مجلة كلية الآداب

مجلة كلية الآداب، العدد **22**، ديسمبر 2026 DOI: 10.36602/faj.2026.n22.05

التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023

علي مصطفى سليم *

جامعة مصراتة، كلية التربية، قسم الجغرافيا، ليبيا

*a.salim@edu.misuratau.edu.ly

الاقتباس: سليم، علي مصطفى. (2026). التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة (Faculty of Arts Journal)*، *22*، 93–107. https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05

تاريخ التقديم: 2026-05-30 **تاريخ القبول:** 22 -2026-07 **نشر إلكترونيا في** 2026-07-29

ملخص البحث

يهدف البحث إلى تحليل التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية وتقييم اتجاهاتها العامة من خلال بناء قاعدة بيانات مناخية Climate Databases باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System. وتتمثل مشكلة البحث في عدم وجود خريطة رقمية توضح أنماط التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهات تغيرها زيادة أو ناقصًا في بلدية مصراتة للفترة 1958 – 2023، واعتمدت الدراسة المنهج الكمي التحليلي باستخدام اختبار مان كيندال Mann-Kendall واختبار T-test لتحديد اتجاهات التغير في كميات الأمطار السنوية عند مستوى معنوية 0.05، إلى جانب توظيف برنامج (GIS) في إنتاج خرائط مناخية تكشف هذا التغير بين فترتي الدراسة اعتمادا علي البيانات الشهرية المتاحة في قاعدة البيانات المناخية العالمية لعدد 12 نقطة رصد مناخية في بلدية مصراتة باستخدام أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis، وفق طرق الاستكمال المكاني Interpolation method، وأظهرت نتائج الدراسة وجود اتجاه عام لتناقص كميات الأمطار السنوية في جميع نقاط الدراسة ببلدية مصراتة، حيث جاءت جميع قيم معاملات الاتجاه وقيم Sen's slope سالبة كما بينت النتائج وجود اتجاه نحو تناقص المعدلات السنوية لكميات الأمطار لصالح الفترة الثانية من الدراسة، عند مستوى معنوية أقل من 0.05 في محطتي أبوقرين وبئر دوفان، في حين ظهرت اتجاهات للتناقص دون دلالة إحصائية في باقي نقاط الرصد، وأنتجت الدراسة خرائط مناخية عالية الدقة للتوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاه تغيرها في بلدية مصراتة للمدة 1958-2023.

الكلمات المفتاحية: *التوزيع الجغرافي؛ الخرائط المناخية؛ نظم المعلومات الجغرافية؛ كميات الأمطار السنوية؛ اختبار مان كيندال؛ بلدية مصراتة.*

© المؤلف، 2026. هذا العمل مرخص بموجب **CC BY-4.0**

الاقتباس: سليم، علي مصطفى. (2026). التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة (Faculty of Arts Journal)*. 22، 93-107.
https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05

1. المقدمة:

شهد علم الجغرافيا ومجالاته التطبيقية في العقود الأخيرة تطوراً كبيراً في تحليل البيانات والمعلومات وتفسيرها ورسم الخرائط وإخراجها وتمثيل الظواهر الجغرافية، بفضل التقدم المتسارع في تقنية المعلومات والاتصالات، وقد انعكس هذا التطور بشكل مباشر على أساليب إنتاج الخرائط الجغرافية، التي انتقلت من الشكل التقليدي (الخرائط الورقية) إلى الخرائط الرقمية Digital Maps القادرة على تمثيل الظواهر الجغرافية بدقة وسرعة، اعتمادًا على قواعد بيانات مكانية متكاملة وتقنيات تحليلية متقدمة، فالخريطة الجغرافية اليوم خريطة رقمية Digital Map، تعتمد على تقنيات مكانية حديثة كنظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، وتحليل الآلة في إنتاجها وإخراجها، أما الخرائط المناخية Climatic Maps فهي نوع من أنواع خرائط الجغرافية الطبيعية التي تهتم بتمثيل التوزيع الجغرافي لعناصر المناخ على الخريطة باستخدام رموز توزيعات معينة خلال فترة زمنية محددة. في حين تمثل خرائط الأمطار أحد أنواع الخرائط المناخية التي تبين التباين المكاني والزماني لكميات الأمطار في منطقة جغرافية محددة المساحة باستخدام رموز كمية أو نسبية متنوعة ولمدة زمنية محددة، وقد شهدت خرائط التوزيع الجغرافي لدرجة الحرارة أو كمية الأمطار أو ساعات السطوع الشمسي، أو الرطوبة النسبية أو الضغط الجوي واتجاه الرياح وسرعتها انتشارا محليا ودوليا لأهميتها في مجالات التنمية والتخطيط المستدام في ظل التغير المناخي العالمي، وتمثل خطوط التساوي، (الايزوبلت) Isopleth أحد الطرق الكارتوغرافية المستخدمة في تمثيل بيانات الأمطار، وتنتشر في الأطالس المناخية والدراسات الجغرافية الحديثة، والدراسات الهيدرولوجية والمورفومترية، وتقوم على أساس رسم خطوط وهمية تصل بين المحطات المناخية أو المواقع التي تسجل فيها كميات متساوية من الأمطار اليومية أو الشهرية أو الفصلية أو السنوية (سطيحه، 1972، ص16،19، وعلي، صابر، 2018، ص1260-2617). بالإضافة إلى طريقة خرائط التظليل المساحي Choropleth maps التي فيها تمثيل بيانات الأمطار بتدرج لوني محدد يتباين اللون مكانيا تبعا لاختلاف كميات الأمطار بين المحطات المناخية، وأخيراً تستخدم الأشكال البيانية كالأعمدة والمنحنيات في تمثيل المعدلات الشهرية أو الفصلية أو السنوية لكميات الهطول المطري (سليم، المختار، 2020، ص2،3). يعود تطور الخرائط الرقمية المناخية اليوم إلى توظيف برمجيات التقنيات المكانية والذكاء الاصطناعي في تحليل المرئيات الفضائية وتتبع الظواهر الجغرافية المناخية وإدارتها، وإنتاج الخرائط.

