



تقييم أثر الدورات المناخية الجافة والمطيرة على الغطاء النباتي في بلدية مصراتة للفترة 1980 - 2024.

*حميدة مفتاح صالح¹

¹قسم الجغرافيا .كلية التربية . جامعة غريان

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين التذبذب المطري والتغيرات في الغطاء النباتي بمدينة مصراتة خلال الفترة (1980-2024)، من خلال دمج التحليل الإحصائي والمكاني. اعتمدت الدراسة على بيانات الأمطار الشهرية، حيث تم حساب الخصائص الإحصائية، واستخدام المتوسط المتحرك للكشف عن الدورات المناخية الجافة والممطرة. كما تم تطبيق اختبار مان-كيندال لتحديد الاتجاه العام لكميات الأمطار، وتوزيع جومبل لتقدير احتمالية تكرار القيم القصوى وفترات العودة ولتحليل الغطاء النباتي، تم استخدام مرئيات فضائية من نوع Landsat لعدة سنوات مختارة، وحساب مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، ثم إعادة تصنيفه إلى فئات تعكس كثافة الغطاء النباتي. وأظهرت النتائج وجود تذبذب واضح في كميات الأمطار وعدم انتظام في الدورات المناخية، مع غياب اتجاه إحصائي معنوي طويل المدى. كما بينت النتائج أن استجابة الغطاء النباتي لا ترتبط مباشرة بالتغيرات المطرية السنوية، بل تتأثر بتراكم التذبذبات خلال عدة سنوات كذلك كشفت الدراسة عن تحسن نسبي في كثافة الغطاء النباتي خلال السنوات الأخيرة، وهو ما يُعزى جزئيًا إلى تدخلات بشرية، خاصة أمدادات المياه الجوفية ومياه النهر الصناعي العظيم، الذي ساهم في توفير المياه ودعم النشاط الزراعي. وتؤكد الدراسة أهمية دمج التحليل المناخي مع تقنيات الاستشعار عن بعد؛ لفهم ديناميكية الغطاء النباتي، وتدعو إلى اعتماد نتائج احتمالية تكرار الأمطار في التخطيط البيئي، والإنذار المبكر لمواجهة الجفاف والفيضانات. الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، التذبذب المطري، الدورات المناخية، الغطاء النباتي، مصراتة، مؤشر .

ndvi

Assessment of the Impact of Dry and Wet Climatic Cycles on Vegetation Cover in Misrata Municipality during the Period 1980– 2024

*Hameda moftah saleh

¹Department of Geography, Faculty of Education, University of Gharyan

Abstract

This study aims to analyze the relationship between rainfall variability and vegetation cover changes in Misrata city during the period (1980–2024) by integrating statistical and spatial analysis approaches. Monthly rainfall data were used to calculate key statistical properties, while a moving average method was applied to identify wet and dry climatic cycles. The Mann–Kendall test was employed to detect long-term rainfall trends, and the Gumbel distribution was used to estimate the probability of extreme rainfall events and their return periods. To assess vegetation dynamics,

Landsat satellite imagery from selected years was analyzed to calculate the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), which was subsequently classified into categories representing vegetation density levels. The results revealed significant rainfall variability and irregular climatic cycles, with no statistically significant long-term trend. Furthermore, vegetation response was found to be influenced more by cumulative rainfall variability over several years rather than annual fluctuations alone. The study also identified a relative improvement in vegetation cover in recent years, partially attributed to human interventions, particularly the Great Man-Made River project, which has enhanced water availability and supported agricultural activities. The findings highlight the importance of integrating climatic analysis with remote sensing techniques to better understand vegetation dynamics and recommend the use of rainfall probability analysis in environmental planning and early warning systems for droughts and floods.

Keywords: Climatic cycles, NDVI, Rainfall variability, Remote sensing, Vegetation cover.

المقدمة:

تعد الظروف المناخية بوجه عام، وكميات الأمطار بوجه خاص، من أهم المؤثرات البيئية الطبيعية على مستوى المدن والمجتمعات، إذ تسهم موسمية الأمطار وتغيراتها الكمية في تشكيل إيكولوجية النظم البيئية، المتمثلة في الغطاء النباتي، والموارد المائية، والأنشطة الاقتصادية المحلية، وتعد بلدية مصراتة بوصفها مركزاً حضرياً زراعياً واقتصادياً في شمال غرب ليبيا، نموذجاً مناسباً لدراسة تأثير الدورات المناخية طويلة المدى (الجافة . المطيرة) خاصة في ظل التغيرات المناخية العالمية التي يشهدها القرن الحادي والعشرون، وحساسية المناخ المحلي نتيجة وقوع المنطقة ضمن نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف، وتتيح الفترة الزمنية الممتدة من 1980 . 2024 إمكانية تحليل بيانات الأمطار، والكشف عن الأنماط الدورية للتقلبات المناخية، وتحديد الفترات التي تميزت بمعدلات أمطار تفوق أو تقل عن المعدل العام لمنطقة الدراسة، وما يترتب على ذلك من زيادة أو نقصان في مساحات الغطاء النباتي، باعتباره من أكثر العناصر الطبيعية استجابة لتذبذب معدلات الأمطار وتكرار فترات الجفاف والرطوبة، وتكتسب دراسة أثر هذه الدورات المناخية أهمية خاصة عند تناولها على مدى زمني طويل، إذ تتيح تتبع التغيرات المناخية، وتحليل انماطها الدورية وانعكاساتها على البيئة، وتهدف الدراسة إلى تحليل بيانات الأمطار الشهرية والفصلية، والكشف عن الدورات المناخية التي تميزت بمعدلات أمطار أقل من المعدل العام (دورات الجفاف) وتلك التي تجاوزت المعدل العام (دورات مطيرة)، كما تسعى الدراسة إلى معرفة أثر هذه الدورات على مساحات الغطاء النباتي في مدينة مصراتة من خلال تحليل التغيرات في مساحته وكثافته بالاعتماد على المرئيات الفضائية ومؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، فيما يسهم في توضيح العلاقة بين تكرار فترات الجفاف والرطوبة وكثافة الغطاء النباتي ودعم جهود التخطيط البيئي وإدارة الموارد الطبيعية في ظل التغيرات المناخية المتسارعة.

مشكلة البحث:

1. ما طبيعة التغيرات الزمنية في معدلات الأمطار الشهرية والفصلية في مدينة مصراتة خلال الفترة 1980. 2024؟
2. ما الدورات المناخية الجافة والمطيرة التي شهدتها بلدية مصراتة خلال فترة الدراسة؟
3. مدى تأثير تكرار الدورات الجافة والمطيرة على مساحة الغطاء النباتي وفق مؤشر الاضرار (NDVI)؟
4. هل توجد فروق واضحة في مساحات فئات الغطاء النباتي بين الفترات الجافة والمطيرة؟

الفرضيات:

1. توجد تباينات زمنية في معدلات الأمطار الشهرية والفصلية في مدينة مصراتة خلال الفترة 1980-2024.
 2. تمر مدينة مصراتة بدورات مناخية جافة وأخرى مطيرة يمكن تمييزها إحصائياً بالاعتماد على انحراف معدلات الأمطار عن متوسطها العام.
 3. تؤدي الدورات المناخية المطيرة إلى زيادة مساحة وكثافة الغطاء النباتي في حين تؤدي الدورات الجافة إلى تراجعها.
 4. هناك فروق ذات دلالة واضحة في مساحة فئات الغطاء النباتي المستخرجة من مؤشر (NDVI) بين الفترات الجافة والمطيرة.
- الأهداف:

