مجلة كلية الآداب

مجلة كلية الآداب، العدد 19، يونيو 2025 DOI: 10.36602/faj.2025.n19.04

دراسة تحليلية لنمط هطول الأمطار وتغيراته الفصلية والكمية واتجاهاته المستقبلية في مدينة مصراته خلال الفترة 1944 ـ 2024 م

الصادق مصطفى سوالم*[1] حميدة مفتاح صالح [1]

[1]كلية الآداب، جامعة مصراتة

*البريد الالكتروني للباحث المسؤول: s.swalem@art.misuratau.edu.ly

الاقتباس: سوالم، الصادق وصالح، حميدة (2025). دراسة تحليلية لنمط هطول الأمطار وتغيراته الفصلية والكمية واتجاهاته المستقبلية في مدينة مصراتة خلال الفترة 1944– 2024م. *مجلة كلية الآداب جامعة مصراتة*. 19، 89–112. DOI: 10.36602/faj.2025.n19.04

تاريخ التقديم: 13-03- 2025 تاريخ القبول: 29-04- 2025 نشر إلكترونيا في 11-05-2025

ملخص البحث:

هدفت الدراسة بالبحث والتحليل أنماط هطول الأمطار وتغيراته الفصلية والكمية واتجاهاته المستقبلية بمدينة مصراتة خلال موسم أمطار 1945/1944م حتى موسم أمطار 2024/2023م ،استخدمت فيها التحليلات والاختبارات الإحصائية التي ركزت على إمكانية التنبؤ بالتغيرات والكميات المستقبلية نظرا لأهميتها في استدامة المياه والأمن الغذائي خاصة بالمناطق الجافة وشبه الجافة، وأظهرت النتائج متوسط هطول الأمطار بلغ 266.32 ملم لفترة الدراسة حيث سُجل أقل معدل هطول أمطار خلال موسم 1970/1969 (85.7 ملم) وأعلى معدلا خلال موسم 1981/1980 (499.4 ملم)،كما بين اختبار (T) الفرق بين متوسطي فترة الدراسة بأنه لا يوجد دليل إحصائي يؤكد اختلاف الفترتين وبأن السلسلة المطرية تتصف بالعشوائية وعدم ارتباطها باتجاه محدد، وهذا ما أكده اختبار المتلاحقات لمواسم الهطول بالمدينة، كما توصلت الدراسة إلى أن درجة الحرارة بفصول الشتاء خلال الفترات المطيرة أشد برودة وانخفاضاً من درجة حرارة فصول الشتاء بالفترات الجافة، وقد شملت الدراسة نحو 19 دورة مناخية منها 10 دورات مناخية امطارها جافة دون المتوسط و9 دورات مناخية أمطارها غزيرة فوق المتوسط واتصفت بالتباين في أطوالها، ونظراً للطبيعة العشوائية لهذه الدورات فإن التنبؤات المستقبلية تظل صعبة، لذلك صاغت الدراسة سيناريوهات مستقبلية محتملة لكميات الأمطار وحددت العوامل الرئيسية المؤثرة إلى جانب مجموعة من التوصيات الرامية إلى التكيف مع التغيرات المستقبلية المحتملة ومعالجتها.

الكلمات المفتاحية: *المناطق الجافة، الدورات المناخية، التنبؤات المستقبلية، الطبيعة العشوائية*

© المؤلف/المؤلفون 2025 .يتم توزيع هذه المقالة بموجب رخصة المشاع الإبداعي النسب 4.0 الدولية Creative Commons Attribution 4.0 International License، والتي تتيح الاستخدام والتوزيع وإعادة الإنتاج بأي وسيلة دون قيود، شريطة الإشارة المناسبة إلى المؤلف/المؤلفين الأصليين والمصدر، وتضمين رابط الرخصة، وبيان ما إذا تم إجراء أي تعديلات.

1. المقدمة

تعد الأمطار من أهم عناصر المناخ المسهمة في استدامة الأمن المائي والغذائي ودعم مختلف الأنشطة الاقتصادية خاصة بالمناطق الجافة وشبة الجافة، وفي العقود الأخيرة أظهرت العديد من الدراسات المحلية والإقليمية تغيرات في مواسم هطول الأمطار بما في ذلك منطقة حوض البحر المتوسط والتي تشير إلى أن هناك اتجاه واضح نحو انخفاض هطول الأمطار وزيادة حدة الجفاف منذ العام 1950م (شبكة الخبراء المعنية بالتغيرات المناخية والبيئة في منطقة البحر المتوسط، 2019 م، ص7)، ومدينة مصراتة التي تطل بواجهتين شمالية وشرقية على البحر المتوسط ليست بمنأى عن هذه التغيرات حيث تظهر التحليلات المطرية للفترة من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م أنماطاً من التغيرات الفصلية والكمية في هطول الأمطار، كما تشير سجلات الأمطار التي تم جمعها على مدى ثمانين عاماً إلى وجود اتجاهات ملحوظة في تناقص متوسط كميات الأمطار السنوية مع تغير واضح في توقيت وشدة الهطول، وتهدف هذه الدراسة إلى معرفة اتجاهات الهطول وتقديم رؤى وسيناريوهات مستقبلية من خلال استخدام النماذج الرياضية والتحليلات الإحصائية لسلسلة طويلة الأمد، لأجل الحصول على نتائج لصانعي القرار والسياسات لوضع برامج وخطط لمواجهة أي تحديات محتملة خلال العقود القادمة، كما تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تحدد استراتيجيات إدارة الموارد المائية والتخطيط الزراعي وتجنب آثار الجفاف والفيضانات بالمدينة.

1 .1مشكلة الدراسة

تتمحور تساؤلات الدراسة حول الآتي:

1. ما هي أنماط اتجاه الهطول المطري بمدينة مصراتة خلال الفترة من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023؟
2. هل توجد تغيرات فصلية وكمية ملحوظة في أنماط الهطول؟ وما أثر الفترات المناخية الباردة والدافئة على طبيعة الأمطار بالمنطقة؟
3. هل هناك تباين في درجات الحرارة لفصول الشتاء بين الفترات الجافة والمطيرة بمنطقة الدراسة؟
4. ما هي الاتجاهات المستقبلية المتوقعة لهطول الأمطار بمدينة مصراتة؟

1 .2 الأهداف

1. تحديد أنماط الهطول خلال السلسلة المطرية الممتدة من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م.
2. دراسة التباين والتغيرات الفصلية والكمية للهطول المطري خلال فترة الدراسة.
3. الكشف عن الدورات المناخية المطيرة والجافة وسط التذبذبات والتقلبات العشوائية لهطول الأمطار خلال مواسم الدراسة.
4. تحليل الاتجاهات المستقبلية لهطول الأمطار وفقاً للمتوسطات الحالية بمحطة أرصاد مصراتة.

1 .3 الأهمية

1 . تعد دراسات الأمطار أساساً لتخطيط استراتيجيات إدارة الموارد المائية والزراعية.

2 . تقديم رؤى وحلول وبيانات لصانعي القرار لمواجهة تأثير فترات الجفاف والفيضانات.

3 . توفير البيانات الدقيقة لفهم تقلبات وذبذبات السجل المناخي للأمطار ودوراتها المناخية بمحطة أرصاد مصراتة المركز.

4 . تطوير سيناريوهات لتوقع كميات الأمطار وتأثيراتها على البنية التحتية والزراعة والموارد المائية.

4. 1 الفرضيات

1. هناك تغييرات في أنماط أتجاه الهطول المطري خلال الفترة من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023.
2. توجد تغيرات كمية وفصلية ملحوظة يكون فيها الهطول أكثر غزارة خلال الفترات الباردة وأقل غزارة بالفترات الدافئة.
3. يوجد اختلاف وتباين بين متوسطات درجات الحرارة خلال فصول الشتاء بالفترات الجافة والمطيرة.
4. هناك اتجاه للهطول المطري نحو التناقص مما يساعد في وضع آليات للتكيف مع هذه التغييرات.

5. 1 الدراسات السابقة:

توجد العديد من الدراسات التي اهتمت بدراسة التغيرات الكمية والفصلية للأمطار واتجاهاتها وتحليلها بطرق وأساليب إحصائية متعددة محلياً واقليمياً ومن أهم هذه الدراسات الآتي:

1. دراسة صيام (1998) دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا وتهدف إلى اشتقاق اتجاهات الأمطار خلال سلاسل زمنية لفترات طويلة لعدد من المحطات في سوريا وإخضاعها لمختلف الفحوص الإحصائية للتأكد من صحتها، وبيان ما إذا كانت اتجاهات حقيقية ذات معنوية إحصائية أم أنها مجرد اتجاهات ظاهرية ليست ذات أهمية وتحدث مصادفة، وتوصلت الدراسة إلى وجود اتجاهات مطرية ضعيفة ومتزايدة في عدد 6 محطات ومتناقصة في 14 محطة وأثبتت الفحوص الإحصائية المختلفة عدم أهميتها جميعاً وإنها مرفوضة إحصائياً وتعد ظاهرية وغير جوهرية وتحدث مصادفة.

