



العلاقة بين درجات الحرارة والأمطار الشتوية في محطة طرابلس-ليبيا للفترة (2010-1944)

د. محمود محمد محمود سليمان

أستاذ المناخ المشارك في قسم الجغرافيا

كلية الآداب، جامعة طبرق، ليبيا

mahmood.soliman@tu.edu.ly

<https://orcid.org/0009-0007-0710-037X>

تاريخ الاستلام 2026/06/20 تاريخ القبول 2026/07/10 تاريخ النشر 2026/10/01

الوصول مفتوح

مقالة بحثية

الملخص:

الملخص: يهدف هذا البحث إلى تحليل العلاقة الإحصائية بين المتغيرات الحرارية والأمطار الشتوية في محطة طرابلس (ليبيا) خلال الفترة (2010-1944). واعتمدت الدراسة على درجات الحرارة العظمى والصغرى كمتغيرات مستقلة، وكميات الأمطار الشتوية كمتغير تابع، باستخدام معامل ارتباط بيرسون والانحدار الخطي البسيط والمتعدد والانحدار التدريجي (Stepwise Regression). أظهرت النتائج وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين درجة الحرارة العظمى وكميات الأمطار الشتوية ($r = -0.436$, $p < 0.01$)، في حين لم تُظهر درجة الحرارة الصغرى علاقة ذات دلالة إحصائية. كما أوضح نموذج الانحدار المتعدد أن المتغيرات الحرارية تفسر نحو 20.7% من التباين في الأمطار الشتوية ($R^2 = 0.207$) عند مستوى دلالة ($p = 0.001$). وأكد الانحدار التدريجي أن درجة الحرارة العظمى تمثل المتغير الأكثر تأثيراً في تفسير التغيرات المطرية. تشير النتائج إلى أن درجة الحرارة العظمى تمثل مؤشراً إحصائياً مرتبطاً بتذبذب الأمطار الشتوية، إلا أن بناء نماذج تنبؤية أكثر دقة يتطلب دمج متغيرات مناخية وديناميكية إضافية.

الكلمات المفتاحية: طرابلس، ليبيا، الحرارة والأمطار، ارتباط بيرسون، الانحدار الخطي المتعدد، المناخ المتوسطي.



حقوق النشر محفوظة للمؤلف (المؤلفين) 2026. يُوزع هذا المقال بموجب بنود ترخيص المشاع الإبداعي نسبة المصنّف 4.0 الدولي (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)، والذي يسمح بالاستخدام والتوزيع وإعادة الإنتاج غير المقيد في أي وسيط، شريطة الإشارة إلى المؤلف (المؤلفين) الأصلي (الأصليين) والمصدر، وتوفير رابط لترخيص المشاع الإبداعي، وتوضيح ما إذا تم إجراء أي تغييرات.

Relationship Between Thermal Variables and Winter Rainfall at Tripoli Station, Libya: A Statistical Climatological Study for the Period 1944–2010

Mahmood M. M. Soliman

***Associate Professor of Climatology**

Department of Geography,

Faculty of Arts, Tobruk University

mahmood.soliman@tu.edu.ly

<https://orcid.org/0009-0007-0710-037X>

Received: 20/06/2026

Accepted: 10/07/2026

Published 01/10/2026

Research Article

open Access

Abstract:

This study aims to analyze the statistical relationship between thermal variables and winter rainfall at Tripoli Station, Libya, during the period 1944–2010. Maximum and minimum air temperatures were used as independent variables, while winter rainfall amounts were treated as the dependent variable. The analysis employed Pearson's correlation coefficient, simple and multiple linear regression, and Stepwise Regression techniques. The results revealed a statistically significant inverse relationship between maximum temperature and winter rainfall amounts ($r = -0.436$, $p < 0.01$), whereas minimum temperature showed no statistically significant relationship with rainfall. The multiple regression model indicated that thermal variables explain approximately 20.7% of the variance in winter rainfall ($R^2 = 0.207$), with the model being statistically significant ($p = 0.001$). Stepwise regression further identified maximum temperature as the most influential variable in explaining rainfall variability. The study concludes that an inverse correlational relationship exists between maximum temperature and winter rainfall in Tripoli. However, this relationship should not be interpreted as causal, as rainfall variability is likely influenced by other climatic and atmospheric dynamics not examined in this study.

Keywords: Tripoli, Libya, temperature and precipitation, Pearson correlation, multiple linear regression, Mediterranean climate.



