحرارة	14.3	12.7	13.1	15.1	18.9	22.6	25.6	26.2	26.8	25.5	22.6	18.2	20.1
	عدد ساعات	5.6	5.8	6.8	7.9	8.8	10.3	11.5	12.2	11.7	9.9	8.5	7.0	8.8
	سرعة الرياح	9.5	9.3	9.8	10.7	11.7	11.4	11.0	11.0	10.3	9.5	9.4	9.1	10.2
	الرطوبة النسبية	73.9	76.1	73.0	67.0	58.2	54.8	55.6	64.9	65.6	63.2	64.2	68.8	65.4
	التبخر (بالملم)	4.0	3.5	4.4	5.7	8.3	9.3	9.1	6.9	6.8	7.2	6.7	5.1	6.4
شحات	درجة الحرارة	11.1	9.4	9.8	11.5	14.8	18.6	22.1	23.0	23.4	21.7	18.7	14.7	16.5
	عدد ساعات	5.1	4.7	5.8	6.6	8.2	9.9	11.5	11.7	11.0	9.0	7.4	6.2	8.1
	سرعة الرياح	11.6	11.3	11.4	11.1	10.7	8.3	7.0	6.5	6.4	6.3	7.9	9.9	9.0
	الرطوبة النسبية	77.2	78.5	74.8	71.7	63.6	57.1	56.1	66.6	69.4	70.6	71.3	73.7	69.2
	التبخر	3.3	2.7	3.5	4.6	6.7	7.7	7.7	5.7	4.7	4.7	4.6	4.2	5.0
درنة	درجة الحرارة	15.8	14.2	14.5	15.6	17.9	20.5	23.7	25.6	26.4	25.3	22.8	19.3	20.1
	عدد ساعات	4.9	5.1	6.1	7.0	8.0	9.6	10.9	11.0	10.5	9.0	7.6	6.3	8
	سرعة الرياح	12.9	12.7	13.0	12.6	12.0	10.4	11.4	14.3	13.9	11.2	10.0	11.4	12.2
	الرطوبة النسبية	69.5	71.8	69.5	68.6	68.4	71.5	72.5	74.9	74.4	73.3	70.9	68.7	71.2
	التبخر	5.9	5.2	5.8	5.7	6.2	5.8	6.2	6.4	6.1	5.8	5.9	6.0	5.9
الفتائح	درجة الحرارة	13.2	11.8	11.5	12.7	16.3	19.7	23.3	25.1	25.6	23.8	20.6	16.6	18.3
	عدد ساعات	5.8	5.7	6.6	7.7	9.1	10.4	11.9	12.3	11.7	9.9	8.5	7.0	8.8
	سرعة الرياح	9.5	9.3	10.4	10.4	11.3	10.4	11.3	13.0	12.4	10.2	8.9	9.4	10.5

	الرطوبة النسبية	72.9	74.3	72.6	69.2	60.6	58.3	57.8	64.9	67.1	68.1	67.2	67.5	66.7
	التبخر	4.3	3.7	4.2	4.8	6.4	7.2	8.5	8.5	7.5	6.6	6.1	5.2	6.1

المصدر: أُعد الجدول بناءً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، المصدر السابق.
ملاحظة: عدد ساعات سطوع الشمس ساعة/ يوم، والعقدة = (1.85 كم).

- **مناقشة النتائج:**

إنّ دراسة التوازُن المائي المناخي في منطقة الدراسة من خلال تحليل مقارن بين كميات الأمطار، وكميات التبخر الكلي تُعد من المقاييس المهمة؛ للتعرف على حالة الفائض، أو العجز المائي، ومن ثم تحديد درجة الجفاف، وعلاقتها بمشكلة التصحُّر. فمن خلال الجدول (5)، والأشكال (2، 3، 4، 5) يمكن استخلاص النتائج الآتية:

