

تحليل التباين المكاني والشذوذ المطري وانعكاساته التطبيقية في محافظة الأنبار

للمدة من ١٩٨٥ إلى ٢٠٢٠

علاء شلال فرحان الفهداوي

المديرية العامة لتربية الأنبار

alaaalfarhan31@gmail.com

تاريخ نشر البحث: ٢٠٢٦ / ٧ / ٢٦

تاريخ قبول النشر: ٢٠٢٦ / ٢ / ٢٢

تاريخ استلام البحث: ٢٠٢٦ / ٢ / ٤

المستخلص:

حلل البحث التباين المكاني الشذوذ المطري في محافظة الأنبار للمدة من ١٩٨٥ إلى ٢٠٢٠ باستخدام معامل التذبذب (CV)، الانحراف المعياري، المتوسطات المتحركة، ومؤشر (RAI). أظهرت النتائج أن جميع المحطات تجاوزت الحد الحرج للتذبذب أكبر من (٣٠%)، وسجلت محطة حديثة أعلى انحراف معياري بلغ (٥٥,١ ملم) مقابل أدنى قيمة في محطة النخيب (٣٨,٦ ملم)، وكشف مؤشر (RAI) عن سنوات رطبة جداً مثل ١٩٨٨ (+ ٣,٧) و ٢٠١٨ (+ ٢,٩)، وأخرى شديدة الجفاف مثل ٢٠٠٩ (- ٥,٣) و ٢٠١٧ (- ٣,٨). أكدت هذه النتائج أن الأمطار في الأنبار غير مستقرة زمنياً ومكانياً، وتخضع لدورات من الغزارة والجفاف كل (٧-١٠) سنوات، مما يفرض تحديات على الزراعة وإدارة الموارد المائية. خلص البحث إلى ضرورة تبني استراتيجيات تكيفية تشمل حصاد المياه، تقنيات الري الحديثة، وزراعة أصناف مقاومة للجفاف لضمان الاستدامة.

الكلمات الدالة: محافظة الأنبار، خصائص الأمطار، التباين المكاني، شذوذ الأمطار

Analyses of Spatial Variation and Rainfall Anomalies and Their Practical Implications in Al-Anbar Governorate during the Period from 1985 to 2020

Alaa Shallal Farhan Al-Fahdawi

General Directorate of Education in Anbar

Abstract

This research analyzes the spatial variability of rainfall anomalies in Al-Anbar Governorate during 1985–2020 and highlights their practical implications. Data from six meteorological stations were examined using the coefficient of variation (CV), standard deviation, moving averages, and the Rainfall Anomaly Index (RAI).

Results show clear spatial variability, with Al-Qaim station recording the highest annual average (151.3 mm) and Al-Nukhayb station the lowest (100 mm). All stations exceeded the CV threshold (>30%), confirming rainfall instability; Haditha station had the highest CV (47.4%), while Anah station recorded the lowest (34.7). Standard deviation ranged from 55.1 mm in Haditha station to 38.6 mm in Al-Nukhayb. The RAI identified very wet years (1988, 1997, 2018) and extremely dry years (1999, 2007, 2009, 2017), reflecting cycles every 7–10 years.

These findings indicate irregular rainfall patterns that challenge agriculture, water management, and sustainability, requiring adaptive strategies such as water harvesting, modern irrigation, and drought-resistant crops.

Keywords: Al-Anbar, rainfall anomalies, CV, RAI, spatial variability.

المقدمة:

تُعد الأمطار من أهم العناصر المناخية المؤثرة في الأنشطة البشرية والبيئية، إذ تمثل المصدر الرئيس للمياه العذبة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتكتسب محافظة الأنبار أهمية خاصة نظراً لوقوعها ضمن النطاق الصحراوي الذي يتسم بندرة الأمطار وعدم انتظامها زمانياً ومكانياً، مما ينعكس بشكل مباشر على الموارد المائية والزراعية ويؤدي إلى تحديات كبيرة في التخطيط التنموي وإدارة الموارد الطبيعية.