2. دراسة الشارف (2007) تذبذبات الأمطار في شمالي ليبيا واقترانها بالتغيرات في منظومات الضغوط الجوية خلال الفترة (1980 –2000) بهدف إبراز أهمية المنخفضات والارتفاعات الجوية في تأثيراتها على الأمطار بشكل خاص والمناخ بشكل عام، بالإضافة إلى إيضاح العلاقة ما بين معدلات الضغط المختلفة اليومية والشهرية والمجموع اليومي والشهري لكميات الأمطار، وتمثلت أهم النتائج في أن موسم الأمطار يقل كلما اتجهنا جنوبا نتيجة لانحسار التيارات البحرية، كما إن الأمطار تتميز بالتغير من موسم إلى آخر ومن فترة إلى أخرى، ولا يؤثر الضغط كمعدلات في سقوط الأمطار على منطقة الدراسة، وينحسر تأثير المنخفضات الجوية تدريجياً كلما اتجهنا نحو الداخل، بالإضافة إلى وجود عدة عوامل تتحكم في حركة المنخفضات الجوية وتكوينها ودورها في سقوط الأمطار مثل: طبيعة اليابس المحيط بالبحر المتوسط، وصغر مساحته، وقلة عمقه، بالإضافة لدفء مياهه نسبياً شتاءً وبرودته نسبياً صيفاً، ومدى تقدم وتقهقر المرتفع الجوي المسيطر على شمال البلاد شمالاً و جنوباً، إضافة إلى حصول بعض المناطق على كميات أمطار وفيرة بعكس بعض المناطق الأخرى وهذا راجع لحركة المنخفضات الجوية وطبيعة التضاريس لكل منطقة.

3. دراسة أبو زيد (2010) حول التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية التي تهدف إلى الكشف عن التغيرات الحالية للأمطار في جنوب محافظة الطائف وتحديد اتجاهات الأمطار السنوية في عدد من المحطات خلال العقود الأربعة الماضية والمنتهية بعام 2004 م، وقد أظهرت النتائج أن الأمطار السنوية قد اتخذت اتجاهاً متناقصاً في جميع المحطات فيما عدا واحدة (الشفا) حيث تزايدت الأمطار بمقدار 1.03% ومن أبرز ما توصلت إليه الدراسة من نتائج أن تناقص الأمطار في الغالبية العظمى من المحطات المدروسة تراوح بين 0.32 و44.80 % وبناء على ذلك التفاوت الكبير في معدلات تناقص الأمطار خلصت الدراسة إلى أنه من المتوقع أن يؤدى ذلك إلى وجود تباين مماثل في حجم ومدى تأثير التداعيات السلبية على الأوضاع البيئية الطبيعية منها والبشرية خاصة الإيكولوجية والموارد المائية وحالة التربة والتباين في مستويات الإنتاج الزراعي.

4 . **دراسة مشتهى (2013)**، اتجاه التغير في كميات الأمطار في الضفة الغربية بين عامي 1997. 2008م وهدفت الدراسة إلى التعرف على الكميات السنوية للأمطار وهل قيم التغير نحو الانخفاض أو الارتفاع تأخذ نمطاً عشوائياً أو منتظماً خلال فترة الدراسة، تمثلت أهم النتائج في التغير

الواضح في كميات الأمطار في الاتجاهين الموجب والسالب خلال فترة الدراسة.

5. دراسة خير الله (2019) تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية الأمطار بمحطة أرصاد سرت خلال الفترة من 1971-2010م وهدفت الدراسة إلى تحليل اتجاهات التغيرات التي تطرأ على الاتجاه العام لكميات الأمطار الفصلية والسنوية في محطة سرت وذلك لتحقيق فرضية أن التغير المناخي له عظيم الأثر على الاتجاه العام لمجموع الأمطار السنوية والفصلية بالمنطقة. وتوصلت الدراسة إلى أن كميات الأمطار تتناقص سنوياً بمعدل 1.6ملم خلال الفترة غير أنها تختلف خلال الفصول حيث يسجل فصل الخريف تناقصاً بلغ 1.78 ملم بينما تسجل بقية الفصول معدلات نحو الزيادة كما أن 38.46% من السنوات تتجه نحو الجفاف.

2. منهجية الدراسة:

تم استخدام المنهج الوصفي والتاريخي والتحليلي في دراسة البيانات المناخية وتحليلها والمتمثلة في السجل المناخي لكميات الأمطار من موسم 1944 / 1945 إلى موسم 2023 /2024 م، وتم الاعتماد على أهم التحليلات الإحصائية الآتية وباستخدام برنامج SPSS:

- نموذج المتوسطات المتحركة للكشف عن الدورات المناخية لكميات الأمطار المتخفية وسط التقلبات والذبذبات المناخية.
- اختبار (T) للتحقق من دلالات الفروقات بين متوسطات فترتي السجل المناخي لكميات الأمطار خلال فترة الدراسة، إضافة إلى استخدامه في مقارنة درجات حرارة فصول الشتاء خلال الفترات الجافة والمطيرة.
- اختبار العشوائية (Runs) اختبار المتلاحقات لتحليل طبيعة التذبذبات المطرية.
- النموذج الرياضي المتمثل في تحليل الانحدار الخطي البسيط لتحليل العلاقة بين كميات الأمطار والسنوات.
- تطبيق نموذج (Sensitivity Analysis) لاختبار الحساسية وتقديم سيناريوهات محتملة مستقبلا لمواجهة التحديات المتمثلة في فترات الجفاف والفيضانات واتخاذ أنسب الوسائل والحلول للتكيف مع أي سيناريوهات محتملة بمدينة مصراتة.

2.2 موقع منطقة الدراسة.

تقع مدينة مصراتة في شمال غرب ليبيا بين خطي طول 14َ.6 و15ْ.54 درجة شرقاً، وبين دائرتي عرض 31ْ.21 و32ْ.15 درجة شمالاً يحدها البحر المتوسط من جهة الشمال والشرق، وبلدية سرت من ناحية الشرق والجنوب الشرقي في حين يحدها الفرع البلدي تاورغاء من ناحية الجنوب والجنوب الغربي، أما من ناحية الجنوب فتحدها بلدية بني وليد وتمثل بلدية زليتن الحدود الغربية لمدينة مصراتة والخريطة رقم (1) تبين الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

الخريطة رقم 1 *الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة*

المصدر: عمل الباحثين باستخدام برنامج Arcgis.v10.8اعتماداً على (وزارة الحكم المحلي بلدية مصراتة، ص3)

3. دراسة الخصائص المطرية

3 .1 التوزيع الشهري والفصلي لهطول الأمطار

تتأثر منطقة الدراسة مع بداية فصل الخريف وحتى نهاية الربيع بمرور منخفضات جوية وأعاصير عابرة لحوض البحر المتوسط من الغرب نحو الشرق محدثة اضطرابات جوية ومسببة هطول الأمطار، حيث يصل عدد المنخفضات التي تدخل حوض البحر المتوسط ما بين 75 إلى 98 منخفضاً جوياً على سواحل غرب ليبيا (عنيبة، عمر إمحمد،2010،ص39) وبذلك تتلقى مدينة مصراتة كميات أمطار يصل معدلها العام 266.32ملم للفترة المناخية الممتدة من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م والجدول (1) يبين المتوسطات الشهرية والفصلية خلال فترة الدراسة ونلاحظ أن أعلى متوسطات تكون في فصل الشتاء خلال شهري ديسمبر و يناير أما أدنى المتوسطات فكانت في فصل الصيف قي شهري يوليو وأغسطس، كما نلاحظ من الشكل (1) أن قمة المطر تكون قي شهر يناير وقاع المنحنى يمثل شهر يوليو.

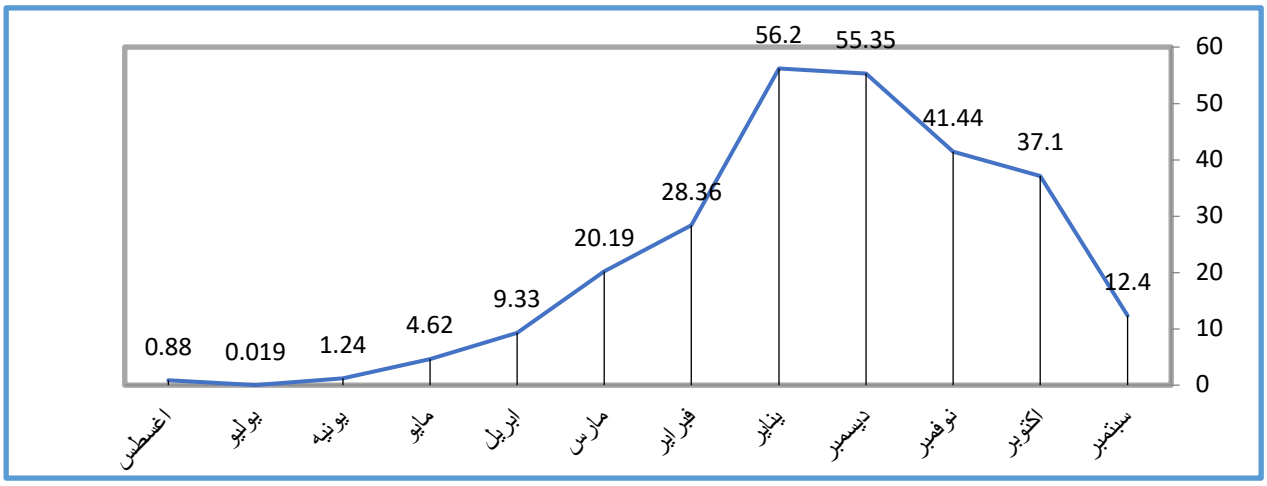
ويبين الشكل (1) بداية موسم الأمطار في فصل الخريف لتصل أعلى معدلاته خلال فصل الشتاء وتستمر بمعدلات أقل قي فصل الربيع حتى يحل الفصل الجاف (الصيف) من السنة.

