مجلة التفاني
Majallat Al-Tafani

التذبذب المطري في محطة شحات: تحليل التباين والانحراف المعياري للهطول المطري وعلاقته بالظروف المناخية الموسمية(1981–2024)

The Rainfall Variability at Shahat Station: Analysis of Rainfall Variance and Standard Deviation and Its Relationship with Seasonal Climatic Conditions (1981–2024)

د. فدوي إبراهيم سالم العقوري
fadwa Ibrahim salem elagori
قسم الجغرافيا -كلية الآداب والعلوم الابيار - جامعة بنغازي
Fadwa.elagori@uob.edu.ly

ملخص

يهدف البحث إلى دراسة التذبذب المطري في محطة شحات **خلال الفترة 1981–2024 باستخدام بيانات الهطول المطري الشهرية، ومجموع الهطول السنوي، مع ربطها بالعوامل المناخية مثل الرطوبة ودرجة الحرارة. أظهرت النتائج تذبذبًا واضحًا في الأمطار السنوية، حيث بلغ متوسط الهطول السنوي 9.1 ملم، مع أقصى قيمة 21.2 ملم سنة 2023 وأدنى قيمة 3.5 ملم سنة 2004. سجلت سنوات 2023 و2020 و2019 أعلى تذبذب موجب (+12.1 و+8.7 و+4.5 ملم)، مقابل أكبر تذبذب سالبة في سنوات 2004 و1999 و2014 (–5.6 و–4.4 و–3.9 ملم). على المستوى الشهري، بلغ أعلى انحراف معياري في ديسمبر 1.79 ملم ويناير 1.66 ملم، في حين سجل يوليو وأغسطس أدنى قيم 0.7 ملم تقريبًا. تركّز الهطول في الشتاء والخريف، بينما الصيف شبه جاف بالرغم من رطوبة نسبية مرتفعة (73–74%) وحرارة عالية (25–26°م). تُبرز النتائج أهمية مراعاة التذبذب المطري في إدارة الموارد المائية والزراعة.**

Abstract:

The study aims to investigate rainfall variability at Shahat Station during the period 1981–2024 using monthly rainfall data and annual total rainfall, linked to climatic factors such as humidity and temperature. The results revealed a clear annual rainfall fluctuation, with an average annual precipitation of 9.1 mm, a maximum of 21.2 mm in 2023, and a minimum of 3.5 mm in 2004. The years 2023, 2020, and 2019 recorded the highest positive deviations (+12.1, +8.7, and +4.5 mm), while 2004, 1999, and 2014 had the largest negative deviations (−5.6, −4.4, and −3.9 mm). Monthly analysis showed the highest standard deviations in December (1.79 mm) and January (1.66 mm), whereas July and August had the lowest values, around 0.7 mm. Rainfall is concentrated in winter and autumn, while summer is nearly dry despite high relative humidity (73–74%) and high temperatures (25–26°C). The findings highlight the importance of considering rainfall variability in water resource management and agricultural planning.

استلام الورقة: 20-08-2025 - قبول الورقة: 27-08-2025 - نشر الورقة: 02-09-2025

كلمات مفتاحية: التذبذب المطري، الهطول المطري، الانحراف المعياري، التباين، الرطوبة النسبية

Keywords: Rainfall variability, Precipitation, Standard deviation, Variance, Relative humidity

مقدمة:

يُعد الهطول المطري أحد العوامل المناخية الأساسية التي تؤثر على الموارد المائية والزراعة في المناطق شبه الجافة مثل شحات. تتسم كميات الأمطار بعدم انتظام واضح على مدار السنة، مع تركزها في فصول محددة وتذبذب كبير بين السنوات. يمكن قياس هذا التذبذب باستخدام التباين والانحراف المعياري، مما يساعد على فهم طبيعة الأمطار وتخطيط الموارد المائية والزراعية بشكل أفضل. كما أن العلاقة بين الهطول المطري والظروف المناخية، مثل الرطوبة ودرجات الحرارة، تلعب دورًا رئيسيًا في تحديد توزيع الأمطار وشدتها. يهدف هذا البحث إلى تحليل هذا التذبذب وربطه بالظروف المناخية الموسمية في محطة شحات.

مشكلة البحث:

عدم انتظام الهطول المطري السنوي والشهري يؤدي إلى صعوبة التخطيط للمشاريع الزراعية وإدارة الموارد المائية، بالإضافة إلى زيادة مخاطر الجفاف والفيضانات. وتبرز الحاجة إلى دراسة التذبذب المطري وربطه بالعوامل المناخية لفهم الديناميكية المطرية في المنطقة.

أهمية البحث:

يوفر هذا البحث معلومات دقيقة حول طبيعة التذبذب المطري في شحات، مما يسهم في:

1. تحسين إدارة الموارد المائية.
2. دعم التخطيط الزراعي وتحديد فترات الري المناسبة.
3. التنبؤ بالمخاطر المناخية مثل الفيضانات والجفاف.
4. المساهمة في الدراسات المناخية المستقبلية للمنطقة.

أهداف البحث:

1. تحليل التذبذب السنوي والشهري للهطول المطري في محطة شحات.(1981–2024)
2. حساب التباين والانحراف المعياري لمجموع الهطول المطري.
3. دراسة العلاقة بين التذبذب المطري والظروف المناخية الموسمية (الرطوبة ودرجات الحرارة).
4. تقديم توصيات لإدارة الموارد المائية والزراعة.

أسئلة البحث:

1. ما مدى تذبذب الأمطار السنوي والشهري في محطة شحات؟
2. أي الأشهر تشهد أعلى وأدنى تذبذب مطري؟
3. كيف تؤثر الرطوبة ودرجات الحرارة على تذبذب الهطول؟
4. ما هو دور هذا التذبذب في التخطيط للموارد المائية والزراعة؟

منطقة الدراسة:

المجال الجغرافي: تقع منطقة الدراسة في الجبل الأخضر في شمال شرق ليبيا (خريطة رقم 1) بالقرب من ساحل البحر الأبيض المتوسط وهي قريبة من مدينة البيضاء (الطبال، 2015م. ص23).

المجال الفلكي: تقع محطة شحات، والواقعة على دائرة عرض 32.801 شمالا وخط طول 21.865 شرقا، وعلي ارتفاع 303.04 متر فوق مستوى سطح البحر(العقوري،2021م، ص11)

شكل (1) موقع منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي (https://power.larc.nasa.gov/data-access)

منهجية الدراسة:

1. **نوع الدراسة:**

الدراسة تحليلية وصفية – كمية، تهدف إلى دراسة تذبذب الهطول المطري في محطة شحات (الجبل الأخضر، ليبيا) خلال الفترة 1981–2024، باستخدام بيانات مطرية ومناخية لتحديد الأنماط الشهرية والسنوية.

2. **مصادر البيانات:**

- بيانات **الهطول المطري الشهري والمجموع السنوي** (PRECTOTCORR و PRECTOTCORR_SUM)مأخوذة من محطة شحات.
- بيانات **الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة** على ارتفاع مترين للفترة نفسها لتوضيح العلاقة بين العوامل المناخية وتذبذب الأمطار.

3. **طرق التحليل الإحصائي:**

- حساب **المتوسطات الشهرية والسنوية** للهطول المطري لتحديد القيم المرجعية.
- تحليل **التباين والانحراف المعياري** لتقييم تذبذب الأمطار شهريًا وسنويًا.
- مقارنة الهطول المطري مع القيم المناخية (الرطوبة ودرجة الحرارة) لتحديد تأثير العوامل المناخية على تذبذب المطر.
- تحليل **أعلى وأدنى القيم المطرية** لتحديد السنوات الجافة والرطبة وأشهر الذروة المطيرة.

4. **الفترة الزمنية:**

تم استخدام بيانات الهطول المطري والرطوبة ودرجة الحرارة للفترة **1981–2024**لضمان تحليل طويل المدى يعكس التذبذب الحقيقي للنظام المطري.