في المدة (١٩٨٥-٢٠٢٠) شهدت المحافظة تبايناً مكانياً واضحاً في معدلات الأمطار بين محطاتها المناخية، إلى جانب شذوذ زمني تمثل في سنوات غزيرة وأخرى شديدة الجفاف، وهو ما يعكس هشاشة النظام المناخي المحلي أمام التغيرات الإقليمية والعالمية، ومن هنا تبرز أهمية دراسة هذه الظاهرة باستخدام أدوات إحصائية مثل معامل التذبذب (CV)، والانحراف المعياري، والمتوسطات المتحركة، ومؤشر الشذوذ المطري (RAI)، التي توفر رؤية كمية دقيقة لطبيعة الأمطار واتجاهاتها.

ولا تقتصر أهمية الدراسة على الجانب التحليلي، بل تمتد إلى الكشف عن الانعكاسات التطبيقية للتذبذب المطري على الزراعة والموارد المائية والتنمية المستدامة، بما يتيح وضع استراتيجيات تكيفية طويلة الأمد تضمن الأمن الغذائي والاستقرار البيئي في محافظة الأنبار.

مشكلة الدراسة: ما طبيعة التباين المكاني للأمطار في محافظة الأنبار، وما هي مظاهر الشذوذ الزمني لها في المدة (١٩٨٥-٢٠٢٠)، وكيف تنعكس هذه الخصائص المناخية على الزراعة وإدارة الموارد المائية والتنمية المستدامة؟

- 1- ما مدى اختلاف معدلات الأمطار بين المحطات المناخية داخل محافظة الأنبار؟
- 2- ما أبرز مظاهر الشذوذ الزمني للأمطار خلال سنوات الدراسة، وما دور الدورات المناخية في تشكيل هذا التذبذب؟

3- كيف ينعكس التذبذب المطري على الإنتاج الزراعي، الموارد المائية، والبيئة المحلية؟

فرضية الدراسة: تتسم الأمطار في محافظة الأنبار بتباين مكاني واضح بين المحطات المناخية، وشذوذ زمني يتمثل في دورات من الغزارة والجفاف المتعاقبة، مما يعكس هشاشة النظام المطري المحلي، ويؤدي هذا التذبذب إلى تحديات كبيرة في الزراعة وإدارة الموارد المائية والتنمية المستدامة، مما يستدعي تبني سياسات تكيفية طويلة الأمد لضمان الأمن الغذائي والاستقرار البيئي.

هدف الدراسة: تهدف الدراسة إلى تحليل التذبذب المطري باستخدام مؤشرات إحصائية متعددة (CV، الانحراف المعياري، المتوسطات المتحركة، مؤشر RAI)، وتحديد الاتجاهات الزمنية طويلة وقصيرة الأمد، وتصنيف السنوات بين الغزيرة والجافة، مع إبراز الآثار التطبيقية لهذه النتائج في الزراعة وإدارة الموارد المائية.

سبب اختيار الموضوع: اختيار موضوع التباين المكاني للشذوذ المطري في محافظة الأنبار نظراً لأهمية الأمطار كمورد مائي رئيسي، في منطقة صحراوية تعاني من ندرة المياه، ولأن التغيرات المناخية المتزايدة تجعل دراسة

الأمطار ضرورة ملحة لفهم طبيعة المخاطر البيئية والاقتصادية ووضع استراتيجيات تكيفية تضمن الأمن الغذائي والاستدامة.

المبحث الأول

حدود منطقة الدراسة: - تتمثل منطقة الدراسة بمحافظة الأنبار إحدى محافظات العراق، وتقع في الجزء الغربي من البلاد بين دائرتي عرض (٣٠,٥° - ٣٥°) شمالاً، وخطي طول (٣٩° - ٤٤°) شرقاً، تحدها من الشمال محافظتا نينوى وصلاح الدين، ومن الجنوب المملكة العربية السعودية، أما من الشرق فتجاورها محافظات بغداد وصلاح الدين وكربلاء والنجف، ومن الغرب تحدها المملكة الأردنية الهاشمية والجمهورية العربية السورية كما توضحه الخريطة (١). وتضم محافظة الأنبار من الناحية الإدارية إحدى عشر قضاء هي الفلوجة، الكرمة، عامرية الصمود، الحبانية، والرمادي، هيت، حديثة، عنه، راوه، القائم والرطبة (وزارة التخطيط، ٢٠٢٥). تبلغ مساحة المحافظة (١٣٨,٥٠١) كيلومتر مربع أي ما يعادل (٣١%) من مساحة القطر الكلية والبالغة (٤٣٨,٣١٧) كيلومتر مربع وهي بذلك تعد من أكبر محافظات العراق مساحةً [٩:١]. ولغرض الدراسة المناخية، اختيرت ست محطات مناخية موزعة داخل المحافظة تمثل التباين المكاني للأمطار وهي: (الرمادي، حديثة، عنه، القائم، الرطبة، النخيب) كما مبين في الخريطة (٢) والجدول (ملحق ١). وقد جرى تحليل بيانات هذه المحطات باستخدام معادلات وأدوات إحصائية معتمدة، بما يتيح فهماً أدق لخصائص الأمطار وتباينها المكاني والشذوذ الزمني لها عبر المدة الزمنية (١٩٨٥-٢٠٢٠).