الجدول (1) *المتوسط الشهري والفصلي للأمطار خلال الموسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م*

الشهر	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	اغسطس
المتوسط الشهري	12.40	37.10	41.44	55.35	56.20	28.20	20.16	9.23	4.10	1.24	0.019	0.88
الفصل	الخريف			شتاء			ربيع			صيف		
المتوسط الفصلي	30.31			46.58			11.16			0.71		

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة 2024م.

شكل (1) المتوسط الشهري والفصلي للأمطار خلال الموسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الجدول (1).

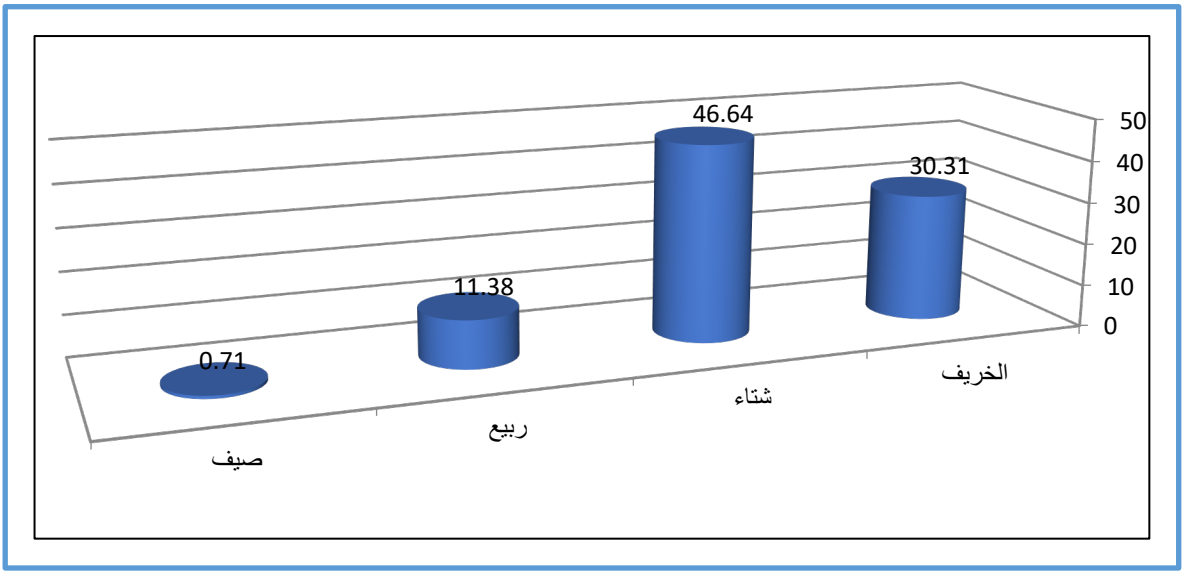
2.3 التوزيع السنوي لكميات الأمطار.

تتصف الأمطار بمنطقة الدراسة بالتذبذب في كمياتها من سنة إلى أخرى، نتيجة لطبيعة موقعها الجغرافي وطبيعة المنخفضات الجوية ومدى توغلها جنوباً بحوض البحر المتوسط، فمن خلال النظر إلى الجدول (2) نلاحظ التباين في كميات الهطول السنوية على المنطقة صعوداً وهبوطاً عن متوسطها العام والذي بلغ (266.32 ملم) من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م وقد تأخذ هذه التباينات فترات قصيرة لتمثل جزءًا من دورة مناخية وقد تطول لفترات طويلة تصل إلى مئات السنين، وهذا ما يعرف بالاتجاه المناخي الذي يحتاج إلى سلسلة مناخية طويلة لكي يستنتج منها الباحث معلومات صحيحة تعبر عن طبيعة الظاهرة، ومن أجل التعرف على اتجاهات سلسلة الفترة المطرية بالمنطقة يستخدم أسلوب Semi average data،حيث تقسم السلسلة المطرية إلى فترتين ويحسب متوسط كل فترة ثم تتم المقارنة بينهما لمعرفة هل هناك فرق بين متوسطي الفترتين (صالح، 2019م، ص97) ،وذلك باستخدام اختبار T للتحقق من الدلالة الإحصائية للفرق بين هذين المتوسطين كما يلي: -

1. **تقسيم بيانات الجدول (2) إلى مجموعتين**، والمطلوب اختبار هل هناك فرق دال إحصائيا بنسبة ثقة 95 % بين متوسطي الفترتين الأولى الممتدة من موسم 1944 / 1945 إلى موسم 1983 / 1984 م والفترة الثانية الممتدة من موسم 1984 / 1985 إلى موسم 2023 / 2024 م.

2. **فرضيات الاختبار:** - فرضية العدم تنص على أن الفرق بين المتوسطين صغير وغير دال إحصائياً عند مستوى ثقة 0.95، وأنه مجرد تذبذبات عشوائية إما بالزيادة أو النقصان أما الفرضية البديلة فهي تقول بأن الفرق كبير ودال إحصائياً مما يعنى وجود تغير مناخي.

شكل (2) المتوسطات الفصلية للأمطار من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الجدول (1).

جدول (2) كميات الأمطار السنوية من موسم 1945/1944 إلى موسم 2024/2023 م

موسم الأمطار	مجموع كميات الأمطار خلال الموسم	موسم الأمطار	مجموع كميات الأمطار خلال الموسم
1944/1945	219.5	1984/1985	308.1
1945/1946	327.3	1985/1986	285
1946/1947	212.71	1986/1987	380.3
1947/1948	213.6	1987/1988	232.1
1948/1949	291.8	1988/1989	372.4
1949/1950	342.7	1989/1990	201.3
1950/1951	194.7	1990/1991	469.1
1951/1952	372.4	1991/1992	334.2
1952/1953	291.8	1992/1993	152
1953/1954	97.3	1993/1994	165.7
1954/1955	229.7	1994/1995	448.5
1955/1956	199.6	1995/1996	332
1956/1957	329.7	1996/1997	175.3
1957/1958	324.6	1997/1998	289.2
1958/1959	248	1998/1999	225.4
1959/1960	237.8	1999/2000	276.6
1960/1961	244.7	2000/2001	140.6
1961/1962	363.7	2001/2002	332.5
1962/1963	221.9	2002/2003	310.5
1963/1964	367.7	2003/2004	458.4
1964/1965	259.4	2004/2005	182.7
1965/1966	171.02	2005/2006	274.7
1966/1967	394.7	2006/2007	304.3
1967/1968	280.5	2007/2008	345.9
1968/1969	263.1	2008/2009	237.6
1969/1970	85.7	2009/2010	178.1
1970/1971	228.8	2010/2011	284.15
1971/1972	259.2	2011/2012	196.85
1972/1973	247.8	2012/2013	115.2

موسم الأمطار	مجموع كميات الأمطار خلال الموسم	موسم الأمطار	مجموع كميات الأمطار خلال الموسم
1973/1974	270.6	2013/2014	145.7
1974/1975	283.6	2014/2015	215.4
1975/1976	315.1	2015/2016	223.5
1976/1977	165.5	2016/2017	216.9
1977/1978	251.4	2017/2018	232.7
1978/1979	389.1	2018/2019	259.2
1979/1980	250.7	2019/2020	199.9
1980/1981	499.4	2020/2021	200.7
1981/1982	232.2	2021/2022	426.9
1982/1983	258.5	2022/2023	227.47
1983/1984	250	2023/2024	261.09

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة المركز.

3 ـ المعطيات: ـ يتم الحصول عليها من خلال الجدول (2) وهي كالتالي: ـ

جدول (3) معطيات الاختبار التائي

الفترة الأولى	الفترة الثانية
M =عدد مفردات الفترة الأولى =40	N =عدد مفردات الفترة الثانية =40
$\sum X1$ =مجموع المفردات الأولى =10687.53	$\sum X2$ =مجموع المفردات الثانية =10618.16
$\bar{X}1$=المتوسط الحسابي=267.19	$\bar{X}2$ = المتوسط الحسابي = 265.45
S1=الانحراف المعياري = 79.20	S2 = الانحراف المعياري = 90.27

المصدر: ـ عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (2).

4. تم تطبيق الاختبار التائي والذي أظهر أن قيمة T الاختبارية تساوي = 0.85

5 ـ مقارنة قيمة T الاختبارية بقيمة T الجدولية التي نحصل عليها من الجدول التائي عند α =0.05 ودرجات حرية = (78) والتي تساوي =1.991، إذن القيمة الاختبارية أصغر من الجدولية؛ لأنها واقعة في منطقة القبول، عليه نقبل بالفرضية الصفرية التي تقول بأن ليس هناك فرقاً دالاً إحصائيا بين متوسطي الفترتين، وأن الفرق ليس كبيراً بحيث يجعلنا نجزم بحصول تغير مناخي، مما يعني أن فترة الهطول من 1944 / 2024 م بمنطقة الدراسة لا تشهد اتجاهاً معيناً، وإنما هي مجرد تذبذبات سنوية أما بالزيادة أو النقصان عن معدلها العام، قد تعيد هذه التذبذبات نفسها عدة سنوات في شكل دورات

تطول أو تقصر ولكنها لا تتخذ اتجاهاً نحو الصعود أو الهبوط، فهي مرتبطة بمدى تقدم الكتل الهوائية القطبية ومسارات المنخفضات الجوية التي تعبر منطقة البحر المتوسط نحو الجنوب (صالح، 2019، ص101).

