مجلة الجبل للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Al-Jabal Journal of Humanities and Applied Sciences
المجلد السادس – العدد الثاني – 2025 – الصفحات: 106-126

خصائص الأمطار بإقليم الجبل الغربي وأثرها على البيئة والتصحر

د/ علي منصور سعد
قسم الجغرافيا/ كلية التربية الزنتان/ جامعة الزنتان/ ليبيا
alimansoursaad@gmal.com

Rainfall Characteristics in the Aljabal Algharbi Region and Their Impact on the Environment and Desertification

Ali Mansour Saad
Department of Geography, Faculty of Education, University of Zintan, Libya

تاريخ الاستلام: 03-12-2025، تاريخ القبول: 17-12-2025، تاريخ النشر: 25-12-2025

الملخص:
تهدف هذه الورقة إلى دراسة العلاقة بين خصائص الأمطار وتدهور الأراضي وتصحرها بإقليم الجبل الغربي بشمال غرب ليبيا، حيث أجريت الدراسة عن طريق تحليل بيانات الأمطار لمحطات الرصد الجوي بمنطقة الدراسة، وقد أكدت النتائج المتحصل عليها من تحليل البيانات على وجود مجموعة من العوامل تساهم بشكل كبير في تسريع عملية التدهور البيئي للأراضي بالمنطقة المدروسة، فالعوامل الطبيعية، وبشكل خاص عامل المناخ المتمثل في خصائص الأمطار بالمنطقة تعتبر من الأسباب المهمة التي تساعد في التدهور، حيث خلصت الدراسة إلى أن تذبذب أمطار المنطقة من فترة لأخرى ومن مكان لأخر ساهم بشكل واضح في تدهور أحوال البيئة الطبيعية بالمنطقة المدروسة، كما أن فترات الجفاف الطويلة وتكرارها أدت إلى تدهور النبات الطبيعي وبالتالي تدهور التربة وتعريتها، الأمر الذي ساعد على انتشار التصحر وزيادة حدته، بالإضافة لذلك فأن تأخر سقوط الأمطار عن فصل الانبات، وطول الفترة الجافة، وتركز الأمطار خلال الفترة الباردة، وانتهاء موسم سقوط الأمطار مبكراً، كل ذلك أضر بالغطاء النباتي وأدى إلى تدهوره، وأوصت الدراسة بجملة من التوصيات لعل من أهمها: تشجيع المزيد من الدراسات المعمقة في هذا الجانب للوقوف على كافة الأسباب الطبيعية والبشرية التي تقف وراء تدهور الأراضي وتصحرها في منطقة الدراسة بشكل خاص وليبيا بشكل عام.
الكلمات المفتاحية: خصائص الأمطار، تدهور الأراضي، التصحر، الجبل الغربي.

Abstract:
This paper aims to examine the relationship between rainfall characteristics and land degradation and desertification in the Aljabal Algharbi Region in northwestern Libya. The study was conducted through the analysis of rainfall data from meteorological stations within the study area. The results obtained from data analysis confirmed the presence of a set of factors that significantly contribute to accelerating the process of environmental land degradation in the studied region. Natural factors—particularly the climatic factor represented by rainfall characteristics—are considered among the key causes that promote degradation. The study concluded that the fluctuation of rainfall in the region from one period to another and from one place to another has clearly contributed to the deterioration of the natural environmental conditions in the study area. In addition, prolonged and recurrent drought periods have led to the degradation of natural vegetation, resulting in soil degradation and erosion, which in turn has facilitated the spread and increased severity of desertification. Furthermore, the delay in rainfall relative to the growing season, the length of the dry period, the concentration of rainfall during the cold season, and the early end of the rainy season have all adversely affected the vegetation cover and led to its deterioration. The study recommended several measures, most notably encouraging further in-depth studies in this field to identify all natural and human factors behind land degradation and desertification in the study area in particular and in Libya in general.
Keywords: rainfall characteristics, land degradation, desertification, Aljabal Algharbi

المقدمة:

تناولت هذه الورقة خصائص الأمطار بإقليم الجبل الغربي بالمنطقة الشمالية الغربية من ليبيا وأثرها في تدهور الأراضي والتصحر، حيث يتميز مناخ منطقة الدراسة، وخاصةً هطول الأمطار، بعوامل تجعله الأكثر فاعلية في دعم ظاهرة التصحر، فهو يساهم بشكل واضح في تدهور البيئة الهشة شبه الجافة، حيث أنه من أهم خصائص الأمطار بمنطقة الدراسة التفاوت في كمياتها الشهرية والفصلية والسنوية وعشوائيتها وتذبذب كمياتها من سنة لأخرى ومن مكان لآخر، الأمر الذي يفاقم من مشكلة التصحر وتدهور التربة بالمنطقة محل الدراسة.

يعرَّف التصحر بأنه: تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة، نتيجةً لعوامل مختلفة كالتقلبات المناخية والأنشطة البشرية (UNCCD, 2007)، ووفقًا (Thomas, 1997; Lambin et al., 2001) فإن التصحر ينتج عن مجموعة من العوامل التي تتغير بمرور الوقت وتختلف باختلاف الموقع، وغالبًا ما يُمثل التصحر والجفاف وتغير المناخ مخاطر تدريجية الظهور، فالتصحر عملية تدريجية تبدأ بتدهور التربة وانخفاض تدريجي في إنتاجية الأراضي ثم تستمر في التفاقم حتى تنتهي بتحول الأراضي الزراعية المنتجة إلى أراضي جرداء خالية من أي نبات، وقد أثر التصحر على حوالي 46% من مساحة القارة الأفريقية (Reich et al., 2001) ويعود تدهور الأراضي إلى عوامل عديدة، كما نوقش على نطاق واسع في العديد من الدراسات (Reynolds and Stafford Smith, 2002; Geist and Lambin, 2004)، ومع ذلك، اتفق معظم الباحثين (Turner et al., 1995; Puigdefábregas, 1998) على عدم وجود عامل واحد يُسبب التصحر أو تدهور الأراضي بل تتكاثف مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية في إحداث التصحر، ورغم أن الأنشطة البشرية والاستغلال الجائر للموارد الطبيعية المتاحة تُمثل السبب الرئيس في نشوء ظاهرة التصحر وتسريعها في العديد من المناطق عند الكثير من الكتاب، إلا أن العوامل الطبيعية، وخاصة المناخ، تُسهم هي الأخرى بشكل واضح في عملية التصحر من خلال خلق بيئات هشة أشد حساسية لمسببات التصحر في تلك الأراضي (El-Tantawi, 2005)).

مشكلة الدراسة:

تعد مشكلة تدهور الأراضي وتصحرها مشكلة عالمية تؤثر على حوالي خُمس سكان العالم، و70% من الأراضي الجافة، أي ما يعادل حوالي (3.6 مليار هكتار)، وهو ما يشكل ربع مساحة اليابسة في العالم (International Fund for Agricultural Development (IFAD), 2006; Abdelfattah et al., 2009)، كما أن التصحر يتسبب في فقدان 200.000 كيلومتر مربع إضافية كل عام ويحولها من أراضي منتجة إلى أراضي عقيمة لا تُنتج شيئًا (Saad and Shariff, 2011)، ووفقًا لجامعة الدول العربية (2003)، فإن الضغط المتزايد للسكان على الموارد الطبيعية (المياه والتربة والغطاء النباتي)، وسوء الإدارة، وعدم تطبيق القوانين الرادعة على المخالفين، يؤدي إلى انكماش الغطاء النباتي وتملح التربة وتدهورها، وبالتالي التصحر.

وحسب بيانات الأمم المتحدة تعتبر ليبيا أحد البلدان الأكثر تأثراً بمشكلة التصحر (UN, 2005)، لديها موارد مائية محدودة للغاية، وسينخفض نصيب الفرد من المياه المتجددة فيها إلى حوالي 47 مترًا مكعبًا فقط في عام 2025 (Lalzad, 2007)، هطول الأمطار منخفض ومتذبذب من عام إلى آخر؛ لذلك تشهد البلاد فترات جفاف متكررة، علاوة على ذلك، يسود مناخ صحراوي حار معظم الجزء الشمالي من القارة الأفريقية ويغطي 98٪ من ليبيا (بن خيال، 1995).

بشكل عام، تعاني أجزاء كثيرة من ليبيا من التدهور البيئي ومع ذلك، فإن أجزاء البلاد التي تتأثر بشكل خاص بالتدهور البيئي هي تلك الأماكن ذات المناخ شبه الجاف، والتي تتميز بنظام بيئي هش؛ هذه الأماكن معرضة لأسباب التدهور البيئي وبالتالي التصحر. من السرد السابق فإن المشكلة محل الدراسة تتمحور في طرح التساؤلات التالية:

1. هل تعاني منطقة الدراسة من التدهور البيئي بسبب خصائص أمطارها؟
2. هل هناك اختلافات مكانية في كميات التساقط بين محطات منطقة الدراسة؟
3. هل تسقط الأمطار بانتظام خلال الفصل المطير بمنطقة الدراسة؟
4. أين يتجه الخط العام لكميات الأمطار بمنطقة الدراسة؟
5. هل يوجد أي أثر لفصلية سقوط الأمطار على نوعية الغطاء النباتي الطبيعي؟

أهداف البحث:

يتمثل الهدف الرئيس للبحث في دراسة خصائص الامطار بإقليم الجبل الغربي وآثارها على البيئة والتصحر بالمنطقة. وتتفرع منه الأهداف التالية:

1. التعرف على أثر الأمطار على البيئة الطبيعية بمنطقة الدراسة.
2. التعرف على الاختلافات في كميات الأمطار بين المحطات المشمولة بالدراسة.

3. التعرف على مدى انتظام كميات الأمطار بمنطقة الدراسة.
4. تحديد الاتجاه العام لسقوط الأمطار بالمنطقة.
5. تحديد أثر فصلية المطر على النبات الطبيعي بمنطقة الدراسة.

أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في أنها تتناول بالدراسة والتحليل مشكلة بالغة الأهمية، ألا وهي مشكلة تدهور الأراضي وتصحرها بسبب عدم كفاية الأمطار وتذبذبها، فقد حظيت هذه المسألة باهتمام كبير على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية، لما لها من آثار بيئية واقتصادية سلبية على المجتمع والبيئة، لذا، لا بد من إجراء بحوث علمية لتحديد أسباب تدهور الأراضي وتصحرها ومن تم اقتراح بعض الإجراءات والحلول التي قد تُسهم في منع تفاقم المشكلة محل الدراسة، حيث يُعدّ هذا البحث خطوة بهذا الاتجاه.

منهجية الدراسة وأدواتها:

لتفحص جوانب البحث والوقوف على أبعاده المختلفة فقد تم الاعتماد على المنهجين الوصفي والكمي لإنجاز هذه الدراسة، حيث تم الاعتماد على الأول (الوصفي) في وصف المشكلة وطبيعتها وأبعادها وآثارها، بينما تم توظيف المنهج الكمي الإحصائي في تحليل البيانات المناخية التي تم الحصول عليها واستخدام بعض الأساليب الكمية في مرحلة التحليل، حيث استخدمت مجموعة من القواعد والمعادلات الإحصائية في تحليل البيانات أهمها ما يلي:

1. حساب المتوسط الحسابي للعناصر المناخية المختلفة باستخدام الصيغ التالية:

المتوسط الحسابي = مجموع القيم/ عددها

2. استخدام نطاق **المدى الحراري** لتقييم عنصر درجة الحرارة، وتتضمن هذه الطريقة الحصول على أعلى درجة حرارة شهرية وسنوية من البيانات المُستقاة من محطات منطقة الدراسة باستخدام المعادلة التالية:

المدى الحراري = أعلى قيمة حرارة – أقل قيمة حرارة

3. لمعرفة **القيمة الفعلية لهطول الأمطار** بمحطات منطقة الدراسة، وتحديد نوع المناخ السائد والنباتات بالمنطقة والعلاقة بينهما وظاهرة التصحر، تم تطبيق مؤشر إمبرغر (Emberger) لهطول الأمطار على النحو التالي:

$$Q_2 = \frac{2000 \times M}{T_2 - T_1}$$

حيث Q_2 تمثل كمية الأمطار الفعلية؛

M يمثل المتوسط السنوي العام لكميات الأمطار؛

T_2 يمثل متوسط أعلى درجة حرارة في أحر شهر من السنة

T_1 يشير إلى متوسط أدنى درجة حرارة في أبرد شهر في السنة

يتم استخدام القيمة (2000) لأغراض التصحيح.