خريطة (٢) مواقع المحطات المناخية في محافظة الأنبار



خريطة (١) الوحدات الادارية لمحافظة الأنبار



المصدر: أطلس مناخ العراق، الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد
الزلزالي، الجزء الأول، بغداد، ٢٠١٢، ص ٥، مقياس رسم:

١:٢٠٠٠٠

المصدر: وزارة الموارد المائية، المديرية العامة للمساحة، خريطة
محافظة الأنبار الادارية لعام ٢٠٢٤، مقياس رسم: ١:٢٠٠٠٠

المبحث الثاني -

خصائص الأمطار في محافظة الأنبار:- تعرف الأمطار بأنها قطرات مائية تتواجد في الغلاف الغازي بأحجام متباينة يتراوح قطرها بين (٠,٥-٣) ملم [٢:٩٤]. وللأمطار أهمية كبيرة في حياة الإنسان والبيئة، إذ تعتبر المصدر الأساسي للمياه العذبة التي تغذي الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية، وتسهم في نمو النباتات والمحاصيل الزراعية، وتساعد على تحقيق الأمن الغذائي، وتعمل الأمطار على توازن درجات الحرارة وتنقية الهواء من الغبار والشوائب، بما ينعكس إيجاباً على صحة الإنسان ونشاطاته اليومية وتنقسم الأمطار وفقاً لكيفية حدوثها إلى ثلاثة أنواع هي [٣:٢١١]: -

- ١ - الأمطار التصاعدية وتحدث نتيجة ارتفاع الهواء الساخن المشبع ببخار الماء إلى أعلى، حيث يبرد ويتكاثف.
- ٢ - الأمطار التضاريسية وتكون عند اصطدام الهواء الرطب بالجبال وارتفاعه إلى أعلى، فيبرد ويتكاثف مكوناً السحب الممطرة.
- ٣ - الأمطار الإعصارية (الجبهوية) وتنتج عن التقاء كتل هوائية مختلفة في الحرارة والرطوبة، مما يؤدي إلى تكاثف بخار الماء وهطول الأمطار.

ويتأثر سقوط الأمطار بعدة عوامل تتمثل بالتالي [٤: ٢٢٦]: -

- ١ - حركة الرياح واتجاهها فتسهم الرياح في نقل بخار الماء من المسطحات المائية إلى اليابسة، ويحدد اتجاهها المناطق التي تتعرض للأمطار.
 - ٢ - درجات الحرارة تؤثر في عملية التبخر والتكاثف، فارتفاعها يزيد من كمية بخار الماء في الجو، ويساعد انخفاضها على تكاثف هذا البخار وسقوطه على شكل أمطار.
 - ٣ - الموقع الجغرافي يحدد القرب أو البعد عن البحار والمحيطات كمية الأمطار، إذ تزداد في المناطق الساحلية وتقل في المناطق الداخلية البعيدة.
 - ٤ - الأشكال التضاريسية للجبال والمرتفعات أثر أساسي في تكوين الأمطار التضاريسية، إذ يجبر الهواء الرطب على الارتفاع فيبرد ويتكاثف، بينما تقل الأمطار في المناطق الواقعة خلف الجبال (مناطق ظل المطر).
- تشير بيانات الجدول (١) والشكل (١) إلى أن المعدلات السنوية للأمطار في محطات محافظة الأنبار تتراوح بين أدنى معدل مقداره (١٠٠ ملم) في محطة النخيب، وأعلى معدل مقداره (١٥١,٣ ملم) في محطة القائم، وهو ما يعكس التباين المكاني في توزيع الأمطار داخل المحافظة تبعاً للعوامل الجغرافية والتضاريسية إذ تسجل المحطات الغربية القريبة من المؤثرات الجوية معدلات أعلى، بينما تنخفض القيم في المواقع الداخلية ذات الطبيعة الصحراوية، وبصورة عامة فإن هذه المعدلات تؤكد أن المحافظة تقع ضمن نطاق مناخي جاف يعتمد على موارد مطرية محدودة.