3.3 البحث عن الدورات المناخية في فترة الهطول من 1945/1944 إلى 2023/ 2024 م باستخدام أسلوب المتوسطات المتدحرجة Moving الذي يكشف لنا الدورات والاتجاهات المناخية المتخفية وسط الذبذبات والتقلبات السنوية المتكررة، تم تطبيق أسلوب المتوسطات الخمس المتدحرجة على بيانات فترة الهطول للفترة من 1945/1944 2024/2023 م من خلال .

1. حساب قيم الخمسة سنوات المتدحرجة.

2 . مقارنة قيم متوسطات الخمسة سنوات المتدحرجة بقيمة المتوسط الحسابي العام للفترة (266.32)، حيث تعطى إشارة سالب للقيم الأقل من قيمة المتوسط الحسابي وتصنف سنة جافة؛ لأنها تحت المتوسط، بينما تعطى إشارة موجب للقيم الأكبر من المتوسط وتصنف سنة مطيرة جدول (4).

3 . حصر الفترات الجافة والمطيرة وأطوالها، وحساب المتوسط الحسابي لأطوال هذه الفترات كما في الجدول رقم (5) الذي يبين أن الفترة المطرية التي يبلغ عددها 80 سنة احتوت على 19 دورة مطرية منها 10 دورات جافة و 9 مطيرة، حيث تباينت أطوال هذه الفترات شكل (3،4) وتتخذ نمطاً عشوائياً وغير منتظماً، لذلك لا يمكن استخدام متوسطات الفترات الجافة والمطيرة كوسيلة للتنبؤ بأطوالها مستقبلاً.

جدول (4) *حساب سلسلة الخمسة سنوات المتدحرجة لمحطة أرصاد مصراته.*

موسم الأمطار	كميات الأمطار بالملم	متوسط الخمسة سنوات المتدحرجة	إشارة الارتفاع والانخفاض عن المتوسط المتدحرج	طول الدورة المناخية
1944/1945	219.5	/	/	/
1945/1946	327.3	/	/	/
1946/1947	212.71	253	(-) جافة	1 جافة
1947/1948	213.6	277.62	(+) مطيرة	1 مطيرة
1948/1949	291.8	251.10	(-) جافة	1 جافة
1949/1950	342.7	283.04	(+) مطيرة	مطيرة 2
1950/1951	194.7	298.7	(+) مطيرة	
1951/1952	372.4	259.8	(-) جافة	5 جافة
1952/1953	291.8	237.1	(-) جافة	
1953/1954	97.3	238.16	(-) جافة	
1954/1955	229.7	229.62	(-) جافة	
1955/1956	199.6	236.18	(-) جافة	
1956/1957	329.7	266.32	(+) مطيرة	4 مطيرة
1957/1958	324.6	268	(+) مطيرة	
1958/1959	248	278	(+) مطيرة	

موسم الأمطار	كميات الأمطار بالملم	متوسط الخمسة سنوات المتدحرجة	إشارة الارتفاع والانخفاض عن المتوسط المتدحرج	طول الدورة المناخية
1959/1960	237.8	283.8	(+) مطيرة	
1960/1961	244.7	263.22	(-) جافة	1 جافة
1961/1962	363.7	287.2	(+) مطيرة	6 مطيرة
1962/1963	221.9	291.5	(+) مطيرة	
1963/1964	367.7	276.74	(+) مطيرة	
1964/1965	259.4	283.94	(+) مطيرة	
1965/1966	171.02	294.66	(+) مطيرة	
1966/1967	394.7	273.74	(+) مطيرة	
1967/1968	280.5	239.004	(-) جافة	6 جافة
1968/1969	263.1	250.56	(-) جافة	
1969/1970	85.7	223.5	(-) جافة	
1970/1971	228.8	217	(-) جافة	
1971/1972	259.2	218.42	(-) جافة	
1972/1973	247.8	258	(-) جافة	
1973/1974	270.6	275.3.	(+) مطيرة	1 مطيرة
1974/1975	283.6	256.52	(-) جافة	2 جافة
1975/1976	315.1	257.24	(-) جافة	
1976/1977	165.5	281	(+) مطيرة	15 مطيرة
1977/1978	251.4	274.36	(+) مطيرة	
1978/1979	389.1	311.22	(+) مطيرة	
1979/1980	250.7	324.6	(+) مطيرة	
1980/1981	499.4	326	(+) مطيرة	
1981/1982	232.2	289.16	(+) مطيرة	
1982/1983	258.5	309.64	(+) مطيرة	
1983/1984	250	266.8	(+) مطيرة	
1984/1985	308.1	296.4	(+) مطيرة	
1985/1986	285	291.1	(+) مطيرة	
1986/1987	380.3	315.6	(+) مطيرة	
1987/1988	232.1	294.22	(+) مطيرة	
1988/1989	372.4	331.04	(+) مطيرة	
1989/1990	201.3	321.82	(+) مطيرة	
1990/1991	469.1	305.8	(+) مطيرة	
1991/1992	334.2	264.5	(-) جافة	1 جافة
1992/1993	152	313.9	(+) مطيرة	مطيرة2
1993/1994	165.7	286.5	(+) مطيرة	

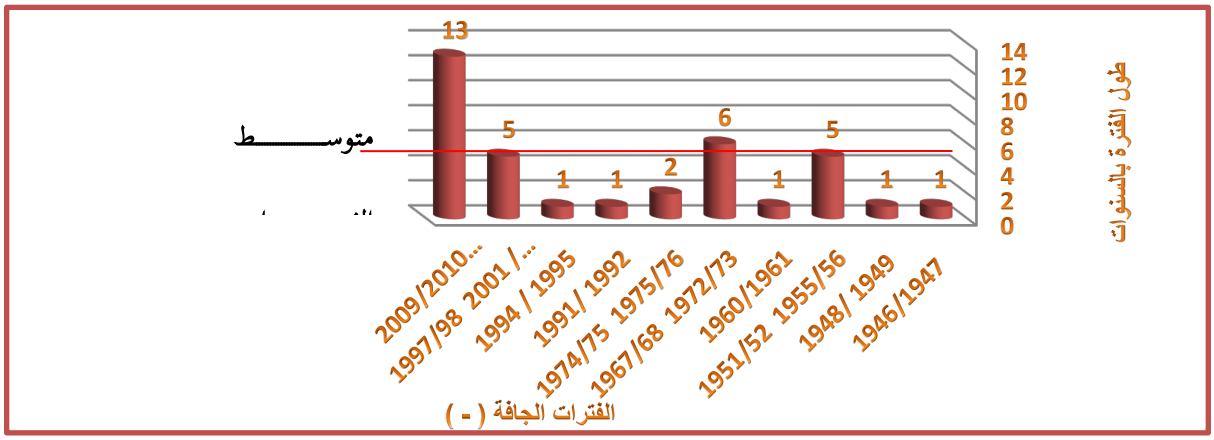
موسم الأمطار	كميات الأمطار بالملم	متوسط الخمسة سنوات المتدحرجة	إشارة الارتفاع والانخفاض عن المتوسط المتدحرج	طول الدورة المناخية
1994/1995	448.5	254.7	(-) جافة	1 جافة
1995/1996	332	282.14	(+) مطيرة	2 مطيرة
1996/1997	175.3	294.1	(+) مطيرة	
1997/1998	289.2	259.7	(–) جافة	5جافة
1998/1999	225.4	221.42	(-) جافة	
1999/2000	276.6	252.9	(-) جافة	
2000/2001	140.6	257.12	(-) جافة	
2001/2002	332.5	241.63	(-) جافة	
2002/2003	310.5	285	(+) مطيرة	7مطيرة
2003/2004	458.4	311.8	(+) مطيرة	
2004/2005	182.7	306.12	(+) مطيرة	
2005/2006	274.7	313.2	(+) مطيرة	
2006/2007	304.3	269.04	(+) مطيرة	
2007/2008	345.9	268.12	(+) مطيرة	
2008/2009	237.6	270.01	(+) مطيرة	
2009/2010	178.1	248.52	(-) جافة	13 جافة
2010/2011	284.15	202.4	(-) جافة	
2011/2012	196.85	184	(-) جافة	
2012/2013	115.2	191.5	(-) جافة	
2013/2014	145.7	170.33	(-) جافة	
2014/2015	215.4	183.34	(-) جافة	
2015/2016	223.5	206.84	(-) جافة	
2016/2017	216.9	229.54	(-) جافة	
2017/2018	232.7	226.44	(-) جافة	
2018/2019	259.2	221.9	(-) جافة	
2019/2020	199.9	263.9	(-) جافة	
2020/2021	200.7	262.83	(-) جافة	
2021/2022	426.9	263.21	(-) جافة	
2022/2023	227.47	/	/	
2023/2024	261.09	/	/	
المتوسط العام للفترة المطرية من 1944 / 2024 م = (266.32 ملم)				

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الجدول (2).