تعتمد النمذجة الخرائطية لكميات الأمطار في بلدية مصراتة على توفر البيانات المطرية وجودتها وتوزيعها الجغرافي في مواقع محددة تغطي منطقة الدراسة، ولذلك لاستخدم في إنتاج خرائط مطرية شهرية أو فصلية أو سنوية تكشف التباين المكاني لكميات الأمطار والعوامل المؤثرة فيها، وتكشف النمذجة الخرائطية (Cartographic Modeling) العلاقات والانماط المكانية التي تمثل المعطيات الجغرافية في الواقع بعد تحليلها، وتمثلها برموز كارتوغرافية مناسبة في الخريطة الرقمية (الرفاعي،2017، ص13). حيث وفرت تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) قدرة عالية في بناء قواعد البيانات المناخية، وتحليلها ونمذجتها في خرائط رقمية باستخدام أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis من خلال الاشتقاق أو الاستفاء المكاني

Interpolation method، القائمة على معادلات رياضية وإحصائية، وتعتمد على حقل القيمZ Value Field الذي يمثل كميات الأمطار الفصلية والسنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958 – 2020، واستخدمت الدراسة طريقة Kriging التي قام ماثرون Matheron بتسميتها سنة 1971 تكريما لمهندس التعدين دانيال ج كريج الجنوب أفريقي، وتعتمد طريقة Kriging على نماذج إحصائية تتضمن الارتباط الذاتي بين النقاط المقاسة (Ly et al., 2013, p. 395))، وتتميز هذه التقنيات بقدرتها على إنتاج أسطح تنبؤية (Forecast Surfaces) اعتمادًا على القيم المرصودة في المواقع المعروفة، وتعتمد طريقة Kriging على النظرية الإحصائية للدوال العشوائية (Random Functions) حيث تُعرَّف الدالة العشوائية بأنها دالة نظرية تُعطي لكل نقطة في الفضاء التوزيع الإحصائي للقيم المحتملة (Layati & ElGhachi, 2021, p. 698).

1. 1مشكلة البحث:

تعد الأمطار المصدر الرئيسي في تغذية الموارد المائية في بلدية مصراتة لما لها من تأثير مباشر في الأنشطة البيئية والزراعية، وتلعب دوراً في تحديد أنماط الاستخدامات الزراعية، وتكتسب دراسة كميات الأمطار وتوزيعها الجغرافي أهمية في التخطيط التنموي وإدارة الموارد الزراعية والبيئية، وقد أصبح إنتاج الخرائط المناخية وتوزيعها الجغرافي عالي الدقة بسبب التطور الكبير في التقنيات المكانية وتوفر البيانات الشبكية لعناصر المناخ المفتوحة المصدر.

وتحاول الدراسة الإجابة على التساؤلات الآتية:

1. إلى أي مدى يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لكميات الأمطار السنوية ببلدية مصراتة للفترة 1958 – 2023؟
2. هل يمكن توظيف طرق الاستيفاء المكاني في نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خريطة رقمية تُظهر التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958–2023؟
3. هل هناك اتجاهات لتناقص كميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958–2023؟
4. إلى أي مدى تسهم نظم المعلومات الجغرافية في تحليل أنماط التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية، وكشف تباينها المكاني بمنطقة الدراسة للفترة 1958–2023؟

1. 2 أهداف البحث:

1. توظيف البيانات المناخية الدولية في دراسات المناخ المحلي.
2. بناء قواعد بيانات جغرافية لكميات الأمطار الشهرية لبلدية مصراتة للمدة 1958–2023
3. الكشف عن الاتجاهات الحديثة في كميات الأمطار زيادة أو نقصان ببلدية مصراتة للمدة 1958–2023
4. إنتاج خرائط رقمية Digital Map للتوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية

1. 3 فرضيات البحث:

1. يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لكميات الأمطار السنوية ببلدية مصراتة للفترة 1958 – 2023
2. يمكن توظيف طرق الاستيفاء المكاني في نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خريطة رقمية تُظهر التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958–2023.

الاقتباس: سليم، علي مصطفى. (2026). التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة (Faculty of Arts Journal)*، 22، 93-107.
https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05

3. هناك اتجاهات لتناقص كميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958 – 2013.

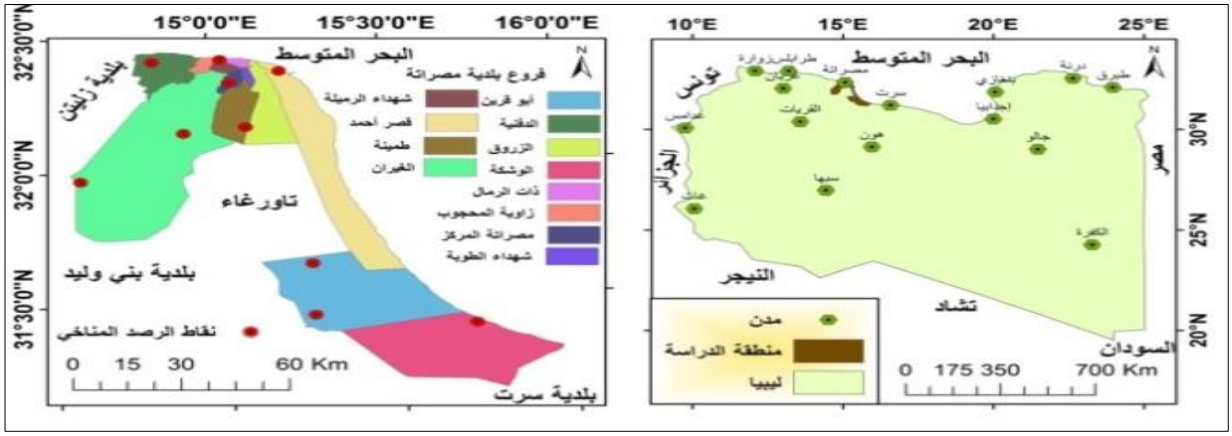
4. تسهم نظم المعلومات الجغرافية في تحليل أنماط التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية، وكشف تباينها المكاني بمنطقة الدراسة للفترة 1958-2023.

1. 4 أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في بناء قاعدة بيانات مكانية لكميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة تساعد الباحثين وصناع القرار في الدراسات البيئية والجغرافية وإدارة الموارد المائية والزراعية والمناخية بالوزارات المحلية في ظل تأثير التغير المناخي؛ بما يدعم وضع استراتيجيات التخطيط والتنمية المكانية المستدامة ضمن النظم البيئية الهشة، كما تسهم في إثراء المكتبة الجغرافية المحلية بالدراسات الخرائطية لعناصر المناخ.

1. 5 موقع منطقة الدراسة:

تقع بلدية مصراتة في شمال غرب ليبيا عند الأطراف الشمالية الغربية لخليج سرت، وإلى الشرق من بلدية طرابلس على بعد 210كم، يحدها البحر المتوسط من جهتين الشمال والشرق، وبلدية زليتن من الغرب في حين تحدها بلدية بني وليد من الجنوب على بعد 145كم، وبلدية سرت من الشرق والجنوب الشرقي على بعد 240كم، وتقع فلكيا بين خطي طول ´´47 ´36 °14 و´´58 ´22 °15 شرقاً، وبين دائرتي عرض ´´57 ´33 °31 و´´28 ´23 °32 شمالاً، وتقدر مساحتها بنحو 5567.51كم^2 (الشكل1).