وعلى المستوى الفصلي، يلاحظ من الجدول (١) والشكل (٢)، أن الهطول المطري يبدأ في محافظة الأنبار مع بداية فصل الخريف كما هو الحال في جميع مناطق العراق، إذ تسجل المحطات مجموع معدلات محدودة تتراوح بين (١٩) ملم في محطة الرطبة و (٣٣,٣) ملم في محطة القائم، ويعزى هذا الهطول المبكر إلى تأثير المنخفضات الجوية الجبهوية القادمة من البحر المتوسط، التي تدخل العراق من الجهات الغربية متجنباً المرتفعات، لتؤثر في مختلف مناطقه ومن ضمنها محافظة الأنبار ابتداء من شهر تشرين الأول حتى شهر أيار [٥: ٥٥]. وتعد هذه المنخفضات المصحوبة بالكتل الهوائية القطبية البحرية (mP) والمدارية البحرية (mT) المصدر الرئيس للأمطار في البلاد [٦: ١٧٨]، إذ تسجل أعلى معدلات الهطول وأكثرها تكراراً مع نشاطها خلال الموسم المطري الممتد من الخريف حتى أواخر الربيع.

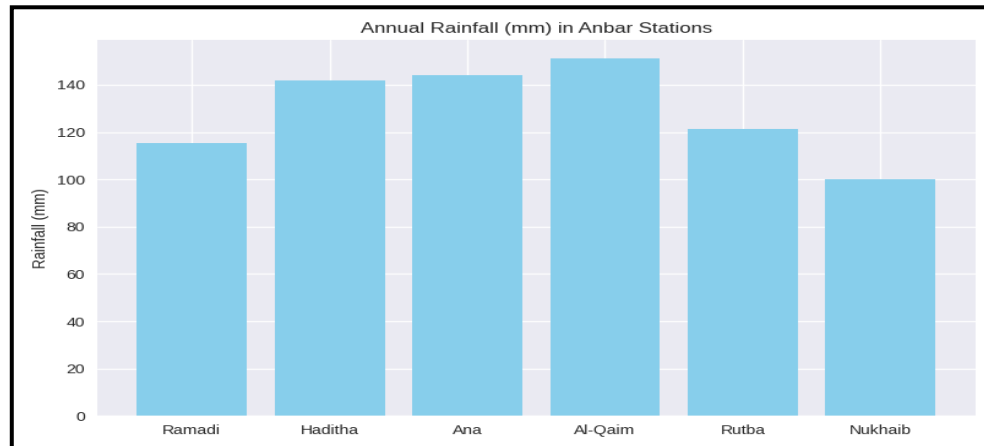
جدول (١) المعدلات الشهرية للأمطار (ملم) في محطات محافظة الأنبار المناخية للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠

المجموع	الخريف			الصيف			الربيع			الشتاء			الفصول
	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	الأشهر
١١٥,٥	13.2	9.7	0	0	0	0	9.4	16.6	15.6	15.5	18.5	17	الرمادي
١٤١,٧	١٨,٨	٧,٥	٠,٦	٠	٠	٠	٦,٨	١٩,٥	٢١,٨	٢٢,٤	٢٣,٦	٢٠,٧	حديثة
١٤٤,٢	19.4	12.2	0.3	٠	٠	٠	7	14.2	22.9	23.2	23	22	عنه
١٥١,٣	١٩,٧	١٢,٨	٠,٨	٠	٠	٠	7.6	16.7	23.9	24.1	24.8	٢٠,٩	القائم

١٢١,٥	١٣,١	٥,٤	٠,٤	٠	٠	٠	12.6	16.5	18.2	17.6	19.7	١٨	الرطوبة
١٠٠	14.2	7.1	0.5	0	0	0	5.1	11.2	15.6	14.3	16.4	15.6	النخيب

المصدر: الهيئة العامة للأشياء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

شكل (١) المعدل السنوي للأمطار في محطات محافظة الأنبار المناخية للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠



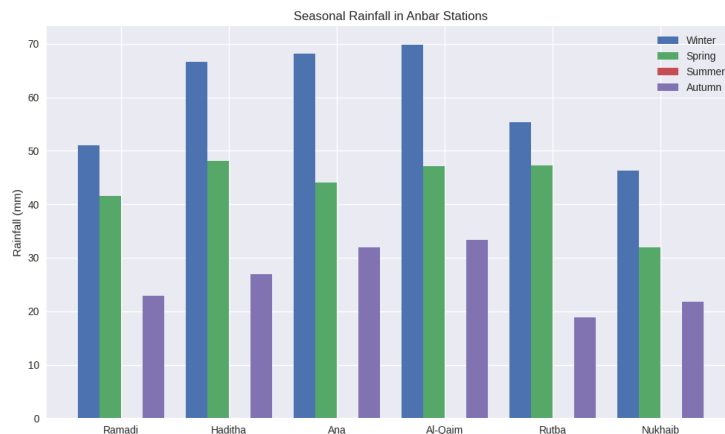
المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١).

يتبين كذلك أن فصل الشتاء يمثل الذروة في كميات الهطول المطري، إذ تتراوح مجموع معدلاته بين (٤٦,٣) ملم في محطة النخيب و(٦٩,٨) ملم في محطة القائم، والسبب في ذلك يعود إلى وقوع العراق بشكل عام ومحافظة الأنبار بشكل خاص ضمن نظام مناخ البحر المتوسط والتي تتركز معظم أمطاره أي (٨٠%) في فصل الشتاء ويتمثل بالمناطق الواقعة بين دائرتي عرض (٣٠°-٤٥°) شمالاً، إذ تسقط أمطار هذا النظام بسبب مرور المنخفضات الجوية وخاصة (المتوسطة) والجهات الباردة التي ترافقها والتي تتحرك بشكل عام من الغرب إلى الشرق [١٢٣:٧].

ويأتي فصل الربيع في المرتبة الثانية من حيث كمية الأمطار، إذ تتراوح مجموع معدلاته بين (٣١,٩) ملم في محطة النخيب و(٤٨,٢) ملم في محطة القائم ويتميز هذا الفصل بارتباط الهطول المطري بحدوث الزوابع الرعدية [٦٧:٨].

أما فصل الصيف فيتسم بانعدام شبه كامل للأمطار في جميع المحطات والسبب يعود إلى سيادة المنخفضات الجوية الحرارية كالمخفض الهندي الموسمي والمنخفض السوداني الجاف [٧٤:٩].

شكل (٢) المعدل الفصلي للأمطار في محطات محافظة الأنبار المناخية للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠

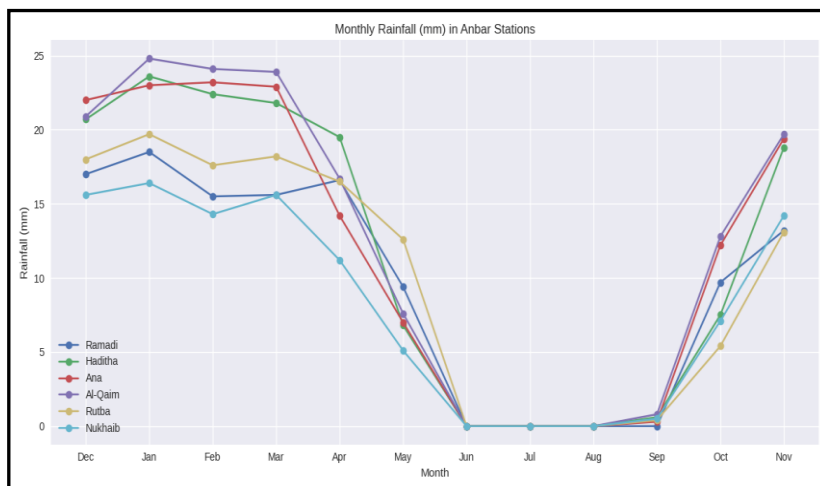


المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١).

يبرز هذا التوزيع الفصلي الطبيعة الموسمية للأمطار في الأنبار، إذ يتركز الهطول في الفصول الباردة ويكاد ينعدم في الفصول الحارة.