5. **أدوات التحليل:**

- برامج **إكسل (Excel)** و **SPSS**لتحليل البيانات الإحصائية وإنشاء الجداول والرسوم البيانية.
- استخدام الرسوم البيانية الشهرية والسنوية لتوضيح الفروق والتذبذب في الهطول المطري.

6. **المخرجات المتوقعة:**

- تحديد الأشهر والسنوات ذات الهطول المطري العالي والمنخفض.

- قياس مدى انتظام الهطول المطري وتحديد الفترات الانتقالية بين الفصول.
- فهم العلاقة بين الهطول المطري والمتغيرات المناخية (درجة الحرارة والرطوبة).

الدراسات السابقة

1. .**العالي، جمعة أرحومة الجالي – (2021)** دراسة بعنوان Trends of Change in Rainfall Amounts *in* Northeastern Libya during the Period 1961-2010، والتي تناولت اتجاهات الأمطار في شمال شرق ليبيا بما في ذلك المحطات المناخية المختلفة، ووجدت تفاوتًا مكانيًا وزمنيًا في الاتجاهات مع ميل عام نحو التراجع في بعض المواقع مثل شحات وبنغازي مقارنة بالمناطق الأخرى
2. UNICEF. (2022). Libya Water Scarcity and Climate Change: Analysis and Recommendations — تقرير يوضح أن التغيرات المناخية تؤثر على موارد المياه الجوفية في ليبيا بسبب انخفاض هطول الأمطار وزيادة الحرارة والتبخر، مما يزيد من الضغط على الخزانات الجوفية ويؤدي إلى ندرة المياه.

3. **Othman & Al-Habbat :(2023)** تناولت الدراسة اتجاهات معدلات الهطول المطري في محطة شحات للفترة 1961–2020 باستخدام تقنية التصغير الإحصائي (SDSM) لتوقع التغيرات المستقبلية في الأمطار، وهدفت إلى تحديد ما إذا كان معدل الأمطار سيزداد أو ينخفض في المستقبل بناءً على سيناريوهات التغير المناخي. الدراسة في ليبيا ونُشرت في *مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية* بجامعة المرج، 2023، ووجدت أن هناك اتجاهات متغيرة في معدل المطر وتوقعات بزيادة أو انخفاض محتمل في المستقبل.
4. **Al-Jali, J. A. J.** ركزت الدراسة على اتجاهات التغير في كميات الأمطار السنوية في شمال شرق ليبيا (بما في ذلك محطة شحات) للفترة 1961–2010 باستخدام المتوسطات المتحركة الثلاثية، وأظهرت أن معدلات الأمطار تميل إلى **الانخفاض في شحات** مقارنة بمواقع أخرى في المنطقة مع وجود تذبذب غير منتظم في السلسلة الزمنية. الدراسة نُشرت عبر أرشيف جامعة عمر المختار، 2020.

5. **B. Z,Hafi :(2022)** تناولت دراسة تحليل اتجاهات الهطول السنوي في شمال غرب ليبيا بيانات من عدة محطات باستخدام اختبارات اتجاه (Mann-Kendall)، وناقشت التغيرات في الأمطار عبر الزمن، مما يساعد على فهم **الأنماط المناخية والتذبذب** في ليبيا بما يشمل الساحل الشمالي. نُشرت في *The Libyan Journal of Science* ، 2022، ووجدت اختلافات ملحوظة في اتجاهات الأمطار بين المحطات المختلفة.

البيانات المناخية:

البيانات المناخية هي مجموعة من القياسات والملاحظات المسجلة للعناصر الجوية، وما يهمنا في هذه الدراسة هو الهطول المطري، درجات الحرارة، الرطوبة الجوية، سرعة الرياح، ودرجة حرارة سطح الأرض، لأنها العوامل الأساسية التي تؤثر على تذبذب الأمطار ورطوبة التربة في منطقة شحات خلال الفترة 1981–2024م. تحليل هذه البيانات باستخدام التباين والانحراف المعياري للهطول المطري يساعد على تقييم مدى تذبذب الأمطار موسميًا وسنويًا، وربط ذلك بالظروف المناخية الموسمية وتأثيرها على النظام البيئي المحلي. إذ إن التذبذب المطري يمثل التغير الزمني في كمية الأمطار بين الفترات الرطبة والجافة، ويعد من العوامل الرئيسية المؤثرة في التصحر وتدهور الأراضي، حيث يؤدي تفاوت الأمطار إلى انخفاض محتوى الرطوبة في التربة، وتراجع الغطاء النباتي، وزيادة فقدان المياه عبر التبخر. في المناطق شبه الجافة مثل شحات، يصبح هذا التأثير واضحًا على النظام البيئي والزراعة، ويتيح دراسة هذه العلاقة فهم ديناميكيات التصحر والتخطيط لإدارة الموارد المائية والزراعية (Mahmoud،2010،. pp. 45-50).

جدول (1) إجمالي الهطول المطري في محطة شحات للفترة بين 1981-2024م

السنوات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع	التذبذب
1981	5.78	3.34	0.11	0.1	0.24	0.04	0.04	0	0.03	0.35	3.76	0.68	14.5	5.4
1982	0.51	2.12	0.7	0.45	0.03	0	0	0	0	0.07	0.85	1.46	6.2	-2.9
1983	4.02	1.33	1.52	0.59	0.09	0.03	0	0.57	0.18	0.32	1.86	0.41	10.9	1.8
1984	2.09	0.51	1.38	0.54	0	0	0	0	0.03	0.52	4.35	0.91	10.3	1.2
1985	1.52	2.26	0.38	0.89	0.04	0	0	0.02	0.03	1.1	0.14	1.57	8.0	-1.2
1986	0.73	0.28	1.13	0.13	1	0	0	0	1.24	0.61	1.96	1.47	8.6	-0.5
1987	0.84	0.31	3.66	1.06	0.01	0	0	0	0.1	0.05	0.72	1.9	8.7	-0.4
1988	0.66	1.71	0.76	0.04	0.01	0	0	0	0.29	0.37	1.21	6.31	11.4	2.3
1989	1.64	0.9	2.92	0	0.03	0.16	0	0	0.81	0.41	0.57	0.9	8.3	-0.8
1990	3.46	1.72	0	0.21	0.21	0	0	0	0.32	0.01	1.31	0.31	7.6	-1.6
1991	1	2.07	0.4	0.18	0.79	0	0.02	0.01	0.17	0.24	0.77	6.57	12.2	3.1
1992	1.31	2.98	0.5	0.18	0.08	0	0.07	0	0	0	2	2.2	9.3	0.2
1993	7.15	0.74	0.55	0	0.19	0	0	0	0.25	1.19	0.31	0.33	10.7	1.6
1994	2.98	0.71	0.01	0.09	0.04	0	0	0	0	0.96	1.63	1.16	7.6	-1.5
1995	0.95	1.06	0.83	1.14	0.01	0	0	0	0.09	2.04	1.98	0.35	8.5	-0.7
1996	1.59	1.4	0.51	0.72	0	0	0	0	0.21	1.35	0.36	0.91	7.1	-2.1
1997	1.87	1.95	1.11	0.3	0.1	0	0.05	0	0.03	1.26	0.98	0.72	8.4	-0.7
1998	0.3	0.56	3.46	0.21	0.79	0	0	0	0	0.33	0.36	3.21	9.2	0.1
1999	1.16	0.15	0.88	0.07	0	0	0	0	0.09	1.29	0.08	0.94	4.7	-4.4
2000	1.86	1.37	0.2	0.78	0.01	0	0	0	0.28	0.28	1.19	0.76	6.7	-2.4
2001	0.65	0.92	0.06	0.15	0.44	0	0	0	0	0.14	2.03	5.37	9.8	0.7