جدول (5) *الملخص الإحصائي للفترات الجافة و الفترات المطيرة المحسوبة لفترة الهطول من 1944/ 1945 إلى 2023 / 2024 م.*

الفترات الجافة	طول الفترة بالسنوات	الفترات المطيرة	طول الفترة بالسنوات
1947/1946	1	1948/ 1947	1
1949 / 1948	1	51/1950 إلى 50/1949	2
52/1951 إلى 56/1955	5	60/1959 إلى 57/1956	4
1961/1960	1	67/1966 إلى 62/1961	6
68/1967 إلى 73/1972	6	1974/1973	1
75/1974 إلى 76/1975	2	91/1990 إلى 77/1976	15
1992 /1991	1	94/1993 إلى 93/1992	2
1995 / 1994	1	97/1996 إلى 96/1995	2
98/1997 الى 2002 / 2001	5	2009/ 2008 إلى 2003/2002	7
2010/2009 الى 2022/2021	13	/	/
متوسط الفترات الجافة	3.6	متوسط الفترات المطيرة	4.4

المصدر: ـ ملخص الجدول رقم (4).



الشكل (3) اطوال الفترات الجافة في فترة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (5)

شكل (4) أطوال الفترات المطيرة في فترة الدراسة

4. المقارنة بين درجة حرارة فصول الشتاء خلال الفترات الجافة والمطيرة:

تتصف درجة الحرارة بشكل عام بالاعتدال على الساحل الليبي الذي يمثل الحدود الشمالية والشرقية لمنطقة الدراسة، ولكنها تتأثر بمرور المنخفضات الجوية المرتحلة (الجبهات الباردة) من الغرب إلى الشرق فتعمل على خفض درجات الحرارة في فصل الشتاء، أما خلال فصل الصيف فهي تتأثر بالرياح الجنوبية الحارة التي تأتي في مقدمة المنخفضات الجوية المرتحلة من الغرب إلى الشرق فتعمل على رفع درجات الحرارة، إضافة إلى ارتباط أمطار فصل الشتاء بالمنخفضات الجوية وهوائها البارد القادم من الشمال، عليه كلما زادت برودة الشتاء نتوقع أمطاراً أكثر ، وكلما قلت البرودة واتجهت نحو الدفء قل المطر (صالح، 2019، ص 103) .

والهدف من إجراء المقارنة بين درجات حرارة الفصول المطيرة والفصول الجافة هو الإجابة على السؤال التالي:

الفصول الأكثر مطراً بالتأكيد مرتبطة بأنظمة الرياح القطبية الشمالية والشمالية الغربية الباردة القوية التي تطول مدة هبوبها وإسقاطها لكميات كبيرة من المطر على منطقة الدراسة، أما فصول الشتاء الأقل مطراً فهي مرتبطة بالرياح الغربية والجنوبية الغربية الدافئة (صالح،2019، ص107).

وبناء على ذلك يود الباحثان إجراء اختبار الفرق بين معدلات الحرارة لفصول الشتاء خلال الدورات الجافة والمطيرة للتأكد من الإجابة على السؤال التالي:

هل هناك فرق دال إحصائيا بين درجات الحرارة لفصول شتاء الفترات المطيرة والجافة؟

إجراءات الاختبار: -

1 . **تحديد بيانات** درجات الحرارة لفصول الشتاء خلال فترتين جافة وأخرى مطيرة كما في الجدولين (6 ، 7) والمطلوب اختبار هل هناك فرق دال إحصائيا بنسبة ثقة 95 % بين متوسطي درجة الحرارة لفصول الشتاء خلال الفترة المطيرة للموسم 1976/ 1977 ـ موسم 1990/1991 م والفترة الجافة من موسم 2009/2010، ـموسم 2021/2009م

. **جدول (6)** *معدلات درجة حرارة فصل الشتاء خلال الفترات الجافة*

سنوات الفترات الجافة	متوسط شهر ديسمبر	متوسط شهر يناير	متوسط شهر فبراير	معدل درجة حرارة فصل الشتاء
2009	17.4	15.1	14.3	15.6
2010	16.8	15.5	17.6	16.6
2011	14	15.5	14.3	14.6
2012	14.7	12.3	11.3	12.8
2013	14.3	13.4	13.6	13.8
2014	14.9	14.1	15.2	14.8
2015	15	13.2	13.2	13.8
2016	15.1	14.1	15.5	14.9
2017	14.1	11.8	14.4	13.43
2018	14.8	13.9	14	14.23
2019	16.7	12	12.3	13.7
2020	15.4	12.2	15.1	14.23
2021	15.1	16.1	15.2	15.5
2022	18.8	13.3	14.5	15.5

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على بيانات الأرصاد الجوية مصراتة المركز.

جدول (7) *معدلات درجة حرارة فصل الشتاء خلال الفترات المطيرة.*

سنوات الفترات المطيرة	متوسط شهر ديسمبر	متوسط شهر يناير	متوسط شهر فبراير	معدل درجة حرارة فصل الشتاء
1976	14.3	12.3	12.3	13
1977	14.3	13.5	16	14.6
1978	14.7	12.5	15.1	14.1
1979	13.8	14.1	14.9	14.3
1980	12.5	11.7	12.3	12.2
1981	15	12.8	12.5	13.4
1982	12.9	13.9	13.4	13.4
1983	13.1	12.5	13.1	12.9
1984	13.7	12.4	13	13.03
1985	14.8	12.7	15.2	14.23
1986	12.6	12.9	15	13.5
1987	17.2	12.9	14.1	14.7
1988	13.7	14.9	14.6	14.4
1989	14.7	13.5	14.3	14.2
1990	14.4	13.8	15.2	14.5
1991	13.7	13.4	14.1	13.7

المصدر: . عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات الأرصاد الجوية مصراتة المركز .

2 . فرضيات الاختبار: . فرضية العدم التي تقول بأنه ليس هناك فرق بين المتوسطين، مما يعني عدم وجود اختلاف في درجات حرارة الشتاء بين الفترات الجافة والمطيرة، أما الفرضية البديلة فهي تنص على أن هناك اختلاف بين متوسطي الحرارة لفصول الشتاء خلال الفترتين.

3 . المعطيات: . من الجدولين (6،7) نتحصل على المعطيات اللازمة لعملية الاختبار الإحصائي كما هي موضحة بالجدول (8).

4. تم تطبيق الاختبار التائي والذي أظهر أن قيمة T المحسوبة تساوي (T =2.26) هي أكبر من قيمة T الجدولية عند درجة حرية (18) والتي تساوي (2.04) بفارق متوسط 0.77 بين متوسط حرارة الفترتين وبالتالي يعتبر ذا دلالة إحصائية، مما يعني أن درجات حرارة فصول الشتاء أثناء الفترات المطيرة هي أشد برودة نتيجة تأثرها بالرياح القطبية الشمالية والشمالية الغربية الباردة المتزحزحة جنوبا نحو منطقة حوض البحر المتوسط، وأن درجات حرارة فصول الشتاء خلال الفترات الجافة هي أدفأ قليلا من مثيلاتها خلال الفترات المطيرة لارتباطها بالرياح الغربية والجنوبية الغربية الدافئة .

جدول (8) *معطيات الاختبار*

الفترة الأولي	الفترة الثانية
M =عدد مفردات الفترة الأولي =14	N =عدد مفردات الفترة الثانية =16
$\overline{X}_1$ =المتوسط الحسابي=14.53	$\overline{X}_2$ = المتوسط الحسابي = 13.76
S_1 =الانحراف المعياري= 1.025	S_2 = الانحراف المعياري= 0.72
Sp = 0.930	

المصدر: . عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات الجدولين (6،7) .