4. لمعرفة العلاقة بين تركيز الأمطار في فترة زمنية محددة وظاهرة التصحر، تم استخدام الصيغة التالية:

$$R_C = \frac{T_S}{M} \times 100$$

حيث: R_c القيمة الفعلية للأمطار

بينما T_S إجمالي الأمطار السنوية

M يمثل المتوسط السنوي العام لكميات الأمطار

5. **تحليل السلاسل الزمنية:** في هذا التحليل، تم استخدام نوعين من الوسائل وهما كالتالي:

أ) **طريقة نصف المتوسط:** تُستخدم هذه الطريقة لتحديد الاتجاه العام لهطول الأمطار، وتتضمن تقسيم بيانات الأمطار إلى قسمين متساويين، وفي حالة إذا كان عدد السنوات فرديًا تُهمل السنة الوسطى للحصول على قسمين متساويين، ثم يُحسب المتوسط الحسابي لكل قسم على حدة، بعد ذلك، يُحدد متوسط كل قسم أمام السنة الوسطى على الشكل، ثم يُرسم خط مستقيم بين النقطتين للحصول على الاتجاه العام لهطول الأمطار، تساعد هذه المعلومات في معرفة ما إذا كانت سلسلة هطول الأمطار الزمنية في ازدياد أم في تناقص.

ب) **المتوسطات المتحركة الثلاثية:** تم اعتماد هذه الطريقة عند دراسة تغيرات اتجاهات كميات الأمطار، وتساعد هذه الطريقة في معرفة تباين كميات الأمطار عن اتجاهها العام، وفترات حدوث الرطوبة والجفاف، وكيفية تنظيم حدوث هذه الفترات، أي ما إذا كانت هذه الفترات تتبع نمطًا منتظمًا أم عشوائيًا، بعد ذلك، تم حساب جميع المتوسطات بجمع قيم كل ثلاث سنوات متتالية ومتداخلة، ثم تُقسم النتيجة على عدد السنوات ثم توضع النتيجة مقابل السنة الوسطى في الجدول أو الشكل. ويتم ذلك بناءً على المعادلة التالية:

المتوسطات المتحركة الثلاثية = السنة الأولى + السنة الثانية + السنة الثالثة/ 3

6. **اختبار تحليل التباين:** يُستخدم هذا الاختبار عند دراسة تذبذب كميات الأمطار السنوية وعلاقتها بظاهرة التصحر ويتم ذلك باستخدام الصيغة التالية

$$F = \frac{V_b}{V_w}$$

حيث V_b يمثل التباين بين المحطات

بينما V_w يمثل التباين داخل المحطات

في هذا التحليل، أُجري الاختبار بدرجة ثقة تبلغ حوالي 95% ودرجة حرية تبلغ حوالي (k-1) = 4-1=3

حيث (k) تمثل عدد المحطات

7. تم الاعتماد على **معامل الاختلاف** لتوضيح التباين الخاص في تقلبات هطول الأمطار، وفي ازدياد درجة التقلبات باتجاه الشرق. ويمكن حساب هذا المعامل باستخدام المعادلة التالية:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

منطقة الدراسة

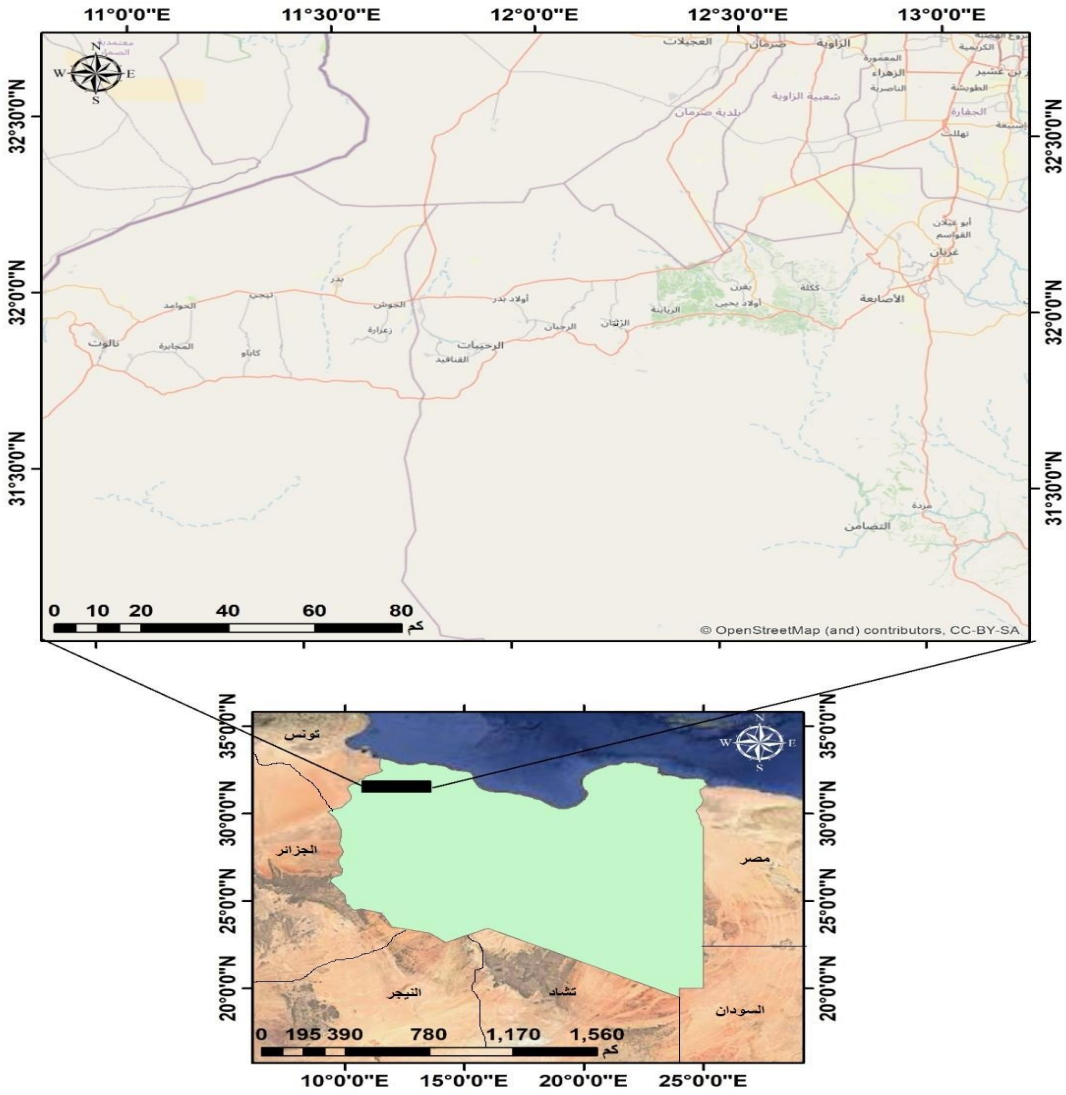
أولاً- المجال المكاني

تقع منطقة الدراسة كما هو موضح بالشكل (1) في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، بين دائرتي عرض 40″ 51′ 31º و 43″ 09′ 32º شمالاً، وبين خطي طول 30″ 59′ 10º و39″ 01′ 13º شرقاً، يحدها من الغرب الحدود الليبية التونسية، ومن الشمال سهل الجفارة، ومن الناحية الشرقية الحدود الغربية لبلدية غريان، ومن الجنوب منطقة الوعسى (أراضي المراعي التي تسبق منطقة الحمادة الحمراء).

ثانياً- المجال الزماني

أجريت هذه الدراسة لمدة زمنية تصل إلى حوالي 38 سنة، خلال الفترة الممتدة بين عامي 1982 و2019م.

شكل (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث اعتماداً على برنامج ArcMap 10.8

المناقشة والاستنتاجات:

يتميز إقليم الجبل الغربي بمناخ شبه جاف وخصائص مناخية تجعلها من أكثر العوامل الطبيعية تأثيراً في تدهور التربة وانتشار ظاهرة التصحر وبشكل خاص خصائص الأمطار، فوقوع المنطقة ضمن الأقاليم شبه الجافة المتميزة بتقلباتها المناخية يسهم إلى حد كبير في خلق بيئات هشة سريعة التدهور، حيث يؤدي التذبذب الشديد في كميات الأمطار وتفاوت كمياتها من سنة إلى أخرى ومن مكان إلى آخر وعشوائيتها، إضافة إلى فترات الجفاف المتلاحقة التي تتعرض لها منطقة الدراسة؛ إلى تدهور الغطاء النباتي وتعرية التربة وجفافها ومن تم تفاقم مشكلة التصحر وزيادة حدتها. ويمكن تلخيص أهم الملامح الرئيسية المميزة لأمطار منطقة الدراسة وعلاقتها بتدهور التربة والتصحر فيما يلي:

أولاً- التباين المكاني في توزيع المطر:

تتباين متوسطات كميات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة من مكان لآخر حسب الموقع وحسب البعد عن البحر، فالمناطق الشرقية بالمنطقة والتي تمثلها محطة غريان تحظى بكميات أمطار أكبر من محطات المنطقة الوسطى والغربية التي تمثلها محطات يفرن والزنتان ونالوت، فهي في غريان (258.9 ملم)، تأخذ كميات الأمطار في التناقص تدريجياً بالاتجاه غرباً فتنخفض إلى (245.9 ملم) في منطقة يفرن التي تبعد عن غريان مسافة 45 كم فقط، ثم إلى حوالي (181.1ملم) في منطقة الزنتان التي تقع غرب غريان بحوالي 90 كم، ثم إلى حوالي (126.5 ملم) في منطقة نالوت التي تقع على الحدود الليبية التونسية وتبتعد عن مدينة غريان بأكثر من 200 كم تقريباً، ويعزي السبب في هذا التناقص إلى الابتعاد عن المؤثرات

البحرية، والتناقص في الارتفاع عن مستوى سطح البحر كلما اتجهنا غرباً عبر سلسلة الجبل الغربي، بالإضافة إلى تصاعد تأثير المناخ الصحراوي والدخول ضمن نطاق المناخ الجاف.

وعلى الرغم من أن إقليم الجبل الغربي يتميز بشكل عام بحياة نباتية فقيرة مما يجعله عرضة للتدهور وبالتالي التصحر، إلا أن التباين المكاني الواضح في كميات الأمطار الهاطلة بالمنطقة تنعكس بدورها على كثافة الغطاء النباتي الطبيعي ونوعيته، فالمناطق التي تستقبل كميات أمطار أكبر تتميز بغطاء نباتي أكثر تنوع وكثافة من تلك التي تظهر جرداء عارية من النبات لسقوط كميات أمطار أقل عليها.