The Author(s) 2026. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) , which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, pro-vided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and Indi-cate if changes were made.



المقدمة .

يُعد فهم ديناميكية المناخ ضرورة علمية تفرضها طبيعة التفاعلات المعقدة بين عناصره الأساسية، إذ ترتبط درجة الحرارة والهطول بعلاقات تبادلية تؤثر مباشرة في التوازن البيئي واستدامة الموارد المائية والنشاط الزراعي. ومع تسارع التقلبات المناخية، برزت الحاجة إلى الانتقال من التوصيف الكيفي للمناخ إلى التحليل الكمي القائم على الأساليب الإحصائية، خاصة في الأقاليم شبه الجافة التي تتسم بحساسية مرتفعة تجاه التغيرات الحرارية. وقد أكدت الدراسات الحديثة أن التحولات في درجات الحرارة تسهم بشكل واضح في إعادة تشكيل أنماط الهطول زمنيًا ومكانيًا (IPCC, 2021; Trenberth, 2011).

وانطلاقاً من ذلك، حظيت العلاقات بين عناصر المناخ باهتمام متزايد في الدراسات الأتmosphيرية، باعتبارها مدخلاً أساسياً لتحليل التفاعلات المعقدة داخل النظام المناخي. ويُعد الاعتماد على أساليب الانحدار وسيلة فعالة لتفسير هذه العلاقات، حيث تُسهم في تبسيط التفاعلات المتداخلة إلى صيغ كمية قابلة للقياس والتفسير (Wilks, 2011). وتكتسب هذه المقاربة أهمية مضاعفة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تتسم التقلبات المناخية بدرجة عالية من التباين مقارنة بالأقاليم الرطبة، مما يفرض ضغوطاً متزايدة على الموارد الطبيعية والأنشطة البشرية (أكساد، 2018). ومن هنا، فإن تطبيق هذا الإطار التحليلي على المناخ الليبي يوفّر أساساً علمياً مناسباً لتحليل النتائج التطبيقية في محطة طرابلس.

يتسم مناخ الساحل الليبي بتباين حراري ومطري واضح، إذ يتركز الهطول شتاءً لكنه يعاني من عدم انتظام في توزيعه الزمني والمكاني. وتشير دراسات تحليل الاتجاه إلى تباين مكاني في درجات الحرارة يقابله تذبذب ملحوظ في كميات الأمطار شمال ليبيا (Soliman, 2020)، بما يعكس هشاشة النظام المناخي. كما أظهرت دراسات حديثة بمحطة طرابلس اتجاهًا حراريًا تصاعديًا ذا دلالة إحصائية في درجتي الحرارة العظمى والصغرى (سليم وآخرون، 2026)، في مقابل اتجاه تنازلي لمعدلات الأمطار السنوية بنحو 27% (الغرياني وغومة، 2023). وتكتسب محطة مطار طرابلس أهمية خاصة لكونها تمثل بيئة انتقالية تتداخل فيها التأثيرات البحرية المتوسطية مع الخصائص القارية، مما يجعلها نموذجاً مناسباً لدراسة العلاقة بين التغير الحراري وتذبذب الهطول (سليمان، 2023).

تتمثل مشكلة البحث في محدودية وضوح العلاقة الإحصائية بين المتغيرات الحرارية (العظمى والصغرى) وكميات الهطول المطري خلال فصل الشتاء في محطة طرابلس، باعتباره الفترة الرئيسة

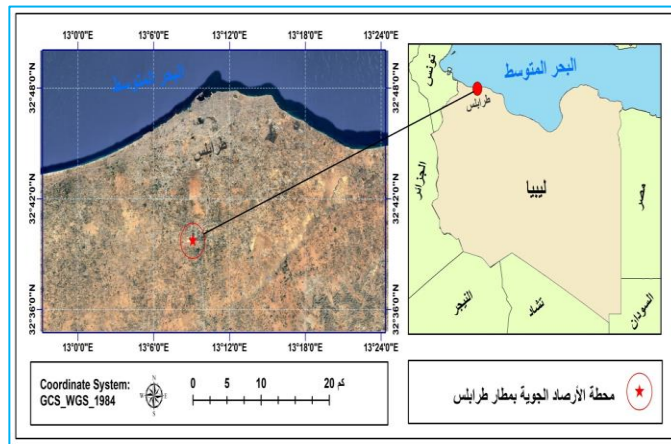
لنشاط المنخفضات الجوية المتوسطة المسؤولة عن معظم الأمطار في المنطقة. وعلى الرغم من توفر سجلات مناخية طويلة نسبياً، لا تزال درجة إسهام التباين في درجات الحرارة في تفسير تذبذب الأمطار غير محسومة بصورة دقيقة، كما أن طبيعة هذه العلاقة من حيث الاتجاه والقوة تحتاج إلى مزيد من التحليل الإحصائي. وانطلاقاً من ذلك، يسعى هذا البحث للإجابة عن التساؤل الرئيس: ما طبيعة العلاقة الإحصائية بين درجات الحرارة (العظمى والصغرى) وكميات الهطول المطري الشتوي في محطة طرابلس خلال الفترة (1944-2010)؟