1. تتباين كميات الأمطار، والتبخر الكلي في منطقة الدراسة من مكان إلى آخر حسب الارتفاع التضاريسي، والبعد عن البحر، واتجاه الساحل، ففي بنينا يبلغ المتوسط السنوي العام لكميات الأمطار (267.4 ملم)، والتبخر الكلي (1441.9 ملم)، ويكون العجز المائي (1174.5 ملم) سنوياً، وفي شحات بلغ متوسط الأمطار (560 ملم)، والتبخر الكلي (1195.9 ملم)، والعجز المائي (635.9 ملم) سنوياً، ثم تتناقص كميات الأمطار تدريجياً بالاتجاه جنوباً وشرقاً، وتزداد كمية التبخر الكلي، والعجز المائي؛ لتبلغ الأمطار في درنة (266.5 ملم)، والتبخر الكلي (1262.5 ملم)، والعجز المائي (996 ملم) سنوياً، وفي الفتائح (321.7 ملم)، والتبخر الكلي (1265.5 ملم)، والعجز المائي (943.8 ملم) سنوياً، وتتدني كميات الأمطار في جنوب الجبل الأخضر؛ ليبلغ متوسطها العام (31 ملم) سنوياً، وتصل كمية التبخر إلى (1650 ملم) (G.E.F.L.I, 1972, p 54)، ويبلغ العجز (1619 ملم)؛ ونتيجة هذا التباين المكاني لحجم العجز المائي، وتزايد حدة تأثيره السلبي في المناطق الأكثر جفافاً، نشأة أنظمة بيئية محلية تتباين في خصائصها الحيوية مثل: كثافة الغطاء النباتي الطبيعي ونوعيته، وخصائص التربة، وتتصف بضعف مقاومتها للمتغيّرات السلبية الطارئة مثل: الجفاف المتكرر، والاستغلال البشرى الجائر مما يجعلها عُرضه لاختلال التوازن البيئي، وحدوث التصحُّر.
2. تزداد شدة العجز المائي في شهور فصل الصيف التي تُعد الأكثر جفافاً، وتبدأ من يونيو إلى أغسطس، ويتراوح فيها العجز المائي بين (176.1_190.3 ملم) في بنينا، و(151.6_165.2 ملم) في شحات، و(154.6_165.7 ملم) في درنة، و(124.4_173 ملم) في الفتائح؛ بسبب توافق كمية التبخر المرتفعة مع ندرة الأمطار في تلك الشهور، وحدوث الجفاف الفصلي (Seasonal Drought)؛ نتيجة انقطاع مرور المنخفضات الجوية، ووقوع جزء من منطقة البحر المتوسط في نطاق الضغط المرتفع الأزوري، وكذلك ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة عدد ساعات سطوع الشمس، وقلة كمية السحب التي تغطي السماء، وارتفاع كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض في هذا الفصل التي يزيد من شدة تركيزها سقوط أشعة الشمس بشكل عمودي تقريباً، ويقل العجز في شهور فصل الشتاء التي تعتبر الأغزر مطراً؛ نتيجة لزيادة عدد المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط، وتتسبب في سقوط الأمطار على المنطقة في هذا الفصل الذي يبدأ من شهر ديسمبر إلى فبراير، ويتراوح فيه الفائض المائي بين (7.5_9.6 ملم) في بنينا، و(8.4_84.3 ملم) في شحات، و(6.6_8.9 ملم) في درنة، و(36.7_37.9 ملم) في الفتائح؛ نتيجة تزامن الفائض المائي في تلك الشهور مع انخفاض قيم التبخر؛ الذي يعود إلى انخفاض درجات الحرارة، وتناقص عدد ساعات سطوع الشمس، وزيادة كمية السحب، وانخفاض كمية الإشعاع الشمسي؛ نتيجة سقوط أشعة الشمس بشكل مائل، وزيادة عدد أيام الضباب، والشبورة المائية، والصقيع، والثلج، والبرد، وانخفاض كمية النتح من النباتات التي قد تدخل في حالة الكمون (Dormancy) في هذا الفصل، خاصةً في المناطق المرتفعة مثل: شحات، وفي فصل الربيع تنشأ المنخفضات الجوية على شمال الصحراء الكبرى، وهي أقل أثراً من المنخفضات الجوية الشتوية، وتتصف بقصر فترتها الزمنية، مما يجعل كميات الإمطار الساقطة في هذا الفصل قليلة، ومن ثم تتراوح كميات العجز المائي بين (69.4_161.5 ملم) في بنينا، و(5.8_126.1 ملم) في شحات، و(62.7_128.5 ملم) في درنة، و(52.9_129.2 ملم) في الفتائح، في حين أن سقوط الأمطار الخريفية المبكرة أحياناً؛ نتيجة عودة ظهور المنخفضات الجوية، وتزحزح نطاق الضغط المرتفع الأزوري الممتد على منطقة البحر المتوسط خلال فصل الصيف ناحية الجنوب

باتجاه الصحراء الكبرى، وانخفاض درجة الحرارة التدريجي في أثناء شهور فصل الخريف يساعد على تقليل حدة العجز المائي التي تراوحت كمياته بين (45.2_135.2 ملم) في بنينا، و(37_111.2 ملم) في شحات، و(37.4_120.7 ملم) في درنة، و(31.2_124.4 ملم) في الفتائح، ويلاحظ مما تقدّم أن فترة العجز المائي تتوافق مع ارتفاع درجات الحرارة إلى حدها الأعلى، وأن فترة الفائض المائي تتوافق مع انخفاض درجات الحرارة إلى حدها الأدنى، ومن ثم تمر حياة النبات بفترتين حرجتين، الأمر الذي يؤثر سلباً على نوعية الغطاء النباتي الطبيعي وكثافته، ومما يزيد من خطورة أثر العجز المائي تعرُّض المنطقة في أواخر الربيع، وأوائل الصيف، وفي فصل الخريف لهبوب رياح القبلي ذات المنشأ الصحراوي، فهذه الرياح التي تتصف بالحرارة، والجفاف تتسبب في انخفاض نسبة الرطوبة إلى (5%)، وزيادة كمية التبخر والنتح إلى حوالي (20 ملم) فوق المعدل اليومي (الشاوش، وعامر، 1991م، ص 19)، مما يؤدي إلى جفاف التربة، وتفككها، واختلال التوازُن المائي داخل جسم النبات؛ نتيجة فقد كمية كبيرة من الماء عن طريق النتح، ومن ثم تمر النباتات بمرحلة حرجة في حياتها عند هبوب هذه الرياح، علاوة على ذلك فإن هبوب رياح القبلي يُعرض التربة للانجراف الريحي المتسارع، ويعمل على تزايد شدة العواصف الترابية، فهي تؤدي إلى تعرية الرواسب الطينية المترسبة في البلط (البلايا) التي تكوّنت عند مصبات الأودية ذات التصريف الداخلي في جنوب الجبل الأخضر، وتنقلها مسافاتٍ بعيدة باتجاه المناطق الشمالية، مما يتسبب في تكوّن بؤر من التصحُّر في الأماكن التي تتجمع فيها تلك الرواسب.