ثانياً- تركز سقوط الأمطار في فترات قصيرة جداً:

تتميز الأمطار بالمناطق شبه الجافة بأنها لا تسقط بانتظام خلال الفصل المطير كما هو الشأن بمنطقة الدراسة، فالمطر يسقط على شكل زخات عشوائية وبأطوال مختلفة من ساعة إلى بضع ساعات أو أيام متواصلة، حيث يتضح من الجدول (1) أن متوسط عدد الأيام المطيرة في بعض محطات منطقة الدراسة يتراوح بين 84-108 يوماً خلال السنوات الجافة، ومن 130-154 يوماً خلال السنوات الممطرة، وهذا يعني أن هناك ما بين 257-281 يوماً خالية من المطر بالمنطقة خلال السنوات الجافة، وبين 211- 235 يوماً خالية من المطر خلال السنوات الرطبة، وهذا يوضح أن منطقة الدراسة تبقى لفترة طويلة بدون أمطار كل سنة مما يتسبب في هشاشة الأنظمة البيئية وضعف التربة وسهولة تعريتها وانجرافها.

إن سقوط الأمطار في زخات شديدة متباعدة كما هو الحال بمنطقة الدراسة يقلل من قيمتها الفعلية، ويزيد من أخطارها على الإنسان والبيئة، حيث يتسبب المطر المنهمر في جرف التربة وفيضانات الأودية التي تسهم في زيادة انتشار التصحر، فأحياناً يسقط أكثر من نصف كمية المطر السنوي خلال يوم أو يومين من عاصفة مطرية واحدة، ففي سنة 2015 مثلاً، بلغت كمية الأمطار الهاطلة على مدينة يفرن حوالي 125.2 ملم من عاصفة مطرية واحدة، أي ما يعادل 36.6% من مجمل الكمية التي سقطت في تلك السنة والبالغ قدرها 342.5 ملم، وحسب العديد من الدراسات أن الأمطار تشكل خطراً على التربة وتعرضها للانجراف إذا تجاوزت كمياتها 30 ملم/ خلال 24 ساعة، حيث تؤدي لتفكيك التربة السطحية وتجرفها مع السيول (صالح وأبوعلي، 1989، ص69)، وهو ما يحدث في كثير من الأحيان بمنطقة الدراسة عندما تتجاوز كميات الأمطار 30 ملم/ 24 ساعة، مما يؤدي إلى حدوث جريان سطحي وسيول تجرف معها الطبقة السطحية من التربة، خاصة عند بداية فصل الأمطار عندما يكون سطح التربة عارياً من الغطاء النباتي الطبيعي والتربة جافة ومفككة الأمر الذي يجعلها سهلة الانجراف، وبالتالي تسهم طبيعة أمطار المنطقة في انتشار التصحر وتفاقمه من خلال تعرية التربة بسبب تركز الأمطار في فترة زمنية قصيرة.

جدول (1) عدد الأيام المطيرة وكميات الأمطار ونسبتها خلال أرطب سنة وأجف سنة بمحطات منطقة الدراسة

المحطة	السنة	عدد الأيام المطيرة	أقل من 1ملم	النسبة %	من 1-5 ملم	النسبة %	من 5-10	النسبة %	أكثر من 10	النسبة %	اجمالي كميات الأمطار	نوع السنة
غريان	1992	91	60	65.9	23	25.3	5	5.5	3	3.3	134.07	جافة
	1986	151	100	66.2	26	17.2	13	8.6	12	8	471.43	رطبة
يفرن	1991	108	77	71.3	25	23.1	3	2.8	3	2.8	142.58	جافة
	1987	154	99	64.3	36	23.4	11	7.1	8	5.2	381.38	رطبة
الزنتان	2010	103	80	77.7	17	16.5	6	5.8	-	-	91.75	جافة
	1991	137	92	67.2	28	20.4	10	7.3	7	5.1	321.35	رطبة
نالوت	2010	84	71	84.5	11	13.1	-	-	2	2.4	59.29	جافة
	1982	130	87	66.9	31	23.9	7	5.4	5	3.9	256.02	رطبة

المصدر: عمل الباحث بناءً على بيانات محطات الأرصاد الجوية

ثالثاً- تذبذب سقوط الأمطار بمنطقة الدراسة:

تمتاز أمطار منطقة الدراسة بالتذبذب الشديد في كمياتها وفي ومواعيد سقوطها، وهذه الخاصية جعلتها عرضة للتدهور البيئي ومن ثم التصحر، حيث يتضح من خلال الملاحق (1، 2، 3، 4)، والأشكال (2-3-4-5) أن هناك تفاوتاً كبيراً في كميات الأمطار من سنة لأخرى، ومن محطة لأخرى، حيث تشهد بعض السنوات سقوط كميات كبيرة من الأمطار تزيد عن المتوسط السنوي العام (تتجاوز ضعف المعدل العام في بعض الأحيان)، وفي سنوات أخرى تنخفض الكميات عن المتوسط بشكل كبير جداً. وفيما يلي دراسة وافية لهذه الخاصية بمحطات منطقة الدراسة:

1- محطة غريان: يتبين من الشكل (2) أن سنوات التذبذب بالزيادة والنقصان قد توالت بالمحطة خلال الفترة من (1982-2019)، حيث بلغ إجمالي السنوات فوق المعدل (17) سنة، وإجمالي السنوات تحت المعدل (21) سنة من إجمالي الفترة

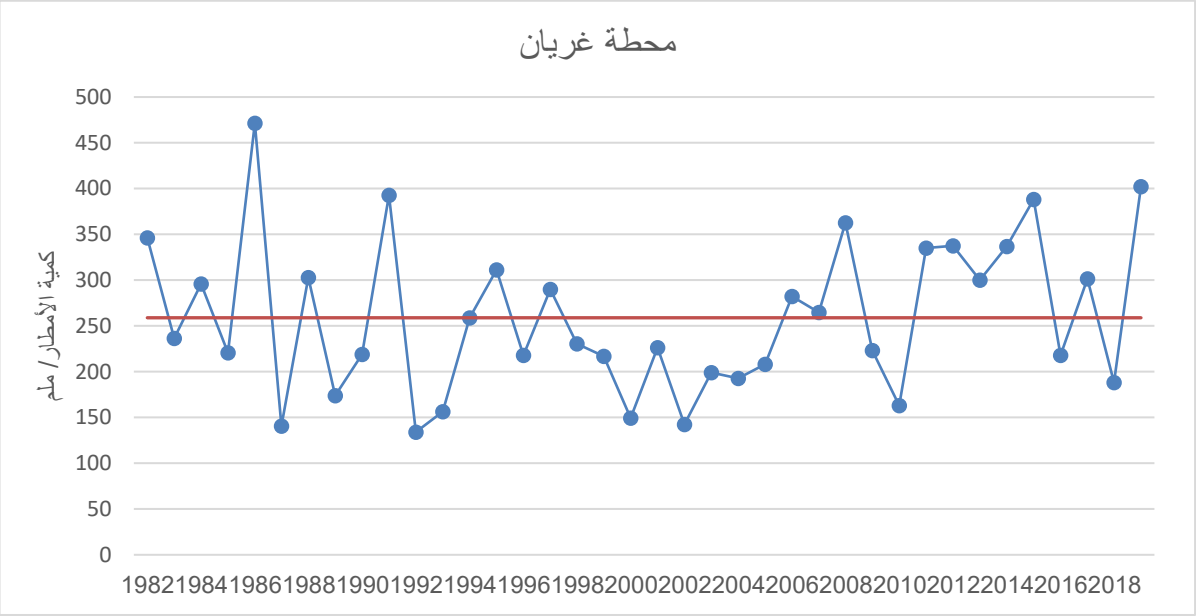
المدروسة (38 سنة)، وقد بدأت الفترة بارتفاع فوق المعدل العام للأمطار الذي يبلغ (258.86 ملم/ سنة)، بحوالي (87.52 ملم) خلال عام (1982)، وانتهت الفترة بارتفاع فوق المعدل أيضاً في السنة (2019) حيث بلغت كمية الأمطار بهذه السنة (402.3 ملم)، أي بزيادة (143.47ملم) فوق المعدل، وكانت أعلى كمية زيادة فوق المعدل خلال سنة (1986) حيث بلغت كمية الأمطار بهذه السنة حوالي (471.4 ملم) أي بزيادة حوالي (212.6 ملم) فوق المعدل، أما أقل الكميات فكانت خلال سنة (1992) بحوالي (134.1 ملم)، أي بانخفاض بلغ (124.8 ملم) تحت المعدل.

2- محطة يفرن: يلاحظ من الشكل (3) أن كميات الأمطار بمحطة يفرن قد اتسمت بالزيادة عن المعدل السنوي العام الذي يبلغ حوالي (245.9 ملم) لمدة (17) سنة من الفترة المدروسة، أما السنوات التي كانت بها كميات الأمطار تحت المعدل العام فقد بلغت (21) سنة، بدأت كميات الأمطار بارتفاع فوق المعدل (عام 1982) ثم انخفضت في السنة التي تليها تحت المعدل ثم ارتفعت في التالية لتعاود الانخفاض في سنة (1985) ثم لترتفع إلى أكبر كمية تسجل بهذه المحطة على الاطلاق خلال الفترة المدروسة حيث بلغت حوالي (416.3 ملم) بزيادة (170.4 ملم) فوق المعدل، ثم لتهبط في السنة التالية إلى أقل كمية تسجل بهذه المحطة والتي بلغت حوالي (142.6 ملم) أي بانخفاض بلغ (103.3 ملم) تحت المعدل، ثم استمر التذبذب بين انخفاض وارتفاع حتى (سنة 1998) التي بدأت عندها فترة جفاف طويلة دامت ثمان سنوات حتى سنة (2005)، لتعاود بعدها كميات الأمطار في الارتفاع فوق المعدل من جديد لثلاث سنوات متلاحقة من سنة (2006) وحتى سنة (2008) لتهبط من جديد خلال السنتان اللاحقتان ثم ترتفع الكميات فوق المعدل في أطول فترة رطوبة استمرت (5) سنوات متتالية من سنة (2011) وحتى سنة (2015) ثم يرجع التذبذب من جديد حتى تنتهي الفترة خلال سنة (2019) بارتفاع فوق المعدل بكمية أمطار بلغت (353.3 ملم).

3- محطة الزنتان: تساوت بمحطة الزنتان أعداد السنوات فوق المعدل العام للأمطار (181.1 ملم) وأعداد السنوات تحته (19) سنة لكل منهما، حيث بدأت الفترة بخمس سنوات فوق المعدل من سنة (1982) وحتى سنة (1986)، ثم انخفضت في سنة (1987) لتعاود الارتفاع في السنة التي تليها ثم تنخفض من جديد خلال سنتي (1989 و1990) ثم ترتفع لأكبر كمية أمطار فوق المعدل سنة (1991) بزيادة بلغت (140.2 ملم) وكمية أمطار تجاوزت (321.4 ملم)، ثم استمر التذبذب بين صعود وهبوط حتى سنة (1999) التي بدأت عندها أطول فترة جفاف استمرت سبع سنوات حتى سنة (2005)، ثم ارتفعت الكميات فوق المعدل لثلاث سنوات متوالية، لتهبط من جديد خلال السنتين اللاحقتين مسجلة خلالهما أقل كمية تحت المعدل العام بنحو (91.8 ملم) بمقدار نقص بلغ (89.3 ملم) خلال سنة (2010)، ثم ارتفعت الكميات فوق المعدل خمس سنوات متتالية بين سنتي (2011–2015)، لتعاود بعدها التذبذب بين انخفاض وارتفاع حتى سنة (2019) التي انتهت عندها الفترة المدروسة بكمية أمطار بلغت (240.1 ملم) أي بواقع زيادة بلغ (58.9 ملم) فوق المعدل العام.