الشكل1 : موقع منطقة الدراسة والنقاط المناخية المدروسة ، المصدر: الباحث باستخدام GIS اعتمادا على (وزارة الحكم المحلي مصراتة، 2015، ص3)

1. 6 الدراسات السابقة:

1. دراسة لي وآخرون (Ly et al., 2013)، بهدف مراجعة طرق الاستيفاء المكاني لبيانات هطول الأمطار المطلوبة عادة في إدارة أحواض المياه والنمذجة الهيدرولوجية. نستعرض أسس التطبيق وبعض الأساليب الشائعة والأساليب الجيوإحصائية المستخدمة في استيفاء هطول الأمطار، يختلف نجاح الاستيفاء المكاني وفقًا لنوع النموذج المختار وأسلوبه.

2. دراسة محمود وآخرون (Mahmud et al., 2015) بهدف تطوير خريطة لتصنيف المناخ في بنغلاديش اعتمادًا على تصنيف كوبن للمناخ، وذلك من أجل توضيح التوزيع المكاني

للأقاليم المناخية داخل البلاد بصورة أكثر دقة ووضوحًا بالاعتماد على بيانات درجات الحرارة وكميات الأمطار، وتم تحليلها وفقًا لمعايير نظام كوبن، وأظهرت النتائج أن بنغلاديش تتميز بتنوع مناخي واضح يمكن تصنيفه إلى عدة أقاليم مناخية رئيسية، تتأثر بعوامل جغرافية مثل الموقع الجغرافي، وتأثير الرياح الموسمية، والقرب من المسطحات المائية. كما بينت النتائج أن الإقليم الجنوبي والساحلي يتميز بمناخ أكثر رطوبة وغزارة في الأمطار مقارنة بالمناطق الشمالية والداخلية، وأكدت النتائج أهمية استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات التحليل المكاني في إنتاج خرائط مناخية دقيقة، يمكن الاعتماد عليها في مجالات التخطيط البيئي، وإدارة الموارد الطبيعية، ودراسات التغير المناخي، ودعم اتخاذ القرار التنموي في بنغلاديش.

3. دراسة سليم والمختار (2020) للخرائط المناخية لمنطقة الزاوية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، بهدف تحديد الأساليب الكارتوغرافية للتمثيل الخرائطي لعناصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا على بيانات المنصات العالمية للبيانات المناخية من خلال بناء قاعدة بيانات جغرافية، والقيام بعمليات الارجاع الجغرافي لمنطقة الدراسة وتحديد مواقع المحطات المناخية وعمليات الرسم والترميز واستخدام طرق الاشتقاق المكانيInterpolation method وعمليات الاخراج النهائي للخرائط المناخية Layout View وخلصت الدراسة إلى إنتاج خرائط رقمية للعناصر المناخية في منطقة الزاوية بطرق مختلفة منها طريقة Thiessen polygon وبدقة عالية.

4. دراسة (Layati & ElGhachi, 2021) ، بهدف تحليل وتقييم تقنيات الاستيفاء المكاني للأمطار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) للفترة 1980 – 2019 في الحوض الفرعي لوادي أم الربيع في الأطلس الكبير الأوسط بالمغرب، حيث اعتمدت الدراسة على المقارنة بين طرق الاستيفاء المكاني الشائعة مثل طريقة الوزن العكسي للمسافة (IDW)، و(Spline) و(Kriging) بهدف تحديد الطريقة الأكثر دقة في تمثيل التوزيع المكاني للأمطار داخل منطقة الدراسة، وأظهرت النتائج وجود تباين في أداء طرق الاستيفاء، حيث تبين أن الطرق الجيوإحصائية، خاصة Kriging، تعطي دقة أعلى مقارنة بالطرق الحتمية مثل IDW وSpline، وذلك من خلال مؤشرات تقييم RMSE، ومعامل التحديد R^2، وأكدت الدراسة على أهمية دمج نظم المعلومات الجغرافية مع التحليل الجيوإحصائي في إنتاج خرائط مطرية دقيقة، يمكن الاعتماد عليها في مجالات إدارة الموارد المائية، والتخطيط البيئي، ودراسة التغيرات المناخية.

5. دراسة (Chowdhury, Mahmud, 2021)، بهدف تطوير خريطة علمية حديثة للتصنيف المناخي في بنغلاديش باستخدام تقنيات النمذجة الجغرافية المكانية Geospatial Modeling، وتحليل العناصر المناخية بالاعتماد على البيانات اليومية الصادرة عن هيئة الأرصاد الجوية البنغلاديشية، لبيانات الأمطار، والرطوبة النسبية، والضغط الجوي عند مستوى سطح البحر، وسرعة الرياح السطحية، استخدمت الدراسة برامج نظم المعلومات الجغرافية، ArcMap 10.5، مع تقنيات التحليل الجيوإحصائي والاستيفاء المكاني لإنتاج خرائط مناخية دقيقة توضح التوزيع المكاني للعناصر المناخية. وأظهرت النتائج أن بنغلاديش تضم نطاقات مناخية متعددة تتأثر بعوامل جغرافية وطبوغرافية مختلفة،

كما أوضحت الدراسة وجود فروق واضحة في توزيع درجات الحرارة وكميات الأمطار والرطوبة بين الأقاليم المختلفة، وهو ما ينعكس بصورة مباشرة على الأنشطة الزراعية، والموارد المائية، والتخطيط البيئي.

6. دراسة هادي وأحمد (2023) نمذجة العناصر المناخية مع تغير الغطاء النباتي في محافظة ديالى بهدف رصد التغير المناخي وأسباب التغير في الغطاء النباتي وربطها مع تغير العناصر المناخية، وخلال فترات نموه تطوره في فصلي الربيع والخريف، وتحديد التغير في مساحته وفق طرق احصائية وتقنية، وأظهرت النتائج وجود تناقص في مساحة الغطاء النباتي في فصل الخريف، وأشارت إلى تراجع واضح في الاقليم النباتي الأكثر كثافة في شمال شرق المحافظة والأكثر مطرا في فصل الربيع مقارنة بفصل الخريف للأعوام 1985، 2012، 2019.

2. منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المناهج التاريخي والوصفي والكمي والاستقرائي لتحليل التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار واتجاهات تغيرها في بلدية مصراتة، إلى جانب الأسلوب الكارتوغرافي لإنتاج الخرائط الرقمية باستخدام GIS وتمثيلها بالرموز الكمية المناسبة لخرائط التوزيعات المناخية للفترة 1958-2023.

2. 1 البيانات المستخدمة:

تمثل المرحلة الأولى التي تم فيها إعداد وتجهيز المتطلبات الأساسية للبحث والدراسة، وتشمل الآتي:

- خريطة الأساس Base Map لبلدية مصراتة، اعتمادا على وزارة الحكم المحلي، مصراتة سنة 2015.
- البيانات الشهرية للأمطار في عدد من نقاط الرصد المناخي الموجودة ضمن حدود منطقة الدراسة (الجدول1) للفترة من 1958 - 2023 والصادرة من منصة climate Engine بواسطة القمرTerra Climate والمتاحة في الموقع: https://www.climateengine.org.