جدول (5) المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار، والتبخر الكلي، والعجز المائي والفائض (بالملم)، حسب تطبيق معادلة تورك (Turc) على محطات منطقة الدراسة

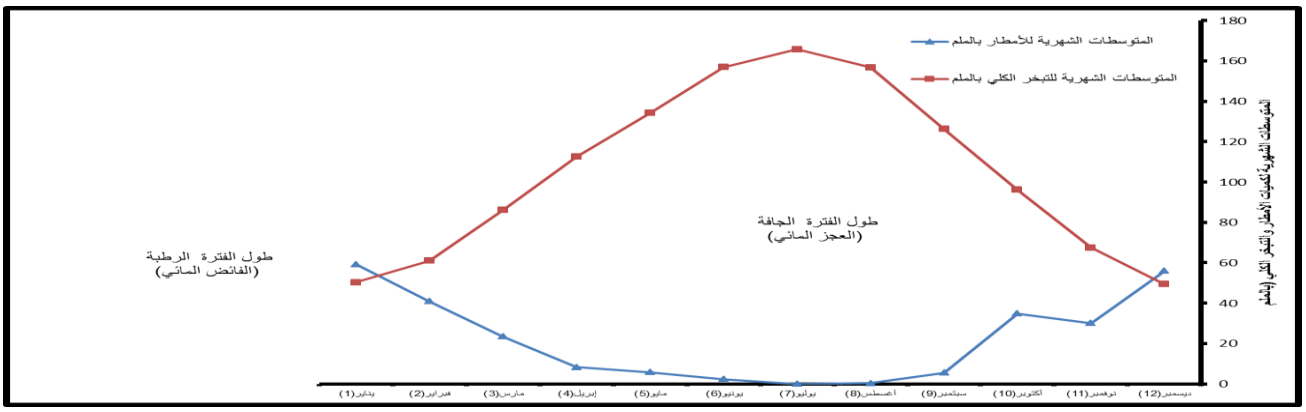
المحطة	التوزيع الشهري والفصلي للأمطار	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			المجموع السنوي
		ديسمبر (12)	يناير (1)	فبراير (2)	مارس (3)	أبريل (4)	مايو (5)	يونيو (6)	يوليو (7)	أغسطس (8)	سبتمبر (9)	أكتوبر (10)	نوفمبر (11)	
بنينا	الأمطار	66.2	65.4	41.6	25.7	6.2	4.4	0.3	0.0	0.2	3.6	19.7	34.1	267.4
	التبخر الكلي	56.6	57.9	69.0	95.1	128.4	165.9	178.6	190.3	176.3	138.8	105.7	79.3	1441.9
	الفرق بين الكميتين	9.6+(*)	7.5+	27.4-	69.4-	122.2-	161.5-	178.3-	190.3-	176.1-	135.2-	86-	45.2-	1174.5-
شحات	الأمطار	116.6	123.5	87.5	67.4	22.4	8.9	1.3	0.9	1.8	9.2	51.6	68.8	560
	التبخر الكلي	41.7	39.2	48.6	73.2	104.3	135.0	165.0	166.1	153.4	120.4	88.6	60.4	1195.9
	الفرق بين الكميتين	74.9+	84.3+	38.9+	5.8-	81.9-	126.1-	163.7-	165.2-	151.6-	111.2-	37-	8.4+	635.9-
درنة	الأمطار	56.0	59.2	40.9	23.4	8.2	5.7	2.3	0.0	0.4	5.5	34.8	30.1	266.5
	التبخر الكلي	49.4	50.3	60.9	86.1	112.5	134.2	156.9	165.7	156.7	126.2	96.1	67.5	1262.5
	الفرق بين الكميتين	6.6+	8.9+	20-	62.7-	104.3-	128.5-	154.6-	165.7-	156.3-	120.7-	61.3-	37.4-	996-
الفتائح	الأمطار	80.5	84.7	48.0	30.5	9.6	7.7	0.6	0.2	0.2	4.3	24.7	30.7	321.7
	التبخر الكلي	43.8	46.8	53.7	83.4	116.5	136.9	160.3	173.2	164.6	128.7	95.7	61.9	1265.5

	الفرق بين الكميتين	+36.7	+37.9	-5.7	-52.9	-106.9	-129.2	-159.7	-173	-164.4	-124.4	-71	-31.2	-943.8

المصدر: أُعد الجدول بناءً على المصادر الآتية:

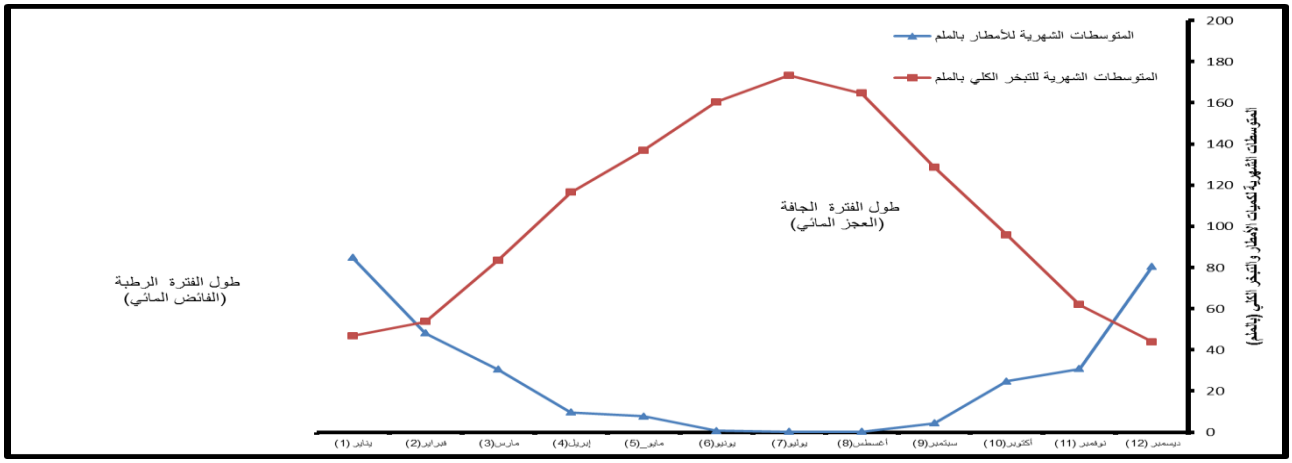
- بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، المصدر السابق.
- G.E.F.L.I., "Soil and water Resources Survey for Hydr-Agricultural Development Eastern Zone Water Resources Survey 22- Climatology", (Paris, November, 1972), p 55.
- الإشارة الموجبة (+) تعنى الفائض المائي (Water Surplus)، وهو كمية المياه الفائضة عن الحاجة إليها، ويحدث إذا كانت كمية الأمطار أكبر من كمية التبخر الكلي، والإشارة السالبة (-) تعنى العجز المائي (Water Deficit)، وهو كمية المياه الناقصة عن تلبية الاحتياجات المائية البشرية، والنباتية، والحيوانية، ورطوبة التربة، ويحدث عندما تكون كمية التبخر الكلي أكبر من كمية مياه الأمطار، وفي هذه الحالة تسود ظروف الجفاف.