1. تحليل التغيرات الزمنية في معدلات الأمطار الشهرية والفصلية بمدينة مصراتة خلال الفترة 1980-2024 .
 2. الكشف عن الدورات المناخية الجافة والمطيرة التي شهدتها منطقة الدراسة وتحديد خصائصها الزمنية.
 3. تحديد الفترات التي سجلت معدلات أمطار أعلى أو أقل من المعدل العام وتصنيفها إلى فترات جافة وأخرى مطيرة.
 4. تحليل التغيرات في مساحة وكثافة الغطاء النباتي في مدينة مصراتة باستخدام المرئيات الفضائية ومؤشر (NDVI) للغطاء النباتي.
 5. تقييم أثر تكرار الدورات المناخية الجافة والمطيرة على التغيرات في مساحة الغطاء النباتي وكثافته.
 6. إبراز العلاقة بين تقلبات الأمطار والدورات المناخية من جهة والتغيرات في الغطاء النباتي من جهة أخرى.
- أهمية الدراسة:
1. تسهم في فهم طبيعة التغيرات المناخية المحلية، خاصة ما يتعلق بتذبذب كميات الأمطار والدورات الجافة والمطيرة في مدينة مصراتة .
 2. توضح العلاقة بين التغيرات المناخية والغطاء النباتي، باعتباره من أكثر عناصر البيئة الطبيعية تأثراً بتقلبات الأمطار.
 3. تقدم قاعدة بيانات وتحليلاً زمنياً طويلاً يمكن الاستفادة منه في الدراسات المناخية والبيئية المستقبلية.
 4. تساعد نتائج الدراسة في دعم جهود التخطيط البيئي وإدارة الموارد الطبيعية خاصة في المناطق الواقعة ضمن المناخ الجاف وشبه الجاف.
 5. تسهم في توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ومؤشر (Ndvi) في متابعة التغيرات البيئية وتقييم حالة الغطاء النباتي.
 6. توفر مؤشرات علمية يمكن الاستفادة منها في التخطيط الزراعي وإدارة الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية.
- منهجية الدراسة:
- اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي لدراسة التغيرات الزمنية لكميات الأمطار بمدينة مصراتة، والكشف عن الدورات الجافة والمطيرة، وتحليل أثرها على مساحة وكثافة الغطاء النباتي، كما تم توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (Arc map , QGIS) لتحليل المرئيات الفضائية واستخراج مؤشر الاخضرار.
- أدوات الدراسة والتطبيقات المستخدمة:
- أولاً: أدوات تحليل بيانات الأمطار:
1. تم استخدام عدد من الأساليب الإحصائية باستخدام برنامج (SPSS) لتحليل بيانات الأمطار الشهرية والفصلية والسنوية خلال الفترة 1980 - 2024 ومن أهمها:

المتوسط الحسابي تم استخدامه لحساب المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للأمطار، بهدف تحديد المعدل العام للأمطار في منطقة الدراسة.

الانحراف المعياري واستخدم لقياس درجة تشتت كميات الأمطار عن المتوسط العام وتحديد تقلبها خلال الفترة. معامل الاختلاف واستخدم لتحديد درجة التباين النسبي في كميات الأمطار بين السنوات المختلفة.

اختبار الاستقلالية ومدى الارتباط بين بيانات كميات الأمطار والزمن للفترة 1980-2024.

تحليل الاتجاه العام (Trend Analysis)؛ حيث تم استخدامه للكشف عن الاتجاهات الزمنية طويلة المدى في كميات الأمطار لمعرفة ما إذا كانت تميل إلى الزيادة أو النقصان خلال فترة الدراسة.

اختبار مان كندال (Mann Kendall) للكشف عن الدلالة الإحصائية للاتجاهات الزمنية في بيانات الأمطار، وهو من الاختبارات غير المعملية الشائعة في تحليل السلاسل الزمنية المناخية .

الانحراف عن المعدل العام، وتم استخدامه لتحديد السنوات أو الفترات التي سجلت كميات أمطار أعلى أو أقل من المتوسط العام ومن تم تصنيفها إلى فترات جافة وأخرى مطيرة.

ثانياً أدوات دراسة الغطاء النباتي:

المرئيات الفضائية وبرنامج (Q GIS) لدراسة التغيرات في الغطاء النباتي في منطقة الدراسة خلال سنة (1986، 2000، 2024) .

مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، ويعد من أهم المؤشرات المستخدمة في دراسة الغطاء النباتي، حيث يعتمد على الفرق بين انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة والضوء الأحمر ويحسب وفق المعادلة : $NDVI = NIR - Red / NIR + Red$ ، وتتراوح قيم المؤشر بين -1 و +1 حيث تشير القيم المرتفعة إلى وجود غطاء نباتي كثيف، بينما تدل القيم المنخفضة على ضعف أو انعدام الغطاء النباتي .

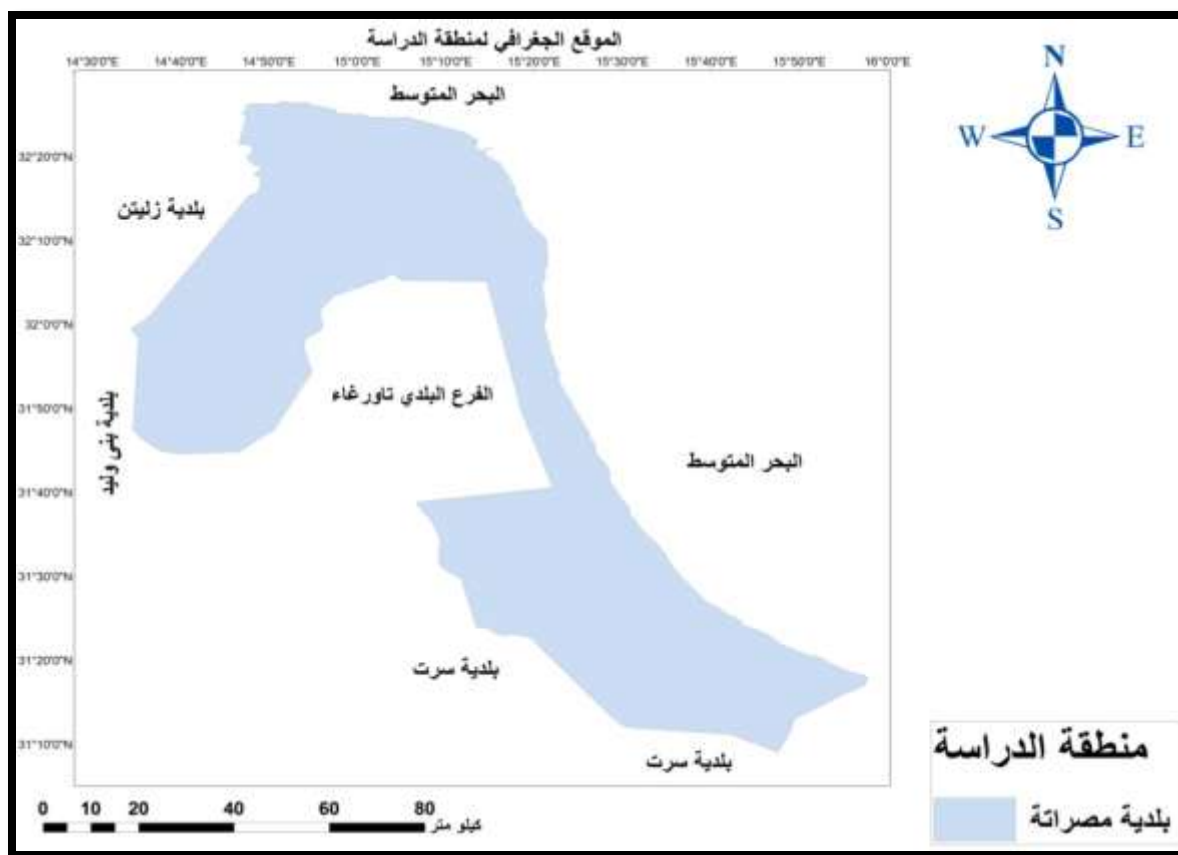
تصنيف فئات الغطاء النباتي حيث تصنف قيم مؤشر NDVI إلى عدة فئات تمثل مستويات مختلفة من كثافة الغطاء النباتي .