وفي ضوء هذه الإشكالية والتساؤل، يهدف البحث إلى تحديد أثر درجات الحرارة (العظمى والصغرى) على كميات الهطول خلال الفترة (1944-2010)، مع اختبار قوة هذه العلاقة ودلالاتها الإحصائية. وتكمن أهمية هذا البحث في تفسير ديناميكية مناخ فصل الشتاء في منطقة طرابلس، من خلال توفير أساس علمي يمكن الاستفادة منه في دعم التخطيط في مجالات إدارة الموارد المائية والزراعة.

ثانياً: البيانات والمنهجية

1. مصدر البيانات ومعالجتها: يعتمد هذا البحث على بيانات محطة مطار طرابلس للأرصاد الجوية، التابعة للمركز الوطني للبيبي للأرصاد الجوية (LNMC). والواقعة في شمال غرب ليبيا عند تقاطع دائرة عرض $32^{\circ}40'$ شمالاً مع خط طول $13^{\circ}09'$ شرقاً، إلى الجنوب الغربي من مركز مدينة طرابلس. وترتفع المحطة بنحو 81 متراً فوق مستوى سطح البحر، كما تبعد حوالي 18 كيلومتراً عن ساحل البحر المتوسط، وتحمل الرقم الدولي (62010).

شكل (1): الموقع الفلكي والجغرافي لمحطة الأرصاد الجوية في طرابلس

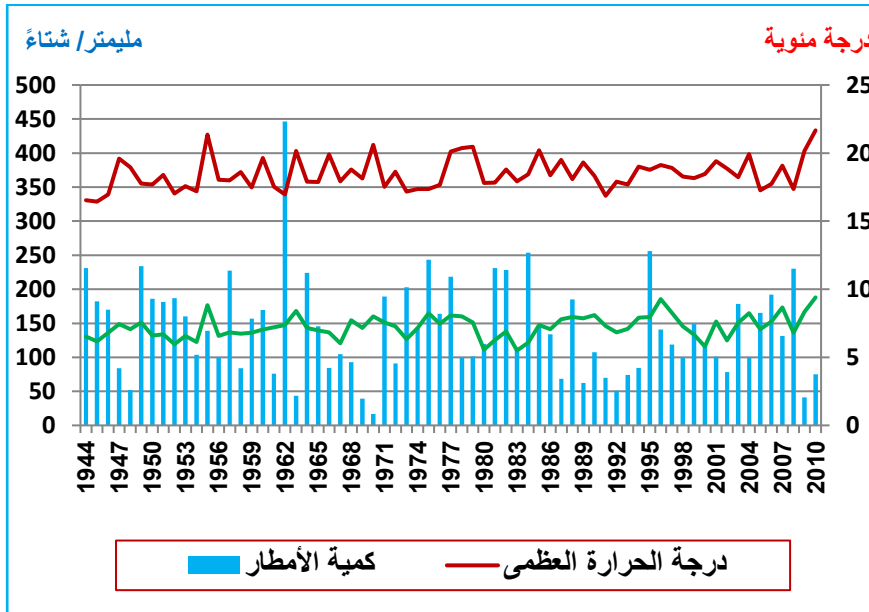


المصدر: باستخدام برنامج (ArcMap GIS 10.8).