شكل (2) التوازن المائي المناخي في محطة شحات، وفقاً لمعادلة تورك



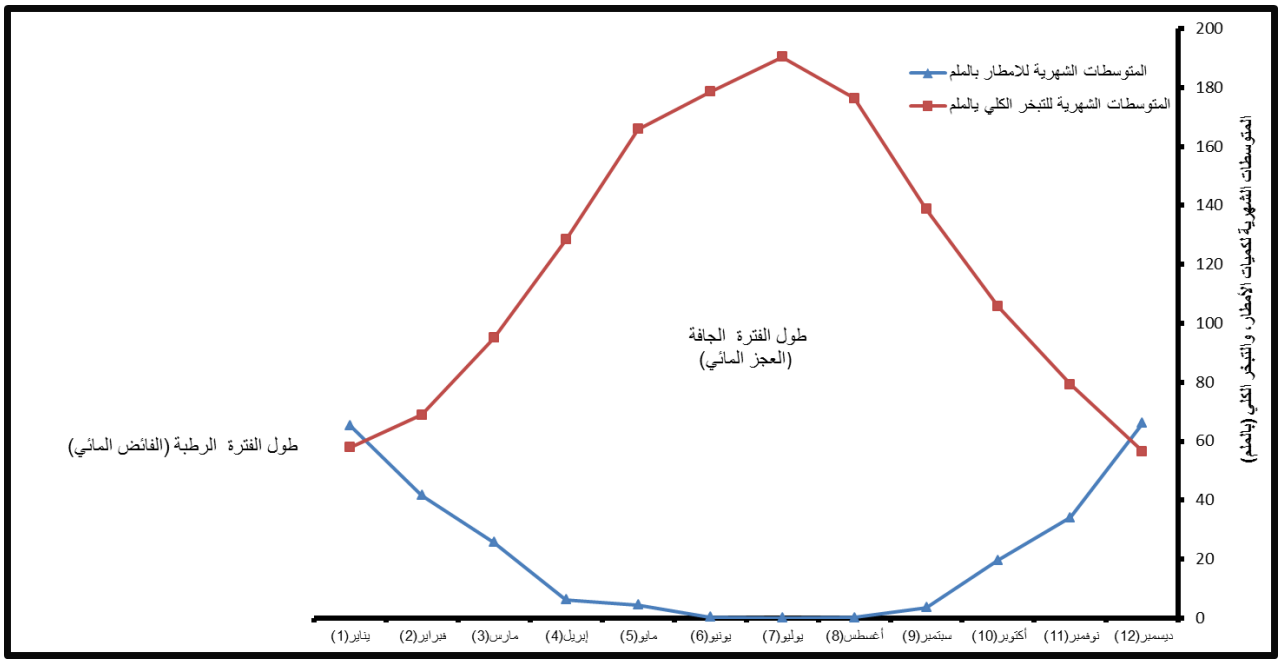
المصدر: بيانات الجدول (5).

شكل (3) التوازن المائي المناخي في محطة درنة، وفقاً لمعادلة تورك



المصدر: المصدر نفسه.

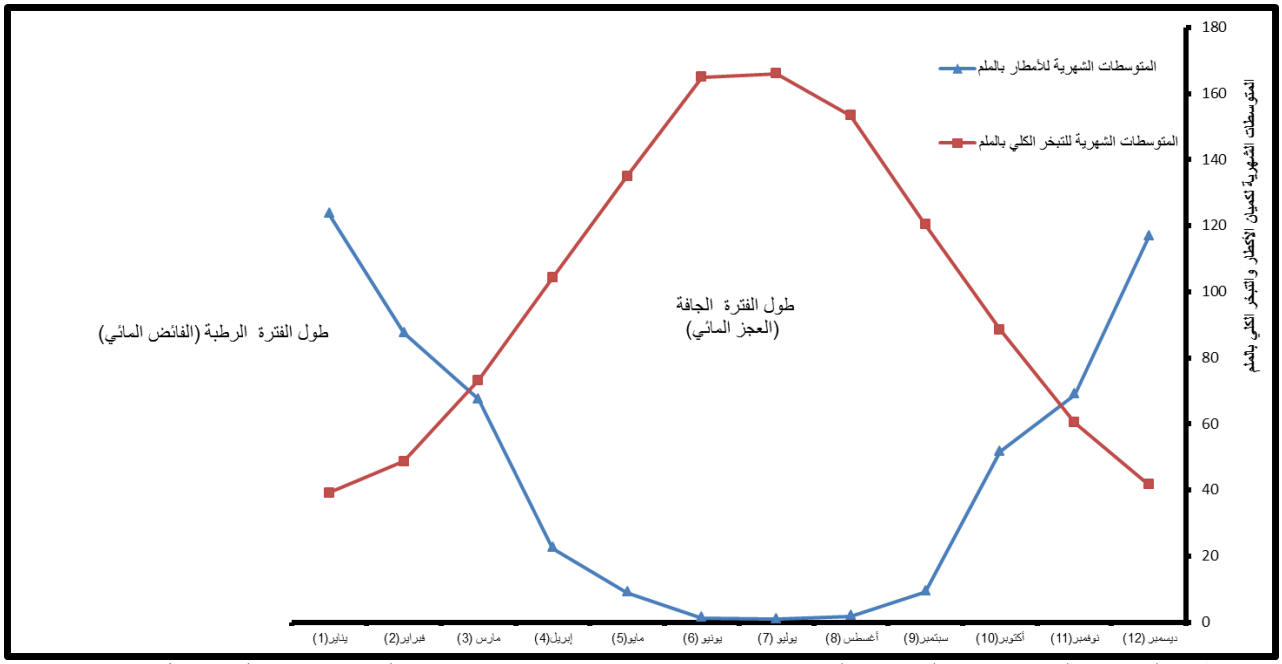
شكل (4) التوازن المائي المناخي في محطة بنينا، وفقاً لمعادلة تورك



المصدر: المصدر نفسه.