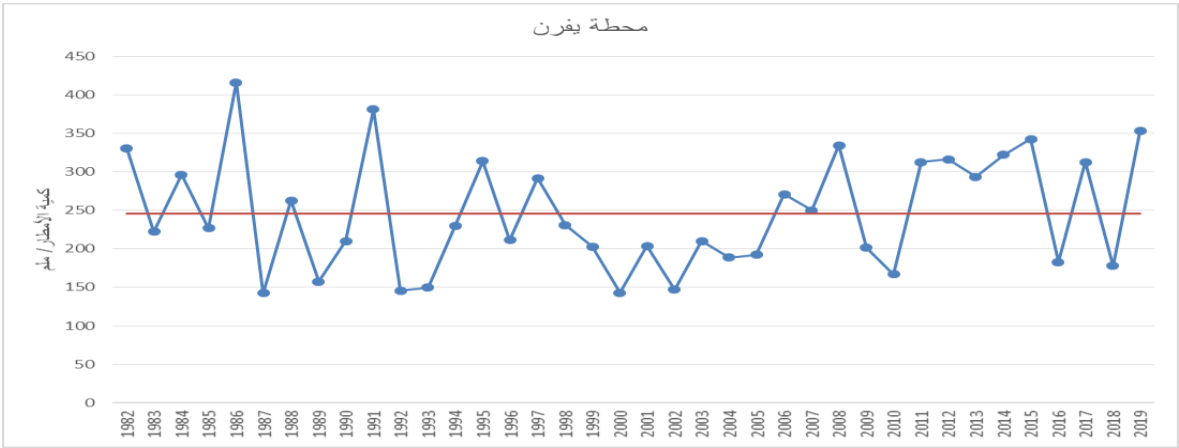
4- محطة نالوت: ابتدأت هذه المحطة بأكبر كمية أمطار فوق المعدل العام الذي يبلغ (126.5 ملم) خلال سنة (1982) بلغت (256 ملم) بزيادة فوق المعدل ناهزت (129.5 ملم)، واستمرت الكميات فوق المعدل السنوات الأربع اللاحقة حتى سنة (1986)، ثم انخفضت تحته لثلاث سنوات متتالية بين عامي (1987-1989)، لترتفع بعد ذلك فوق المعدل سنتين متتاليتين ثم تنخفض تحته لثلاث سنوات متتالية أيضاً، ويستمر التذبذب بعد ذلك حتى سنة (1999) التي بدأت عندها فترة جفاف طويلة استمرت (7 سنوات)، ثم تعقبها فترة رطوبة استمرت (3 سنوات)، ثم فترة جافة استمرت سنتين انخفضت خلالها كميات الأمطار لأدنى مستوى خلال الفترة المدروسة (2010) بلغت (59.3 ملم) فقط، وبنقص بلغ (67.2 ملم) تحت المعدل العام، ثم استمرت الأمطار في التذبذب بالارتفاع فوق المعدل تارة والانخفاض تحته تارة أخرى حتى انتهت الفترة في سنة (2019) بكمية أمطار بلغت (165.6 ملم) بارتفاع فوق المعدل بلغ (39.1 ملم)، شكل (5).

شكل (2) تذبذب كميات الأمطار السنوية (بالملم) في محطة غريان عن المتوسط السنوي العام (258.9 ملم) خلال الفترة من (1982-2019م)



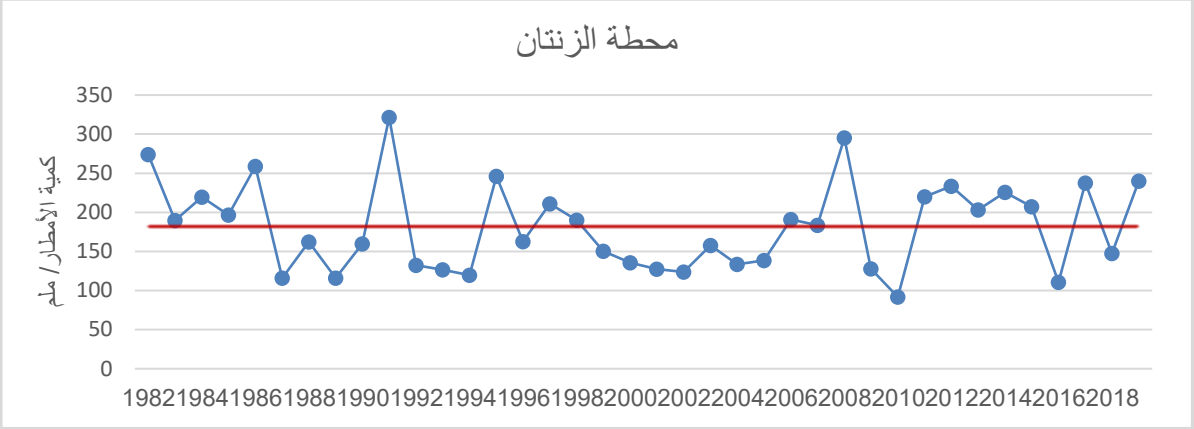
المصدر: عمل الباحث بناءً عن بيانات الملحق (1)

شكل (3) تذبذب كميات الأمطار السنوية (بالملم) في محطة يفرن عن المتوسط السنوي العام (245.9 ملم) خلال الفترة من (1982-2019م)



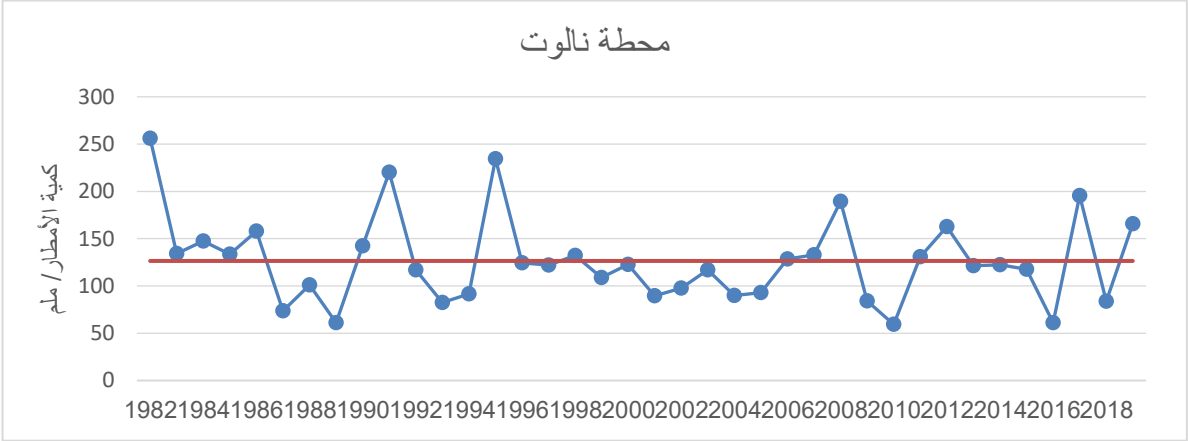
المصدر: عمل الباحث بناءً عن بيانات الملحق (2)

شكل (4) تذبذب كميات الأمطار السنوية (بالملم) في محطة الزنتان عن المتوسط السنوي العام (181.1 ملم) خلال الفترة من (1982-2019م)



المصدر: عمل الباحث بناءً عن بيانات الملحق (3)

شكل (5) تذبذب كميات الأمطار السنوية (بالملم) في محطة نالوت عن المتوسط السنوي العام (126.5 ملم) خلال الفترة من (1982-2019م)



المصدر: عمل الباحث بناءً عن بيانات الملحق (4)

من العرض السابق، وبالنظر إلى الجدول (2) يتضح أن محطتي يفرن وغريان قد تساوت بهما أعداد السنوات التي تجاوزت أمطارها المتوسط السنوي العام (17 سنة لكل منهما) من إجمالي سنوات التسجيل (38 سنة) بنسبة (44.7 %)، بينما بلغت السنوات التي شهدت هطول كميات أمطار أقل من المتوسط فيهما (21 سنة) بنسبة مئوية بلغت (55.3 %)، أما بالنسبة لمحطة الزنتان فقد تساوت فيها أعداد سنوات الزيادة فوق المتوسط العام وأعداد السنوات تحته (19 سنة لكليهما) شكلت ما نسبته (50%) من اجمالي عدد سنوات الرصد لكل منهما، أما محطة نالوت فلم تزد السنوات التي كانت فيها الأمطار فوق المعدل العام عن (16 سنوات) من اجمالي (38 سنة)، أي ما يعادل (42.1%) ودون المتوسط كان (22 سنة) أي (57.9%) من اجمالي عدد سنوات الرصد.

جدول (2) متوسطات الأمطار السنوية وعدد السنوات فوق ودون المتوسط العام ونسبها المئوية في المحطات المشمولة بالدراسة

المحطة	المتوسط السنوي العام للأمطار (بالملم)	عدد السنوات فوق المتوسط	النسبة المئوية لعدد السنوات فوق المتوسط %	عدد السنوات دون المتوسط	النسبة المئوية لعدد السنوات دون المتوسط %	عدد سنوات التسجيل
غريان	258.86	17	44.7	21	55.3	38
يفرن	245.91	17	44.7	21	55.3	38
الزنتان	181.14	19	50	19	50	38
نالوت	126.47	16	42.1	22	57.9	38

المصدر: أعد الجدول بناءً على بيانات الملاحق أرقام (1، 2، 3، 4).

مما تقدَّم ومن خلال مقارنة سقوط أمطار أقل من المتوسط الحسابي العام للأمطار أو أكبر منه يتضح أن نسبة السنوات التي تقل فيها كميات الأمطار عن المتوسط السنوي العام تفوق نسبة السنوات التي ترتفع فيها عنه في معظم محطات منطقة الدراسة، إلا أن هذا يعتمد في الحقيقة في التعبير عن تذبذب الأمطار مقارنة بالمعدل العام بكل محطة، وهذا المتوسط يتأثر بالقيم المتطرفة، ويميل ناحية القيم الكبيرة نظراً لتضخمها؛ وبالتالي كان لابد من استخدام تحليل التباين الإحصائي والانحراف المعياري لاختبار ما إذا كانت هناك فروق جوهرية تدل على وجود تذبذب في كمية الأمطار السنوية داخل كل محطة وبين المحطات المشمولة بالدراسة، أم أن الأمطار منتظمة بالمحطات وتسير على وتيرة واحدة.

وبإجراء اختبار التباين كما هو مبين في الجدول (3) يتضح أن قيمة الاختبار المحسوبة تساوي (32.090)، بينما كانت القيمة الاحتمالية تساوي (000.) أي أنها أصغر من القيمة المحسوبة، مما يدل على وجود فروق جوهرية عالية تؤكد التذبذب الشديد في كميات الأمطار السنوية داخل المحطات مع وجود تباين مكاني في مقدار هذا التذبذب بين المحطات وبنسبة ثقة أكبر من (95%)، كما يؤكدها قيم الانحراف المعياري الواردة بالجدول، أن هذا التذبذب يقل بالاتجاه نحو الغرب بسبب قلة فاعلية المنخفضات الجوية المسببة للأمطار وعدم توغلها كثيراً نحو الجنوب والغرب نتيجة قطرية اتجاه الرياح المسببة لسقوط الأمطار (شمالية غربية) بالمنطقة في بعض السنوات، لذا فإن الأجزاء الداخلية والغربية من منطقة الدراسة أقل أمطار وأقل تذبذب سنوي وفصلي بشكل عام، وذلك لبعد تلك المناطق عن مصدر المنخفضات الجوية وهو البحر المتوسط وقربها من تأثير المناخ الصحراوي، بعكس المنطقة الشرقية من منطقة الدراسة والتي يشتد بها التذبذب نتيجة لقربها من البحر المتوسط مصدر المنخفضات الجوية وبعدها النسبي عن تأثير المناخ الصحراوي مقارنة بالمنطقة الغربية من منطقة الدراسة، حيث أن مسار هذه المنخفضات يكون من الغرب إلى الشرق ويتضاءل تأثيرها بالاتجاه جنوباً.