الجدول1: *نقاط الرصد المناخي المدروسة*

نقطة الرصد	الموقع الفلكي		نقطة الرصد	الموقع الفلكي	
	خط الطول	دائرة العرض		خط الطول	دائرة العرض
الدافنية	14.836	32.405	بويرات الحسون	15.720	31.396
المحجوب	14.982	32.386	الكراريم	15.096	32.153
الزروق	15.147	32.380	الهيشة	15.258	31.637
قصر أحمد	15.206	32.358	وادي ساسو	14.913	32.136
بير دوفان	14.602	31.968	المطار	15.056	32.321
أبوقرين	15.254	31.445	الجزيرة	15.036	32.407

المصدر: الباحث اعتماداً على بيانات منصة https://www.climateengine.org

2. 2 الأساليب الإحصائية المستخدمة:

استخدمت الدراسة عدداً من الأساليب الإحصائية لتحليل اتجاهات التغير في كميات الأمطار الفصلية والسنوية في بلدية مصراتة، بعد تطبيق تحليل التوزيع الطبيعي Normality Test لبيانات كميات الأمطار، لاختيار الأساليب الإحصائية الملائمة، ومنها:

أ. اختبار مان كيندال Mann–Kendall:

يُعد اختبار مان – كيندال Mann–Kendall Test من أكثر الأساليب الإحصائية استخدامًا في دراسات التغير المناخي؛ نظرًا لقدرته على كشف الاتجاهات طويلة المدى في البيانات

المناخية دون التأثر بالقيم الشاذة أو التوزيعات غير الطبيعية، ويستخدم الاختبار للكشف عن الاتجاه العام (Trend) بالزيادة أو النقصان في السلاسل الزمنية للمتغيرات المناخية، مما يجعله ملائماً لتحليل البيانات البيئية والمناخية التي غالبًا ما تتسم بالتذبذب وعدم التجانس، ويعتمد الاختبار على مقارنة كل قيمة في السلسلة الزمنية بالقيم اللاحقة لها لتحديد ما إذا كان الاتجاه العام صاعدًا أو نازلًا، ويتم التعبير عن ذلك من خلال معامل كيندال (τ)، إذ تشير القيم الموجبة إلى اتجاه متزايد، بينما تدل القيم السالبة على اتجاه متناقص. كما يُستخدم مقدار ميل سين Sen's Slope مع الاختبار لتقدير مقدار التغير السنوي في الظاهرة المدروسة. وتعد نتائج الاختبار ذات دلالة إحصائية عندما تكون قيمة الاحتمالية أقل من مستوى المعنوية المعتمد، غالبًا 0.05 (Helsel & Hirsch, 2002, p. 323) .

ب . اختبار T (T–Test):

وظفت الدراسة اختبار T لمقارنة المتوسطات الحسابية السنوية لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة (1958.1990)، (1991. 2023)، بهدف الكشف عن فروق ذات دلالة إحصائية، وتحديد ما إذا كانت الفترة الثانية من الدراسة قد شهدت زيادةً أو نقصانًا، مقارنة بالفترة الأولى عند مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05.

2. 3 التقنيات المستخدمة:

أ. تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS:

اعتمدت الدراسة برنامج Arc Map 10.8 في إنشاء قاعدة بيانات مكانية لكميات الأمطار Rainfall Data Base استناداً إلى بيانات الأمطار الشهرية لعدد 12 نقطة رصد مناخية، وفق إحداثيات المحطات الفرعية المعتمدة لرصد كميات الأمطار ببلدية مصراتة، وإنتاج خريطة التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة، وخرائط التغير في كمياتها بين فترتي الدراسة، باستخدام أدوات Spatial interpolation وفق أسلوب Kriging لتقدير التوزيع المكاني.

ب . برامج التحليل الإحصائي (SPSS):

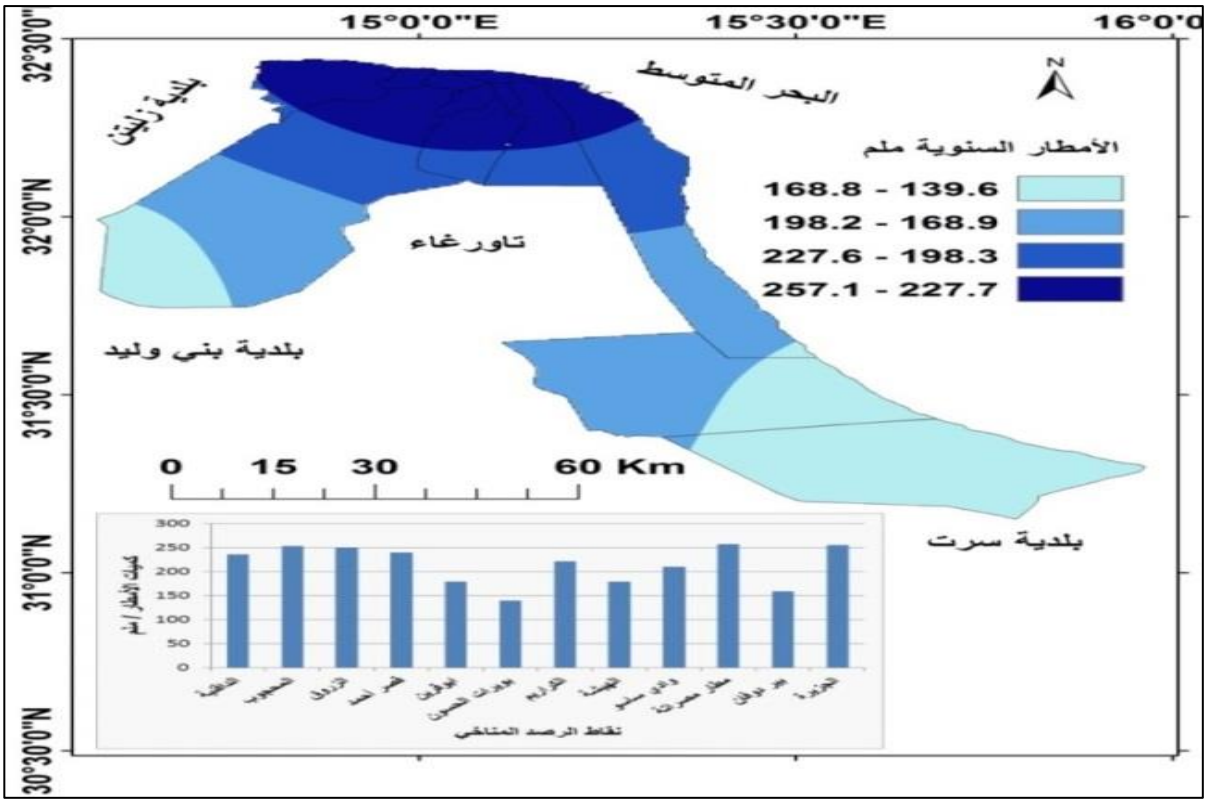
اعتمدت الدراسة حزمة التحليل الاحصائي (SPSS-Statistical package for Social Sciences (V26 في تحليل اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات المناخية، استخدام اختبار(t) لكشف معنوية الفروق في المتوسطات السنوية للفترة 1958–2023. كما استخدام برنامج الأكسل Excel من خلال إضافة XLSATA، الذي يعد من أكثر الأدوات استخداماً في تحليل اتجاهات السلاسل الزمنية في الدراسات المناخية، وذلك بتطبيق اختبار مان – كيندال لتحديد الاتجاه، وتقدير مقدار التغير سين، وقيمة الدلالة الإحصائية عند مستوى أقل من 0.05.

3. التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار

1.3 التوزيع السنوي:

بلغ المعدل العام للأمطار في بلدية مصراتة 2015.03 ملم للفترة 1958 – 2023 ويظهر التباين في التوزيع المكاني للأمطار السنوية من خلال تقسيم المنطقة إلى فئات مطرية متدرجة لونيًا (الشكل2)، حيث تتراوح كميات الأمطار السنوية بين نحو 168.8 مم و257.1 مم، يلاحظ تركز أعلى معدلات الأمطار السنوية في الجزء الشمالي والشمالي الغربي في المناطق الساحلية إذ تتجاوز الكميات 227 مم في مناطق الدافنية ، وقصر أحمد، والزروق، والمحجوب، ومنطقة الجزيرة بنحو 236.5ملم و239.6 ملم، 250.9ملم و253.6ملم،

و255.4ملم على التوالي. وتصل إلى أكثر من 257 ملم في مطار مصراتة، بسبب تأثير الكتل الهوائية الرطبة البحرية خصوصًا في فصل الشتاء، في حين تنخفض كميات الأمطار تدريجيًا كلما اتجهنا نحو الجنوب والجنوب الشرقي في منطقة الدراسة، حيث تصل معدلاتها السنوية في بعض مناطقها إلى أقل من 180 ملم كما في بويرات الحسون التي سجلت 139.5 ملم، و178.9ملم في منطقة بوقرين 179.1ملم في الهيشة في الجهة الشرقية من بلدية مصراتة ونحو 158.6ملم في منطقة بئر دوفان و209.9ملم في منطقة وادي ساسو جنوبا، بسبب البعد عن المؤثرات البحرية ومسار المنخفضات الجوية، كما كشف الشكل2 عن نمط حقيقي من التدرج المناخي من الشمال الرطب نسبيًا إلى الجنوب الأكثر جفافًا، مؤثرا بذلك على النشاط الزراعي وتوزيع الغطاءات الأرضية واستخدامات الأراضي في بلدية مصراتة.



الشكل2: المعدلات السنوية لكميات الأمطار في بلدية مصراتة للفترة 1958–2023

المصدر: الباحث باستخدام GIS اعتمادا على:1. (وزارة الحكم المحلي مصراتة، 2015، ص 3) 2. بيانات منصة https://www.climateengine.org

2.3 الاتجاهات العامة لكميات الأمطار السنوية

أ. اختبار مان كيندال Mann–Kendall

أظهرت نتائج تحليل اختبار Mann–Kendall وميل Sen's slope وجود اتجاهات عامة نحو تناقص المعدل السنوي للأمطار في بلدية مصراتة للفترة 1958–2023 في جميع نقاط الرصد المناخي، حيث كانت جميع قيم معامل الاتجاه Kendall سالبة، كما أظهرت جميع قيم ميل Sen اتجاهًا سالبًا أيضًا (الجدول2)، مما يؤكد وجود تناقص المعدل السنوي للأمطار خلال فترة الدراسة، حيث تباينت قوة هذا

الاتجاه ودلالته الإحصائية بين المناطق، فقد سجلت محطة أبوقرين أعلى اتجاه لتناقص كميات الأمطار السنوية بين جميع المحطات، حيث بلغت قيمة معامل الاتجاه -0.231، وكانت قيمة ميل Sen نحو -0.880 ملم/سنة)، عند مستوى دلالة إحصائية بلغت 0.006، في حين أظهرت محطتا الدافنية وبويرات الحسون اتجاهًا معنويًا للتناقص المعدل السنوي للأمطار عند مستوى دلالة نحو 0.038 و0.018 على التوالي، مع معدلات انخفاض سنوية وصلت إلى -0.864 و-0.696 ملم/سنة (الجدول2 والشكل3)، وسجلت محطة الهيشة ومحطة بئر دوفان اتجاهات ذات دلالة إحصائية بلغت 0.022 و0.023، مما يعزز الفرضية الرابعة.

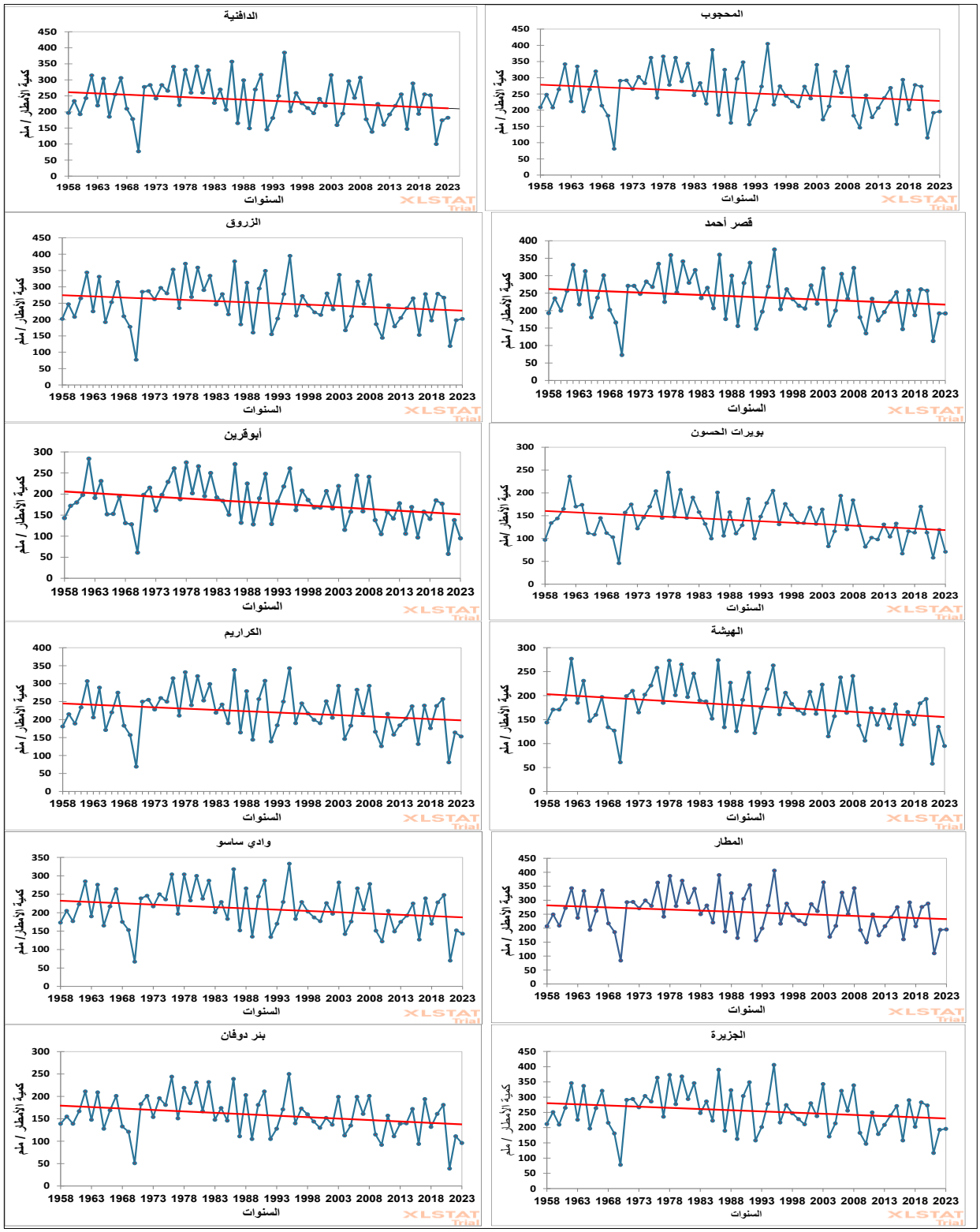
الجدول2: *اتجاه التغير في كميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023*