5 . التحليل الإحصائى لفترة الهطول من موسم 1944 / 1945 إلى 2023 / 2024 م

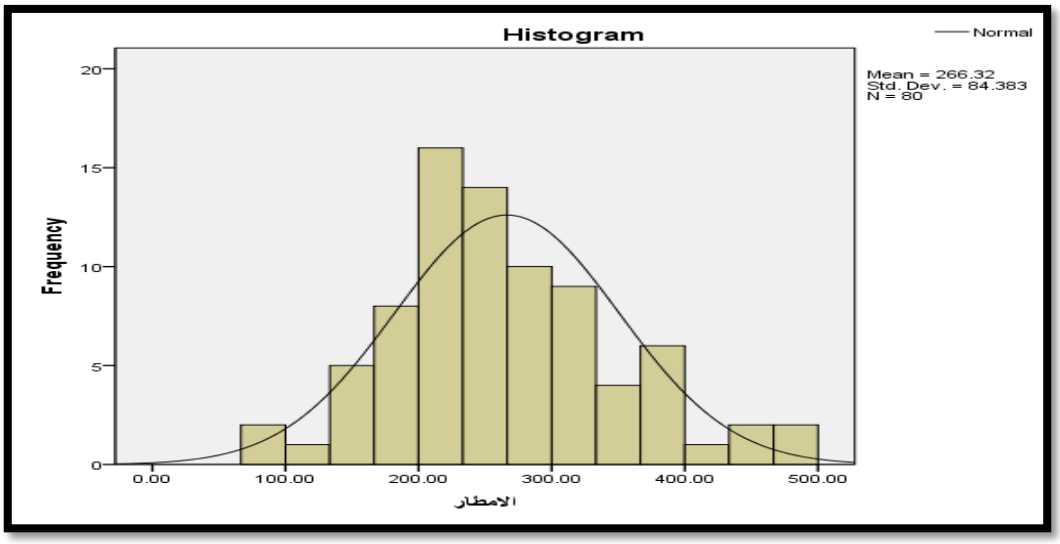
1.5. التحليل الأساسي الأول

نلاحظ من الجدول (9) الذي يحتوي على المعاملات الإحصائية الوصفية بأن بيانات الأمطار خلال فترة الدراسة هي عبارة عن دورات مناخية تطول وتقصر وسط ذبذبات وتقلبات عشوائية واقعة تحت سيطرة المنخفضات الجوية و طبيعتها، حيث تتصف الفترة بمتوسط 266.32 ملم وانحراف معياري ليس كبيراً بالقدر الذي يبين تشتت قيم الفترة عن متوسطها الحسابي بشكل كبير ويوضح ذلك معامل الالتواء (0.509) والمنحى في شكل (5) حين يبينان أن معامل الالتواء الذي تنحصر قيمته بين +1 و – 1 يميل نحو اليمين قليلاً بقيمة موجبة وهذا يعنى أن القيم التى ترتفع عن متوسطها الحسابي تزيد قليلاً عن عدد القيم التي تقل عن متوسطها الحسابي، وهذا ما تعكسه قيمة معامل الاختلاف 31.8% التي تدل على وجود اختلاف وتغيير بسيط بين قيم الفترة ولا يمثل تبايناً واختلافاً كبيراً بينها، في الوقت الذي نجد فيه أن فترة الهطول احتوت على قيم شاذة تمثلت في أكبر كمية أمطار هطلت خلال موسم 81/1980 والتي بلغت 499.4 ملم وأصغر كمية هطول قدرت بنحو 85.70 ملم بموسم 70/1969، كما أثر التباين والاختلاف في أطوال متوسطات الدورات المناخية على عدم صلاحيتها في التنبؤ بدورات مناخية مستقبلية.

جدول (9) *المعاملات الإحصائية الوصفية لفترة الهطول بمنطقة الدراسة*

المعامل الإحصائي	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	أكبر قيمة	أصغر قيمة	معامل الاختلاف
القيمة	266.32	84.38	0.509	499.40	85.70	31.8

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات الامطار محطة ارصاد مصراتة وبرنامج Spss .



شكل (5) منحنى الالتواء لقيم بيانات الهطول بفترة الدراسة

المصدر: الباحثين بالاعتماد على بيانات الامطار محطة أرصاد مصراتة وبرنامج .SPSS

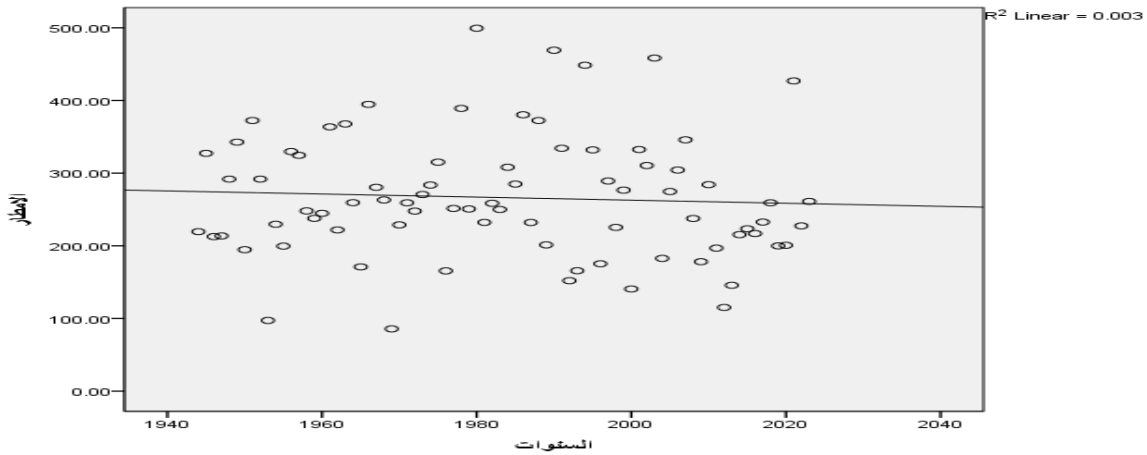
2.5 . اتجاه التوزيع:

نلاحظ من الجدول (10) و الشكل (6) أنه لا توجد علاقة خطية بين السنوات وكميات الأمطار فهي علاقة سلبية وضعيفة 0.58-، كما أن القيمة الاحتمالية 0.304 أكبر من مستوى الدلالة 0.05 وهذا يعني أن النموذج ضعيف في تفسير العلاقة وليس ذا دلالة إحصائية ويفسر فقط نحو 0.003 من التغيرات في كميات الأمطار بفعل المتغير المستقل (السنوات) .

جدول (10) علاقة الارتباط بين كميات الامطار والسنوات

المعمل الاحصائي	قيمة الارتباط	مربع الارتباط	معيار الخطأ	القيمة الاحتمالية	عدد القيم
القيمة	0.58-	0.003	84.77	0.304	80

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



شكل (6) يبين العلاقة الخطية العشوائية لفترة هطول الامطار للموسم 45/1944 ـ 2023 /024 م

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

نلاحظ من الجدولين (11، 12) أن قيمة الاحتمالية لاختبار F المعيارية 0.608 أكبر من مستوى الدلالة الإحصائية وأنه ما مجموعه فقط 1911.581 من المجموع الكلي للتغيرات 562519.489 يمكن تفسيره بأثر المتغير المستقل (السنوات) على المتغير التابع (الأمطار)، كما تشير قيمة الانحدار – 0.212 إلى علاقة سلبية ضعيفة وتعني أن كل زيادة بمقدار سنة واحدة تؤدى إلى انخفاض بكميات الأمطار بمقدار 0.212 ملم وبذلك يعد النموذج ضعيفاً لا يفسر العلاقة بين كميات الأمطار واتجاه السنوات وهذا ما توضحه القيمة الاحتمالية للنموذج 0.402 فهي أكبر من مستوى الدلالة الإحصائية 0.05، وبذلك نستنتج أنه لا توجد علاقة خطية بين كمية الأمطار والسنوات بشكل موثوق ودقيق ويعتبر النموذج ضعيفاً في تفسير التغيرات في كمية الأمطار ولا يمكن الاعتماد عليه في التنبؤ وطبيعة الاتجاه.

جدول (11) *تحليل نموذج الانحدار لاتجاه فترة الهطول وتفسير العلاقة الخطية الضعيفة بين المتغير التابع (الأمطار) والمتغير المستقل (السنوات)*

النموذج	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط لمربعات	F المعيارية	القيمة الاحتمالية (sig)
مجموع القيم التي يفسرها نموذج الانحدار	1911.581	1	1911.581	0.266	0.608
البواقي	560607.908	78	7187.281		
المجموع الكلي	562519.489	79			

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

جدول (12) *يبين قيم المعاملات التحليلية لنموذج الانحدار واختبار(T) لفترة الهطول*

المعامل	معامل الانحدار	B	معيار الخطأ	T	القيمة الاحتمالية (sig)
القيمة	0.212-	686.194	814.205	0.85	0.402

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات محطة أرصاد مصراتة وباستخدام برنامجspss .

3. 5 اختبار المتلاحقات (Runs Test)

ويسمى أيضاً اختبار العشوائية (Randomness) أو الاعتدالية (Normality) في توزيع المشاهدات، ويهدف هذا الاختبار إلى معرفة ما إذا كانت البيانات المطرية ذات ترتيب عشوائي أم تتخذ نمطاً واتجاهاً معيناً (مقيلي، 2013، ص 128) والهدف من استخدام هذا الاختبار هو التأكد من أن السلسلة المطرية لمحطة أرصاد مصراتة ليس لها اتجاه نحو الزيادة أو النقصان وإنما هي تقلبات مناخية وتذبذبات قد تطول أو تقصر إما بالزيادة أو النقصان عن متوسطها العام وبشكل عشوائي لا يمكن التنبؤ به.

ويمكن استخدام هذا الاختبار بالاعتماد على الخطوات التالية:

أ) حساب المتوسط الحسابي الانحراف المعياري لمتلاحقات السلسلة المطرية من الموسم 1945/1944 ـ 2023 / 2024 م.

ب) الفرضيات والمتمثلة في فرضية العدم التي تقول بأنه ليس هناك اتجاهاً معيناً للسلسلة المطرية بل هي تقلبات وذبذبات

مناخية قد تطول أو تقصر عن متوسطها العام في شكل دورات مناخية متخفية وسط هذه التقلبات، والفرضية البديلة التي تقول بأن هناك اتجاه معين لبيانات الفترة المطرية بمحطة ارصاد مصراتة بالمنطقة.

ج) قانون الاختبار $Z = R - Xr / Sr$ وبالتعويض وفق المعطيات بالجدول (13) نحصل على قيمة الاختبار (مقيلي، 2025، ص125)

جدول (13) *معطيات اختبار متلاحقات بيانات الفترة المطرية 45/1944 2023 / 2024 م*

المعامل	M	N	Xr	Sr	R	Z
القيمة	40	40	41	28.10	48	0.25

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات الأمطار محطة أرصاد مصراتة.