شكل (5) التوازن المائي المناخي في محطة الفتائح، وفقاً لمعادلة تورك

المصدر: المصدر نفسه.



3. تتعرض منطقة الدراسة لما يسمي بالجفاف العرضي (Temporary Drought) الذي يكون على شكل دورات مفاجئة تتدنى فيها كميات الأمطار عن معدلها العام لعدة سنوات متتالية، وهو من أخطر مظاهر الجفاف المناخي التي تشمل: الفصلي، والعرضي، والدائم (الصحراوي) (Permanent Drought)؛ نظراً لصعوبة التنبؤ به. فمن خلال تحليل بيانات الجدول (6)، والشكل (6) تتضح النتائج الآتية:

أ. أنَّ المتوسط الحسابي في الفترة الأولى من السلسلة المطرية يساوي (414.3 ملم)، والوسيط (402.3)، والتباين (10546.88)، والانحراف المعياري (102.698)، في حين بلغ المتوسط الحسابي في الفترة الثانية (400.2 ملم)، والوسيط (394.8)، والتباين (6456.656)، والانحراف المعياري (80.35332)، وقد بلغ الفارق بين المتوسطين الأول والثاني (14.1

ملم)، والفارق بين الوسيطين (7.5 ملم)، ويلاحظ أن التباين والانحراف المعياري كبيران داخل كل فترة، وكذلك التباين والانحراف المعياري المرجح للفترتان، فقد وصل التباين إلى (8501.768)، والانحراف المعياري إلى (91.52566)، مما يشير إلى وجود انحرافات شاسعة بين القيم تدل على حدوث تذبذب شديد في كميات الأمطار الساقطة على المنطقة خلال سنوات هذه الفترة الزمنية.

ب. يظهر من خلال إجراء الاختبار الإحصائي (T) أنَّ القيمة المحسوبة تساوي (0.63)، وهي أقل من القيمة الجدولية التي تساوي (1.671)، وهذا يعني رفض فرضية العدم، والقبول بالفرضية البديلة التي تقول بأن هناك فرقاً بين المتوسطين الأول والثاني، أي أن هناك فرقاً كبيراً بين أمطار الفترة الأولى التي أُعتبرت مطيرة، وأمطار الفترة الثانية التي أُعتبرت جافة، ومن ثم يتضح أن كميات الأمطار السنوية تتعرض إلى تذبذب على شكل دورات غير منتظمة في الطول والشدة، تتجه فيها الأمطار نحو الزيادة عن المتوسط السنوي العام حيناً وتعرف بالفترات المطيرة، وإلى التناقص حيناً آخر وتعرف بفترات الجفاف، حيث وجد أن الفترات الجافة يتراوح طولها بين (1_9 سنوات)، تفصلها فترات مطيرة يتراوح طولها بين (1_5 سنوات). فقد شهدت المنطقة فترة جفاف دامت ثلاث سنوات من (1945_1947م)، تلتها فترة مطيرة امتدت من سنة (1948_1950م)، وكان عام (1951م) جافاً، أعقبت هذا العام فترة مطيرة امتدت من (1952_1954م)، وكانت أعلى فترة مطيرة حدثت بالمنطقة، فقد بلغت فيها كميات الأمطار (659.9 ملم)، وتدنت كميات الأمطار في نهاية الخمسينيات لتصل سنة (1958م) إلى (225.3 ملم)، وكانت أشد السنوات جفافاً، ومرت المنطقة في الفترة من (1965_1969م) بفترة مطيرة، أعقبتها فترة جفاف استمرت سَبْعَ سنوات من (1970_1976م)، تلتها فترة مطيرة من (1989_1991م)، ارتفعت فيها كميات الأمطار إلى (607.2 ملم)، وبقية كميات الأمطار تتأرجح بين الزيادة والنقص، وفي سنة (1999م) تدنت إلى (265.6 ملم)، ويظهر من الشكل (6) أن كميات الأمطار خلال الفترة الممتدة من (2001_2010م) تشهد تذبذباً سنوياً باتجاه عام نحو التناقص.