ويستند البحث إلى بيانات درجات الحرارة وكميات الأمطار لفصل الشتاء، باعتباره موسم المطول الرئيس. وقد توفرت بيانات شهور (ديسمبر، يناير، فبراير) ضمن السجلات الشهرية الخام، وتم تجميعها لاستخراج متوسط موسمي يمثل فصل الشتاء لكل سنة خلال الفترة (2010-1944). ويُعد هذا الامتداد الزمني مناسباً للتحليل الإحصائي لكونه يوفر استمرارية كافية للكشف عن العلاقات بين المتغيرات بدقة، إذ يُشترط في الدراسات المناخية توفر سلاسل زمنية لا تقل عن 30 سنة (WMO, 2017). كما اتسمت البيانات بجودة عالية وتنظيم مسبق، وتوفرت في سلاسل زمنية في ملفات Excel، مع ندرة القيم المفقودة وخلوها من القيم غير المنطقية، مما قلل الحاجة إلى عمليات معالجة أو تصحيح إضافية. لذا تم إدخال البيانات مباشرة إلى برنامج (SPSS) لإجراء التحليلات الإحصائية المطلوبة.

2. خصائص الحرارة والأمطار شتاءً في محطة طرابلس:

شكل (2): درجات الحرارة المتوسطة (العظمى والصغرى) وكميات الأمطار بالمليمتر في فصل الشتاء في محطة طرابلس للفترة (2010-1944)



المصدر: اعتماداً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس (LNMC).

يوضح الشكل (2) نمطاً متذبذباً في المطول المطري الشتوي قابله استقرار نسبي في مستويات الحرارة حيث سجلت أعلى كمية للأمطار في شتاء عام 1962 بنحو 450 ملم بينما تظهر البيانات أن درجات الحرارة العظمى كانت تتراوح في معظم السنوات ما بين 17 و 21 درجة مئوية في حين حافظت درجات الحرارة الصغرى على معدلها بين 5 و 10 درجات مئوية ويلاحظ من خلال تتبع المسارات البيانية أن السنوات التي شهدت تراجعاً حاداً في الأمطار كالأعوام 1970 و 2010 اقترنت بارتفاع ملموس في درجات الحرارة العظمى مما يشير إلى وجود علاقة تبادلية نسبية بين انخفاض كميات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة في محطة طرابلس خلال فصل الشتاء.

2. المنهجية والأساليب المستخدمة:

1.2. المتغيرات المستخدمة:

المتغير التابع ويمثل هطول الأمطار (Rainfall) في فصل الشتاء، والمتغير المستقل ويمثل درجات الحرارة العظمى (T_{max})، والصغرى (T_{min}) في فصل الشتاء، للمدة (1944-2010).

2.2. التحليل الوصفي الإحصائي: أُجري تحليل وصفي للبيانات بهدف التعرف على خصائصها العامة، من خلال حساب المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري والقيم القصوى والدنيا، إضافة إلى تحليل الاتجاه العام للسلاسل الزمنية. كما تم استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات الحرارية وكميات الأمطار.

3.2. الانحدار الخطي البسيط: أُستخدم الانحدار الخطي البسيط كخطوة تحليلية تمهيدية تهدف إلى فحص العلاقة بين كل متغير حراري على حدة وكميات الأمطار خلال فصل الشتاء، وتحديد اتجاه وقوة هذا التأثير بصورة مستقلة. ويساعد هذا الأسلوب في توضيح مدى ارتباط كل متغير بالظاهرة المدروسة قبل إدخاله ضمن نموذج الانحدار المتعدد، بما يضمن دقة أعلى في تفسير النتائج.

4.2. الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression): أُستخدم أسلوب الانحدار الخطي المتعدد من خلال برنامج (IBM SPSS 22, 2013)، بهدف تحليل أثر المتغيرات الحرارية (T_{min} و T_{max}) على كميات الأمطار (Rainfall) في فصل الشتاء بمحطة طرابلس. وقد تم تقدير النموذج وفق المعادلة:

$$\text{Rainfall} = a + b_1(T_{\max}) + b_2(T_{\min})$$

يمثل الثابت (a) قيمة التقاطع، بينما تعكس معاملات الانحدار (b_1, b_2) مقدار واتجاه تأثير كل متغير.

5.2. اختبار (ANOVA) لقياس معنوية النموذج ككل: أستخدم هذا الاختبار لتقييم

صلاحية نموذج الانحدار الخطي المتعدد في استخراج العلاقة بين المتغيرات المدروسة.

6.2. حساب الانحدار بطريقة **Stepwise Regression**: يهدف هذا الأسلوب

إلى تحديد أكثر المتغيرات الحرارية تأثيراً على كميات الأمطار، حيث يتم إدخال المتغيرات واستبعادها تدريجياً وفقاً للدلالة الإحصائية، بما يسمح ببناء نموذج أكثر كفاءة وتفسيراً (Montgomery, 2021, p359).