حساب مساحات الفئات المستخرجة من تصنيف مؤشر NDVI بواسطة أدوات التحليل المكاني في برنامج QGIS المجال المكاني والزمني لمنطقة الدراسة:

1. المجال المكاني: تقع بلدية مصراتة بين دائرتي عرض 21° 31' و 15° 32' درجة شمالاً وخطي طول 14.6° و 15.54° شرقاً، وتطل على ساحل البحر المتوسط من الناحيتين الشمالية والشرقية، وبلدية سرت من ناحية الشرق والجنوب الشرقي، أما من ناحية الجنوب فتحدها بلدية بني وليد، في حين تمثل بلدية زليتن الحدود الغربية لها، والخريطة رقم (1) تبين الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

2 . المجال الزمني: يمثل المجال الزمني لفترة الدراسة في المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية لكميات الأمطار في محطة أرصاد مصراتة من موسم (2024/1980 م)، والمرئيات الفضائية (land sat 7،5،8) لسنة (1986، 2000، 2024).

الشكل (1) الموقع الجغرافي لبلدية مصراتة.



صدر : عمل الباحثة بالاعتماد على مخطط المجلس البلدي مصراتة 2015 م وباستخدام برنامج GIS الدراسات السابقة:

1. دراسة (صالح، 2019) بعنوان: (التغير الكمي والفصلي للأمطار وأثره على الغطاء النباتي وانجراف التربة في الأجزاء الشمالية من غريان). هدفت الدراسة إلى تحليل الخصائص المطرية، والتعرف على نمط التغيرات في كميات الأمطار، وما إذا كانت تتبع سلوكاً عشوائياً أو منتظماً، من خلال الكشف عن الدورات الجافة والمطرية، كما سعت إلى تحديد تأثير خصائص الأمطار في كثافة ونمو الغطاء النباتي، وأظهرت النتائج تباين كميات الأمطار خلال الفترة 1944-2016 ووجود (13) دورة مناخية منها 7 (7) دورات جافة و(6) دورات مطرية، تتكرر بصورة عشوائية وغير منتظمة، مع عدم تجانس في أطوالها، مما يشير إلى صعوبة الاعتماد عليها في التنبؤ المستقبلي، كما بينت الدراسة أن تغير الخصائص الكمية للأمطار يؤثر في كثافة الغطاء النباتي، حيث أظهرت المقارنة بين مرتبات فضائية لفصلي الربيع والصيف خلال دورة مطرية وأخرى جافة تراجعاً في مساحة الغطاء النباتي بنحو (27% و 5%) خلال سنة 2016 (دورة جافة) مقارنة بـ (37% و 14%) خلال سنة 1986 (دورة مطرية) للفصلين على التوالي.

2. دراسة (مسعود، 2025) بعنوان: (تغيرات الغطاء النباتي في منطقة مصراتة في ظل تأثير الأمطار). هدفت الدراسة إلى التعرف على أنواع النباتات الطبيعية وتوزيعها الجغرافي، وتحليل الظروف المناخية لأكثر تأثيراً على الغطاء النباتي، إضافة إلى تفسير أسباب تدهور بعض الأنواع واختفائها، وتوصلت الدراسة إلى وجود تناقص في كثافة الأنواع النباتية في أجزاء مختلفة من المنطقة نتيجة تذبذب الأمطار، كما تبين تركيز النباتات الطبيعية في الأجزاء الشمالية، وبالأجزاء في

حين تسود نباتات الاستبس في الأجزاء الجنوبية، وأظهرت النتائج كذلك عدم تجانس في توزيع الغطاء النباتي، مع وجود تأخر زمني في استجابة بعض الأنواع للتغيرات المطرية، حيث يظهر التأثير بعد عدة سنوات، بينما تتأثر الأعشاب بشكل مباشر خلال فترات الإنبات والنمو، ويرجع هذا التباين إلى عدد من العوامل المناخية، من أهمها اختلاف كميات الأمطار ودرجات الحرارة وتأثير الرياح الجافة.

3. دراسة (محمد، 2023)، بعنوان: (كشف التغير في الغطاء الأرضي في ولاية غرب دار فور بين عامي (2017 و2021)). هدفت الدراسة إلى حساب مساحات ونسب التغير في الغطاء الأرضي، ومقارنة توزيعها خلال فترة الدراسة، وتحديد الأنماط السائدة، إضافة إلى تحليل أسباب الزيادة والنقصان في الغطاء النباتي، وتوصلت الدراسة إلى أن عوامل طبيعية وأخرى بشرية أسهمت في تناقص الغطاء الأرضي، كما أظهرت أن المراعي تمثل النمط السائد في منطقة الدراسة، حيث تشغل نحو (90%) من إجمالي المساحة.

على الرغم من الدراسات السابقة التي تناولت تأثير التذبذب المطري على الغطاء النباتي في مناطق مختلفة، إلا أنه لا توجد دراسة شاملة تربط بين توالي سنوات الدورات المناخية الجافة والممطرة، احتمالية تكرار الأمطار، والتغيرات في الغطاء النباتي عبر المراحل الفضائية في منطقة مصراتة. وعليه، فإن هذه الدراسة تهدف إلى سد هذه الفجوة من خلال تحليل دورات الأمطار (1980-2024)، احتمالية تكرار كميات الأمطار، واستجابة الغطاء النباتي لهذه التغيرات، مع مراعاة دور المياه الجوفية ومياه النهر الصناعي العظيم كمورد مائي مستدام يدعم الغطاء النباتي والزراعة، بهدف تقديم توصيات علمية لإدارة الموارد الطبيعية والإنذار المبكر لمواجهة موجات الجفاف والفيضانات.

أولاً : دراسة الخصائص المطرية:

1. تحليل المتوسطات الشهرية والفصلية للأمطار للفترة 1980 - 2024.

تتأثر بلدية مصراتة بعد من المنخفضات الجوية والأعاصير التي تعبر حوض البحر المتوسط من الغرب نحو الشرق خلال الفترة الممتدة من بداية فصل الخريف حتى نهاية فصل الربيع، مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات جوية مصحوبة بهطول الأمطار، ويقدر عدد المنخفضات الجوية التي تدخل حوض البحر المتوسط والمتأثرة بسواحل غرب ليبيا بما يتراوح بين (75 - 98) منخفضاً جوياً (الشركسي، أبو مدينة، 2010، ص 39) ويوضح الجدول (1) المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار خلال الفترة (2024/1980)، حيث يتبين أن شهر ديسمبر سجل أعلى متوسط مطري بلغ (70.98ملم)، يليه شهرا نوفمبر ويناير، مما يشير إلى ذروة النشاط المطري خلال فصل الشتاء، الذي بلغ متوسطه (51.61ملم)، في المقابل سجل فصل الصيف أدنى قيمة بلغت (1.27ملم)، وهو ما يعكس حالة الجفاف السائدة خلال هذا الفصل (جدول 2)، كما أظهرت قيم المدى والانحراف المعياري المرتفعة، خاصة في شهري نوفمبر وديسمبر، وجود حالات من الهطول المطري الشديد والمتطرف، كذلك بينت نتائج التحليل ارتفاعاً ملحوظاً في معامل الاختلاف في معظم الشهور، مما يدل على تذبذب كميات الأمطار وعدم انتظامها من سنة إلى أخرى، أما الأشهر الانتقالية (الربيع والخريف)، فقد مثلت فترة انعدم استقرار مناخي، إذ سجل فصل الخريف متوسطاً بلغ (28.91 ملم)، ممثلاً بداية النشاط المطري، في حين سجل فصل الربيع متوسطاً قدره (10.62 ملم)، حيث تبدأ كميات الأمطار في التراجع تدريجياً تمهيداً لدخول فصل الجفاف (فصل الصيف).