إنّ هذا التباين في أطوال الفترات الجافة والمطيرة يدل على عشوائيتها، ومن ثم لا يمكن الاعتماد عليها في إجراء تنبؤات مستقبلية على مدى زمني طويل؛ نظراً لصعوبة تحديد موعد انتهاء كل فترة، ومعرفة نوع الفترة التي تليها وبدايتها؛ ويمكن إرجاع السبب المباشر في تكرار فترات الجفاف القصيرة التي تتعرض لها منطقة الدراسة إلى تبدلات الدورة الهوائية العامة للرياح. فالجفاف أينما وجد سواء أكان في العروض المعتدلة، أو المدارية ودون المدارية؛ ينتج أساساً عن سيطرة أنظمة ضغط جوي ضد إعصارية بهوائها الهابط والمستقر، فالهواء الهابط يؤدي إلى ارتفاع الضغط، والحرارة، وتناقص الرطوبة النسبية في الهواء، وإلى اختفاء السحب، وتكوّن انقلاباً حرارياً علوياً مستديماً يسهم في زيادة استقرار الجو على السطح. كما يؤدي وجود المرتفع الجوي (ضد الإعصاري) إلى تكوّن ظاهرة الصد الجوي المانع لعبور الرياح، حيث تضطر المنخفضات الجوية الإعصارية المطيرة المرتحلة من الغرب إلى الشرق عند مواجهتها الصد الجوي إلى تغيير اتجاهها إلى الشمال وإلى الجنوب منه مما يحرم تلك المنطقة التي يسيطر عليها من نعمة الأمطار، فتخيَّم عليها ظروف الجفاف التي قد تطول، أو تقصر تبعاً لموقع ضد الإعصار، وشدته (مقيلي، 2003م، ص 21). لا يختلف الأمر في إقليم البحر المتوسط عن غيره من الأقاليم، حيث وجد أن فترات الجفاف التي تمر بالإقليم مرتبطة بسيطرة مؤثرات الضغط الجوي المرتفع الأزوري، حيث تضعف حركة الرياح، ويقل تقابل الكتل الهوائية غير المتجانسة القادمة من الشمال والجنوب، ومن ثم يقل تكوّن المنخفضات الجوية المطيرة وعبورها. وبالعكس فإن الفترات المطيرة تشهد تقلباً ملحوظاً في أحوال الطقس يتمثل أساساً في حصول تغيّرات كبيرة في درجة الحرارة، والرطوبة، والسحب، والأمطار؛ نتيجة لكثرة تقابل الكتل الهوائية، وتكوّن المنخفضات الإعصارية وما يرتبط بها من جبهات وأمطار غزيرة، ويساعد على تنشيط الأعاصير فوق البحر المتوسط وجود فرع للتيار النفاث فوق جنوب البحر المتوسط، وشمال أفريقيا (مقيلي، 2003م، ص 25).

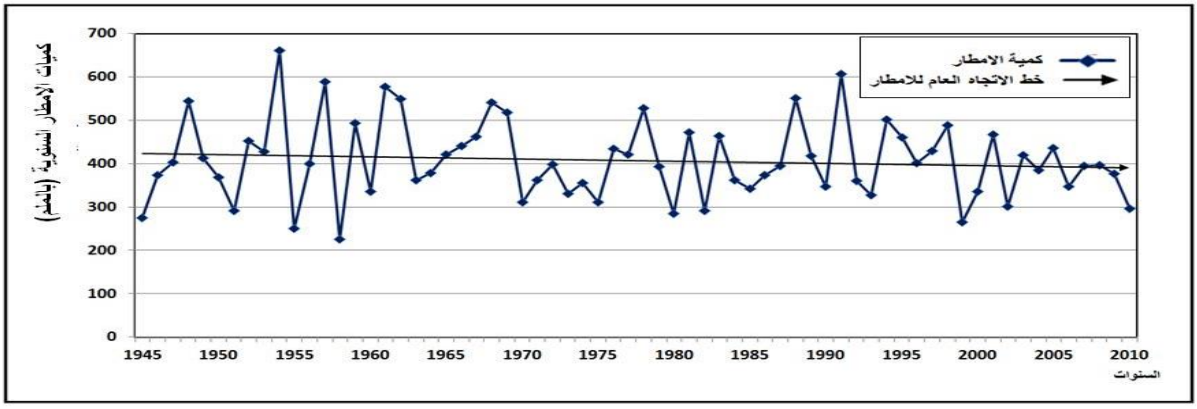
إنَّ التوافق بين العجز المائي، وفترات الجفاف التي تمر بمنطقة الدراسة يُشكل قدراً كبيراً من الخطورة، فقد أسهم، ومازال يسهم في تدهور قدراتها البيئية الهشة بما يساند على إشاعة التصحُّر، وزيادة حدته على نطاق واسع مع تكرار فترات الجفاف. ففي كل فترة جافة تتعرض التربة للجفاف، والتفكك مما يجعلها مهيأة لتأثير الرياح، وفعل السيول الجارفة في السنوات المطيرة التي تعقب فترة الجفاف، ويشهد الغطاء النباتي تدهوراً أكثر مما كان عليه قبل الفترة؛ نتيجة تزامن الظروف المناخية القاسية مع الاستغلال البشري الجائر، الصور (1، 2، 3، 4، 5، 6)، بالإضافة إلى ذلك فإن التوافق بين تناقص كميات الأمطار التي تمثل المصدر الوحيد لتغذية المياه الجوفية، والاستغلال الجائر لتلك المياه بالمنطقة يؤدي إلى اختلال التوازُن المائي الطبيعي؛ بسبب تناقص مصدر التغذية، وزيادة معدلات الضخ العشوائية مما يتسبب في هبوط منسوب المياه الجوفية، وحدوث زيادة سريعة في معدلات ملوحتها، وهذا يزيد من معدل التصحر.

جدول (6) المطر المساحي لمنطقة الدراسة (بالملم) خلال الفترة من (1945_2010م)

الفترة الأولى (1945_1977م)				الفترة الثانية (1978_2010م)			
السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر
1945	274.3	64	378	1978	527.0	97	429.1
46	372.8	65	421.3	79	393.0	98	487.4
47	402.3	66	439.8	80	284.9	99	265.6
48	544.3	67	462.2	81	471.6	2000	334.9
49	413.2	68	541.4	82	290.7	2001	466.2
50	367.7	69	518.4	83	463.3	2002	300.4
51	291.9	70	310.7	84	361	2003	419.0
52	452.4	71	361.2	85	341.7	2004	384.9
53	426.8	72	397.2	86	373.9	2005	435.6
54	659.9	73	330.8	87	395.3	2006	346.7
55	250.1	74	355.6	88	550.7	2007	394.8
56	400.3	75	311.2	89	418.0	2008	396.5
57	589.2	76	433.9	90	347.1	2009	376.6
58	225.3	77	421.1	91	607.2	2010	296.0
59	493.9			92	359.9		
60	335.5			93	327.9		
61	577.4			94	500.8		
62	548.9			95	459.7		
63	362.4			96	400.4		