حيث (M) عدد كميات الأمطار الأصغر من قيمة الوسيط (254.95) لبيانات الفترة المطرية

(N) عدد كميات الأمطار الأكبر من قيمة الوسيط (254.95) لبيانات الفترة المطرية

(R) عدد المتلاحقات

(Xr) المتوسط الحسابي للمتلاحقة

(Sr) الانحراف المعياري للمتلاحقة

وبذلك نحصل على قيمة الاختبار (Z = 0.25) وبمقارنتها بمستوى الدلالة 0.05 نجد أن (HA) هي لاختبار قيمة Z0.05 = +1.96 ـ -1.96، عليه نجد قيمة (Z) الاختبارية 0.25 واقعة بمنطقة القبول وبالتالي نستنتج بأن بيانات الفترة المطرية لمحطة أرصاد مصراتة خلال المدة من موسم 1945/1944 إلى موسم 2023 /2024م لا تتخذ نمطاً واتجاهاً معيناً نحو الزيادة أو النقصان وإنما تقلبات وذبذبات مناخية إما بالزيادة أو النقصان عن متوسطها العام (266.32) قد تطول أو تقصر هذه الذبذبات والتقلبات في شكل دورات أقل أو أكبر من المتوسط العام للفترة المطرية.

عليه نتوصل إلى أن الأمطار بمحطة أرصاد مصراتة تتصف بالتذبذب في كمياتها من سنة إلى أخرى ضمن دورات عشوائية لا تجعلنا نتوقع كميات الأمطار التي ستهطل في السنوات المقبلة ، بل تبقى رهينة صراع الكتل الهوائية القطبية الباردة الرطبة والكتل المدارية الحارة الجافة، فكلما تقدمت الكتل القطبية ومسار المنخفضات الجوية جنوباً كلما كان امتدادها وتأثيرها قوياً على المنطقة وتتحصل على كميات أمطار كبيرة ، وكلما تزحزحت نحو عروض أعلى تقدمت الكتل المدارية نحو الشمال وسيطرت بهوائها الحار والجاف، حيث تشهد المنطقة فصول شتاء أقل مطراً، بالإضافة لتأثيرات التغير المناخي وتأثير ظاهرة "النينو" والتقلبات الموسمية والأنماط المناخية الإقليمية وبذلك لا يمكن الاعتماد على هذه الفترات المطرية في التخطيط للمشاريع الزراعية والرعوية المستقبلية بالمنطقة، و تبقى عملية حصاد كميات الأمطار الهاطلة سنوياً في خزانات تجميع كبيرة هي الحل الوحيد للاستفادة منها في الإنتاج الزراعي وتنمية المراعي، وضمان عدم ضياعها عن طريق الجريان السطحي للتقليل من تعرض التربة لخطر الانجراف المائي والفيضانات.

نتيجة لتعدد المؤثرات المستقلة على المتغير التابع (الأمطار) وعدم إمكانية التنبؤ بمتوسطات الفترة خلال الفترات المستقبلية وذلك لعدم وضوح اتجاه معين للفترة يمكن اجراء اختبار الحساسية الذي يضع نسبة احتمالات وسيناريوهات لعدد من العوامل المؤثرة في تباين كميات الأمطار والعشوائية

المتصفة بها والتي من بينها التغير المناخي والدورات المناخية والتقلبات الموسمية.

4. 5 . نموذج اختبار حساسية (Sensitivity Analysis)

هو عبارة عن إجراء يمكن بواسطته تصور الحال الذي سيؤول إليه المتغير التابع (كميات الأمطار) من خلال افتراضات تتعلق بعدد من المتغيرات المستقلة الأخرى كما يتيح هذا التحليل لمتخذ القرار أو المخطط وضع سيناريوهات ويوفر بدائل يمكن التفضيل بينها، بالإضافة إلى أنه يرينا درجة استجابة المتغير التابع (الأمطار) للتغير الذي يطرأ على عدد من المتغيرات المستقلة في النموذج (البلداوي، 2014 م، ص 263) وتستخدم صيغة المعادلة الآتية:

$$Ei = bi \times X / y$$

حيث إن (Ei) مقياس الحساسية، (bi) مقدار التغير، (y) المتوسط الحسابي لكميات الامطار

بتطبيق المعادلة تحصل على قيم التغير والنسب المئوية المؤثرة والمتوسط الحسابي المتوقع لوضع سيناريوهات محتملة لتأثير كل عامل.

1. عامل التغير المناخي احتمال نسبة تأثيره + و- 15%

2. عامل الدورات المناخية + و- 10%

3. التقلبات الموسمية + و- 8 %

المتوسط المتوقع من احتمال السيناريو 1. 290 ملم ـ 310 ملم بنسبة احتمالية 25 % (احتمال متفائل)

2. 250 ملم ـ 270 ملم بنسبة احتمالية 50 % (احتمال متوسط)

3. 220 ملم ـ 240 ملم بنسبة احتمال 25 % (احتمال متشائم)

جذر متوسط مربع الخطأ 42.3 ملم (RMSE)

متوسط الخطأ المطلق 35.7 ملم (MAE)

متوسط نسبة الخطأ المطلق 13.20 % (MAPE)

بذلك نحصل على احتمال قياسي ومؤثر على كميات الأمطار المتوقعة وفقاً للسيناريوهات الثلاثة، فالتأثير المناخي يمكن أن يكون له تأثير إيجابي ونتوقع زيادة كميات الأمطار إلى 293 ملم بنسبة احتمال 15 % والتأثير السلبي هو يمكن أن ينخفض معدل الامطار إلى 217 ملم، وإبراز العوامل المؤثرة في هذا الاحتمال هو ارتفاع درجات الحرارة وتغير أنماط الضغط الجوي وتأثير ظاهرة النينو على منظومة الطقس ، بينما نجد نسبة 10 % زيادة إيجابية محتملة إلى 280 ملم وبنسبة احتمال 10 % انخفاض محتمل سلبي إلى 230 ملم وتكون الذبذبات المتعددة خلال السنوات والدورات الموسمية بالإضافة إلى الأنماط المناخية الإقليمية المحيطة من أهم العوامل المؤثرة في حين يشكل التأثير الإيجابي للتقلبات الموسمية والمناخية ما نسبته 8 % زيادة إيجابية إلى نحو 274 ملم وانخفاض إلى نحو 236 ملم وتمثل فترات الجفاف القصيرة وشدة العواصف وتغير توقيت موسم سقوط الأمطار من أهم العوامل التي قد تؤثر في السيناريو الثالث.

5. 5 . تحليل السيناريوهات

السيناريو الأول احتمال حدوثه 25 % (متفائل) وتقدر كمياته من (290ملم ـ 310 ملم) وأهم العوامل المساعدة في تحقيقه تحسن الظروف المناخية والمتمثلة في زيادة تأثير المنخفضات الجوية العابرة لحوض البحر المتوسط.

السيناريو الثاني واحتمال حدوثه 50 % وهو احتمال متوسط ويقدر متوسطات أمطار ما بين (250 ملم إلى 270 ملم من الأمطار) والمؤشرات الداعمة لهذا الاحتمال هو بقاء النمط المناخي الحالي وتذبذب معتدل في كميات الأمطار عن متوسطها العام.

السيناريو الثالث واحتمال حدوثه 25 % وهو احتمال منخفض لتقديرات كميات الأمطار والتي تتراوح من 220 ملم إلى 240 ملم وتمثل متوسطات أقل من المتوسط العام للفترة المطرية وبالتالي تعد من الدورات المناخية الجافة بالمنطقة.

بناء على هذه السيناريوهات يمكن وضع خطط واستراتيجيات لجميع الاحتمالات في أهم المجالات التالية:

1 . الموارد المائية يمكن تصميم وتحسين خزانات وصهاريج حفظ المياه خلال السنوات المطيرة من أجل الاستفادة منها في الزراعة وتغذية المياه الجوفية.

2. في مجال التخطيط العمراني والبنية التحتية وذلك باستخدام بيانات الأمطار لتصميم أنظمة الصرف الصحي والطرق مما يقلل من مخاطر الفيضانات.

3 . تحديد المناطق المعرضة للفيضانات وذلك بتطوير خرائط المخاطر لمساعدة المخططين على تجنب البناء في المناطق المعرضة لخطر الفيضانات وارتفاع مستوى المياه الجوفية خاصة في الارتفاعات القريبة من مستوى سطح البحر داخل المدينة.

4 . في الزراعة توجيه المزارعين حول أفضل الاوقات للزراعة والحصاد مع اختيار أنسب المحاصيل لمستويات الأمطار المتوقعة..

5 . التنبؤ بالمخاطر البيئية وفقاً لتوقعات الجفاف واتخاذ تدابير للحد من مخاطر الحرائق خلال الفترات الجافة.

6 . التأهب للكوارث من خلال إعداد خطط طوارئ استناداً إلى تحليل الفترات المناخية المطيرة والجافة بسلسلة البيانات المطرية للمنطقة.