الجدول (1) المتوسط الشهري لكميات الأمطار للفترة 2024/1980م.

الشهر	المتوسط (ملم)	الانحراف المعياري	المدى	معامل الاختلاف %
يناير	54.54	53.21	225.30	97
فبراير	29.31	22.50	108.20	77
مارس	19.06	22.07	113.60	116
أبريل	8.17	10.30	53.50	126
مايو	4.64	11.77	64.91	254
يونيو	1.26	3.17	18.50	252
يوليو	0.03	0.13	0.70	403
أغسطس	2.52	6.09	27.96	242
سبتمبر	12.75	16.71	67.30	131
أكتوبر	29.56	31.94	136.30	108
نوفمبر	44.43	47.18	222.20	106
ديسمبر	70.98	76.77	463.40	108

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة.

الجدول (2) المتوسطات الفصلية لكميات الأمطار للفترة 2024/1980م.

الفصل	الخرريف	الشتاء	الربيع	الصيف
المتوسط (ملم)	28.91	51.61	10.62	1.27

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة.

2. تحليل الاتجاه العام للأمطار للفترة 2024/1980م.

تعد دراسة الاتجاه العام للسلاسل الزمنية المناخية من أهم الأساليب المستخدمة في تحليل بيانات المناخ، إذ تهدف إلى الكشف عن التغيرات طويلة المدى في عناصره، مثل درجات الحرارة وكميات الأمطار، ويساعد هذا النوع من التحليل في تحديد ما إذا كانت القيم تتجه نحو الزيادة أو النقصان أو الاستقرار عبر الزمن، بعيداً عن التقلبات قصيرة المدى، كما تكمن أهميته في فهم طبيعة التغيرات المناخية وتقييم آثارها البيئية والاقتصادية، بما يسهم في دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة الموارد والتخطيط المستقبلي، كما تم إجراء اختبار الاستقلالية (Durbin – Watson) للتحقق من عشوائية القيم وعدم وجود ارتباط ذاتي بينهما، ولتحليل الاتجاه العام لكميات الأمطار السنوية، وقد أظهرت نتائج الجدول (3) أن قيمة الاختبار بلغت (1.609)، وهي تشير إلى وجود ارتباط ذاتي ضعيف، وهو ما يتوافق مع طبيعة السلاسل المناخية التي غالباً ما تتأثر بدورات موسمية وعوامل زمنية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي بين كميات الأمطار السنوية والزمن خلال الفترة (1980 - 2024) ضعف العلاقة بين المتغيرين، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($R=0.051$) ومعامل التحديد ($R^2=0.003$)، مما يدل على أن الزمن يفسر نسبة ضئيلة جداً من التغير في كميات الأمطار، كما أن قيمة الدلالة الإحصائية ($sig=0.740$) أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، وهو ما يشير إلى عدم وجود اتجاه عام معنوي في السلسلة الزمنية، وبالتالي فإن التغيرات في كميات الأمطار تتسم بالعشوائية، ولا يمكن الاعتماد على النموذج في التفسير أو التنبؤ، إذ تتصف الأمطار بتذبذب سنوي دون اتجاه واضح للزيادة أو النقصان (الشكل 2). وتتفق نتائج اختبار (Mann–Kendall) مع نتائج الانحدار الخطي ومعامل الارتباط، حيث أظهرت جميعها ضعف العلاقة بين الزمن وكميات الأمطار، إذ بلغت قيمة

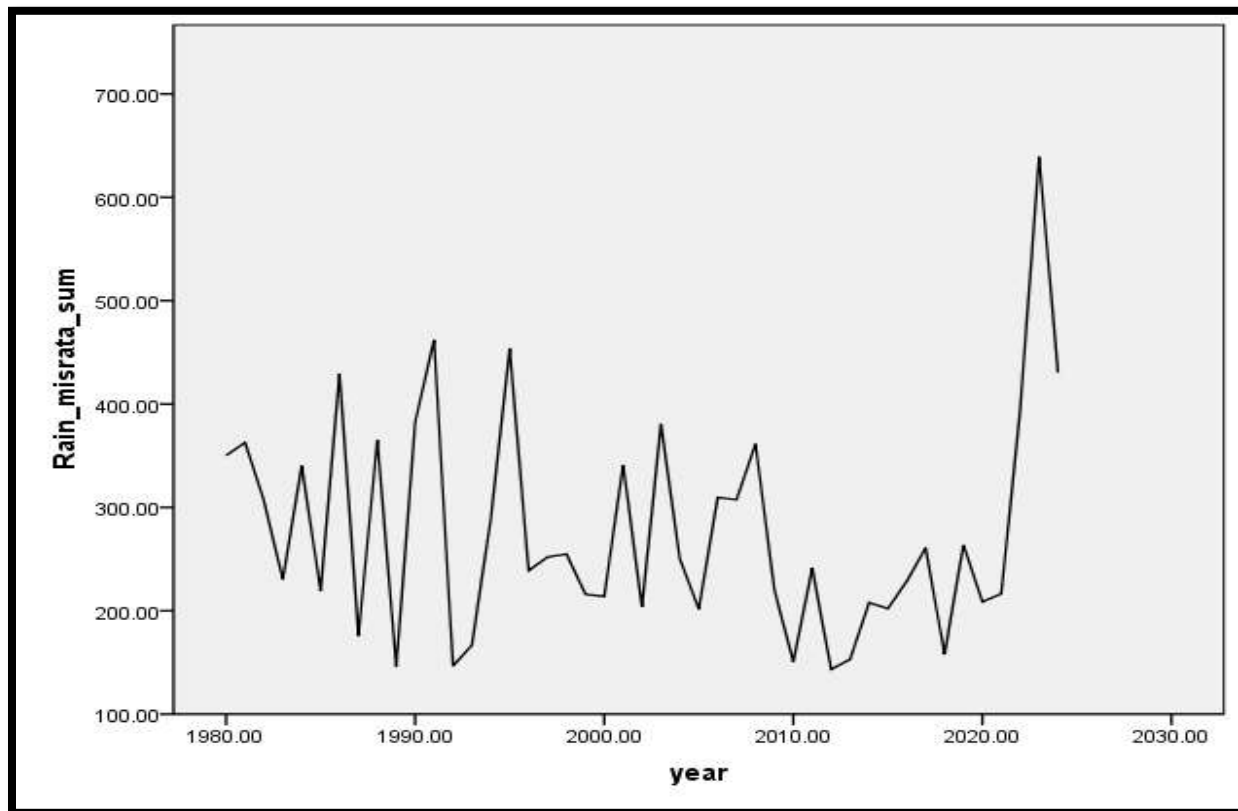
الاختبار ($Tau = 0.085$)، مما يشير إلى اتجاه موجب ضعيف جداً، كما أن قيمة الدلالة الإحصائية (0.411) أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، وهو ما يعزز الاستنتاج بعدم وجود اتجاه عام ذي دلالة إحصائية، وبناءً على ذلك، يمكن القول إن كميات الأمطار خلال فترة الدراسة لا تتبع اتجاهًا زمنيًا منتظمًا، وإنما تعكس تقلبات سنوية واضحة تتسم بدرجة عالية من التباين، وترتبط بشكل رئيس بالعوامل المناخية الإقليمية، مع غياب أي دليل إحصائي على وجود تغير طويل المدى خلال الفترة (1980-2024)

الجدول (3) التقييمات الإحصائية لكميات الأمطار للفترة 1980-2024.