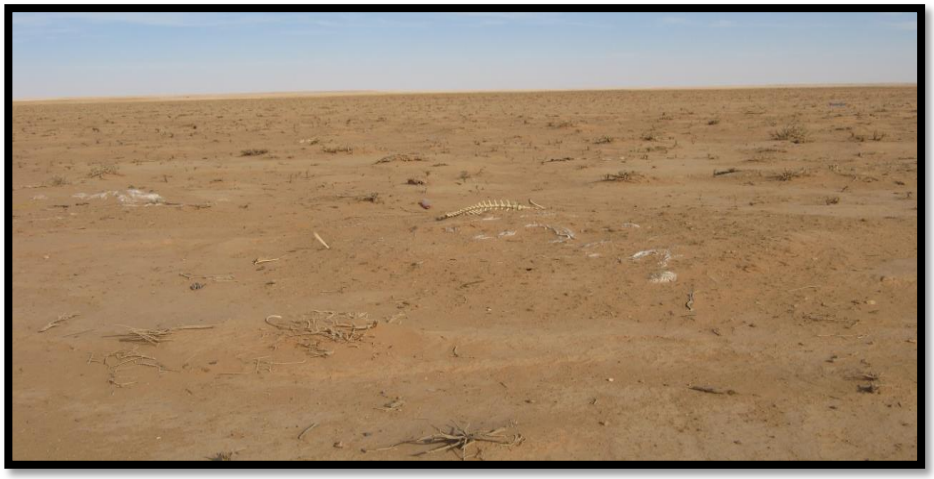
المصدر: أُعد الجدول بناءً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، المصدر السابق.

شكل (6) المطر المساحي، وخط الاتجاه العام للأمطار، وفترات الرطوبة والجفاف في منطقة الدراسة خلال الفترة من (1945-2010م)



المصدر: بيانات الجدول (6).

الصورتان (1،2) تدهور حالة الغطاء النباتي الطبيعي في جنوب إقليم الجبل الأخضر

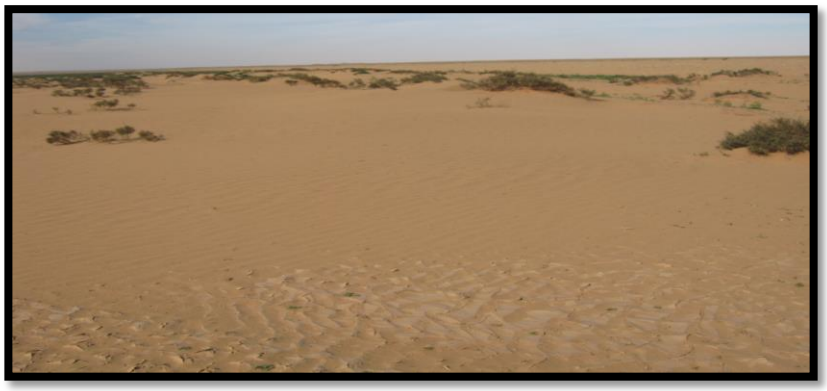


المصدر: الدراسة الميدانية، نوفمبر، 2018م.

الصورتان (3،4) أشكال انجراف التربة المتسارع في جنوب إقليم الجبل الأخضر

المصدر: المصدر نفسه.

الصورتان (5،6) تكوّن الكثبان الرملية، وزحفها على الأراضي الرعوية جنوب المخيلي



المصدر: المصدر نفسه.

التوصيات والمقترحات:

1. تكثيف التوعية البيئية للمواطنين وإشعارهم بخطورة الاستغلال الجائر لموارد البيئة الطبيعية، وذلك من خلال إصدار مطبوعات بيئية متنوعة، وإنتاج برامج بيئية مرئية ومسموعة، وإقامة معارض بيئية، وتنظيم ندوات لمناقشة مشكلات البيئة، وإدخال موضوع المشكلات البيئية المعاصرة ضمن مقررات المنهج الدراسي في مراحل التعليم الأساسي، والمتوسط، والجامعي، ومن ثم خلق جيل يكون هو الأساس في حماية البيئة، والمحافظة على مواردها؛ لأن سلوك الجاهلين بالبيئة، وقوانينها لن يكون سلوكاً عاقلاً وبعيد المدى.
2. يجب تكثيف الغطاء النباتي بأشكاله المختلفة من أشجار، وشجيرات، وأعشاب؛ نظراً لتأثيره الواضح في عناصر المناخ، فالنباتات الكثيفة تحجب أشعة الشمس عن سطح الأرض بظلالها، ومن ثم تخفض من شدة الإشعاع الشمسي، ودرجة الحرارة، وتقلل من سرعة الرياح، وتضيف نسبة كبيرة من بخار الماء إلى الهواء عن طريق عملية النتح، وهذه الخصائص جميعها

تؤدي إلى زياد نسبة الرطوبة الجوية، وكمية التساقط وقيمتها الفعلية، وتطيل فترة بقاء مياه الأمطار على السطح، وتخفف من سرعة معدل الرشح، وتحمي سطح التربة وتزيد نسبة رطوبتها، وتقلل من كمية التبخر، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل العجز المائي، وحدة الجفاف.