7 . في مجال البحث العلمي وذلك باستخدام البيانات لتطوير نماذج مناخية تساعد في فهم تأثير التغيرات المناخية على أنماط هطول الأمطار ودعوة المهتمين بالبحث العلمي لدراسة تأثيرات الامطار على النظم البيئية المحلية.

6. النتائج والتوصيات

أولاً النتائج

1. تحليل الخصائص المطرية

- بلغ التوزيع الشهري والفصلي للأمطار أعلى متوسط خلال في فصل الشتاء (خاصة ديسمبر ويناير) بمعدل 46.64 ملم، بينما أدنى متوسط له في فصل الصيف بمعدل 0.71 ملم، وسجل المتوسط السنوي للأمطار للفترة 1945/1944 إلى 2024/2023 م 266.32 ملم.
- هناك تذبذبات واضحة في كميات الأمطار السنوية حيث سجلت أعلى كمية أمطار خلال موسم 1981/1980 م (499.4) ملم وأدنى كمية أمطار سجلت خلال الموسم 1970/1969 م (85.7 ملم).

2 . تحليل الاتجاهات المناخية

- بين اختبار الفروق بين متوسطي الفترتين والمتمثل في اختبار (T) الفترة الأولى (1944/945 – 1984/1983):

متوسط الأمطار 267.19 ملم والفترة الثانية (1985/1984 – 2024/2023): متوسط الأمطار 265.45 ملم أن قيمة الاختبار المحسوبة 0.85 أقل من الجدولية 1.991 مما يشير إلى عدم وجود تغيير دال إحصائياً بين الفترتين.

- اختبار المتلاحقات والتي قدرت ب قيمة **z** = 0.25 وتقع بمنطقة القبول مما يشير إلى أن التذبذبات المطرية عشوائية وغير مرتبطة باتجاه محدد.
- اختبار تحليل الانحدار والذي اوضح العلاقة بين كميات الأمطار والسنوات بقيمة سلبية وضعيفة = 0.212-

نسبة التغيرات المفسرة بواسطة السنوات ضعيفة بلغت 0.003 فقط مما يجعل النموذج غير موثوق به لتوقع الاتجاهات المستقبلية.

3 . تحليل درجات الحرارة

- تبين أن درجة حرارة فصول الشتاء أثناء الفترات المطيرة أشد برودة مقارنة بدرجة حرارة فصول الشتاء بالفترات الجافة وذلك بسبب تأثير الرياح القطبية الشمالية.
- بلغ متوسط درجات الحرارة خلال الفترات المطيرة 13.76مْ
- بلغ متوسط درجات الحرارة خلال الفترات الجافة 14.53مْ

4 . تحليل الدورات المناخية

احتوت فترة الدراسة على 19 دورة مناخية منها 10 دورات جافة و9 دورات مطيرة متوسط طول الفترات الجافة 3.6 سنوات والمطيرة 4.4 سنوات وبذلك لا يمكن الاعتماد على متوسطات أطوالها في عملية التنبؤ بالدورات المستقبلية بسبب طبيعتها العشوائية.

5 . سيناريوهات الأمطار المستقبلية

الاحتمال الأول المتفائل 25 % والذي يتوقع كميات أمطار مستقبلية ما بين 290 إلى 310 ملم وتكون مرتبطة بزيادة تأثير المنخفضات الجوية.

الاحتمال الثاني متوسط احتمال 50 % والذي يتوقع كميات أمطار مستقبلية من 250 إلى 270 ملم ويعني ذلك استمرار الوضع الحالي.

الاحتمال الثالث وهو احتمال سلبي ونسبته 25 % ويتوقع كميات أمطار أقل من المتوسط من 220 إلى 240 ملم.

ثانياً التوصيات:

1 . ضرورة العمل على إدارة الموارد المائية وذلك بصيانة وتطوير وبناء خزانات لحصاد الأمطار.

2 . تحسين أنظمة الصرف الصحي وتصميم بنية تحتية تكون مقاومة للفيضانات في مجال التخطيط العمراني.

3 . توعية وتوجيه المزارعين لاختيار محاصيل مناسبة ومتكيفة مع الظروف البيئية بالمنطقة.

4 . إعداد خطط طواري لمواجهة احتمالية الجفاف والفيضانات بالمنطقة وتطوير نماذج لفهم تأثير التغير المناخي على أنماط اتجاهات وتغيرات الأمطار.

تضارب المصالح:

يقر المؤلف بأنه قد أكمل نموذج الإقرار الموحد: أخلاقيات النشر وتضارب المصالح، ولا توجد لديه أي تضاربات مصالح يعلن عنها

قائمة المراجع

أبو زيد، محمد صدقة (2010م). التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، 21 (2) 293 .317
DOI: 10.4197 Met . 21 – 2 .16

البلداوي، عبد الحميد عبد المجيد (2014). *الأساليب التطبيقية لتحليل وإعداد البحوث العلمية مع حالات دراسية باستخدام SPSS*. متوفر من https://archive.org/details/0225-pdf_20210525

الشارف، عبد المجيد الحراري (2007). *تذبذبات المطار في شمال ليبيا واقترانها بالتغيرات في منظومات الضغوط الجوية خلال الفترة 1980/ 2000م*، (رسالة ماجستير غير منشورة) قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة السابع من أكتوبر.

المركز الوطني للأرصاد الجوية، محطة أرصاد مصراتة المركز.

خير الله، حافظ عيسى (2019م). تحديد مؤشرات التغير المناخي من خلال تحليل كمية الأمطار بمحطة أرصاد سرت خلال الفترة من 1971/ 2010م، مجلة مداد الآداب عدد خاص بالمؤتمرات للعام الدراسي 2019/2018م، الجزء الاول، كلية الآداب، الجامعة العراقية ص 777 ـ 804.

شبكة الخبراء المعنية بالتغيرات المناخية والبيئة في منطقة البحر المتوسط، (2019). *التقييم الأول المخاطر المرتبطة بالمناخ والتغيرات البيئية في منطقة البحر المتوسط*. متوفير من: PDF https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2018/12/MedECC-Booklet_AR_WEB.pdf

صالح، حميدة مفتاح، (2019). *التغير الكمي و الفصلي للأمطار وأثره على الغطاء النباتي و انجراف التربة في الأجزاء الشمالية من غريان* (رسالة دكتوراه غير منشورة)، قسم الجغرافيا، جامعة طرابلس.

صيام، نادر (1998). دراسة تحليلية لاتجاهات المطار في بعض المواقع في سوريا، مجلة جامعة دمشق، 14 (2) ص 9 ـ 45.

عنيبة، عمر امحمد، (2010). الجغرافية الطبيعية، في: ونيس الشركسي، حسين وأبو مدينة، (تحرير). جغرافية مصراتة، دار ومكتبة الشعب للطباعة والنشر والتوزيع ص 3 ـ 58.

مخطط المجلس البلدي مصراتة.

مشتهى، عبد العظيم قدورة، (2013م). اتجاه التغير في كميات الأمطار في الضفة الغربية بين عامي 1997ـ 2008م. مجلة جامعة الأزهر بغزة، سلسلة العلوم الإنسانية، 15 (1) ص 377 ـ 404

مقيلي، إمحمد عياد، (2025 م). نماذج مختارة في *الإحصاء الجغرافي*، منشورات مركز البحوث والاستشارات، جامعة سرت.

Citation: Swalem, Al-Sadiq & Saleh, Hamida (2025). Analytical Study of Rainfall Patterns, Their Seasonal and Quantitative Changes, and Future Trends in Misurata City from 1944 to 2024. *Faculty of Arts Journal- Misurata University*. 19, 89 -112. DOI: 10.36602/faj.2025.n19.03

Analytical Study of Rainfall Patterns, Their Seasonal and Quantitative Changes, and Future Trends in Misurata City from 1944 to 2024

[1*]**Al-Sadiq Mustafa Swalem** [1]**Hamida Miftah Saleh**

[1] Faculty of Arts – Misurata University

[*]E- email: s.swalem@art.misuratau.edu.ly

Abstract:

The study dealt with research and analysis of rainfall patterns, seasonal and quantitative changes and future trends in the city of Misrata during the rainy season 1944/1945 AD until the rainy season 2023/2024 AD, using statistical analyses and tests that focused on the possibility of predicting future changes and quantities, given its importance in water sustainability and food security, especially in arid and semi-arid regions, and the results showed an average rainfall of 266. 32 mm for the study period. 32 mm for the study period, where the lowest rainfall rate was recorded during the 1969/1970 season (85.7 mm) and the highest rate during the 1980/1981 season (499. The test of the difference between the mean of the study period showed that there is no statistical evidence confirming the difference between the two periods and that the rainfall series is characterised by randomness and not linked to a specific trend, and this was confirmed by the test of sequences of precipitation seasons in the city, and the study also found that the temperature in the winter seasons during rainy periods is colder and lower than the temperature of winters in dry periods, and the study included about 19 climatic cycles. The study included about 19 climatic cycles, including 10 dry climatic cycles with below-average rainfall and 9 rainy climatic cycles with above-average rainfall, characterised by variation in their lengths, and due to the random nature of these cycles, future predictions remain difficult, so the study formulated possible future scenarios for rainfall amounts and identified the main influencing factors, along with a set of recommendations to adapt to and address potential future changes

Key words: *Arid zones, climate cycles, future predictions, stochastic nature.*

© The Author(s) 2025. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided appropriate credit is given to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.