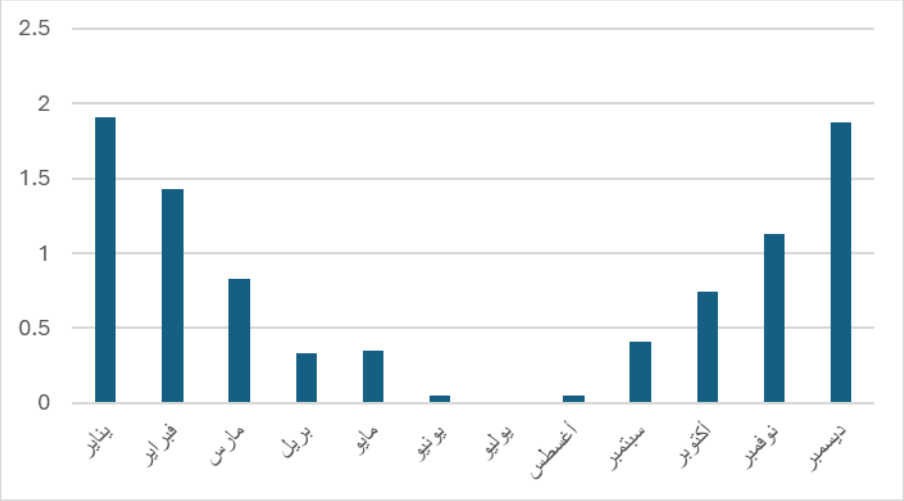
-3.1	6.0	0.83	0.17	0.97	0.46	0.01	0	0	0	0.12	1.18	1.61	0.64	2002
-2.7	6.4	0.84	0.46	0	0.15	0	0	1.17	0.17	0.45	1.18	1.04	0.9	2003
-5.6	3.5	0.55	1.22	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0.09	0.03	1.6	2004
0.6	9.7	1.85	0.81	0.37	0.62	0.1	0	0	0	0.6	1.15	1.14	3.04	2005
-2.7	6.4	0.88	1.29	1.17	0	0	0	0.04	0.06	0.11	0.94	1.08	0.86	2006
-0.8	8.3	1.31	0.57	0.51	0.19	0.25	0	0.01	0.99	0.08	0.26	1.73	2.42	2007
0.6	9.7	1.76	0.11	2.47	1.33	0	0	0	0.08	0.4	0.49	2.2	0.9	2008
0.2	9.3	1.7	1.08	1.67	0.21	0	0	0	0.88	0.03	0.37	2.55	0.76	2009
-1.1	8.0	2.94	2.3	1.11	0.13	0	0	0	0.04	0.17	0.11	0.44	0.72	2010
-0.5	8.6	0.93	1.68	0.85	0.11	0	0	0	0.62	1.52	0.15	1.4	1.32	2011
-3.0	6.1	1.58	0.51	0.07	0.05	0	0	0	0.01	0.35	0.18	1.21	2.16	2012
-2.6	6.5	1.89	0.37	2.88	0.43	0	0	0	0.01	0.03	0.04	0.39	0.48	2013
-3.9	5.2	1.34	0.34	1.18	0.2	0	0	0	0	0.03	0.25	0.94	0.91	2014
3.8	12.9	2.97	1.03	0.97	1.47	0.03	0	0.1	2.15	0.33	0.64	1.55	1.68	2015
-1.5	7.6	1.91	0.98	0.04	0.12	0	0	0	1.18	0.04	0.15	0.32	2.9	2016
0.9	10.0	1.58	1.52	2.13	0.75	0	0.02	0.12	0.4	0.85	0.67	0.62	1.32	2017
-2.5	6.6	1.7	0.31	1.46	1.99	0.25	0	0	0.03	0	0.19	0.39	0.24	2018
4.5	13.6	2.84	1.26	0.29	0	0	0.02	0.03	0.04	0.66	0.85	6.36	1.26	2019
8.7	17.8	6.08	2.87	0.18	0.01	0	0	0.02	0	0.12	4.19	0.55	3.75	2020
0.4	9.5	4.59	1.03	0.55	0.27	0	0	0	0	0.02	0.5	0.75	1.75	2021
3.6	12.7	0.2	1.08	0.77	0.45	0.85	0.02	0	0.19	0.02	1.54	2.58	5	2022
12.1	21.2	1.18	0.22	0	4.92	0	0	0.35	4.42	0.6	0.17	4.06	5.24	2023
-2.3	6.8	2.43	0.16	0.19	0.19	0	0	0.03	0.06	0	0.07	1.43	2.26	2024

المتوسط	1.91	1.43	0.83	0.33	0.35	0.05	0.01	0.05	0.74	0.41	1.13	1.87	9.1	-
اعلي قيمة	7.15	6.36	4.19	1.52	4.42	0.85	0.07	1.17	2.88	4.92	4.35	6.57	-	12.1
اقل قيمة	0.24	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.2	-	-5.6

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات (https://power.larc.nasa.gov/data-access)

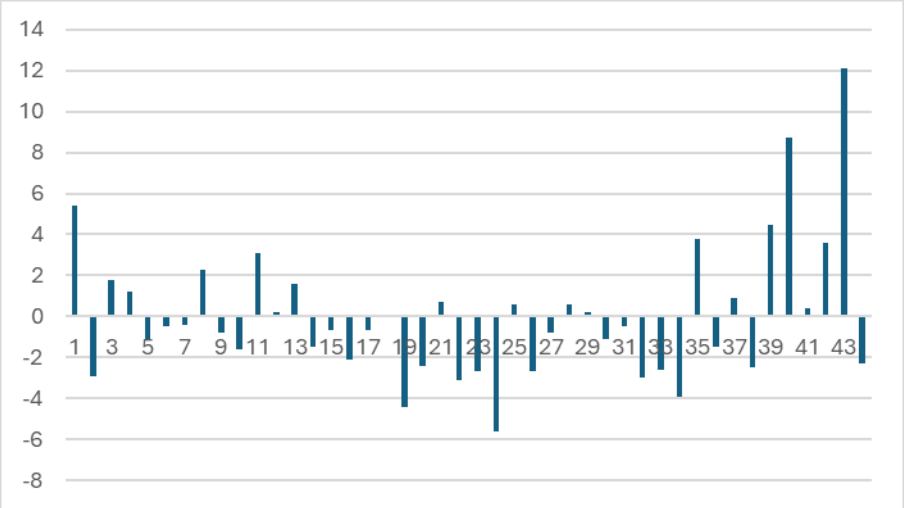
شكل (2) المتوسطات الشهرية لاجمالي الهطول المطري

في محطة شحات للفترة بين 1981-2024م



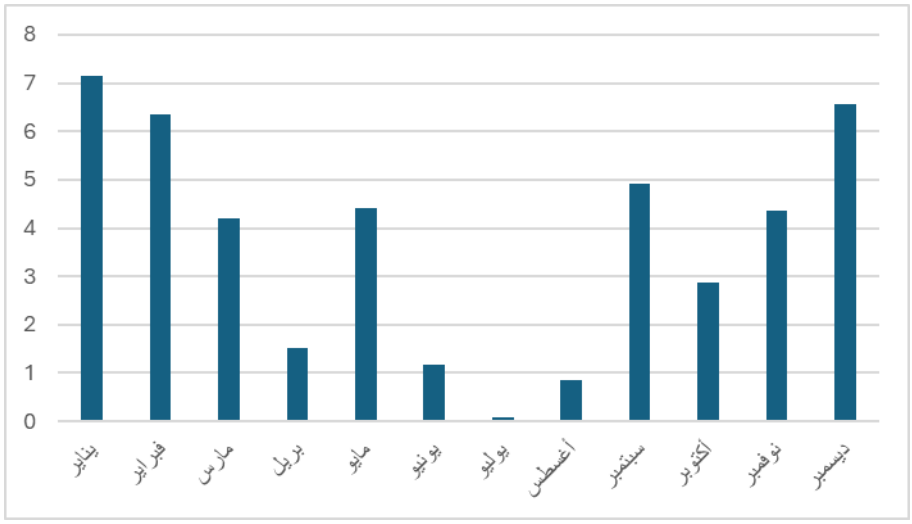
المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)