3. تحسين الغطاء النباتي الحالي عن طريق إدخال أنواع نباتية ذات قيمة اقتصادية وبيئية من بيئات مكافئة لبيئة المنطقة مثل: القطف الملحي، ونبات الغضي، وإعادة تشجير المواقع التي تعرضت للتدهور، ومحاولة الحد من عوامل التدهور مثل: الرعي الجائر، والتوسع الزراعي على حساب الغطاء النباتي الطبيعي، وتطبيق التشريعات البيئية ضد الجهات المخالفة، وكذلك التوسع في زراعة السلالات النباتية قليلة النتح، والمقاومة للجفاف، والمثبتة للرمال مثل: نبات الغضي، والهيلاريا، وإحاطة المحاصيل الزراعية بمصدات الرياح، وتشجيع البحث العلمي في مجال الغطاء النباتي، مما يقلل من انتشار التصحُّر.

4. تنظيم حركة الرعاة داخل أرض المرعى من خلال تطبيق الدورات الرعوية، حيث تقسم أرض المرعى إلى عدة مناطق يتم الرعي فيها بالتناوب، وكذلك تنظيم أوقات الرعي تفادياً لأضرار الرعي المبكر، ووقف الرعي خلال سنوات الجفاف، والاعتماد في تغذية الحيوانات في تلك الفترات على الأعلاف الجافة، والمركزة، والمخزنة مسبقاً لهذا الغرض، والانتقال بقطعان الحيوانات إلى أماكن أخرى أقل تضرراً بالجفاف؛ وذلك تجنباً للرعي الجائر.

5. يجب الاستفادة قدر الإمكان من مياه الأمطار بإنشاء المزيد من الصهاريج، وإقامة السدود المائية على الأودية، وصيانة المقامة منها، وترشيد استهلاك المياه الجوفية، فهذه الأساليب قد تسهم في تغذية المياه الجوفية، وتخفف الضغط عليها، وتؤمن مياه الشرب للحيوانات، وتقلل من انجراف التربة المتسارع.

المصادر والمراجع العربية:

أ المصادر والتقارير الرسمية:

- ليبيا، مشروع جنوب الجبل الأخضر الزراعي، مكتب الأرض الهندسي، "بيانات مناخية"، بيانات غير منشورة، المرج: 2006م.
- الدراسة الميدانية، فصل الخريف، 2018م.

ب_ الكتب :

- الجديدى، حسن محمد، أسس الهيدرولوجيا العامة: دراسة في الجغرافيا التطبيقية، (طرابلس: منشورات جامعة الفاتح، الطبعة الأولى، 1998م).
- الشاوش، عثمان محمد، وعامر بن منصور، تقييم الوضع الحالي للمراعي بالجماهيرية، (طرابلس: المركز الفني لحماية البيئة، الطبعة الأولى، 1991 م).
- شرف، عبد العزيز طريح، جغرافية ليبيا، (الإسكندرية: مركز الإسكندرية للكتاب، الطبعة الثالثة، 1996م).
- طنطيش، جمعة رجب، وإمحمد عيّاد مقيلي، مدخل إلى البحث الجغرافي، (الكويت: مكتبة الفلاح للنشر، والتوزيع، الطبعة الأولى، 1993م).
- العزابي، أبو القاسم، وفوزي الأسدي، وبشير أبو قيلة، دليل الباحث، (طرابلس: المنشأة العامة للنشر، والتوزيع، والإعلان، الطبعة الثانية، 1982م).
- كتانه، محمد سعيد، حفظ المياه والتربة بدول شمال أفريقيا، (تونس: المنظمة العربية للتربية، والثقافة، والعلوم، مشروع الحزام الأخضر لدول شمال أفريقيا، 1985م).
- موسى، علي حسن، مناخات العالم، (دمشق: دار الفكر للطباعة، والتوزيع، والنشر، الطبعة الثانية، 1989م).
- موسى، علي حسن، المعجم الجغرافي المناخي، (دمشق: دار الفكر للطباعة، والتوزيع، والنشر، الطبعة الأولى، 1986م).
- موسى، علي حسن، التصحُّر، (دمشق: دار الأنوار للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، 1991م).
- مابوت، جون، أثر التصحُّر كما تظهره الخرائط، ترجمة علي علي البنا، (الكويت: قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، والجمعية الجغرافية الكويتية، أبريل، 1979م).
- مقيلي، إمحمد عيّاد، مخاطر الجفاف والتصحر والظواهر المصاحبة لهما، (الزاوية: دار شموع الثقافة للطباعة، والنشر، والتوزيع، الطبعة الأولى، 2003م).
- نحال، إبراهيم، التصحُّر في الوطن العربي، (بيروت: معهد الإنماء العربي،1987م).
- النطاح، محمد أحمد، الأرصاد الجوية: الجزء الأول، (مصراته: الدار الجماهيرية للنشر، والتوزيع، والإعلان، الطبعة الأولى، 1990م).

ج _ الرسائل العلمية:

- إبراهيم، محمود سعد، "التصحُّر في جنوب الجبل الأخضر: دراسة جغرافية في المظاهر والأسباب"، (رسالة ماجستير- غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، (بنغازي)، 2006م.

د_ الدوريات:

- مقيلي، إمحمد عيّاد، "اتجاهات الأمطار واحتمالات التصحُّر في منطقة الجفارة بشمال غرب الجماهيرية الليبية "، مجلة الدراسات الصحراوية، المركز العربي لأبحاث الصحراء، وتنمية المجتمعات الصحراوية، (مرزق)، العدد الأول، المجلد الأول، (مارس 1991م).
- شحَادة، نعمان، "فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية"، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، والجمعية الجغرافية الكويتية، (الكويت)، العدد 89، (مايو، 1986م).

2_ المصادر والمراجع الأجنبية:

- Emberger, L Une Classification Biogeographiqu Climates Recueil des Travaux des Labratoires de Bot, et Geol, et–Zool, univ, Montpellier, 1955.
- G.E.F.L.I., Soil and water Resources Survey for Hydr - Agricultural Development Eastern Zone Water Resources Survey 22– Climatology, (Paris, November, 1972).