هذا ويرتبط التفاوت في سقوط الأمطار من سنة لأخرى والتذبذب في كمياتها السنوية عن المتوسط السنوي العام بالزيادة والنقصان؛ بالمنخفضات الجوية التي تتصف بعدم انتظام مرورها فوق البحر المتوسط، وعدم ثبات مساراتها، بالإضافة إلى عدم تناسقها من حيث العمق والضحالة من عام لآخر (لامة، 1996، ص136)، ولذا فإن كميات الأمطار السنوية ترتفع في حالة عبور المنخفضات الجوية المطيرة، بينما يكون العكس تماماً في حالة قلة تكون المنخفضات الجوية الممطرة وقلة عبورها.

جدول (3) اختبار تحليل التباين في تذبذب كميات الأمطار السنوية بالمحطات المشمولة بالدراسة

مصدر التباين	مجموع التربيعات	درجات الحرية	متوسط التربيعات	قيمة الاختبار (ف) المحسوبة	قيمة (ف) الاحتمالية	مستوى المعنوية
التباين بين المحطات	429263.9	3	143087.972	32.090	.000	%95
التباين داخل المحطات	659935	148	4459.02			
المجموع	1089199	151				

المصدر: أعد الجدول بناءً على بيانات الملاحق أرقام (1, 2، 3، 4).

تبدو خطورة تذبذب كميات الأمطار السنوية؛ في أنه يؤدي إلى جفاف التربة وتفككها ثم تعرضها للتعرية والتذرية بعد ذلك بفعل العواصف الغبارية خلال السنوات الجافة، كما أنه يضغط مناخياً على الغطاء النباتي الطبيعي الذي يرتبط بالأمطار الأمر الذي يساعد في سرعة تدهور نوعيته، باختفاء الأنواع النباتية ضعيفة المقاومة للجفاف، وظهور أنواع أخرى أقل قيمة من الناحية الرعوية ومن حيث دورها في المحافظة على التربة وحمايتها مما يسهم في حدوث ظاهرة التصحر، كما تسهم الأمطار الإعصارية العنيفة في بعض السنوات خصوصاً تلك التي تعقب سنوات جفاف هي الأخرى في تعرية التربة بفعل السيول والفيضانات الجارفة التي تنجم عنها، الأمر الذي يفاقم من حدة عملية التصحر (عبد السلام، 2006، ص186)، فعلى سبيل المثال بلغت كمية الأمطار على مدينة غريان سنة (2019) 402 ملم تلت سنة جافة قليلة المطر هي سنة (2018) بلغت فيها الكمية السنوية للأمطار 188.1 ملم فقط.

ولغرض تحديد علاقة تذبذب كميات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة بظاهرة التصحر بشكل علمي فقد تم تطبيق مؤشر هولدرج لسنة 1971 (يتطابق هذا المؤشر مع المؤشر المتبع من قبل اليونسكو، والمؤشر الذي اعتمده المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة "أكساد")، والذي ينص على أن كمية الأمطار السنوية الأقل من (125 ملم/ سنة) هي مؤشر على المناطق الصحراوية، بينما الكميات التي تتراوح كمياتها ما بين (125-250 ملم/ سنة) مؤشر على المناطق المعرضة للتصحر بشدة، في حين تعتبر الكميات المحصورة بين (250-500 ملم/ سنة) مؤشر على المناطق

المعرضة للتصحر بدرجة متوسطة، والمناطق التي تزيد بها كمية الأمطار عن (500 ملم/ سنة) تعتبر مناطق رطبة غير معرضة للتصحر (عبد الجواد، 1997، ص29).

وبناءً عليه صنفت أمطار المنطقة كما هو مبين بالجدول (4) والذي يتضح من خلاله أن عدد السنوات التي كانت فيها بعض أجزاء المنطقة ضمن المناخ الصحراوي قد بلغ عددها ثمانية وعشرون سنة، ستة سنوات بمنطقة الزنتان، واثنتان وعشرون سنة بمنطقة نالوت، وبالتالي يمكن القول إن المنطقة تدخل ضمن المناخ الصحراوي بسبب قلة الأمطار في أقصى جزئها الغربي فقط حيث تتفوق سنوات المناخ الصحراوي عن باقي السنوات، أما في المنطقة الشرقية والوسطى بمنطقة الدراسة فإن ارتفاع كميات الأمطار المتساقطة عليها عن (125 ملم) سنوياً في أغلب الأحيان لا يجعلها ضمن المناخ الصحراوي إلا نادراً، ومن حيث درجة التصحر الشديد كانت غريان عرضة له خلال (20 سنة)، ويفرن في (22 سنة)، ارتفعت في الزنتان فكانت (28 سنة)، وفي نالوت كانت (15 سنة)، أما درجة التصحر المتوسطة فكانت هي الأخرى شائعة في شرق ووسط منطقة الدراسة حيث سجلت غريان (18 سنة)، ويفرن (16 سنة)، وفي الزنتان (4 سنوات)، ولم تسجل أي سنة بمحطة نالوت، أما الحالة الأخيرة (مناطق غير معرضة للتصحر) فلم تُسجل في أي من محطات منطقة الدراسة كمية أمطار تفوق 500 ملم/ سنة.

جدول (4) تصنيف كميات الأمطار السنوية في المحطات المشمولة بالدراسة وعلاقتها بالتصحر بناءً على مؤشر هولدرج

المؤشر / المحطة	مناطق صحراوية 0-125 ملم	مناطق معرضة للتصحر بشدة 125-250 ملم	مناطق معرضة للتصحر بدرجة متوسطة 250-500 ملم	مناطق غير معرضة للتصحر من حيث كمية الأمطار السنوية 500 ملم فأكثر	المجموع
غريان	صفر	20	18	صفر	38
يفرن	صفر	22	16	صفر	28
الزنتان	6	28	4	صفر	14
نالوت	22	15	1	صفر	20

المصدر: أعد الجدول بناءً على بيانات الملاحق أرقام (1, 2، 3، 4).

رابعاً- اتجاهات التغير في كميات الأمطار:

1- الاتجاه العام: يظهر من خلال الجدول (5) أن الاتجاه العام لكميات الأمطار السنوية يميل نحو التناقص في بعض المحطات المشمولة بالدراسة وإلى الزيادة في البعض الأخر، مع وجود تباين مكاني في مقدار التناقص والارتفاع ما بين هذه المحطات، ففي نالوت يظهر تناقص كمية الأمطار بوضوح حيث بلغ متوسط نصف الفترة الأولى (134.9 ملم/ سنة)، انخفض هذا المتوسط في نصف الفترة الثانية إلى (118.5 ملم/ سنة) بفارق سلبي يقدر بحوالي (16.9 ملم) وبمعدل تغير سنوي مقداره (0.94 ملم/ سنة)، أما في الزنتان فقد بلغ متوسط نصف الفترة الأولى (183.6 ملم/ سنة)، انخفض في نصف الفترة الثانية إلى (178.0 ملم/ سنة) أي أنه حدث تناقص في الأمطار مقداره (5.6 ملم) فقط، وبالتالي فإن معدل التغير السنوي يكون مقداره (0.3 ملم/ سنة).

أما بالنسبة لمحطتي غريان ويفرن فيلاحظ أن المتوسط العام لكميات الأمطار السنوية بهما يتجه نحو التزايد، فقد كان متوسط نصف الفترة الأولى في غريان حوالي (250.8 ملم/ سنة)، ارتفع في نصف الفترة الثانية إلى حوالي (266.9 ملم/ سنة) بفارق إيجابي قدره (16.1 ملم)، وبمعدل تغير سنوي نحو الزيادة قدره (0.85 ملم/ سنة)، في حين كان متوسط نصف الفترة الأولى بمحطة يفرن (240.3 ملم/ سنة)، تزايد خلال الفترة الثانية إلى (251.5 ملم/ سنة) مسجلاً تزايد بلغ (11.2 ملم) عن المتوسط الأول، أي أن الأمطار في يفرن تتجه اتجاهاً موجباً بمعدل تغير سنوي قدره (0.59 ملم/ سنة).

مما سبق نستخلص أن الاتجاه العام للأمطار بمنطقة الدراسة تنقسم لقسمين، قسم شرقي تمثله محطتي غريان ويفرن ويتسم بالاستقرار والتزايد وقسم غربي تمثله محطتي الزنتان ونالوت ويتجه نحو التناقص وإن كان التناقص في محطة الزنتان القريبة من محطات الجزء الشرقي يعتبر بسيط ولا يزيد عن (0.3 ملم)، إلا أن هذا التناقص ليس بصورة مطردة بحيث تقل كمية الأمطار السنوية في كل سنة عن سابقتها، فهناك سنوات تزداد فيها كمية الأمطار السنوية عن المتوسط العام وسنوات أخرى تقل عنه، وبالتالي فإن الاتجاه العام يوضح الصورة الإجمالية للأمطار وما يمكن أن تكون عليه كمياتها في السنوات المقبلة، فهو يمثل وسيلة لإجراء تنبؤات مستقبلية ولكن في فترة قصيرة الأمد في حالة الأمطار التي تتصف بالعشوائية في سقوطها كما هو الحال في أمطار منطقة الدراسة وما حولها التي تتعرض إلى تبدلات كبيرة على مدى زمني قصير.

من الجدول يظهر بوضوح أن الأمطار بمنطقة الدراسة تتناقص كمياتها تدريجياً بالاتجاه من الشرق إلى الغرب، وأن معدل التغير هو الآخر يتسم بالتناقص أيضاً بالاتجاه من الشرق باتجاه الغرب، وهذا يدل كما ذكرنا سابقاً على أن تناقص أثر المؤثرات البحرية وتزايد أثر المؤثرات الصحراوية في هذه الاتجاهات بمنطقة الدراسة.

جدول (5) اتجاهات التغير العام في كميات الأمطار السنوية في المحطات المشمولة بالدراسة خلال فترتي القياس

المحطة	عدد سنوات التسجيل	مجموع الفترة الأولى (بالملم)	متوسط الفترة الأولى (بالملم)	مجموع الفترة الثانية (بالملم)	متوسط الفترة الثانية (بالملم)	الفرق بين مجموع الفترتين (بالملم)	الفرق بين المتوسطين (بالملم)	معدل التغير السنوي بالزيادة أو النقصان (بالملم/سنة) (*)	ملاحظات
غريان	38	4764.8	250.8	5071.8	266.9	307	16.1	0.85	زيادة
يفرن	38	4565.4	240.3	4779.3	251.5	213.9	11.2	0.59	زيادة
الزنتان	38	3487.7	183.6	3359.7	178.7	128	4.9	0.26	نقصان
نالوت	38	2563.6	134.9	2242.2	118.0	321.4	16.9	0.89	نقصان

المصدر: أعد الجدول بناءً على بيانات الملاحق أرقام (1, 2، 3، 4).

(*) تم استخراج معدل التغير السنوي بالزيادة والنقص بقسمة الفرق بين المتوسطين على عدد السنوات خلال الفترة الممتدة من نصف الفترة الأولى إلى نصف الفترة الثانية.