ثالثاً: مناقشة النتائج:

1. التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات فصل الشتاء:

جدول (1): الإحصاء الوصفي للمتغيرات المناخية بمحطة طرابلس خلال فصل الشتاء (1944-2010)

المتغير	عدد القيم	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الأمطار	67	446.20	16.50	141.36	72.02
درجة الحرارة العظمى	67	21.67	16.43	18.46	1.16
درجة الحرارة الصغرى	67	9.40	5.50	7.24	0.84

المصدر: باستخدام برنامج (SPSS)، اعتماداً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس (LNMC).

تُظهر المؤشرات الإحصائية في الجدول (1) تبايناً جوهرياً في المتغيرات المناخية المدروسة لمحطة طرابلس حيث يظهر معامل الاختلاف في كميات الأمطار بوضوح من خلال الانحراف المعياري البالغ 72.02 ملم، والذي يمثل نسبة كبيرة (حوالي 51%) من المتوسط الحسابي 141.36 ملم، مما يؤكد أن الأمطار في المنطقة تتسم بعدم الاستقرار الزمني وتخضع لتذبذبات حادة تظهر في المدى الواسع بين الحد الأدنى 16.50 ملم والأقصى 446.20 ملم. وفي المقابل تكشف القيم الإحصائية لدرجات الحرارة عن استقرار هيكلي في درجات الحرارة الشتوية

حيث لم يتجاوز الانحراف المعياري لدرجات الحرارة لعظمى 1.16 والصغرى 0.84 وهو ما يشير إلى أن التغيرات الحرارية السنوية طفيفة ومنظمة حول المتوسط العام البالغ 18.46°م للعظمى و 7.24°م للصغرى.

من منظور التحليل الإحصائي، فإن محدودية التغير في درجات الحرارة مقابل التشتت الكبير في كميات الأمطار تجعل تفسير الهطول اعتماداً على المتغيرات الحرارية وحدها غير كافٍ دون إدخال عوامل أخرى. لذلك تم استخدام معامل الارتباط لتحديد قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات، كما في الجدول (2).

جدول (2): معامل ارتباط بيرسون بين متغيرات الحرارة والأمطار في محطة طرابلس خلال فصل الشتاء للمدة (1944-2010)

المتغيرات	ارتباط بيرسون (r)	قيمة الدلالة (p) Sig. 2-) (tailed	نوع العلاقة	التفسير الإحصائي
الحرارة العظمى × الأمطار	-0.436-	0.000	عكسية متوسطة	دالة إحصائياً
الحرارة الصغرى × الأمطار	-0.156-	0.208	عكسية ضعيفة	غير دالة إحصائياً

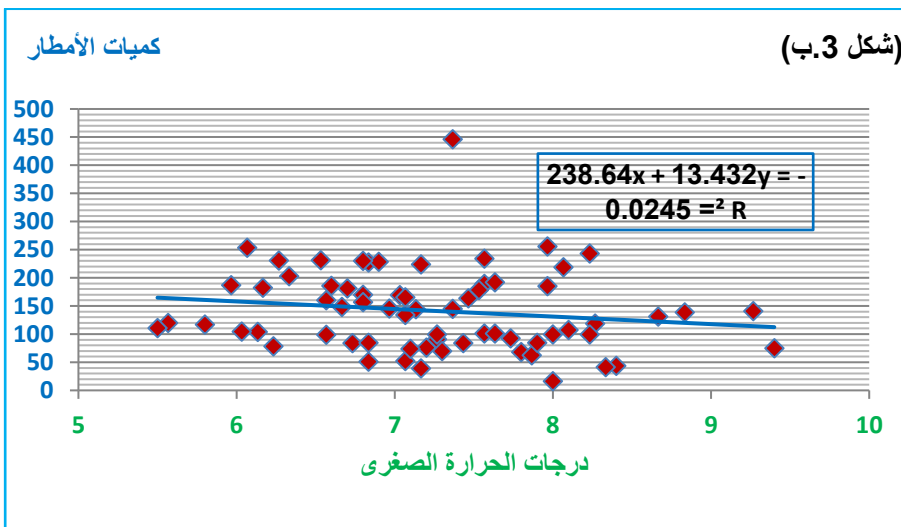
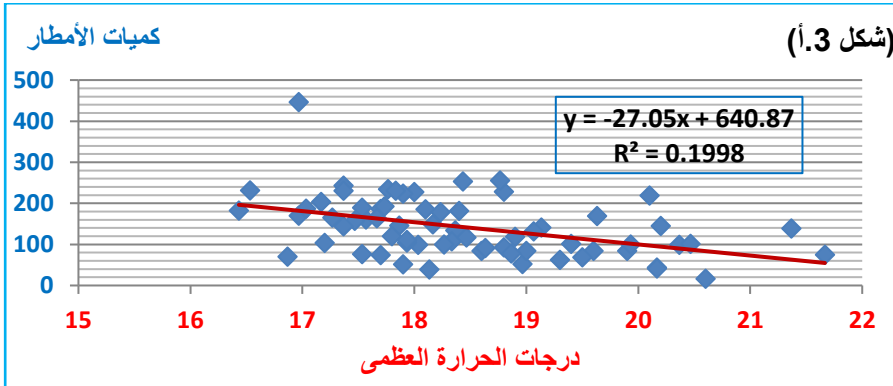
* قيم (p) التي تقل عن (0.05) تُعد دالة إحصائياً.