نقطة الرصد المناخي	معامل الاتجاه	التغير لفترة الدراسة	الدلالة الاحصائية
الدافنية	0.175-	0.864-	0.038
المحجوب	0.159-	0.841-	0.059
الزروق	0.150-	0.765-	0.076
قصر أحمد	0.152-	0.722-	0.071
أبوقرين	0.231-	0.880-	0.006
بويرات الحسون	0.200-	0.696-	0.018
الكراريم	0.157-	0.750-	0.064
الهيشة	0.193-	0.750-	0.022
وادي ساسو	0.165-	0.750-	0.051
المطار	0.143-	0.778-	0.090
بئر دوفان	0.193-	0.632-	0.023
الجزيرة	0.157-	0.833-	0.062

المصدر: الباحث اعتمادا على نتائج التحليل الإحصائي باستخدامXLSTAT

وأخيرا، أظهرت محطات المحجوب والزروق وقصر أحمد والكراريم ووادي ساسو والمطار والجزيرة اتجاهات للتناقص دون دلالة إحصائية، فتكرار الاتجاه نحو التناقص في مختلف مناطق بلدية مصراتة هو دليل على صدق الاتجاه بعض النظر عن الدلالة الاحصائية، حيث اقتراب بعض القيم الدلالة من المعنوية في محطتي وادي ساسو 0.051 والمحجوب 0.059، كما تراوحت قيم ميل Sen بين -0.632 و-0.880 ملم/سنة مما يشير إلى تناقص المعدلات السنوية لكميات الأمطار في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023.

الاقتباس: سليم، علي مصطفى. (2026). التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة (Faculty of Arts Journal)*، 22، 93-107.
https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05



الشكل 3: اتجاه التغير في كميات الأمطار السنوية في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023

المصدر: الباحث اعتمادا على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام XLSTAT

الاقتباس: سليم، علي مصطفى. (2026). التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة (Faculty of Arts Journal)*. 22، 93-107.
https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05

ب . اختبار T:

أظهرت نتائج اختبار t (الجدول3) على وجود فروقًا في المعدلات السنوية لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة لصالح الفترة الثانية الممتدة 1991-2023، حيث سجلت جميع نقاط الرصد المناخي تناقصا في كميات الأمطار السنوية خلال الفترة الثانية مقارنة بالفترة الأولى، إذ تراوحت فروق المتوسطات بين -17.7 ملم في محطة بويرات الحسون و-30.5 ملم في محطة الجزيرة، وهو ما يشير إلى اتجاه عام نحو تناقص المعدلات المطرية في بلدية خلال العقود الأخيرة،

الجدول3: *الفرق بين المتوسطات السنوية لكميات الأمطار في بلدية مصراتة بين فترتي الدراسة (1958 . 1990) و(1991 . 2023)*

نقطة الرصد	فترة الدراسة	متوسط الأمطار ملم	فرق المتوسط	اختبار t		
				T	درجة الحرية	مستوى الدلالة
الدافنية	الأولى	251.5	-30	1.967	64	0.054
	الثانية	221.5		1.967	63.94	0.054
المحجوب	الأولى	268.7	-30.2	1.727	64	0.089
	الثانية	238.5		1.727	63.76	0.089
الزروق	الأولى	264.8	-27.9	1.727	64	0.089
	الثانية	236.9		1.727	63.76	0.089
قصر أحمد	الأولى	252.5	-25.9	1.678	64	0.098
	الثانية	226.6		1.678	63.79	0.098
أبوقرين	الأولى	191.8	-25.6	2.114	64	0.038
	الثانية	166.2		2.114	63.83	0.038
بويرات الحسون	الأولى	148.4	-17.7	1.776	64	0.080
	الثانية	130.7		1.776	63.38	0.081
الكراريم	الأولى	234.7	-26.6	1.820	64	0.073
	الثانية	208.1		1.820	63.95	0.073
الهيشة	الأولى	190.9	-23.6	1.981	64	0.052
	الثانية	167.3		1.981	63.86	0.052
وادي ساسو	الأولى	222.7	-25.6	1.852	64	0.069
	الثانية	197.1		1.852	63.99	0.069
المطار	الأولى	271.5	-29	1.718	64	0.091
	الثانية	242.5		1.718	63.98	0.091
بئر دوفان	الأولى	170.4	-23.6	2.249	64	0.028
	الثانية	146.8		2.249	63.96	0.028
الجزيرة	الأولى	270.6	-30.5	1.842	64	0.070
	الثانية	240.1		1.842	63.78	0.070

المصدر: الباحث اعتمادا على نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS

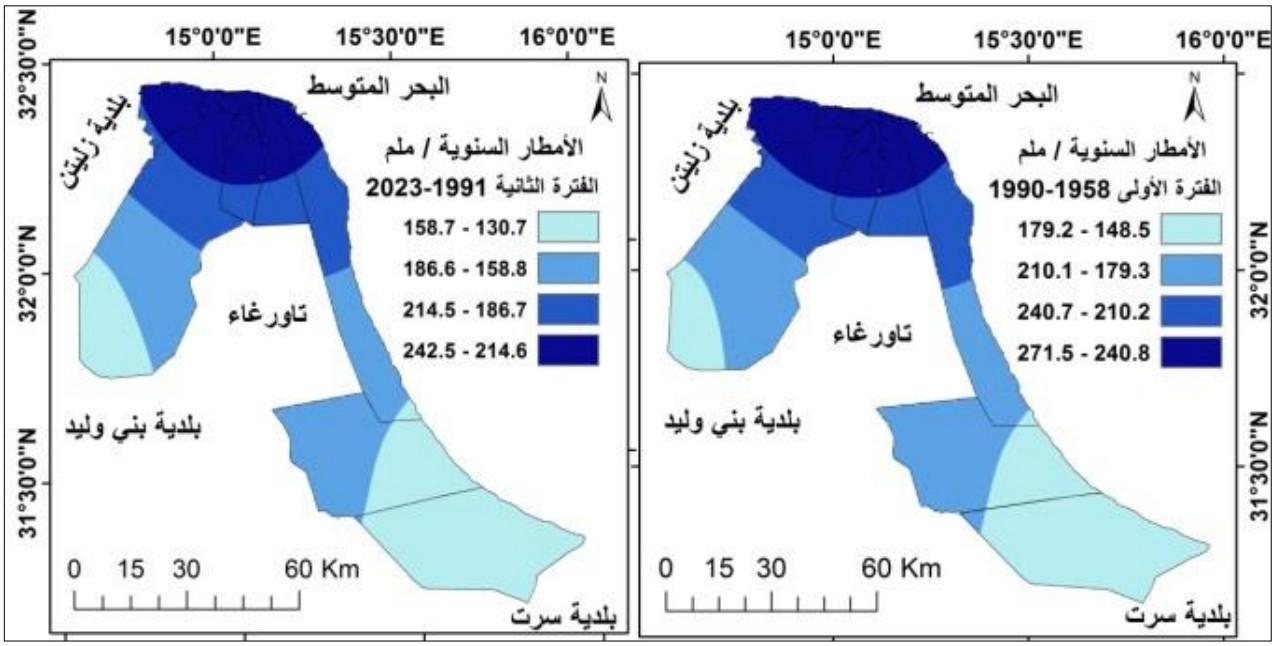
ويمكن تقسيم نتائج تناقص الأمطار السنوية ببلدية مصراتة إلى: نقاط رصد مناخي أظهرت فروقاً ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصائية أقل من 0.05، في محطة أبوقرين 0.038، في محطة بئر دوفان 0.028، وكانت قيم اختبار T في هاتين المحطتين 2.114 و2.249 على التوالي (الجدول3)، ونقاط رصد مناخي لم تصل فيها الفروق إلى مستوى الدلالة

الاقتباس: سليم، علي مصطفى. (2026). التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية واتجاهاتها في بلدية مصراتة للفترة 1958–2023. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة (Faculty of Arts Journal)*. 22، 93–107.
https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05

الإحصائية، وتشمل الدافنية، المحجوب، الزروق، قصر أحمد، الكراريم، الهيشة، وادي ساسو، المطار، والجزيرة، حيث تراوحت قيم مستوى الدلالة بين 0.052–0.098، ومع ظهور بعض القيم القريبة من مستوى الدلالة الاحصائية كما في محطتي الدافنية والهيشة 0.054 و0.052، وكانت قيم اختبار T في هاتين المحطتين 1.967 و1.981على التوالي(الجدول3)، مما يشير إلى وجود اتجاه شبه دال إحصائياً نحو التناقص المطري، وهذا يعني بداية تغير مناخي تدريجي لتناقص كميات الأمطار يحتاج إلى لمزيد من الدراسات العلمية لتأكيده إحصائياً ، إن تكرار الاتجاه نحو الزيادة في المعدلات السنوية لكميات الأمطار لصالح الفترة الثانية 1991 –2023 هو مؤشر على صدق الاتجاه نحو التناقص بعض النظر عن معنوية هذا الاتجاه.

3.3 التوزيع الجغرافي لتغير المعدلات السنوية لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة:

تعطي تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) امكانيات دقيقة لتمثيل بيانات كميات الأمطار السنوية بصريًا وتحليلها مكانيًا، مما يسهل الكشف عن مناطق تناقص الأمطار لتنميتها واتباع نظام الحصاد المائي، حيث أظهرت الخرائط الرقمية وجود تناقص واضح في المعدل السنوي لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة (1958–1990 و1991–2023) في بلدية مصراتة، فقد سجلت جميع نقاط الرصد تناقصا في كميات الأمطار السنوية، حيث تراوحت القيم بين 17.7 ملم إلى 30.5 ملم لصالح الفترة الثانية، كما سجلت نقاط الرصد الجنوبية تناقص يزايد عن 20ملم في حين شهدت المناطق الشمالية والغربية تناقصاً في معدلاتها السنوية لأكثر من 28ملم (الشكل4)، مما يعكس تفاوت التغير المطري مكانيا وزمانيا في بلدية مصراتة، حيث تناقصت مساحة التوزيع الجغرافي للمعدل السنوي لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة.



الشكل4 التوزيع الجغرافي للمعدلات السنوية لكميات الأمطار بين فترتي الدراسة في بلدية مصراتة
المصدر الباحث اعتمادا على بيانات الجدول3.

4. النتائج:

1. بلغ المعدل العام للأمطار في بلدية مصراتة 2015.03 ملم للفترة 1958 – 2023، حيث تتراوح كميات الأمطار السنوية بين نحو 168.8 ملم و257.1 ملم.
2. كشفت نتائج اختبار مان–كيندال Mann-Kendall وجود اتجاه عام لتناقص كميات الأمطار السنوية في جميع نقاط الرصد المناخي بلدية مصراتة، حيث جاءت جميع قيم معامل الاتجاه وقيم Sen's slope سالبة.
3. سجلت محطة أبوقرين أعلى اتجاه لتناقص كميات الأمطار في منطقة الدراسة، إذ بلغت قيمة معامل الاتجاه -0.231 عند مستوى دلالة إحصائية 0.006 .
4. بين اختبار مان–كيندال وجود اتجاه معنوي لتناقص كميات الأمطار السنوية في خمس محطات هي: الدافنية، أبوقرين، بويرات الحسون، الهيشة، وبئر دوفان، وهو ما يعزز فرضية تناقص الأمطار في البلدية.
5. أظهرت نتائج اختبار T-test وجود تناقص في متوسط كميات الأمطار السنوية في جميع نقاط الرصد المناخي في بلدية مصراتة بين فترتي الدراسة الأولى 1991–2023 مقارنة بالفترة الثانية 1958–1990، حيث تراوحت فروق المتوسطات المطرية السنوية بين -17.7 ملم في محطة بويرات الحسون و-30.5 ملم في محطة الجزيرة، مما يدل على تناقص واضح في المعدلات السنوية لكميات الأمطار.
6. أظهرت نتائج اختبار T وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.05 في محطتي أبوقرين وبئر دوفان.
7. أكدت النتائج قدرة نظم المعلومات الجغرافي في بناء قاعدة بيانات مناخية لكميات الأمطار السنوية وتمثلها كارتوغرافيا، وكشف التغيرات المكانية بين فترتي الدراسة.