ب ـ فترات الرطوبة والجفاف:

تتعرض كميات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة للتذبذب في شكل فترات زمنية ترتفع فيها الأمطار عن المعدل العام حيناً وتنخفض عنه حيناً آخر تعرف بفترات الرطوبة والجفاف، ولدراسة هذه الفترات وتحديد ما إذا كانت عشوائية أم تتبع نظاماً معيناً، ثم تطبيق أسلوب المتوسطات المتحركة الثلاثية على محطات منطقة الدراسة، وعن طريقه أمكن تحديد عدة فترات مطيرة وجافة مختلفة الأطوال والشدة تعرضت لها المنطقة خلال السنوات الماضية، الأمر الذي أسهم في تدهور البيئة الطبيعية بالمنطقة وزاد من مخاطر التصحر. فمن خلال الملاحق (5، 6، 7، 8)، والجدول (6) يتضح أن المنطقة شهدت فترات من الرطوبة والجفاف على النحو الآتي:

1ـ فترات الرطوبة:

شهدت غريان (7) فترات رطبة، كانت الفترة الأولى والثالثة والسابعة قصيرة استمرت سنة واحدة فقط تمثلت في سنوات (1983 و1990 و2018)، ثم فترتي رطوبة استمرت كل منهما سنتين وكانتا خلال سنتي (1995-1996 و2007-2008)، ثم فترة مطيرة واحدة دامت ثلاث سنوات من سنة (1985-1987)، ثم رابعة كانت أكثر الفترات رطوبة استمرت ست سنوات بين عامي (2011-2016)، بلغت المتوسطات المتحركة الثلاثية فيها حوالي (341.7 ملم).

سجلت يفرن (6) فترات رطوبة خلال (38) سنة، استمرت الأولى خمس سنوات بين عامي (1983-1987)، وكانت الفترة الثانية قصرية استمرت سنة واحدة خلال سنة (1990)، ثم تلت ذلك فترتي رطوبة استمرت كل منهما سنتين وكانتا خلا سنتي (1995 و1996) وسنتي (2007 و2008)، ثم فترة رطوبة خامسة استمرت خمس سنوات ابتدأت من سنة (2011) وانتهت بنهاية سنة (2015)، وأخيراً فترة رطوبة سادسة استمرت سنة واحدة فقط خلال سنة (2019).

وشهدت الزنتان (6) فترات رطوبة أيضاً، امتدت الأولى أربع سنوات بين عامي (1983-1986)، ثم فترتين ثانية وثالثة استمرت كل منهما ثلاثة سنوات الأولى بين عامي (1990 و1992)، والثانية بين عامي (1996 و1998)، ثم فترة رابعة استمرت سنتين فقط بين علمي (2007 و2008)، ثم أعقب ذلك أطول فترة رطوبة مرت بها المنطقة واستمرت ست سنوات من سنة (2011) وحتى سنة (2016)، ثم فترة سادسة أخيرة دامت سنة واحدة وكانت خلال سنة (2019).

أما نالوت فهي الأخرى مرت (6) فترات رطوبة، دامت الفترات الثلاثة الأولى ثلاث سنوات لكل منها، كانت الأولى بين عامي (1983 و1985) والثانية بين عامي (1990 و1992) والثالثة بين عامي (1994 و1996)، ثم فترتي رطوبة رابعة وخامسة استمرتا سنتين، الأولى بين عامي (2007-2008) والثانية بين عامي (2012-2013)، ثم فترة سادسة أخيرة دامت سنة واحدة وكانت خلال سنة (2019).

2- فترات الجفاف:

مرت غريان بعدد (6) فترات جافة، دامت الفترة الأولى سنة واحدة فقط وكانت خلال سنة (1984)، في حين استمرت الفترة الثانية سنتين وكانت خلال سنتي (1988 و1989)، أما فترة الجفاف الثالثة فاستمرت أربع سنوات بين أعوام (1991 و1994)، ثم فترة رابعة كانت هي الأطول ودامت عشر سنوات بين عامي (1997-2006)، تلتها فترة خامسة دامت سنتين وكانت في عامي (2009 و2010) ثم فترة الجفاف الأخيرة التي دامت سنة واحدة وكانت خلال سنة (2017).

شهدت محطة يفرن (5) فترات جافة، دامت الفترة الأولى والفترة الرابعة والخامسة سنتين وكانت بين أعوام (1988-1989) و(2009-2010) و(2016-2017)، أما الفترة الثانية فدامت أربع سنوات وامتدت من سنة (1991) وحتى سنة (1994)، أما الفترة الثالثة فكانت هي الأطول ودامت عشر سنوات من سنة (1997) إلى سنة (2006)، وشهدت هذه الفترة سنوات جفاف شديدة تدنت فيها المتوسطات المتحركة الثلاثية سنة (2001) إلى حوالي 164.5 ملم فقط.

مرت الزنتان (5) فترات جافة، دامت الأولى والثانية ثلاثة سنوات لكل منهما، ابتدأت الأولى عام (1987) وانتهت بسنة (1989)، وبدأت الثانية سنة (1993) وانتهت بسنة (1995)، تلت هاتين الفترتين فترة ثالثة أطول دامت ثمان سنوات، بدأت عام (1999) واستمرت حتى عام (2006)، ثم فترة رابعة دامت سنتان وكانت هلال عامي (2009-2010)، ثم فترة أخيرة خامسة دامت سنة واحدة وكانت خلال سنة (2017).

حدثت بنالوت (5) فترات جفاف هي الأخرى، دامت الأولى أربع سنوات بين عامي (1986-1989)، تدنت فيها المتوسطات المتحركة الثلاثية سنة (1988) إلى أدنى مستوياتها حوالي (78.6 ملم)، أما الفترة الثانية فكانت لسنة واحدة فقط سنة (1993)، ثم تبعتها فترة جفاف طويلة استمرت عشر سنوات من سنة (1997) إلى سنة (2006)، ثم فترة رابعة دامت ثلاث سنوات، وكانت بين أعوام (2009-2011)، ثم فترة خامسة أخيرة دامت أربع سنوات وكانت بين أعوام (2014-2017).

جدول (6) عدد فترات الرطوبة والجفاف في المحطات المدروسة بناءً على المتوسطات المتحركة الثلاثية

المحطة / الفترات	غريان	يفرن	الزنتان	نالوت	المجموع
فترات الرطوبة	7	6	6	6	25
فترات الجفاف	6	5	5	5	21

المصدر: أعد الجدول بناء على الملاحق (5، 6، 7، 8).

من خلال ما تقدم يلاحظ أن هناك تبايناً في عدد الفترات الرطبة والجافة وطولها بين المحطات المدروسة، فقد بلغ عدد الفترات الرطبة (25 فترة)، دامت أطولها (6 سنوات)، وتكررت في محطتي غريان والزنتان، أما أقصرها فاستمرت سنة واحدة وتكررت في جميع المحطات، كما بلغ إجمالي الفترات الجافة (21 فترة)، استمر أقصرها سنة واحدة وتكررت في جميع المحطات ما عدا محطة يفرن، أما أطولها فقد دامت (10 سنوات) وكانت في جميع المحطات ما عدا محطة الزنتان التي استمرت أطول فترة جافة بها (8 سنوات)، إن هذا التباين والاختلاف في عدد وأطوال الفترات الجافة والمطيرة يدل على عشوائيتها وعدم انتظامها، ومن ثم لا يمكن الاعتماد عليها في إجراء التنبؤات والتوقعات المستقبلية على مدى زمني طويل، نظراً لصعوبة معرفة مواعيد انتهائها، أو تحديد نوع الفترات اللاحقة وبداياتها.

ويمكن إرجاع السبب المباشر في تكرار فترات الجفاف القصيرة إلى تبدلات الدورة الهوائية العامة للرياح، فالجفاف أينما وجد سواء في العروض المعتدلة أو المدارية ودون المدارية ينتج أساساً عن سيطرة أنظمة ضغط جوي ضد إعصارية بهوائها الهابط المستقر، فالهواء الهابط يؤدي إلى ارتفاع الضغط والحرارة وتناقص الرطوبة النسبية في الهواء فضلاً عن اختفاء السحب، وتكوّن انقلاباً حرارياً علوياً مستديماً يسهم في زيادة استقرار الجو على السطح. كما يؤدي وجود المرتفع الجوي (ضد الإعصاري) إلى تكوَّن 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، 1995، ص21، عبد السلام، 2006، ص197).

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 (Azores)، حيث تضعف حركة الرياح، ويقل تقابل الكتل

الهوائية غير المتجانسة القادمة من الشمال والجنوب، وبالتالي يقل تكون المنخفضات الجوية المطيرة وعبورها، وبالعكس فإن الفترات المطيرة تشهد تقلباً ملحوظاً في أحوال الطقس يتمثل أساساً في حصول تغيرات كبيرة في درجة الحرارة والرطوبة والسحب والأمطار نتيجة لكثرة تقابل الكتل الهوائية وتكون المنخفضات الإعصارية وما يرتبط بها من جبهات وأمطار غزيرة (فضل وأبولقمة، 1995).

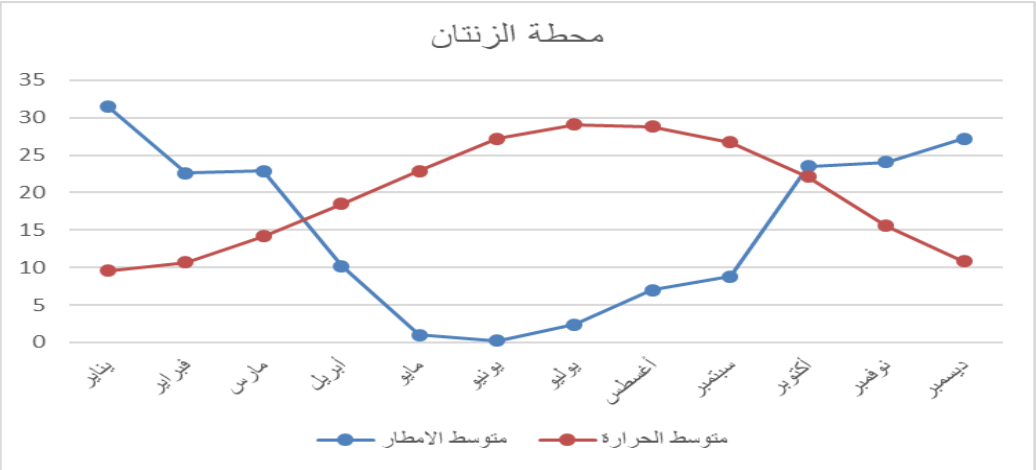
وليس ثمة شك في أن فترات الجفاف التي تمر بها المنطقة أسهمت ولا تزال تسهم في تدهور قدرات البيئة الهشة بما يعزز تدهور الأراضي ويزيد من فرص حدوث التصحر وتفاقمه مع تكرار فترات الجفاف، فعند قلة الأمطار تتعرض التربة للجفاف والتفكك مما يجعلها سهلة الجرف أمام الرياح والعواصف الغبارية والسيول الجارفة في السنوات المطيرة التي تعقب فترة الجفاف، وبسبب ذلك يتعرض الغطاء النباتي للتدهور الشديد نتيجة ضغط الظروف المناخية القاسية على النباتات والذي ينعكس سلباً على حياتها، ومما يزيد من خطورة فترات الجفاف بالمنطقة تواصل الأنشطة البشرية التي تضغط بشدة على موارد البيئة الهشة أصلاً لدرجة تصل بها إلى الإنهاك ومن ثم انتشار التصحر.