شكل (3) التذبذب السنوي في الهطول المطري في محطة شحات للفترة بين 1981-2024م



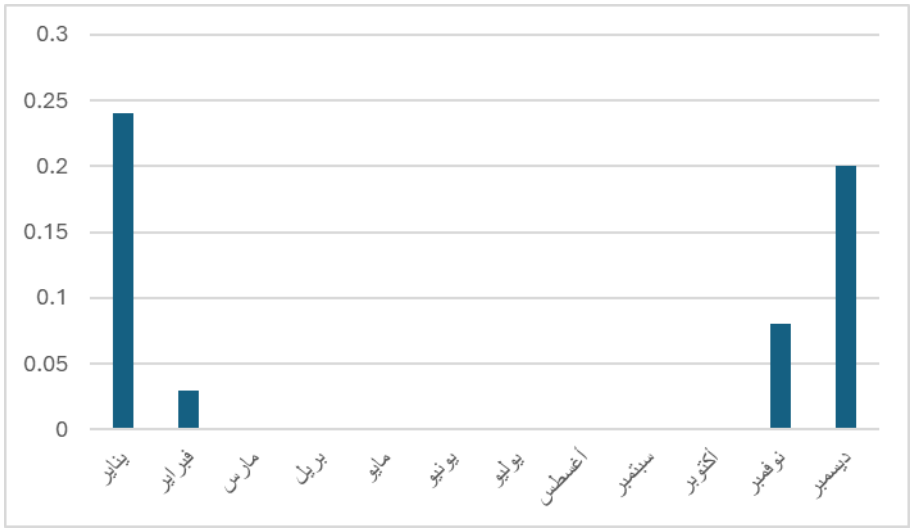
المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)

شكل (4) اعلي قيمة شهرية لاجمالي الهطول المطري ف
ي محطة شحات للفترة بين 1981-2024م



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)

شكل (5) اقل قيمة شهرية لاجمالي الهطول المطري ف
ي محطة شحات للفترة بين 1981-2024م



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)

يُظهر جدول إجمالي الهطول المطري للفترة **1981–2024** تذبذبًا سنويًا واضحًا في كميات الأمطار، وهو ما يعكس عدم انتظام النظام المطري في المنطقة. بلغ **المتوسط السنوي العام** للهطول حوالي **9.1ملم**، وتراوحت القيم السنوية بين حدٍّ أدنى قدره **3.5ملم سنة 2004** وحدٍّ أعلى وصل إلى **21.2ملم سنة 2023**، ما يدل على تفاوت كبير بين السنوات الرطبة والجافة.

سُجلت **أعلى قيمة تذبذب موجبة** في سنة **(12.1+) 2023**، تلتها سنة **(8.7+) 2020**، ثم **(5.4+) 1981**و**(4.5+) 2019**، وهي سنوات مطيرة نسبيًا مقارنة بالمعدل العام. في المقابل، كانت **أكبر قيمة تذبذب سالبة** في سنة **(5.6−) 2004**، ثم **(4.4−) 1999**و**(3.9−) 2014**، ما يشير إلى فترات جفاف واضحة.

على المستوى الشهري، تبيّن أن **شهر يناير** سجّل أعلى قيمة مطلقة بلغت **7.15ملم سنة 1993**، بينما سجّل **فبراير** أعلى قيمة له في **6.36) 2019 ملم**.(أما **مارس** فقد بلغ أقصى هطوله في **4.19) 2020ملم**(، في حين سُجلت أعلى قيمة لشهر **أبريل** في **1.52) 2011ملم**(، ولشهر **مايو** في **2023 4.42)ملم**(، ما يعكس مساهمة غير منتظمة لبعض الشهور الربيعية في إجمالي المطر السنوي.

أما أدنى القيم الشهرية، فقد سُجلت في عدة سنوات عند **صفر ملم**، خصوصًا خلال أشهر الصيف (يونيو–أغسطس)، مما يؤكد الطابع الجاف للموسم الصيفي. ويُلاحظ أن أغلب الهطول المطري يتركّز في **الفصل البارد (نوفمبر–مارس)**، حيث بلغ متوسط نوفمبر **1.13ملم** وديسمبر **1.87 ملم**، مع تسجيل أعلى قيمة لديسمبر في **1991م 6.57 ملم**.

بوجه عام، يعكس هذا التباين الكبير في التذبذب السنوي والشهري تأثير العوامل المناخية الإقليمية، مثل تغير أنماط المنخفضات الجوية، ويؤكد أن النظام المطري يتسم بعدم الاستقرار، مع تتابع سنوات جافة وأخرى رطبة دون نمط ثابت. ويُعد هذا التذبذب مؤشرًا مهمًا عند دراسة الموارد المائية والتخطيط الزراعي في المنطقة.

جدول (2) مجموع إجمالي الهطول المطري في منطقة شحات للفترة بين 1981-2024م

السنوات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع	التذبذب
1981	179.2	93.6	3.5	2.9	7.5	1.3	1.3	0.0	0.8	10.8	112.8	21.2	434.9	158.5
1982	15.9	59.5	21.6	13.4	0.9	0.0	0.0	0.1	0.0	2.2	25.6	45.3	184.4	-92.0
1983	124.6	37.2	47.1	17.7	2.9	0.8	0.0	17.6	5.3	10.0	55.9	12.7	331.6	55.2
1984	64.9	14.7	42.7	16.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	16.2	130.5	28.2	314.4	38.0
1985	47.1	63.3	11.9	26.6	1.1	0.0	0.0	0.5	0.9	34.0	4.1	48.6	238.0	-38.4
1986	22.8	7.9	35.1	3.9	31.1	0.0	0.0	0.0	37.3	18.8	58.9	45.7	261.5	-14.9
1987	26.0	8.6	113.5	31.9	0.3	0.0	0.0	0.0	3.0	1.5	21.7	58.8	265.3	-11.1
1988	20.6	49.7	23.6	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	8.7	11.5	36.4	195.6	347.6	71.2
1989	50.9	25.2	90.5	0.0	1.0	4.9	0.0	0.0	24.3	12.7	17.0	28.0	254.4	-22.0
1990	107.3	48.3	0.1	6.3	6.4	0.0	0.0	0.0	9.6	0.2	39.2	9.5	226.8	-49.6