5. الخاتمة:

خلصت الدراسة إلى وجود تباين في التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار السنوية، مع ظهور فروق في توزيعها المكاني بين فترتي الدراسة، بالإضافة إلى وجود اتجاهات نحو تناقص معدلات السنوية في جميع نقاط الرصد المناخي في بلدية مصراتة للفترة 1958-2023، وأكدت الدراسة على أهمية استخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الاحصائي في تحليل العناصر المناخية وكشف تباينها المكاني وتغير اتجاهاتها مع الزمن من خلال بناء قواعد البيانات المناخية.

6. التوصيات:

1. ضرورة إنشاء مكتب للعمل المناخي في بلدية مصراتة يعتمد على رصد وتتبع وتحديث البيانات المناخية، بهدف متابعة التغيرات المناخية وتحليل اتجاهاتها المستقبلية.
2. وضع استراتيجيات محلية لإدارة الموارد المائية تتناسب مع تناقص الأمطار، وتعزيز تقنيات الحصاد المائي، وتطوير تقنيات استغلال المياه البديلة في الأغراض الزراعية والرعوية.
3. دعم الابحاث العلمية المهتمة بالمناخ والتغير المناخي وتأثيرها على الأنشطة البشرية.

تضارب المصالح

يُقرّ الباحث بعدم بوجود تضارب في المصالح

إقرار باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي

يُقرّ الباحث باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في ترجمة الابحاث المكتوبة بغير اللغة العربية، لم يستخدم في جمع البيانات المناخية وتحليلها أو في كتابة المناقشة أو الاستنتاجات.

المراجع

سطيحة، محمد محمد. (1972). *دراسات في علم الخرائط*. بيروت. دار النهضة العربية

سليم، علي مصطفى، والمختار، أسمهان علي. (2020، 3–5 مارس). *الخرائط المناخية لمنطقة الزاوية: دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية*. المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية (4)، طرابلس، ليبيا.

الرفاعي، عمر ناجي.(2017). *النمذجة الخرائطية للخصائص المناخية (محافظة الانبار حالة دراسية)*. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الانبار، العراق.

علي، صباح حسين، وصابر، ليالي عادل. (2018). الاستكمال المكاني للبيانات المناخية الخاصة بدرجة الحرارة لمحافظة نينوى باستخدام أنموذج الارتفاع الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية. *مجلة الكتاب للعلوم المحضة*، *2*(1) .https://doi.org/10.32441/kjps.v2i1.170

محمد، مروة سالم. (2023). النمذجة المكانية لدرجات الحرارة في قضاء الخالص باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. *مجلة ديالى للبحوث الإنسانية*، (98)، 117–135.

هادي، أزهار سلمان وأحمد، سهاد عبد الوهاب. (2023). نمذجة العناصر المناخية كع حالات تغير المناخ في محافظة ديالى. *مجلة ديالى للبحوث الإنسانية*، 96.

وزارة الحكم المحلي، المجلس البلدي مصراتة (2015)، *التقسيم الإداري لبلدية مصراتة وفروعها*. المجلس البلدي مصراتة.

Chowdhury, M .S & Mahmud, K.H. (2021). Geospatial Modeling for Spatial Analysis of Climatic Elements: In search of Climatic Classification Map for Bangladesh. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*,*9*(8),1685-1692. https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.37485

Helsel, D. R. & Hirsch, R. M .(2002) . *Statistical methods in water resources* (Techniques of Water-Resources Investigations, Book 4, Chapter A3). U.S. Geological Survey . https://doi.org/10.3133/twri04A3

Layati, E. & El Ghachi, M. (2021). GIS and evaluation of spatial rainfall interpolation techniques between 1980 and 2019: Application to the Oued Oum Er-Rabia sub-watershed (Central High Atlas, Morocco) .*Environmental and Water Sciences, Public Health and Territorial Intelligence Journal* .(4)*5* , https://doi.org/10.48421/IMIST.PRSM/ewash-ti-v5i4.26970

Ly, S., Charles, C & ,.Degré, A. (2013). Different approaches for spatial interpolation of rainfall data: A review . *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* .406–392 ,(2)*17*, https://doi.org/10.25518/1780-4507.10003

Mahmud, K. H., Abid, S. B & ,.Ahmed, R. (2015). Development of climate classification map for Bangladesh based on Koppen's climate classification .*The Jahangirnagar Review, Part II: Social Sciences* ,*39* , 1 – 12.

Rahman, M. M & ,.Islam, M. N. (2021). Geospatial modeling for spatial analysis of climatic elements: In search of climatic classification map for Bangladesh . *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* ,9 (8), 2268 – 2276. https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.37485

Climate Engine. (n.d.) .*Climate Engine Application* .Retrieved July 21, 2026, from https://www.climateengine.org/

Citation: Salim, A. (2026). Geographical distribution and trends of annual rainfall amounts in Misurata Municipality during the period 1958–2023. *Faculty of Arts Journal – Misurata University*, *22*, 93–107. https://doi.org/10.36602/faj.2026.n22.05

Geographical Distribution and Trends of Annual Rainfall Amounts in Misurata Municipality During the Period 1958–2023

Ali Mustafa Salim*

Misurata University, Faculty of Education, Department of Geography, Libya

*E- a.salim@edu.misuratau.edu.ly

Received 30- 05 - 2026 **Accepted** 22- 07- 2026 **Published Online** 29- 07 – 2026

Abstract

This study aims to analysis the spatial distribution of annual rainfall amounts and assess their overall trends through the development of a Climate Database using the Geographic Information System (GIS). The research problem lies in the absence of a digital map that accurately represents the spatial patterns of annual rainfall distribution and their trends, whether increasing or decreasing, in Misurata Municipality for the period 1958–2023. The study adopts a quantitative analytical approach, employing the Mann–Kendall test and the t-test to identify trends in annual rainfall variability at a significance level of 0.05. In addition, GIS techniques are utilized to produce climatic maps that illustrate changes between the two study periods, based on monthly data obtained from the Global Climate Database for 12 meteorological observation points in Misurata Municipality. Spatial analysis tools and interpolation methods are applied to generate high-resolution spatial representations of rainfall distribution. The results indicate a general decreasing trend in annual rainfall across all study locations in Misurata. All trend coefficients and Sen's slope values were negative, confirming a consistent decline in rainfall amounts over time. This decreasing trend was statistically significant at the 0.05 level in Abu Qurayn and Bir Dufan stations, while the remaining stations exhibited non-significant decreasing trends. The study further produced high-resolution climatic maps illustrating the spatial distribution of annual rainfall and its temporal changes in Misurata Municipality over the study period (1958–2023).

Key words: *spatial distribution; climatic maps; Geographic Information Systems (GIS); annual precipitation; Mann–Kendall test; Misurata Municipality*.

© The Author(s), 2026. This work is licensed under CC BY-4.0