Mann kandll مان كيندال	معامل التحدي د	الارتباط	Durbin watson الاستقلالية	المعامل الإحصائي
0.085	0.00 3	0.051	1.609	القيمة الإحصائي ة
Sig = 0.411	sig = 0.740		/	الدلالة الإحصائي ة

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة ارساد مصراتة وباستخدام برنامج SPSS.

الشكل (2) مخطط الزمني لكميات المطر للفترة 1980-2024.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة أرساد مصراتة وباستخدام برنامج SPSS.

3. تحديد الدورات المناخية الجافة والمطيرة للفترة 1980-2024.

يستخدم تحليل الدورات في السلاسل الزمنية للكشف عن فترات التعاقب بين الجفاف والرطوبة، في حين تسهم المتوسطات المتحركة في تنعيم البيانات وإزالة التذبذبات قصيرة المدى، مما يساعد على إظهار الاتجاهات الدورات المناخية بصورة أكثر وضوحاً، ويتضح من الجدول (4) أن الفترة المناخية (1980 - 2024) اتسمت بتذبذب واضح بين الدورات المطيرة والجافة، دون وجود انتظام ثابت في تعاقبها، فقد سادت في بداية السلسلة دورة مطيرة طويلة نسبياً نحو (9 سنوات)، مما يعكس مرحلة رطبة تميزت بارتفاع كميات الهطول، تلت ذلك دورات قصيرة متناوبة بين الجفاف والرطوبة (1 - 2 سنة)، وهو ما يشير إلى حالة من عدم الاستقرار المناخي خلال هذه المرحلة الانتقالية، وبعدها ظهرت دورة جافة أطول نحو (5 سنوات)، أعقبها دورة مطيرة نحو (7 سنوات) قبل أن تهيمن دورة جافة طويلة نحو (13 سنة)، تعد الأطول ضمن السلسلة المطيرة، وتشير هذه النتائج إلى ميل عام نحو زيادة فترات الجفاف في الجزء الأخير من السلسلة الزمنية مع تراجع نسبي في طول وشدة الدورات المطيرة، ويتفق ذلك مع نتائج الاتجاه العام، التي أظهرت ضعف الاتجاه وعدم دلالاته إحصائياً، كما بينت الاختبارات السابقة

الجدول (4) الدورات المناخية الجافة والمطيرة للفترة 1980-2024.

طول الدورة المناخية	إشارة الارتفاع والانخفاض عن المتوسط المتدحرج لقيم الهطول	الخمس سنوات المتدحرج ة لقيم الهطول/م لم	المجموع السنوي للمطر/م لم	الموسم المطري
9 مطيرة	/	/	499.4	1980/1981
	/	/	232.2	1981/1982
	(+)	309.64	258.5	1982/1983
	(+)	266.8	250	1983/1984
	(+)	296.4	308.1	1984/1985
	(+)	291.1	285	1985/1986
	(+)	315.6	380.3	1986/1987
	(+)	294.22	232.1	1987/1988
	(+)	331.04	372.4	1988/1989
	(+)	321.82	201.3	1989/1990
(+)	305.8	469.1	1990/1991	

طول الدورة المناخية	إشارة الارتفاع والانخفاض عن المتوسط المتدرج لقيم الهطول	الخمس سنوات المتدرج ة لقيم الهطول/م لم	المجموع السنوي للمطر/م لم	الموسم المطري
				1
1 جافة	(-)	264.5	334.2	1991/199 2
2 مطيرة	(+)	313.9	152	1992/199 3
	(+)	286.5	165.7	1993/199 4
1 جافة	(-)	254.7	448.5	1994/199 5
2 مطيرة	(+)	282.14	332	1995/199 6
	(+)	294.1	175.3	1996/199 7
5 جافة	(-)	259.7	289.2	1997/199 8
	(-)	221.42	225.4	1998/199 9
	(-)	252.9	276.6	1999/200 0
	(-)	257.12	140.6	2000/200 1
	(-)	241.63	332.5	2001/200 2
7 مطيرة	(+)	285	310.5	2002/200 3
	(+)	311.8	458.4	2003/200 4
	(+)	306.12	182.7	2004/200 5
	(+)	313.2	274.7	2005/200 6
	(+)	269.04	304.3	2006/200 7
	(+)	268.12	345.9	2007/200 8
	(+)	270.01	237.6	2008/200 9
13 جافة	(-)	248.52	178.1	2009/201 0

طول الدورة المناخية	إشارة الارتفاع والانخفاض عن المتوسط المتدرج لقيم الهطول	الخمس سنوات المتدرج ة لقيم الهطول/م لم	المجموع السنوي للمطر/م لم	الموسم المطري
	(-)	202.4	284.1 5	2010/201 1
	(-)	184	196.8 5	2011/201 2
	(-)	191.5	115.2	2012/201 3
	(-)	170.33	145.7	2013/201 4
	(-)	183.34	215.4	2014/201 5
	(-)	206.84	223.5	2015/201 6
	(-)	229.54	216.9	2016/201 7
	(-)	226.44	232.7	2017/201 8
	(-)	221.9	259.2	2018/201 9
	(-)	263.9	199.9	2019/202 0
	(-)	262.83	200.7	2020/202 1
	(-)	263.21	426.9	2021/202 2
	/	/	227.4 7	2022/202 3
	/	/	261.0 9	2023/202 4

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة وباستخدام برنامج SPSS.

4. تحليل الاحتمال التكراري لكميات الأمطار للفترة 1980. 2024.

يُعد تحليل احتمالية التكرار لكميات الأمطار من الأدوات الإحصائية المهمة في الدراسات المناخية، حيث يُسهم في تحديد مدى تكرار القيم المطرية المختلفة واحتمالية حدوثها مستقبلاً. وتبرز أهمية هذا التحليل في فهم سلوك الأمطار السنوية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، لما له من دور في تقييم فترات الجفاف والرطوبة. كما يساعد جدول التكرار الاحتمالي في ربط التغيرات المطرية بتأثيراتها على الغطاء النباتي، من خلال تحديد السنوات التي تتوفر فيها ظروف رطوبة ملائمة لنمو النبات، مقابل السنوات الجافة التي تؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي

يبين الجدول (5) احتمالية التكرار تبايناً واضحاً في كميات الأمطار السنوية، حيث تتراوح القيم بين حد أدنى بلغ (115.2 ملم) باحتمالية تكرار مرتفعة تصل إلى (97.78%)، وحد أقصى بلغ (499.4 ملم) باحتمالية منخفضة لا تتجاوز (2.22%)، مما يدل على ندرة حدوث السنوات شديدة الرطوبة، كما يتضح أن القيم المطرية المرتفعة التي تتجاوز (450 ملم) مثل (458.4 و 469.1 ملم) ترتبط بفترات تكرار طويلة تتراوح بين (15-22.5 سنة)، وهو ما يؤكد ندرتها، في حين أن القيم المتوسطة التي تتراوح بين (250-300 ملم) مثل (250 و 276.6 و 289.2 ملم) تتكرر بفترات قصيرة نسبياً (حوالي 2-3 سنوات)، مما يشير إلى أنها تمثل النمط السائد للأمطار في منطقة الدراسة، في المقابل، تظهر القيم المنخفضة التي تقل عن (200 ملم) مثل (196.85 و 178.1 و 152 ملم) باحتمالات مرتفعة تتجاوز (80%)، ما يعكس تكرار سنوات الجفاف، خاصة خلال الفترات الأخيرة. ويؤكد ذلك الطبيعة المتذبذبة للأمطار، التي تميل إلى سيادة الظروف شبه الجافة، وهو ما ينعكس سلباً على استقرار وكثافة الغطاء النباتي.

الجدول(5) احتمالية تكرار كميات الأمطار للفترة 1980 - 2024.