5- تركز سقوط الأمطار:

تتركز معظم أمطار منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء البارد، حيث بلغت نسبة تركز سقوط الأمطار بمحطات منطقة الدراسة نسب مرتفعة فكانت في غريان (47.7%)، وفي يفرن (46.4%)، وبلغت في الزنتان (45.7%)، وفي نالوت (41.1%)، إن معظم هذه الأمطار يتركز سقوطها خلال شهري ديسمبر ويناير نتيجة هبوب الرياح الشمالية الغربية والغربية الممطرة خلال هذا الفصل، إن تركز كميات الأمطار خلال الفصل البارد يؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي وعلى نوعية الغطاء النباتي الطبيعي وكثافته وعلى التربة بالمنطقة، فمن الشكل (6) يلاحظ أن فترة العجز المائي التي تبدأ مع نهاية شهر مارس وتستمر حتى بداية شهر نوفمبر تتوافق مع ارتفاع درجات الحرارة إلى حدها الأعلى، مما يتسبب في حدوث خلل بالموازنة المائية داخل أنسجة النبات تؤدي إلى تناقص نموه ومروره بمرحلة حرجة يخضع فيها إلى الكمون والتوقف تماماً عن النمو نتيجة البرودة الشديدة، حيث تتوافق فترة الرطوبة مع انخفاض درجات الحرارة إلى حدها الأدنى في أشهر ديسمبر ويناير وفبراير وبدايات شهر مارس، فعلى الرغم من سقوط كميات لا بأس بها من الأمطار خلال هذه الشهور إلا أن توافق تلك الكميات مع درجات حرارة منخفضة وحدوث الصقيع في بعض الأحيان يضعف نمو النبات ويخضعه لفترة من الكمون، ففي هذين الفصلين تمر دورة حياة النبات بفترتين حرجتين: الأولى فترة حرجة بالنسبة للماء، والثانية فترة حرجة بالنسبة للحرارة، ولأن فصل الحرارة المرتفعة هو فصل الجفاف، وفصل الحرارة المنخفضة والصقيع هو فصل الرطوبة، لذلك فإن فترة النمو النباتي بالمنطقة تقتصر على بداية فصل الربيع الذي يعقب فصل سقوط الأمطار وترتفع فيه درجات الحرارة تدريجياً، إلا أنه خلال هذا الفصل تتعرض المنطقة لهبوب رياح القبلي الحارة الجافة التي تؤثر سلباً على النبات وتسبب العديد من المشاكل التي تعيق نموه بالدرجة المرجوة.

وعليه يمكن القول بأن تأخر سقوط الأمطار عن فصل الإنبات، وزيادة طول الفترة الجافة، وتركز الأمطار في فترة معينة تتصف بالبرودة، اضافةً إلى انتهاء موسم سقوط الأمطار في فترة مبكرة، تعد من الأمور المضرة بالغطاء النباتي حيث أن هذه الظروف المناخية أدت إلى تقابل قمة الحرارة مع قاع المطر مما فرض ظروفا شديدة الجفاف تؤدي إلى تدهور التربة والغطاء النباتي.

شكل (6) فترة الرطوبة والعجز المائي بمحطة الزنتان



المصدر/ عمل الباحث بناءً على بيانات مصلحة الأرصاد الجوية

النتائــج:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم العلاقة بين خصائص الأمطار بإقليم الجبل الغربي وتدهور الأراضي وتصحرها، وقد استُخلصت الاستنتاجات والتعليقات التالية من المناقشات أعلاه.

1. تبين أن الجهات الشرقية من منطقة الدراسة تحظى بكميات أمطار أكبر من الجهات الغربية فمتوسط الأمطار بمحطة غريان بأقصى شرق منطقة الدراسة (258.9 ملم) تتجاوز ضعف متوسط الأمطار بمحطة نالوت بأقصى غرب منطقة الدراسة (126.5 ملم).
2. بينت الدراسة أن أسباب تناقص كميات الأمطار بمنطقة الدراسة يرجع إلى: الابتعاد عن المؤثرات البحرية، التناقص في الارتفاع عن مستوى سطح البحر، وتصاعد تأثير المناخ الصحراوي كلما اتجهنا غرباً عبر سلسلة الجبل الغربي.
3. أوضحت الدراسة أن عدد الأيام المطيرة بالمنطقة يتراوح بين 84–154 يوماً، وأن ما بين 281-211 يوماً خالية من المطر بالمنطقة، وأن بقاء منطقة الدراسة لفترة طويلة بدون أمطار يتسبب في هشاشة الأنظمة البيئية وضعف التربة وتعرضها للتعرية والانجراف.
4. توصلت الدراسة إلى أن القيمة الفعلية للأمطار بالمنطقة المدروسة قليلة، وأن نسبة كبيرة جداً من كمية الأمطار تسقط خلال يوم أو يومين من عاصفة مطرية واحدة ما يتسبب في جرف التربة وفيضانات الأودية التي تسهم في انتشار التصحر.
5. دلت نتيجة اختبار التباين وجود فروق جوهرية عالية تؤكد التذبذب الشديد في كمية الأمطار السنوية داخل المحطات المشمولة بالدراسة مع وجود تباين مكاني في مقدار هذا التذبذب بين المحطات أيضاً وبنسبة ثقة أكبر من 95%.
6. دلت قيم الانحراف المعياري أن الانحراف يقل بالاتجاه غرباً بسبب قلة فاعلية المنخفضات الجوية المسببة للأمطار وعدم توغلها كثيراً ناحية الغرب، لذا فإن الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة أقل أمطاراً وأقل تذبذباً سنوياً وفصلياً بسبب بعد تلك المناطق عن البحر مصدر المنخفضات الجوية.
7. تبين أن تذبذب الأمطار السنوية يؤدي إلى جفاف التربة وتفككها وتعرضها للتعرية والتذرية بفعل العواصف الغبارية خلال السنوات الجافة، كما أنها تضغط مناخياً على النبات الطبيعي الذي يرتبط بالأمطار مما يسرع في تدهور نوعيته.
8. اتضح من خلال تطبيق مؤشر هولدرج الخاص بتحديد العلاقة بين تذبذب كميات الأمطار السنوية وظاهرة التصحر، بأن منطقة الدراسة تدخل ضمن المناخ الصحراوي في أقصى جزئها الغربي فقط، حيث تتفوق سنوات المناخ الصحراوي عن باقي السنوات، فيما يدخل باقي المنطقة ضمن التصحر الشديد والمتوسط، فيما لم تسجل أي سنة بأي محطة ضمن (مناطق غير معرضة للتصحر)، حيث لم تسجل كمية أمطار تفوق 500 ملم/ سنة، بأي من محطات منطقة الدراسة.
9. تبين أن الاتجاه العام للأمطار بمنطقة الدراسة تنقسم إلى قسمين: شرقي يتسم بالاستقرار والتزايد، وغربي يتجه نحو التناقص.
10. اتضح أن منطقة الدراسة تتعرض لفترات رطوبة وجفاف متباينة الطول خلال الفترة المدروسة، وأن الفترات الرطبة بلغت 25 فترة، دام أطولها 6 سنوات، في حين بلغ عدد الفترات الجافة 21 فترة دام أطولها 10 سنوات، وأن هذه الفترات عشوائية غير منتظمة، لذا لا يمكن الاعتماد عليها في إجراء التنبؤات المستقبلية على المدى الطويل.
11. اتضح من الدراسة بأن معظم أمطار المنطقة تتركز في فصل الشتاء البارد مما يؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي وعلى نوعية الغطاء النباتي الطبيعي.
12. تبين أن منطقة الدراسة تتعرض لفترة عجز مائي تبدأ مع نهاية شهر مارس وتستمر حتى شهر نوفمبر بسبب تناقص كميات الأمطار خلال هذه الشهور إلى أدنى مستوى لها، وارتفاع درجات الحرارة إلى مداها الأعلى، مما يتسبب بخلل في الموازنة المائية داخل انسجة النبات.
13. تبين أن تأخر سقوط الأمطار عن فصل الانبات، وطول الفترة الجافة، وتركز الأمطار خلال الفترة الباردة، وانتهاء موسم سقوط الأمطار مبكراً، كل ذلك أضر بالغطاء النباتي وأدى إلى تدهوره.

التوصيات: بناءً على النتائج أعلاه فإن الدراسة تقترح التوصيات التالية:

1) تشجيع المزيد من الدراسات المعمقة في هذا الجانب للوقوف على كافة الأسباب الطبيعية والبشرية التي تقف وراء تدهور الأراضي وتصحرها في منطقة الدراسة بشكل خاص وليبيا بشكل عام.

2) تطوير محطات الرصد الجوي الحالية وانشاء محطات جديدة متطورة تقوم برصد جميع عناصر المناخ في منطقة الدراسة وما جاورها وخاصة منطقة الحمادة الحمراء من أجل توفير بيانات مناخية دقيقة تساعد على إجراء دراسات معمقة عن أسباب التدهور ووضع الحلول المناسبة لمكافحة التصحر.
3) محاولة معالجة المناطق التي تعرضت للتدهور، وتحسين الغطاء النباتي الحالي عن طريق ادخال أنواع نباتية ذات قيمة اقتصادية وبيئية من بيئات مناظرة تتحمل الجفاف وتقاوم التدهور.
4) إنشاء قاعدة بيانات لمراقبة حالة التدهور للأراضي ليس في المنطقة محل الدراسة وحسب وإنما لكامل البلاد والاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد المناطق المتأثرة، وتحديد درجات هذا التأثر، ومن ثم وضع الحلول المناسبة لمعالجتها والحد من انتشار هذه الظاهرة.
5) سن القوانين الخاصة بحماية البيئة وتطبيق العقوبات الرادعة على المخالفين وتقنين استغلال الموارد البيئية للحيلولة دون فقد المزيد من الأراضي.

المراجع:

أولاً- المراجع العربية:

[1] عبد الجواد، الجيلاني (1997)، تدهور التربة والتصحر في الوطن العربي، مجلة الزراعة والمياه بالمناطق الجافة في الوطن العربي، العدد السابع عشر، دمشق، سوريا.
[2] لامة، محمد عبد الله (1996). التصحر في سهل بنغازي (ليبيا)، دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الأداب، جامعة القاهرة، القاهرة.
[3] مقيلي، إمحمد عياد (1995). فصل المناخ، كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافية، تحرير، الهادي أبولقمة وسعد القزيري، الطبعة الأولى، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، سرت، ليبيا.
[4] فضل، محمد علي، أبولقمة، الهادي مصطفى (1995)، فصل الموارد المائية، كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، (تح) الهادي أبو لقمة، سعد القزيري، الطبعة الأولى، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، سرت، ليبيا.
[5] بن خيال، عبد الحميد، (1995). فصل الزراعة والثروة الحيوانية، كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، تح، الهادي بو لقمة وسعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، الطبعة الأولى، سرت، ليبيا.
[6] صالح، حسن عبد القادر؛ أبو علي، منصور حمدي، (1989). الأساس الجغرافي لمشكلة التصحر، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ص69.
[7] جامعة الدول العربية، منظمة التنمية العربية (2003). دراسة حول مؤشرات رصد التصحر في العالم العربي. الخرطوم، السودان.
[8] عبد السلام، محمود سعد ابراهيم (2006)، التصحر في جنوب الجبل الأخضر (دراسة جغرافية في المظاهر والأسباب)، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا.

ثانياً- المراجع الأجنبية:

[9] Thomas D S G (1997). Science and the desertification debate. Journal of Arid Environments 37: 599 – 608.
[10] UNCCD (2007). United Nations Convention to Combat Desertification. Official website of the United Nations Convention to Combat Desertification, http://www.unccd.int/.
[11] Lambin E F, Turner B L, Geist H J, Agbola S B, Angelsen A, Bruce J W, Coomes O, Dirzo R, Fischer G, Folke C, George P S, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X, Moran E F, Mortimore M, Ramakrishnan P S, Richards J F, Skånes H, Steffen W, Stone G, Svedin U, Veldkamp T A, Vogel C and Xu J (2001). The Causes of Land-Use and Land-Cover Change: Moving Beyond the Myths. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions. Vol. 11, No. 4.
[12] Reich P F, Numbern S T, Almaraz R A and Eswaran H (2001). "Land resource stresses and desertification in Africa." In: Bridges, E. M., I. D. Hannam, L. R. Oldeman, F. W. T. Pening de vries, S. J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.). Responses to Land Degradation and desertification, Khaon Kaea, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India.
[13] Reynolds J F, Stafford Smith, D M (2002). Do humans cause deserts? In: Global desertification: Do human cause deserts? Reynolds, J.F., Stafford Smith, D.M. (eds.), Dahlem University Press, Berlin, Germany.