المصدر: باستخدام برنامج (SPSS)، اعتماداً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس (LNMC).
يظهر من الجدول (2) وجود علاقة ارتباط عكسية متوسطة القوة ودالة إحصائياً بين درجات الحرارة العظمى وكميات الأمطار، حيث بلغت قيمة معامل بيرسون -0.436 عند مستوى دلالة 0.000، مما يؤكد أن زيادة الهطول المطري تقترن إحصائياً بانخفاض درجات الحرارة نهاراً. وفي المقابل، كشفت النتائج عن علاقة عكسية ضعيفة وغير دالة إحصائياً بين درجات الحرارة الصغرى والأمطار، بلغت قيمتها -0.156 وبمستوى دلالة 0.208، وهو ما يشير إلى استقلال التذبذب في درجات الحرارة الليلية عن كميات المطر المسجلة.



2. الانحدار الخطي البسيط:

شكل (3.أ - 3.ب): العلاقة بين درجات الحرارة العظمى والصغرى وكميات الأمطار وفق نموذج الانحدار الخطي البسيط خلال المدة (2010-1944)



المصدر: اعتماداً على بيانات درجات الحرارة والأمطار، باستخدام برنامج Excel

يظهر من نتائج الشكلين (3أ - 3ب) وجود تبانٍ في طبيعة العلاقة بين درجات الحرارة وكميات الأمطار خلال فصل الشتاء بمحطة طرابلس، حيث تبين أن درجة الحرارة العظمى ترتبط بعلاقة عكسية متوسطة مع الأمطار، إذ تفسر قرابة 20% من التباين في كميات الهطول ($R^2 = 0.1998$)، بما يعكس تأثيراً جزئياً لها على السلوك المطري. في المقابل، أظهرت

درجة الحرارة الصغرى علاقة عكسية ضعيفة جداً وغير ذات دلالة إحصائية، مع قدرة تفسيرية محدودة للغاية لا تتجاوز 2.4% من التغير في الأمطار ($R^2 = 0.0240$). كما أكد التوزيع البياني للنقاط وجود علاقة أوضح مع درجة الحرارة العظمى مقارنة بالصغرى، التي بدت علاقتها شبه عشوائية.

3. التحليل الإحصائي المتقدم للانحدار الخطي المتعدد:

جدول (3): نتائج الانحدار الخطي المتعدد واختبار معنويته ومعاملاته في محطة طرابلس

خلال فصل الشتاء (1944-2010)

نتائج نموذج الانحدار الخطي المتعدد			
Std. Error	Adjusted R ²	قيمة R ²	قيمة R
65.14	0.182	0.207	0.455

نتائج اختبار ANOVA لتقييم نموذج الانحدار الخطي المتعدد					
p	F	Mean Square	df	Sum of Squares	المصدر
0.001	8.348	35418.891	2	70837.782	الانحدار
-	-	4242.794	64	271538.809	المتبقي
-	-	-	66	342376.591	المجموع

مستوى معاملات الانحدار للمتغيرات والانحدار التدريجي (Stepwise Regression)					
p	t	المعاملات المعيارية	المعاملات غير المعيارية		المتغير
		Beta	Std Error	B	
0.000	5.081	-	128.151	651.107	الثابت
0.000	-3.839	-0.534	8.628	-33.124	العظمى
0.243	1.179	0.164	11.937	14.074	الصغرى

*قيم (p) التي تقل عن (0.05) تُعد دالة إحصائياً.