الاحتمال %	(سنة ك) فترة التكرار	الرتبة	كميات الأمطار (ملم)
2.22	45.00	1	499.4
4.44	22.50	2	469.1
6.67	15.00	3	458.4
8.89	11.25	4	448.5
11.11	9.00	5	426.9
13.33	7.50	6	380.3
15.56	6.43	7	372.4
17.78	5.63	8	345.9
20.00	5.00	9	334.2
22.22	4.50	10	332.5
24.44	4.09	11	332.0
26.67	3.75	12	310.5
28.89	3.46	13	308.1
31.11	3.21	14	304.3
33.33	3.00	15	289.2
35.56	2.81	16	285.0
37.78	2.65	17	284.15
40.00	2.50	18	276.6
42.22	2.37	19	274.7
44.44	2.25	20	261.09
46.67	2.14	21	259.2
48.89	2.05	22	258.5
51.11	1.96	23	250.0
53.33	1.88	24	237.6
55.56	1.80	25	232.7
57.78	1.73	26	232.2
60.00	1.67	27	232.1
62.22	1.61	28	227.47
64.44	1.55	29	225.4
66.67	1.50	30	223.5
68.89	1.45	31	216.9
71.11	1.41	32	215.4

الاحتمال %	(سنة ك) فترة التكرار	الرتبة	كميات الأمطار (ملم)
73.33	1.36	33	201.3
75.56	1.32	34	200.7
77.78	1.29	35	199.9
80.00	1.25	36	196.85
82.22	1.22	37	182.7
84.44	1.18	38	178.1
86.67	1.15	39	175.3
88.89	1.13	40	165.7
91.11	1.10	41	152.0
93.33	1.07	42	145.7
95.56	1.05	43	140.6
97.78	1.02	44	115.2

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة وباستخدام برنامج spss.

5. توزيع جومبل لاحتمالية تكرار كميات الأمطار للفترة 1980. 2024.

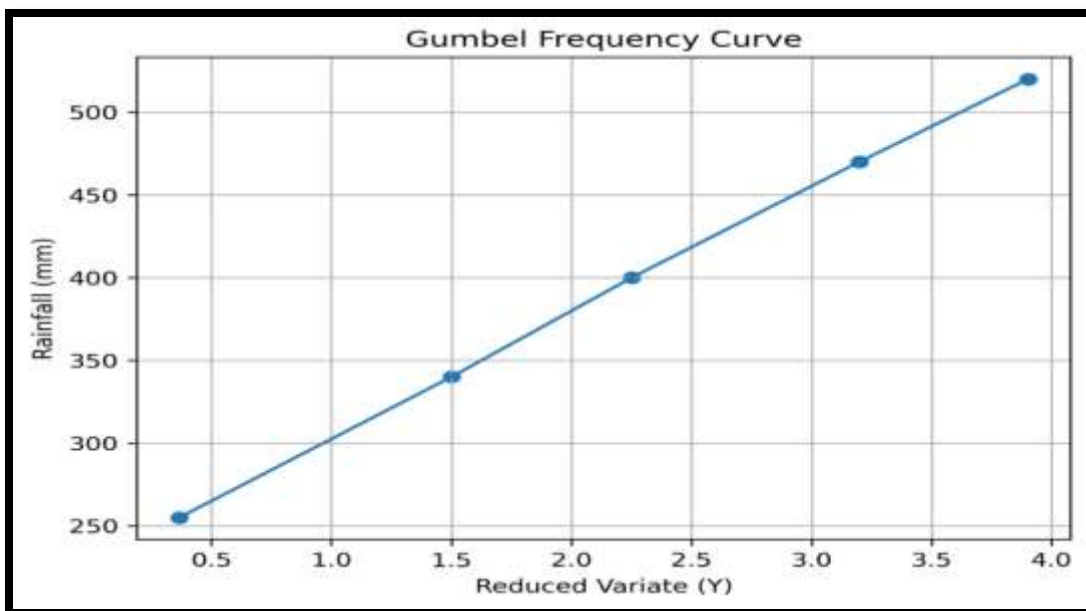
يعتمد تحليل جومبل على تحليل القيم القصوى، و يستخدم للإجابة على تساؤلات تتعلق بتقدير كميات الأمطار المتوقعة خلال فترات تكرار مختلفة مثل (10، 25، 50 سنة)، وتوضح نتائج الجدول (6) أن كميات الأمطار المتوسطة من 250 / 300 ملم تتكرر كل (2 و 3) من السنوات، في حين أن الكميات الغزيرة التي تبلغ نحو (400 ملم) تتكرر تقريباً كل 10 سنوات، أما الكميات التي تتجاوز (450 ملم) فتعد نادرة الحدوث، إذ يتراوح زمن تكرارها بين (25 - 50 سنة) وبناء على تحليل توزيع جومبل للأمطار السنوية، يتضح أن القيم المطرية القصوى تزداد بزيادة فترة التكرار، حيث قدرت كمية الأمطار بنحو (400 ملم) لفترة تكرار 10 سنوات و(470 ملم) لفترة 25 سنة و(520ملم) لفترة 50 سنة، كما أظهرت النتائج توافقاً جيداً بين القيم المحسوبة والقيم المرصودة، مما يؤكد ملائمة توزيع جومبل لتمثيل السلوك الاحتمالي للأمطار القصوى في منطقة الدراسة، وشكل (4) يوضح منحى جومبل للعلاقة بين القيم المختزلة وكميات الأمطار السنوية، حيث تظهر علاقة خطية واضحة وهو ما يدعم دقة تمثيل التوزيع الإحصائي للقيم القصوى، ويُظهر المنحنى كذلك تزايد كميات الأمطار المتوقعة مع زيادة فترة التكرار، بما ما يتوافق مع السلوك الاحتمالي للأحداث المطرية الشديدة، وتكمن أهمية هذا التحليل في توفير أساس علمي للتنبؤ بالتغيرات المستقبلية في الغطاء النباتي، ودعم وضع خطط فعالة لإدارة الموارد الطبيعية في ظل التغيرات المناخية.

الجدول (6) توزيع جومبل لاحتمالية تكرار كميات الأمطار للفترة 1980. 2024.

المطر المتوقع (ملم)	الاحتمال %	(ك) فترة التكرار
255ملم	50%	2سنوات
340ملم	20%	5سنوات
400ملم	10%	10سنوات
470ملم	4%	25سنة
520ملم	2%	50سنة

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات جدول (5) .

الشكل (3) منحني جومبل للعلاقة بين القيم المحسوبة وكميات الأمطار السنوية للفترة 1980 . 2024 .



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (5) .

ثانياً - دراسة الغطاء النباتي:

يعد الغطاء النباتي أحد أهم مكونات البيئة الطبيعية، حيث يشمل جميع أنواع أشكال النباتات التي تغطي سطح الأرض من أعشاب وشجيرات وأشجار، وتكمن أهميته في دوره الحيوي في حماية التربة من التعرية وتنظيم المناخ وتحسين جودة الهواء، إضافة إلى كونه مصدراً أساسياً للتنوع الحيوي والغذاء، وتتأثر كثافة الغطاء النباتي بشكل كبير بدورات الجفاف والرطوبة، ففي فترات الرطوبة وزيادة الأمطار يزداد نمو النباتات وتحسن كثافتها، بينما تؤدي فترات الجفاف وتكرارها إلى نقص المياه وتدهور الغطاء النباتي انخفاض كثافتها، وقد يصل الأمر إلى التصحر في البيئات الهشة، وفي هذا السياق تبرز أهمية الاستشعار عن بعد والمرئيات الفضائية كأدوات حية وفعالة في دراسة وتتبع تغيرات الغطاء النباتي، حيث تتيح هذه التقنيات مراقبة مساحات واسعة بدقة عالية عبر الزمن، وتساعد في تحليل المؤشرات النباتية مثل مؤشر الاخضرار NDVI، مما يسهم في فهم ديناميكية الغطاء النباتي واتخاذ قرارات بيئية سليمة .