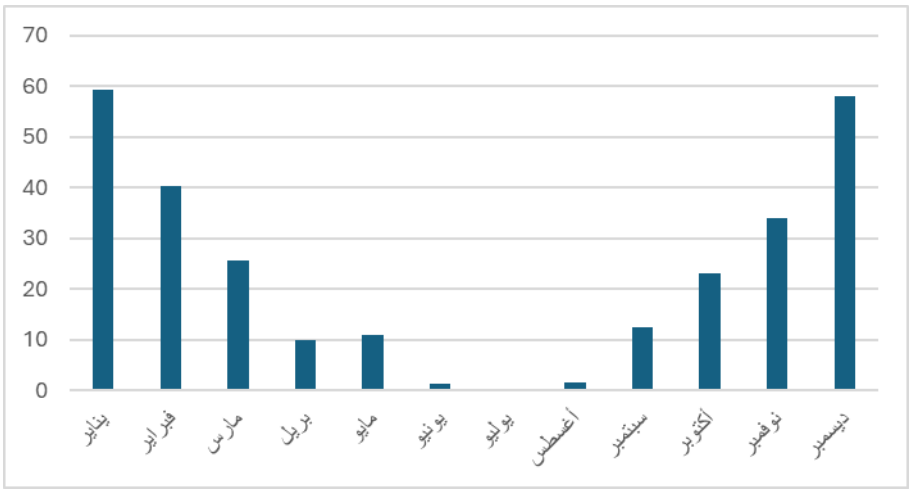
94.9	371.3	203.7	23.0	7.5	5.2	0.2	0.5	0.1	24.5	5.3	12.3	58.0	31.0	1991
4.9	281.3	68.3	60.1	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.5	5.5	15.6	86.5	40.8	1992
52.8	329.2	10.1	9.2	36.8	7.5	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	17.2	20.8	221.5	1993
-45.0	231.4	35.9	48.9	29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.6	0.4	20.0	92.5	1994
-20.5	255.9	10.8	59.4	63.2	2.8	0.0	0.0	0.1	0.2	34.3	25.8	29.8	29.6	1995
-62.1	214.3	28.3	10.8	41.8	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	15.7	40.7	49.2	1996
-23.9	252.5	22.5	29.5	39.1	0.9	0.0	1.6	0.0	3.0	8.9	34.4	54.6	58.0	1997
6.9	283.3	99.5	10.7	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6	6.2	107.2	15.6	9.3	1998
-132.5	143.9	29.2	2.3	40.1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.1	2.1	27.4	4.2	36.0	1999
-72.3	204.1	23.7	35.7	8.8	8.4	0.0	0.0	0.0	0.3	23.5	6.3	39.7	57.8	2000
21.1	297.5	166.4	60.8	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	4.5	2.0	25.8	20.1	2001
-96.4	180.0	25.8	5.2	30.0	13.9	0.2	0.1	0.0	0.0	3.5	36.5	45.0	19.9	2002
-84.5	191.9	26.1	13.9	0.0	4.5	0.0	0.0	35.0	5.4	13.6	36.5	29.0	28.0	2003
-168.0	108.4	17.1	36.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.7	2.8	0.7	49.7	2004
18.3	294.7	57.4	24.3	11.3	18.5	3.1	0.0	0.0	0.1	18.1	35.8	32.0	94.2	2005
-81.4	195.0	27.2	38.7	36.3	0.0	0.0	0.1	1.3	1.8	3.4	29.2	30.3	26.8	2006
-24.6	251.8	40.5	17.1	15.8	5.8	7.8	0.0	0.3	30.6	2.4	8.0	48.4	75.0	2007
19.0	295.4	54.4	3.4	76.6	39.8	0.0	0.0	0.0	2.4	11.9	15.1	63.8	28.0	2008
1.5	277.9	52.8	32.4	51.8	6.3	0.0	0.0	0.0	27.3	0.9	11.4	71.5	23.6	2009
-33.8	242.6	91.0	68.9	34.5	4.0	0.1	0.0	0.0	1.2	5.1	3.3	12.2	22.3	2010
-17.8	258.6	28.9	50.3	26.4	3.4	0.0	0.0	0.0	19.4	45.6	4.6	39.2	40.8	2011
-89.8	186.6	48.9	15.2	2.2	1.6	0.1	0.0	0.1	0.3	10.6	5.5	35.0	67.0	2012
-75.9	200.5	58.6	11.2	89.2	13.1	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	1.1	11.0	14.8	2013

-118.6	157.8	41.7	10.1	36.7	6.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	7.6	26.4	28.3	2014
116.1	392.5	92.1	30.8	30.0	44.1	1.0	0.0	2.9	66.5	9.8	19.8	43.4	52.2	2015
-41.3	235.1	59.3	29.5	1.2	3.7	0.0	0.0	0.0	36.5	1.1	4.6	9.4	89.8	2016
28.4	304.8	48.9	45.7	66.0	22.6	0.0	0.7	3.6	12.6	25.6	20.9	17.3	40.9	2017
-76.8	199.6	52.9	9.2	45.2	59.6	7.7	0.0	0.1	0.8	0.1	5.8	11.0	7.3	2018
124.2	400.6	88.1	37.8	9.0	0.0	0.0	0.5	0.9	1.2	19.7	26.3	178.0	39.1	2019
270.2	546.6	188.4	86.0	5.7	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	3.6	130.0	16.0	116.1	2020
13.0	289.4	142.3	30.8	17.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	15.6	20.9	54.2	2021
107.8	384.2	6.1	32.3	23.8	13.4	26.3	0.8	0.0	5.8	0.6	47.8	72.1	155.2	2022
361.4	637.8	36.7	6.6	0.0	147.6	0.0	0.0	10.5	137.1	18.0	5.3	113.6	162.5	2023
-68.1	208.4	75.4	4.8	6.0	5.7	0.0	0.0	1.0	1.9	0.0	2.2	41.4	70.2	2024
-	276.4	58.0	33.9	23.0	12.4	1.5	0.2	1.4	10.9	9.8	25.7	40.3	59.3	المتوسط
361.4	-	203.7	130.5	89.2	147.6	26.3	2.1	35.0	137.1	45.6	130.0	178.0	221.5	اعلي قيمة
-168.0	-	6.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	7.3	اقل قيمة

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات (https://power.larc.nasa.gov/data-access)

شكل (6) المتوسط الشهري لمجموع إجمالي الهطول المطري

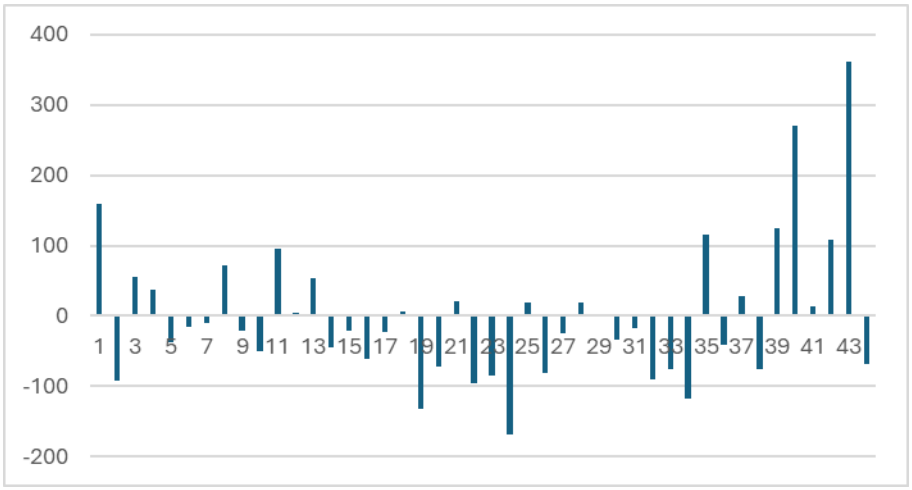
في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م)



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (2)

شكل (7) التذبذب السنوي في كميات مجموع إجمالي الهطول المطري

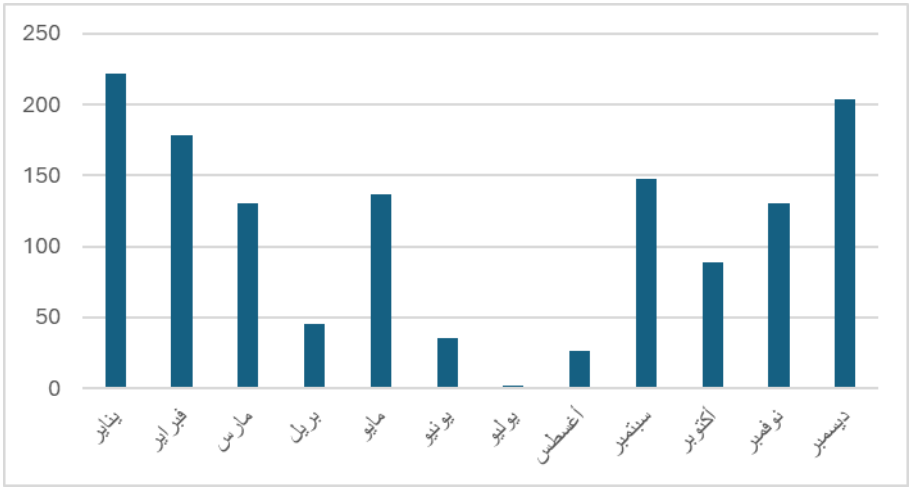
بمحطة شحات خلال الفترة (1981–2024م)



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (2)