[14] Geist H J and Lambin, E F (2004). Dynamic causal patterns of desertification. BioScience 54, 817 – 829.
[15] Turner B L, Skole D, Sanderson S, Fischer G, Fresco L, Leemans R, (1995). Land-use and land-cover change, Science/Research plan. IGBP/HDP Report 35/7.
[16] Puigdefábregas J (1998). Ecological impacts of global change on drylands and their implications for desertification. Land degradation & development 9, 393 – 406.
[17] El-Tantawi, A. M. M. (2005). Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain: Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques. Johannes Gutenberg University, Mainz, Germany.
[18] UN (2005), United Nations Economic Commission for Africa, water resources development in North Africa, twentieth meeting of the intergovernmental committee of experts 13-14 March 2005, Tangier, Morocco.
[19] Lalzad. (2007). on overview of the global water: problems and solutions. London, U.K.
[20] International Fund for Agricultural Development (IFAD). (2006). Drylands: A Call to Action. Roma, Italy.
[21] Saad, A. M., & Shariff, N. M. (2011). Estimating Desertification in the Arab World Using GIS Approach. Middle-East Journal of Scientific Research, 8 (6), 1046-1053

الملاحق

ملحق (1) تذبذب كميات الأمطار السنوية في محطة غريان عن المتوسط السنوي العام

السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام
1982	346.4	**87.5**	95	311.3	**+52.4**	2008	362.8	**+103.9**
83	236.3	**-22.6**	96	217.9	**-41.0**	2009	223.1	**-35.8**
84	295.7	**+36.8**	97	289.9	**+31.0**	2010	163.2	**-95.7**
85	220.6	**-38.3**	98	230.6	**-28.3**	2011	335.2	**+76.3**
86	471.4	**+212.5**	99	216.9	**-42.0**	2012	337.4	**+78.5**
87	140.6	**-118.3**	2000	149.3	**109.6-**	2013	300.1	**+41.2**
88	303	**+44.1**	2001	226.2	**-32.7**	2014	336.7	**+77.8**
89	173.9	**-85.0**	2002	142.2	**+116.7**	2015	388.2	**+129.3**
90	219	**-39.9**	2003	198.9	**-60.0**	2016	217.8	**-41.1**
91	392.6	**+133.7**	2004	192.6	**-66.3**	2017	301.5	**+42.6**
92	134.1	**-124.8**	2005	208.1	**-50.8**	2018	188.3	**-70.6**
93	156.5	**102.4-**	2006	282.3	**23.4**	2019	402.3	**143.4**
94	258.8	**-0.1**	2007	264.9	**+6.0**			

ملاحق (2) تذبذب كميات الأمطار السنوية في محطة يفرن عن المتوسط السنوي العام

السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام
1982	**330.5**	**84.6**	95	313.9	**+68.0**	2008	334.4	**88.5+**
83	**222.2**	**-23.7**	96	211.3	**-34.6**	2009	201.6	**44.3-**
84	**296.5**	**+50.6**	97	291.6	**+45.7**	2010	166.7	**79.2-**
85	**226.8**	**-19.1**	98	231.2	**-14.7**	2011	312.6	**66.7+**
86	**416.3**	**+170.4**	99	203	**-42.9**	2012	316.5	**70.6+**
87	**142.6**	**-103.3**	2000	142.8	**-103.1**	2013	293.8	**47.9+**
88	**262.7**	**+16.8**	2001	203.8	**42.1-**	2014	322	**76.1+**
89	**157.6**	**-88.3**	2002	146.9	**99.0+**	2015	342.5	**96.6+**
90	**210**	**-35.9**	2003	210	**35.9-**	2016	182.8	**63.1-**
91	**381.4**	**+135.5**	2004	188.7	**57.2-**	2017	312.5	**66.6+**
92	**145.8**	**-100.1**	2005	192.6	**53.3-**	2018	178	**67.9-**
93	**149.8**	**-96.1**	2006	270.8	**24.9+**	2019	353.3	**107.4+**
94	**229.7**	**-16.3**	2007	249.9	**4.0+**			

ملحق (3) تذبذب كميات الأمطار السنوية في محطة الزنتان عن المتوسط السنوي العام

السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام
1982	273.9	**+92.8**	95	246.1	**+65.0**	2008	295.2	**114.1+**
83	189.9	**+8.8**	96	162.5	**-18.6**	2009	128	**53.1-**
84	219.5	**+38.4**	97	210.8	**+29.7**	2010	91.8	**89.3-**
85	196.7	**+15.6**	98	189.9	**+8.8**	2011	219.9	**38.8+**
86	258.6	**+77.5**	99	150.3	**-30.8**	2012	233.6	**52.5+**
87	116.1	**-65.0**	2000	135.6	**-45.5**	2013	203.2	**22.1+**
88	162.1	**+19.0**	2001	127.5	**-53.6**	2014	225.9	**44.8+**
89	116	**-65.1**	2002	123.9	**-57.2**	2015	207.1	**26.0+**
90	159.7	**-21.4**	2003	157.7	**-23.4**	2016	110.5	**70.6-**
91	321.4	**+140.3**	2004	133.5	**-47.6**	2017	237.7	**56.6+**
92	132.5	**-48.6**	2005	138.3	**-42.8**	2018	147.6	**33.5-**
93	126.6	**-54.5**	2006	190.9	**+9.8**	2019	240.1	**59.0+**
94	119.6	**-61.5**	2007	183.5	**+2.4**			

ملحق (4) تذبذب كميات الأمطار السنوية في محطة نالوت عن المتوسط السنوي العام								
السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب عن المتوسط السنوي العام
1982	256	129.5+	95	234.5	108.0+	2008	189.6	63.1+
83	134.1	7.6+	96	124.4	2.1-	2009	84	42.5-
84	147.3	20.8+	97	122.1	4.4-	2010	59.3	67.2-
85	133.7	7.2+	98	132.2	5.7+	2011	130.8	4.3+
86	158.1	31.6+	99	108.8	17.7-	2012	162.6	36.1+
87	73.8	52.7-	2000	122.6	3.9-	2013	121.5	5.0-
88	101	25.5-	2001	89.6	36.9-	2014	122.4	4.1-
89	61	65.5-	2002	97.5	29.0-	2015	117.8	8.7-
90	142.3	15.8+	2003	116.9	9.6-	2016	61.1	65.4-
91	220.4	93.9+	2004	89.8	36.7-	2017	195.6	69.1+
92	117.1	9.4-	2005	92.9	33.6-	2018	83.9	42.6-
93	82.4	44.1-	2006	128.4	1.9+	2019	165.6	39.1+
94	91.7	34.8-	2007	133	6.5+			

ملحق (5) كميات الأمطار السنوية (بالملم) والمتوسطات المتحركة الثلاثية في محطة غريان خلال الفترة من (1982 – 2019م)

المتوسطات المتحركة الثلاثية	كميات الأمطار السنوية	السنوات	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كميات الأمطار السنوية	السنوات
172.6	2226.	2001	-	346.4	1982
189.1	2142.	2002	292.8	236.3	83
177.9	9198.	2003	250.9	295.7	84
199.9	192.6	2004	329.2	220.6	85
227.7	208.1	2005	277.5	471.4	86
251.8	282.3	2006	263.0	140.6	87
303.3	9264.	2007	205.8	303.0	88
283.6	362.8	2008	232.0	173.9	89
249.7	223.1	2009	261.8	219.0	90
240.5	163.2	2010	248.6	392.6	91
278.6	335.2	2011	227.7	134.1	92
324.2	4337.	2012	183.1	156.5	93
324.7	1300.	2013	242.2	258.8	94
341.7	336.7	2014	262.7	311.3	95
314.2	2388.	2015	273.0	217.9	96
302.5	8217.	2016	246.1	289.9	97
235.9	301.5	2017	245.8	230.6	98
297.4	188.3	2018	198.9	216.9	99
-	402.3	2019	197.5	149.3	2000

ملحق (6) كميات الأمطار السنوية (بالملم) والمتوسطات المتحركة الثلاثية في محطة يفرن خلال الفترة من (1982 – 2019م)

السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية
1982	330.5	-	2001	203.8	164.5
83	222.2	283.1	2002	146.9	186.9
84	296.5	248.5	2003	210.0	181.9
85	226.8	313.1	2004	188.7	197.1
86	416.3	261.9	2005	192.6	217.4
87	142.6	273.9	2006	270.8	237.8
88	262.7	187.6	2007	249.9	285.0
89	157.6	210.1	2008	334.4	262.0
90	210.0	249.7	2009	201.6	234.2
91	381.4	245.7	2010	166.7	227.0
92	145.8	225.7	2011	312.6	265.3
93	149.8	175.1	2012	316.5	307.6
94	229.7	230.9	2013	293.8	310.8
95	313.9	251.6	2014	322.0	319.4
96	211.3	272.3	2015	342.5	276.4
97	291.6	244.7	2016	182.8	279.3
98	231.2	241.9	2017	312.5	224.2
99	203.0	192.3	2018	178.0	281.3
2000	142.8	183.2	2019	353.3	

ملحق (7) كميات الأمطار السنوية (بالملم) والمتوسطات المتحركة الثلاثية في محطة الزنتان خلال الفترة من (1982 – 2019م)

السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية
1982	9273.	-	2001	127.5	129
83	9189.	227.8	2002	123.9	136.4
84	219.5	202.0	2003	7157.	138.4
85	196.7	224.9	2004	133.5	143.2
86	258.6	190.5	2005	138.3	154.2
87	1116.	178.9	2006	9190.	179.9
88	162.1	131.4	2007	5183.	223.2
89	0.611	145.9	2008	295.2	202.2
90	7159.	199.0	2009	128.0	171.7
91	4321.	294.5	2010	891.	146.6
92	5132.	193.5	2011	9219.	181.8
93	126.6	126.2	2012	6233.	218.9
94	119.6	164.1	2013	203.2	220.9
95	1246.	176.1	2014	9225.	212.1
96	162.5	206.5	2015	207.1	181.2
97	8210.	187.7	2016	5110.	185.1
98	189.9	183.7	2017	237.7	165.3
99	3150.	158.6	2018	6147.	208.5
2000	135.6	137.8	2019	1240.	-

ملحق (8) كميات الأمطار السنوية (بالملم) والمتوسطات المتحركة الثلاثية في محطة نالوت خلال الفترة من (1982 – 2019م)

المتوسطات المتحركة الثلاثية	كميات الأمطار السنوية	السنوات	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كميات الأمطار السنوية	السنوات
103.2	89.6	2001	-	256.0	1982
101.3	97.5	2002	179.1	134.1	83
101.4	9116.	2003	138.4	147.3	84
99.9	89.8	2004	146.4	133.7	85
103.7	92.9	2005	121.9	1158.	86
118.1	128.4	2006	111.0	73.8	87
150.3	133.0	2007	78.6	101.0	88
135.5	6189.	2008	101.4	61.0	89
111.0	84.0	2009	141.2	3142.	90
91.4	359.	2010	159.9	4220.	91
117.6	130.8	2011	140.0	117.1	92
138.3	162.6	2012	97.1	82.4	93
135.5	121.5	2013	136.2	791.	94
120.6	122.4	2014	150.2	234.5	95
100.4	8117.	2015	160.3	124.4	96
124.8	161.	2016	126.2	122.1	97
113.5	195.6	2017	121.0	132.2	98
148.4	83.9	2018	121.2	108.8	99
-	165.6	2019	107.0	122.6	2000