1. خطوات دراسة الغطاء النباتي باستخدام الاستشعار عن بعد :

لدراسة الغطاء النباتي باستخدام المرئيات الفضائية وحساب مؤشر الاخضرار (NDVI) يمكن اتباع الخطوات الآتية: .
تحصيل صور المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة لفترات الرطوبة لسنة 1986 مرئية فضائية (TM) Land sat 5 (1986) وفترات الجفاف لسنة 2000 و 2024 (Land sat 5TM 2000) (Land sat 8TM 2024) .
المعالجة الأولية للمرئيات مثل التصحيح الإشعاعي والجوي وإزالة أثر الغيوم، إضافة لتوحيد الإسقاط وبكسل الخلية 30 * 30 ونفس حدود منطقة الدراسة لجميع المرئيات لضمان توحيد المجموع الكلي لمساحتها والمقارنة بينها خلال فترات الدراسة.

اختيار الحزم الطيفية المناسبة لحساب مؤشر الاخضرار، حيث تم استخدام الحزمة الطيفية الحمراء للبند الثالث والأشعة تحت الحمراء القريبة للبند الرابع في مرئيات L (7, 5 sat and)، والحزمة الطيفية الحمراء للبند الرابع والأشعة تحت الحمراء القريبة للبند الخامس للمريئة (8 Land sat).

ويعبر مؤشر الاخضرار عن الفرق النسبي بين انعكاسية النبات في النطاقي الحمر وتحت الأحمر القريب وتتراوح قيمته بين (1+) و(1-)، إذ تشير القيم المرتفعة إلى كثافة الغطاء النباتي والمنخفضة إلى قلته، ويجب مؤشر الاخضرار بالمعادلات الآتية:

معادلة المرئية الفضائية لسنة 1986 و 2000 :

$$Ndvi = Band 4 - Band 3 / Band 4 + Band 3$$

معادلة المرئية الفضائية لسنة 2024:

$$Ndvi = Band 5 - Band 4 / Band 5 + Band 4$$

وقد تم بعد ذلك انتاج خرائط مؤشر الاخضرار Ndvi لكل سنة على حده وتم إجراء تحليل مقارن للكشف عن التغيرات الزمنية في كثافة الغطاء النباتي وربط هذه التغيرات بالعوامل المناخية خاصة دورات الجفاف والرطوبة واحتمالية تكرارها، حيث أظهرت نتائج تحليل مؤشر ndvi وإعادة تصنيفه تبايناً واضحاً في توزيع الغطاء النباتي خلال الفترات المطيرة (1986) والجافة (2000، 2024)، على الرغم من الاختلاف في الظروف المناخية بينهما ألا أن تبين نتائج التحليل سنة 1986 ورغم وفرة الهطول تركزت المساحات الأكبر ضمن فئات الغطاء النباتي الضعيف أو المتوسط، حيث بلغت مساحة الغطاء النباتي المتوسط حوالي (1.50 كم²) في حين سجل الغطاء الكثيف مساحة محدودة جداً لم تتجاوز (0.04 كم²) (الجدول (7) والشكل (4))، مما يشير إلى أن الاستجابة النباتية لم تكن مرتفعة بالشكل المتوقع مقارنة بكميات الأمطار، في المقابل أظهرت سنة 2000 تحسناً ملحوظاً في كثافة الغطاء النباتي، حيث ارتفعت مساحته للفئة المتوسطة حوالي (171.80 كم²) كما سجل الغطاء النباتي الكثيف مساحة أكبر (78.09 كم²) (جدول (8) والشكل (5)) رغم تصنيف هذه السنة ضمن السنوات الجافة، ويعكس هذا التناقض الظاهري وجود عوامل أخرى غير العوامل المناخية، كما بينت تحليلات مؤشر ndvi لسنة 2024 تحولاً واضحاً في بيئة الغطاء النباتي، حيث هيمنت فئة الغطاء النباتي الضعيف والمتوسط بحوالي (2507.34، 2467.26) كليومتر مربع على التوالي (جدول (9) الشكل (6))، مع تراجع ملحوظ في الفئات الأخرى، ويعكس هذا النمط توسعاً في عمليات التشجير في الطرق والحدايق والمنتزهات العامة بمنطقة الدراسة، عليه تؤكد نتائج الدراسة أن ديناميكية الغطاء النباتي في المناطق الجافة لا تخضع فقط للتذبذب المناخي، بل يتأثر بشكل حاسم بإدارة الموارد المائية، مما يؤدي إلى إعادة تشكيل الأنماط البيئية عبر الزمن.

الجدول(7) كثافة الغطاء النباتي لسنة 1986

الفئة	التصنيف	المساحة متر ²	المساحة كم ²
1	أراضي سبخية	2.126.419.200	2126.42
2	أراضي جرداء	3.384.100.800	3384.10
3	غطاء نباتي ضعيف	54.342.000	54.34
4	غطاء نباتي متوسط	1.503.900	1.50
5	غطاء نباتي كثيف	39.600	0.04

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد المرئية الفضائية 1986 لحدود منطقة الدراسة وباستخدام برنامج Qgis .

الشكل (4) كثافة الغطاء النباتي لسنة 1986.



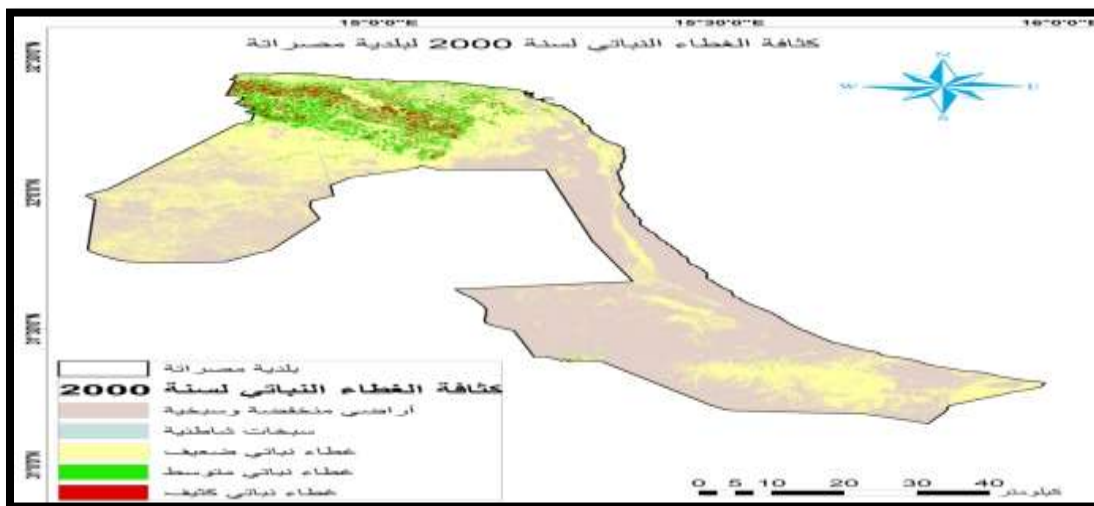
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Qgis, Arc map .

الجدول (8) كثافة الغطاء النباتي لسنة 2000 .

المساحة كم ²	المساحة متر ²	التصنيف	الفئة
3094.81	3.094.810.200	أراضي سبخية	1
1887.01	1.887.010.200	أراضي جرداء	2
334.69	334.690.200	غطاء نباتي ضعيف	3
171.80	171.802.800	غطاء نباتي متوسط	4
78.09	78.092.100	غطاء نباتي كثيف	5

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد المرئية الفضائية 1986 لحدود منطقة الدراسة وباستخدام برنامج Qgis .

الشكل (5) كثافة الغطاء النباتي لسنة 2000.