شكل (8) أعلى قيمة للمتوسط الشهري لقيم مجموع إجمالي الهطول المطري

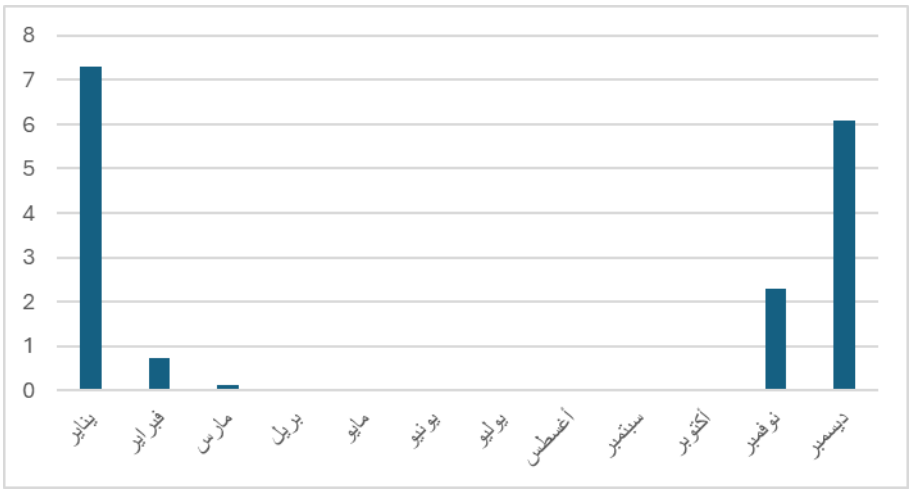
في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م)



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (2)

شكل (10) اقل قيمة للمتوسط الشهري لقيم مجموع إجمالي الهطول المطري

في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م)



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (2)

يُبيّن جدول مجموع إجمالي الهطول المطري خلال الفترة **1981–2024** تذبذبًا سنويًا واضحًا في كميات الأمطار، ما يعكس عدم استقرار النظام المطري في المنطقة. بلغ **المتوسط السنوي العام** للهطول حوالي **276.4**ملم، وهو ما يُستخدم كخط مرجعي لتحديد السنوات الرطبة والجافة.

سُجلت **أعلى كمية مطر سنوية** في سنة **2023**بقيمة **637.8**ملم، مترافقة مع **أعلى تذبذب موجب(+361.4)** ، تلتها سنة **2020**بـ **546.6**ملم وتذبذب **(+270.2)**، ثم سنة **2019**بـ **400.6**ملم .وتشير هذه القيم المرتفعة إلى سنوات مطيرة استثنائية ناتجة عن تكرار وشدة المنخفضات الجوية.

في المقابل، سُجلت أدنى كمية مطر سنوية في سنة 2004حيث بلغت 108.4ملم فقط، ورافقتها أكبر قيمة تذبذب سالبة(168.0−) ، تلتها سنة 1999بـ 143.9ملم(132.5−) ، ثم 2014بـ 157.8ملم(118.6−) ، ما يعكس فترات جفاف حاد.

على المستوى الشهري، سجّل شهر يناير أعلى قيمة مطلقة بلغت 221.52ملم في سنة 1993، بينما بلغ فبراير ذروته في 178) 2019ملم(، ومارس في 130.02) 2020ملم .(أما أبريل فسجل أعلى قيمة له في 45.64) 2011ملم(، في حين بلغت أقصى قيمة لشهر مايو 137.07ملم في 2023.

وتُظهر أشهر الصيف (يونيو–أغسطس) أدنى القيم، حيث سُجلت عدة سنوات بقيم **صفرية**، مما يؤكد الطابع الجاف للفصل الصيفي. في المقابل، ساهمت أشهر الخريف والشتاء، خاصة **نوفمبر (أعلى قيمة 130.49 ملم في 1984) وديسمبر (203.73 ملم في 1991)**، بشكل كبير في رفع المجموع السنوي.

بصورة عامة، يوضح التفاوت الكبير بين القيم العليا والدنيا أن الهطول المطري يتسم بتذبذب شديد زمانيًا، مع تعاقب غير منتظم لسنوات رطبة وأخرى جافة، وهو ما له انعكاسات مباشرة على الموارد المائية والتخطيط البيئي والزراعي في المنطقة.

تُظهر المقارنة بين جدولي إجمالي الهطول المطري ومجموع إجمالي الهطول المطري للفترة 1981–2024 تشابهًا في السلوك العام واختلافًا في شدة القيم. يعكس الجدول الأول متوسطات مطرية سنوية منخفضة نسبيًا بمتوسط عام بلغ نحو 9.1 ملم، بينما يُظهر الجدول الثاني القيم التراكمية الفعلية للهطول بمتوسط سنوي أعلى بكثير بلغ 276.4 ملم، ما يجعل التذبذب في الجدول الثاني أكثر وضوحًا وحدّة. تتفق السلسلتان في تحديد السنوات الرطبة والجافة، حيث برزت سنوات 2023 و2020 و2019 كأكثر السنوات مطرًا في كلا الجدولين، في حين سُجلت سنوات 2004 و1999 و2014 ضمن أكثر السنوات جفافًا. إلا أن مقدار التذبذب كان محدودًا في الجدول الأول مقارنة بالجدول الثاني، إذ بلغ أقصى تذبذب موجب في الأول نحو +12.1، مقابل +361.4 في الثاني، ما يعكس حساسية القيم التراكمية للتغيرات المناخية. كما أن القيم الدنيا في الجدول الثاني كانت أكثر تطرفًا، خاصة في سنة 2004 التي سجلت أكبر عجز مطري. على المستوى الشهري، يتوافق الجدولان في إبراز تركّز الهطول في أشهر الشتاء والخريف، خاصة يناير ونوفمبر وديسمبر، مقابل شبه انعدام المطر في أشهر الصيف. ويُظهر الجدول الأول تباينًا نسبيًا أكثر سلاسة بسبب اعتماده على المتوسطات، في حين يكشف الجدول الثاني بوضوح عن أحداث مطرية شديدة وقصيرة المدى رفعت المجاميع السنوية. وبصورة عامة، يمكن القول إن الجدول الأول يعكس الاتجاه العام والخصائص المناخية المتوسطة، بينما يُبرز الجدول الثاني التطرف المطري والتذبذب الحقيقي، ويكمل كل منهما الآخر في فهم ديناميكية الهطول المطري في المنطقة.

أظهرت نتائج جدول رقم (1) حساب التباين والانحراف المعياري لإجمالي الهطول المطري خلال الفترة 1981–2024 تباينًا زمانيًا واضحًا بين الأشهر، ما يعكس عدم انتظام توزيع الأمطار على مدار السنة. فقد سجل شهر ديسمبر أعلى قيمة للتباين بلغت 3.21 وانحرافًا معياريًا قدره 1.79، يليه شهر يناير بتباين 2.77 وانحراف معياري 1.66، وهو ما يدل على شدة التذبذب في الأمطار الشتوية نتيجة تكرار الأحداث المطرية القوية أو غيابها في بعض السنوات. كما أظهرت شهور فبراير ومارس قيمًا متوسطة نسبيًا للتباين والانحراف المعياري، الأمر الذي يعكس انتقالًا تدريجيًا في النظام المطري خلال أواخر الشتاء وبداية الربيع. في المقابل، سجّلت أشهر الصيف، خاصة يوليو وأغسطس، أدنى قيم للتباين والانحراف المعياري، حيث بلغ التباين 0.01 و0.07 على التوالي، مما يؤكد الطابع الجاف والمستقر للموسم الصيفي وشبه انعدام الهطول المطري خلاله. وتُظهر أشهر أبريل ومايو ويونيو تذبذبًا محدودًا مقارنة بالشتاء، وهو ما يشير إلى ضعف مساهمتها في إجمالي المطر السنوي. كما برز شهرا سبتمبر وأكتوبر بقيم تباين وانحراف معياري متوسطة، تعكس بداية النشاط المطري الخريفي وعدم استقراره. ويُلاحظ أن ارتفاع الانحراف المعياري مقارنة بمتوسطات بعض الأشهر يدل على حدوث حالات مطرية متطرفة متقطعة ترفع القيم السنوية دون انتظام زمني ثابت. وبصورة عامة، تعكس هذه النتائج خصائص مناخية شبه جافة تتسم بتركّز الأمطار في فترة زمنية محدودة من السنة، مع تذبذب واضح في شدتها من عام إلى آخر، وهو ما يبرز أهمية دراسة هذا التباين عند التخطيط لإدارة الموارد المائية والأنشطة الزراعية في المنطقة.