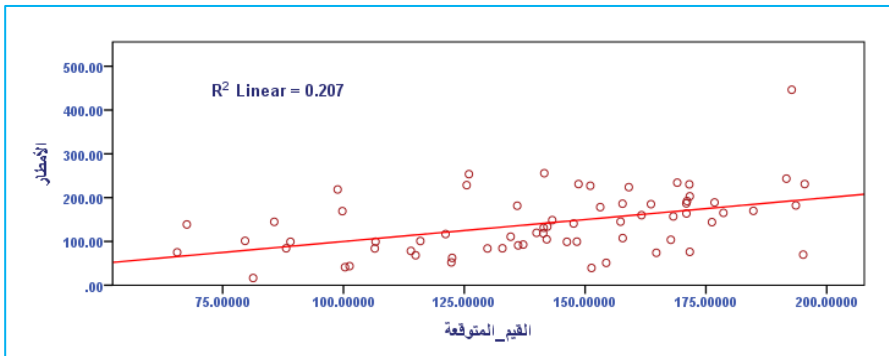
المصدر: باستخدام برنامج (SPSS)، اعتماداً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس (LNMC).
تُظهر نتائج نموذج الانحدار الخطي المتعدد (الجدول 3) قدرة تفسيرية متوسطة للمتغيرات الحرارية، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.207$)، مما يعني أن نحو (20.7%) من التباين في كميات الأمطار الشتوية يمكن تفسيره من خلال درجات الحرارة العظمى والصغرى، وهو ما يعكس الطبيعة المعقدة للظاهرة المطرية وتعدد العوامل المؤثرة فيها.

كما تؤكد نتائج تحليل التباين (ANOVA) معنوية النموذج إحصائياً ($F = 8.348$, $p = 0.001$)، مما يدل على ملاءمته لتفسير العلاقة بين المتغيرات المدروسة. وعلى مستوى المتغيرات المستقلة، يتضح أن درجة الحرارة العظمى تمثل المتغير الأكثر تأثيراً، حيث سجلت علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية مع كميات الأمطار ($p = 0.000$)، في حين لم تظهر درجة الحرارة الصغرى تأثيراً معنوياً ($p = 0.243$)، مما يشير إلى محدودية دورها التفسيري ضمن النموذج. وأظهرت نتائج أسلوب الانحدار التدريجي استبعاد درجة الحرارة الصغرى من النموذج لعدم دلالتها الإحصائية ($p = 0.243$)، مع الاحتفاظ بدرجة الحرارة العظمى كمتغير مفسر رئيسي. وبناءً على ذلك، تم التوصل إلى النموذج النهائي، والذي يعبر عن العلاقة بين المتغيرين على النحو الآتي:

$$\text{Rainfall} = 640.526 - 27.031 (T_{\max})$$

حيث يؤدي ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة إلى انخفاض الأمطار بنحو 27.031 ملم. ويمثل الثابت 640.526 القيمة النظرية لكميات الأمطار عند نقطة التقاطع، ويستخدم كمكون رياضي لضبط النموذج دون دلالة مناخية مباشرة. وبناءً على النتائج الإحصائية السابقة التي أوضحت طبيعة العلاقة بين المتغيرات الحرارية وكميات الأمطار، يمكن تعزيز هذه النتائج من خلال التمثيل البياني الذي يوضح الصورة البصرية للعلاقة بين القيم المرصودة والقيم المتوقعة، كما في الشكل التالي.

شكل (4): القيم المتوقعة مقابل القيم الفعلية للأمطار الشتوية بمحطة طرابلس



المصدر: باستخدام برنامج (SPSS)، اعتماداً على بيانات المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس (LNMC).
يوضح الشكل (4) درجة التوافق بين القيم المتوقعة والفعلية لكميات الأمطار في محطة طرابلس خلال فصل الشتاء (1944-2010)، حيث يظهر اتجاه عام يشير إلى قدرة النموذج على تمثيل التغير في الأمطار، مع وجود تشتت ملحوظ في بعض القيم، خاصة عند مستويات الهطول

المرتفعة، مما يعكس اختلافاً بين القيم المرصودة وتقديرات النموذج في بعض الحالات. وبشكل عام، يعكس الشكل التوزيع العام للبيانات دون الدخول في تفاصيل القوة التفسيرية التي تم تناولها مسبقاً في نتائج الانحدار.