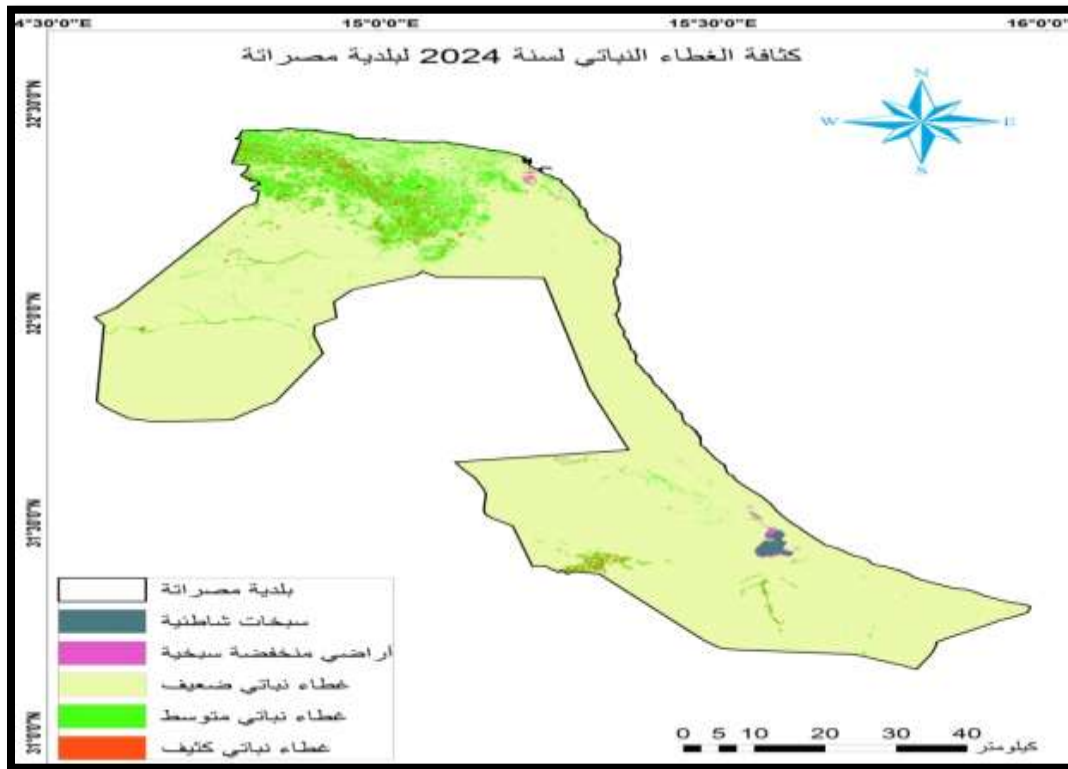
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Qgis, Arc map .

الجدول (9) كثافة الغطاء النباتي لسنة 2024.

المساحة كم2	المساحة متر2	التصنيف	الفئة
128.78	128.784.224	سبخات شاطئية	1
96.26	96.255.376	أراضي منخفضة سبخية	2
2507.34	2.507.335.952	غطاء نباتي ضعيف	3
2467.26	2.467.262.224	غطاء نباتي متوسط	4
367.26	367.259.712	غطاء نباتي كثيف	5

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد المرئية الفضائية 1986 لحدود منطقة الدراسة وباستخدام برنامج Qgis .

الشكل (6) كثافة الغطاء النباتي لسنة 1986.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Qgis, Arc map .

النتائج: .

1. ارتفاع التطرف الموسمي والشهري، حيث نجد أن القيم القصوى للمدى والانحراف المعياري كبيرة، مع معامل اختلاف يصل إلى 403% في يوليو، كما أن الكميات المطرية التي تتجاوز 400 ملم قليلة لكنها تلعب دوراً مهماً في تغذية المياه الجوفية.
2. تتركز الأمطار في الشتاء والخريف بمتوسط (51.61 ملم، 28.91ملم) على التوالي، بينما فصل الصيف شبه جاف بمعدل (أقل من 2 ملم).
3. أظهر اختبار Mann–Kendall غياب اتجاه معنوي في السلاسل المطرية، كما بين تحليل جومبل أن احتمالية تكرار كميات الأمطار الكبيرة قد تصل إلى 25 سنة وأكثر، بينما تمثل الكميات المتوسطة والقليلة أكثر تكراراً .

4. تتسم الأمطار في مصراته بتذبذب شديد بين السنوات، مع أطول دورة مطيرة (9 سنوات 1980-1991) وأطول دورة جفاف (13 سنة 2009-2022)، كما أن وجود سنوات مطيرة ضمن الدورات الجافة يعكس شدة التطرف المناخي.
5. ارتفاع نسبة مساحة الغطاء النباتي من 56 كم² سنة 1986 إلى 5342 كم² سنة 2024 مع هيمنة الفئات النباتية المتوسطة والضعيفة بمنطقة الدراسة .
6. أثبتت الدراسة أن نقص الأمطار لا يشكل عائقاً للنمو النباتي في حالة وجود بدائل للمياه مثل مياه النهر الصناعي واستغلال المياه الجوفية في عمليات التشجير والإنتاج الزراعي.
7. ساهمت المياه الجوفية بالمنطقة ومورد مياه النهر الصناعي في وفرة مياه مستقرة لدعم الزراعة والتشجير، مما ساهم في استقرار وزيادة مساحات الغطاء النباتي رغم استمرار توالي فترات الجفاف خلال السنوات الأخيرة من فترة الدراسة.
- التوصيات:

1. التخطيط لتنمية الزراعة والغطاء النباتي وذلك بمراعاة التذبذب المطري واستخدام مياه الري المتاحة من المياه الجوفية ومياه النهر الصناعي للتقليل من تأثير سنوات الجفاف.
2. تعزيز الإدارة المستدامة للموارد المائية وذلك باستمرار التطوير والصيانة لمياه النهر الصناعي والاعتماد عليها في تنمية الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.
3. متابعة وتحليل الغطاء النباتي بوسائل الاستشعار عن بعد ورصد التحولات البيئية والتخطيط للتشجير والاستصلاح الزراعي.
4. التكيف مع التطرفات المناخية عن طريق تطوير استراتيجيات لتخزين ومكافحة التصحر لمواجهة فترات الجفاف الطويلة.
5. دمج البيانات المناخية في الدراسات البيئية المستقبلية لتقييم المخاطر المطرية ودعم اتخاذ القرار البيئي والزراعي السليم.
6. البحث عن مصادر مياه إضافية مثل تحلية مياه البحر لدعم الغطاء النباتي الطبيعي وعمليات التشجير والإنتاج الزراعي خصوصاً مع التغيرات المناخية المستقبلية.
- المراجع:

1. الشركسي، ونيس عبد القادر، أبو مدينة، حسن مسعود، جغرافية مصراته، دار ومكتبة الشعب للطباعة والنشر والتوزيع، مصراته، ليبيا، 2010 .
2. المركز الوطني للأرصاد الجوية، مركز أرساد محطة مصراته المركزية.
3. صالح، حميدة مفتاح، التغير الكمي والفصلي للأمطار وأثره على الغطاء النباتي و انجراف التربة في الأجزاء الشمالية من غريان، رسالة دكتوراه، جامعة طرابلس، قسم الجغرافيا، 2019 م.
4. مسعود، خديجة محمد، تغيرات الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة مصراته في ظل تأثير الأمطار، مجلة العلوم القادسية للعلوم الإنسانية المجلد (28) العدد (3)، سنة 2025.
5. محمد، محمد عبدالله داود، كشف التغير في الغطاء الأرضي في ولاية غرب دار فور بين عامي 2017 - 2021 .
مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، HNSJ، 4(12)، <https://doi.org/10.53796/hnsj412/7>