أظهر جدول رقم (2) تحليل الانحراف المعياري لمجموع إجمالي الهطول المطري خلال الفترة الممتدة من 1981 إلى 2024 تباينًا شهريًا واضحًا يعكس الطبيعة غير المنتظمة للأمطار في المنطقة المدروسة. فقد سُجل أعلى انحراف معياري خلال أشهر الشتاء، لا سيما ديسمبر بقيمة 56.4 ملم ويناير بقيمة 52.8 ملم، وهو ما يدل على شدة التذبذب في كميات الأمطار الشتوية نتيجة تكرار الأحداث المطرية القوية في بعض السنوات مقابل ضعفها أو

غيابها في سنوات أخرى. كما أظهرت أشهر فبراير ومارس ونوفمبر انحرافات معيارية مرتفعة نسبيًا، مما يعكس عدم استقرار الفترات الانتقالية بين الفصول وتأثرها بالتقلبات الجوية. في المقابل، سجل شهر أبريل انحرافًا معياريًا متوسطًا، مما يشير إلى تراجع تدريجي في نشاط الأمطار مع بداية الانتقال نحو الموسم الجاف. وتبيّن أن أشهر الصيف، وخاصة يونيو ويوليو وأغسطس، سجلت أدنى قيم للانحراف المعياري، حيث بلغ في يوليو نحو 0.7 ملم فقط، وهو ما يؤكد الاستقرار الجاف شبه التام خلال هذه الفترة وضعف مساهمتها في المجموع المطري السنوي. كما برز شهر سبتمبر بانحراف معياري مرتفع نسبيًا مقارنة بمتوسطه، ما يعكس عدم انتظام بداية الموسم المطري واحتمالية حدوث حالات مطرية مفاجئة. وتُظهر هذه النتائج أن التباين في مجموع الهطول المطري لا يرتبط فقط باختلاف الفصول، بل يعكس أيضًا تركز الأمطار في فترات زمنية قصيرة وعدم انتظام توزيعها السنوي. وبصفة عامة، يؤكد ارتفاع الانحراف المعياري في أشهر الشتاء وانخفاضه الحاد في أشهر الصيف الخصائص المناخية شبه الجافة للمنطقة، ويبرز أهمية أخذ هذا التذبذب في الاعتبار عند دراسة الموارد المائية والتخطيط الزراعي وإدارة مخاطر الفيضانات والجفاف.

ومن خلال بيانات **الهطول المطري الشهري المتوسط**، و بيانات **مجموع الهطول المطري السنوي**، في كلتا الحالتين يظهر تذبذب واضح للأمطار مع أقصى انحراف في أشهر الشتاء، وخصوصًا ديسمبر ويناير، ما يعكس شدة التغير في كميات الأمطار. الفقرة الأولى تستخدم القيم النسبية للتباين والانحراف المعياري لتوضيح انتظام أو انعدام المطر في كل شهر، بينما بيانات **مجموع الهطول المطري** تعتمد على القيم المطلقة بالمليمترات، مما يبرز حجم الأمطار الكلي السنوي وتأثير الأحداث المطرية الكبيرة. كما أن كلا التحليلين يشيران إلى استقرار شبه تام في الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس) وانخفاض مساهمة هذه الأشهر في الهطول السنوي. في بيانات **الهطول المطري** يلاحظ القارئ أهمية الفصول الانتقالية (مارس، أبريل، سبتمبر، أكتوبر) وتأثيرها على توزيع الأمطار، بينما بيانات **مجموع الهطول** توضح بشكل أدق التذبذب الكبير في الفترات الانتقالية وفصل الشتاء باستخدام القيم المطلقة. بصفة عامة، الفقرة الأولى أكثر تركيزًا على **النمط الشهري النسبي** للأمطار، أما الفقرة الثانية فهي توضح **تراكم المطر السنوي وتفاوته بين السنوات** .كلاهما يؤكد الخصائص المناخية شبه الجافة للمنطقة والحاجة إلى إدارة الموارد المائية بناءً على هذا التباين. الاختلاف الأبرز هو أن القيم المطلقة في الفقرة الثانية تجعل أثر الفيضانات والجفاف أكثر وضوحًا، بينما الفقرة الأولى تعطي صورة عن انتظام المطر النسبي. في النهاية، كلا التحليلين متكاملان لفهم ديناميكيات المطر من حيث التوزيع الشهري والتراكم السنوي.

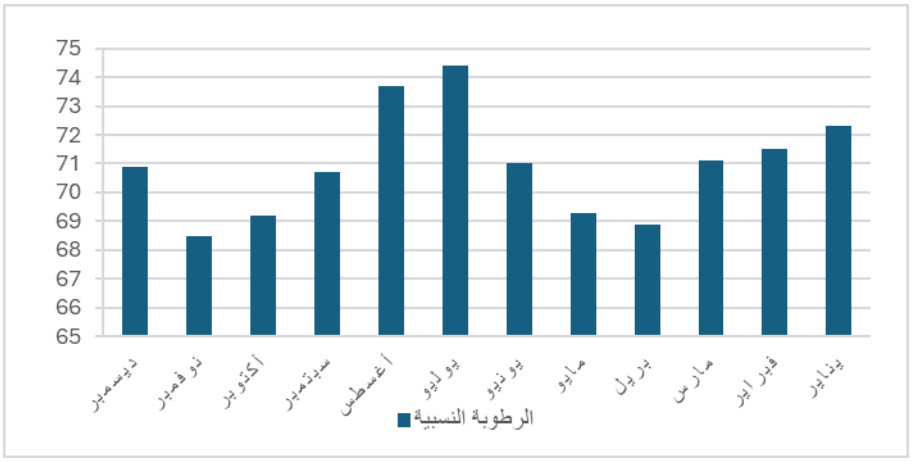
جدول (3) المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية على ارتفاع مترين
في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م).

العنصر	يناير	فبراير	مارس	بريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين	72.3	71.5	71.1	68.9	69.3	71.0	74.4	73.7	70.7	69.2	68.5	70.9	71.0
درجة الحرارة على ارتفاع مترين	14.2	13.9	15.1	17.3	20.3	23.5	25.5	26.2	25.0	22.6	19.3	16.1	20.0
أقصى درجة حرارة على ارتفاع مترين	19.6	20.5	23.6	27.9	31.3	33.2	31.2	31.7	32.8	30.7	26.1	21.7	35.0
أدنى درجة حرارة على ارتفاع مترين	10.3	9.8	10.7	12.4	15.0	18.5	21.9	23.2	21.3	18.3	15.1	11.7	9.2

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات (https://power.larc.nasa.gov/data-access)