رابعاً: النتائج والتوصيات:

1. النتائج:

- ❖ أظهرت النتائج وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين درجة الحرارة العظمى وكميات الأمطار، دون إمكانية الجزم بوجود علاقة سببية مباشرة، في المقابل، لم تُسجل درجة الحرارة الصغرى أي تأثير معنوي على كميات الأمطار خلال الفترة المدروسة.
- ❖ أوضحت نتائج الانحدار الخطي المتعدد أن المتغيرات الحرارية تفسر نحو (20.7%) من التباين في كميات الأمطار الشتوية، مما يشير إلى أن الهطول المطري لا يخضع للعوامل الحرارية وحدها، بل يتأثر بعوامل ديناميكية أخرى مثل أنظمة الضغط الجوي ومسارات المنخفضات الجوية.
- ❖ كما أكدت نتائج أسلوب الانحدار التدريجي أن درجة الحرارة العظمى تمثل المتغير الأكثر تأثيراً في تفسير التغير في كميات الأمطار، مع استبعاد درجة الحرارة الصغرى لعدم دلالتها الإحصائية. وبناءً على ذلك، تم تطوير نموذج انحدار خطي بسيط معدل يعكس العلاقة العكسية بين درجة الحرارة العظمى والهطول المطري خلال فترة الدراسة.

2. التوصيات:

- ❖ التوسع في التحليل والنمذجة الإحصائية للمناخ من خلال إدراج متغيرات مناخية إضافية مثل الرطوبة النسبية والضغط الجوي وسرعة الرياح، والديناميكية الجوية مثل تذبذب شمال الاطلسي (NAO) وظاهرة النينو. وهذا يساعد على تحسين تفسير التباين في كميات الأمطار.
- ❖ العمل على تطوير وتحديث قواعد البيانات المناخية في ليبيا ومعالجة الفجوات في السلاسل الزمنية الحديثة، بما يضمن دقة أعلى في الدراسات المناخية المستقبلية.



❖ استثمار نتائج التحليل الإحصائي في دعم عمليات التخطيط المائي والزراعي، مع ضرورة تطوير نماذج تنبؤية محلية تأخذ في الاعتبار الخصوصية المناخية لليبيا.

خامساً: المراجع:

1. الغرياني، أمباركة سعد و غومة، خالد محمد (2023). اتجاهات التغير في درجات الحرارة ومعدلات الأمطار وأثرها على منطقة طرابلس للفترة (1958-2019م). مجلة الجبل للعلوم التطبيقية والانسانية، عدد 12، 611-624.
https://uot.edu.ly/publication_item.php?pubid=12143&utm_source=chatgpt.com
2. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). (2018). اتجاهات تغير المناخ في المنطقة العربية وأثرها على الموارد المائية. <https://acsad.org>
3. المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية LNMC (2010). بيانات مناخية غير منشورة لمحطة مطار طرابلس الجوي للأرصاد الجوية (1944-2010). طرابلس، ليبيا.
4. سليمان، محمود محمد محمود (2023). التوزيع الجغرافي لمؤشري المناخ البحري و القاري في ليبيا. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الخامس، 94-77.
<https://doi.org/10.37375/jlgs.vi5.1785>
5. سليم، علي مصطفى، سولم، الصادق مصطفى، وايشير، فاطمة صالح. (2026). التحليل المناخي لمؤشرات التغير في درجات الحرارة بمحطة أرصاد مدينة طرابلس خلال الفترة 1919-2020. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية.
<https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3757>
6. IBM Corp. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
<https://www.ibm.com/support/pages/ibm-spss-statistics-22-documentation>
7. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Sixth Assessment Report (AR6). Cambridge University Press.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/?utm_source=chatgpt.com

8. Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). Introduction to Linear Regression Analysis (6th ed.). Wiley.
<https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-16125104-1a3a7c5bd1.pdf>
9. Soliman, M.M.M. 2020. Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in northern part of Libya, (PhD Unpublished), Department of Geography, University of Karabuk, Karabuk, Turkey.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?>
10. Trenberth, K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. Climate Research, 47(1), 123-138.
https://www.int-res.com/articles/cr_oa/c047p123.pdf
11. Wilks, D. S. (2011). Statistical Methods in the Atmospheric Sciences (3rd ed.). Academic Press.
<https://sunandclimate.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/05/statistical-methods-in-the-atmospheric-sciences-0127519661.pdf>
12. World Meteorological Organization. (2017). WMO guidelines on the calculation of climate normals (WMO-No. 1203). Geneva: World Meteorological Organization.
<https://library.wmo.int/idurl/4/55797>.