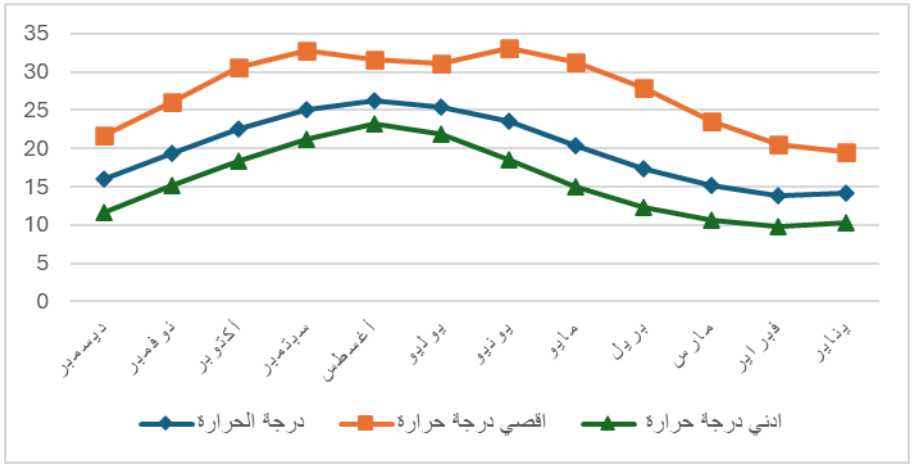
توضح مقارنة نتائج التباين والانحراف المعياري للهطول المطري مع القيم المناخية أن التذبذب الكبير في الأمطار خلال أشهر الشتاء، خاصة ديسمبر ويناير، يرتبط بالرطوبة النسبية المرتفعة نسبيًا (70.9–72.3%) ودرجات الحرارة المنخفضة إلى المعتدلة (14.2–16.1°م)، حيث توفر هذه الظروف بيئة مناسبة لتكوّن الأمطار، لكن عدم انتظام الهطول بين السنوات يؤدي إلى ارتفاع التباين والانحراف المعياري. في المقابل، يظهر الصيف استقرارًا جافًا مع انخفاض شديد في التذبذب المطري، ويقابله ارتفاع كبير في درجات الحرارة (25–26°م) على الرغم من الرطوبة المرتفعة (73–74%)، ما يزيد التبخر ويحد من الهطول الفعلي، مفسرًا أدنى قيم الانحراف المعياري في يوليو وأغسطس. أما الفصول الانتقالية مثل مارس وأبريل ونوفمبر فتظهر تذبذبًا متوسطًا في الهطول المطري، بما يتوافق مع متوسطات الرطوبة والحرارة المعتدلة (68–71% و15–19°م)، مما يعكس عدم استقرار النظام المطري خلال فترات الانتقال بين الشتاء والصيف. كذلك يُلاحظ أن ارتفاع الانحراف المعياري في بعض الأشهر يعود إلى حالات مطرية متطرفة محدودة، مما يرفع القيم السنوية دون انتظام ثابت. بشكل عام، تؤكد هذه العلاقة بين الهطول المطري وخصائص الحرارة والرطوبة أن التذبذب المطري في المنطقة يتأثر بالظروف المناخية الموسمية، حيث يزداد في الشتاء نتيجة الظروف الملائمة للأمطار، وينخفض حادًا في الصيف بسبب الحرارة المرتفعة، بينما تعكس الفصول الانتقالية تذبذبًا متوسطًا، ما يبرز أهمية مراعاة هذه العوامل عند التخطيط لإدارة الموارد المائية والزراعة ومخاطر الفيضانات والجفاف.

شكل (11) المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م).



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (3)

شكل (12) المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة (العضمي – الصغري)
في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م).



المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (3)

نتيجة البحث:

أثبت البحث أن الهطول المطري في شحات يتسم بتذبذب واضح، مع تركيز كبير للأمطار في فصل الشتاء والخريف واستقرار شبه تام في الصيف. كما أن التباين والانحراف المعياري مرتبطان بالظروف المناخية الموسمية، إذ تزيد الأمطار في الأوقات التي تتسم بالرطوبة المعتدلة ودرجات الحرارة المنخفضة، وتقل في الفترات الحارة والجافة.

1. **التذبذب السنوي العام** :بلغ متوسط الهطول السنوي نحو **9.1**ملم، بينما تراوحت القيم بين حد أدنى **3.5**ملم **سنة 2004** وحد أقصى **21.2**ملم **سنة 2023**، مما يعكس تفاوتًا كبيرًا بين السنوات الجافة والممطرة.

2. **أعلى التذبذب السنوي :**سجل سنة 2023 أعلى تذبذب موجب **12.1ملم**، تلتها سنة 2020 **8.7ملم** و1981 **5.4ملم**، ما يدل على سنوات مطيرة نسبياً.
3. **أدنى التذبذب السنوي :**سجلت سنة 2004 أكبر قيمة تذبذب سالبة **5.6–ملم**، تلتها 1999 **4.4–ملم** و2014 **3.9–ملم**، مما يعكس فترات جفاف واضحة.
4. **التذبذب الشهري الشتوي :**أعلى قيم التباين والانحراف المعياري كانت في ديسمبر **3.21**و**1.79 ملم** ويناير **2.77**و**1.66 ملم**، ما يعكس تذبذبًا شديدًا في الشتاء.
5. **التذبذب الشهري الصيفي :**أدنى قيم التباين والانحراف المعياري كانت في يوليو **0.01**و**0.7 ملم** وأغسطس **0.07**و**0.7 ملم**، ما يعكس استقرار الصيف وجفافه شبه التام.
6. **مجموع الهطول السنو :**بلغ المتوسط السنوي **276.4ملم**، مع أعلى قيمة في 2023 **637.8ملم** وأدنى قيمة في 2004 **108.4ملم**، ما يظهر التفاوت الكبير بين السنوات.
7. **التركيز الموسمي للأمطار :**يتركز معظم الهطول في الشتاء والخريف، خاصة نوفمبر **1.13ملم** وديسمبر **1.87ملم**، بينما تكاد الأمطار تختفي في الصيف (يونيو–أغسطس).
8. **العلاقة بالرطوبة :**أعلى التذبذب المطري يتزامن مع رطوبة نسبية مرتفعة (70.9–72.3%) خلال ديسمبر ويناير، مما يعزز تكوّن الأمطار.
9. **العلاقة بالحرارة :**انخفاض درجات الحرارة الشتوية (14.2–16.1°م) يواكب أعلى التذبذب المطري، في حين ارتفاع درجات الحرارة الصيفية (25–26°م) يقابله انخفاض الهطول وزيادة الجفاف.
10. **الفصول الانتقالية :**مارس وأبريل وسبتمبر وأكتوبر شهدت تذبذبًا متوسطًا، مع هطول غير منتظم يعكس تأثير الظروف المناخية المتغيرة خلال فترات الانتقال بين الفصول.

توصيات البحث:

1. اعتماد إدارة الموارد المائية على تحليل التذبذب المطري السنوي والشهري.
2. تحسين التخطيط الزراعي مع مراعاة التذبذب الكبير بين السنوات.
3. إنشاء محطات مراقبة إضافية للرصد الدقيق للهطول المطري.
4. تطوير نماذج تنبؤ بالأمطار بناءً على العلاقة بين الرطوبة، درجات الحرارة، والهطول المطري.
5. توعية المزارعين بأهمية تخزين المياه خلال السنوات المطيرة لمواجهة الجفاف.

المراجع

المراجع العربية

1) أسمهان عثمان وناجي الحبات، *نمذجة اتجاهات معدلات الهطول المطري في محطة الأرصاد الجوية بشحات (1961-2050) باستخدام التقنيات الإحصائية*، مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية، ليبيا، 2023م.

2) جُمعة أرحومة جُمعة الجالي، *اتجاهات التغير في كميات الأمطار في شمال شرق ليبيا خلال الفترة 1961–2010*، أرشيف جامعة عمر المختار – مستودع الأبحاث الإلكترونية، ليبيا، 2020م(dspace.omu.edu.ly) .

3) *زهير ب. حافي، تحليل اتجاهات السلسلة الزمنية للهطول السنوي في شمال غرب ليبيا*، مجلة ليبيا للعلوم، ليبيا، 2022م.

4) صابرين سالم صالح، *تحليل فترات الجفاف والرطوبة في محطة شحات للفترة 1945–2007م*، *المجلة العربية للدراسات الجغرافية*، المجلد 3، العدد 4، ليبيا، 2020م.

5) فدوي إبراهيم سالم العقوري، الحرارة وآثارها علي الراحة والإرهاق المناخي بشمال ليبيا(دراسة في المناخ التطبيقي)،(رسالة دكتوراه)، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كليــة الآداب، جامعة المنصورة، 2021م.

المراجع الاجنبية :

1. Al-Jali, J. A. J. (2020) — Change trends in rainfall amounts in northeastern Libya, أرشيف جامعة عمر المختار dspace.omu.edu.ly .
2. Hafi, Z. B. (2022) — Trend Analysis of Annual Rainfall Time Series in Northwest Libya, The Libyan Journal of Science.
3. Mahmoud Saad Ibrahim (2010). *The impact of rainfall variability on desertification in northeastern Libya*. M.Sc. Thesis, University of Benghazi, Libya, pp. 45-50.
4. Othman & Al-Habbat (2023) — Modeling Trends in Rainfall Rates at Shahat Meteorological Station, مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية، الجامعة المرج khsj.elmergib.edu.ly .

مراجع اللكترونية:

1. https://power.larc.nasa.gov/data-access