أما على المستوى الشهري فتُظهر البيانات في الجدول (١) والشكل (٣)، أن الهطول المطري يبدأ في شهر الخريف ويكون محدوداً، وتظهر بشكل معدلات طفيفة لاسيما في شهر أيلول وأعلى معدل سجل في محطة القائم بلغ (٠,٨) ملم في حين لم تسجل محطة الرمادي أي معدل يذكر. بعدها تأخذ هذه المعدلات بالارتفاع لاسيما في شهر تشرين الأول وسجل معدلاً عام بلغ (٩,١) ملم، وسجلت فيه محطة القائم أعلى معدل بلغ (١٢,٨) ملم، تليها محطة عنه (١٢,٢) ملم، ثم تبلغ هذه المعدلات أقصاها في شهر تشرين الثاني وبلغ المعدل الشهري فيه (١٦,٤) ملم وسجلت محطة القائم أعلى معدل شهري بلغ (١٩,٧) ملم، وأدنى معدل سجل في الرطبة (١٣,١) ملم، وبالانتقال إلى شهور الشتاء يلاحظ أن شهور كانون الأول، كانون الثاني، وشباط تمثل الذروة في معدلات الهطول المطري، إذ تسجل القيم الأعلى مقارنة ببقية شهور السنة، وسجل شهر كانون الثاني أعلى معدل شهري بلغ (٢١) ملم، وسجلت فيه محطة القائم أعلى معدل شهري بلغ (٢٤,٨) ملم تليها محطة حديثة بمعدل بلغ (٢٣,٦) ملم، ويلاحظ استمرار الهطول المطري في شهور الربيع آذار ونيسان ومايس، وبمستويات أقل من سابقتها وسجل شهر آذار أعلى معدل شهري بلغ (١٩,٦) ملم وفيه سجلت محطة القائم أعلى معدل شهري بلغ (١٩,٦) ملم، وسجلت محطتا الرمادي النخيب أدنى معدل بلغ (١٥,٦) ملم، ثم تأخذ هذه المعدلات بالانخفاض التدريجي في شهر نيسان وصولاً إلى أدنى مستوى لها في شهر مايس والذي بلغ فيه المعدل الشهري إلى (٨) ملم.

أما شهور الصيف (حزيران- تموز- آب) فلا تسجل أي كميات تذكر، ويعكس هذا النمط الشهري ارتباط الأمطار بالأنظمة الجوية الشتوية والربيعية، ويؤكد الطبيعة غير المنتظمة للأمطار في المحافظة.



شكل (٣) المعدل الشهري للأمطار في محطات محافظة المناخية للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠
المصدر بالاعتماد على بيانات الجدول (١).

المبحث الثالث: التحليل الإحصائي لتذبذب الأمطار والاتجاهات المناخية في محافظة الأنبار.

تذبذب الأمطار: يعرف التذبذب بأنه: التغير السنوي في كميات الأمطار مقارنة بالمتوسط العام، يشير تحليل السلاسل الزمنية لمعدلات الأمطار السنوية في محافظة الأنبار في المدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠) الواردة في جدول (٢) والشكل (٤) إلى وجود تذبذب واضح في كميات الهطول بين السنوات والمحطات المناخية المختلفة، فقد سجلت بعض السنوات معدلات مرتفعة بشكل استثنائي مثل عامي (١٩٨٨ و ٢٠١٨)، إذ تجاوزت بعض المحطات حاجز (٢٠٠) ملم، في حين شهدت سنوات أخرى انخفاضاً شديداً مثل (١٩٩٩ و ٢٠٠٩)، إذ هبطت المعدلات إلى أقل من (٥٠) ملم في بعض المواقع، ويتضح لنا من الجدول والشكل التذبذب الكبير والتي يظهر لنا عدة حقائق:-

١ - معدلات الأمطار في الأنبار غير مستقرة، مع سنوات غزيرة جداً مثل (١٩٨٨ و ١٩٩٧ و ٢٠١٨)، وسنوات جافة مثل (١٩٩٩ و ٢٠٠٠).

٢ - المحطات الأكثر غزارة هي القائم وعنه غالباً تسجلان أعلى معدلات مقارنة بالنخيب أو الرطبة.

٣ - الاتجاه العام بالرغم من التذبذب، هناك ميل عام نحو انخفاض المعدلات في بعض الأوقات لاسيما أواخر التسعينات وبداية الألفية، ثم عودة إلى الارتفاع في سنوات متفرقة.

جدول (٢) المعدلات السنوية للمطار في محافظة الأنبار للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

السنة	الرمادي	حديثة	عنه	القائم	الرطبة	النخيب
1985	١٢٢,١	119.4	139.4	164.3	122.1	86.5
1986	٨٩,٩	196.3	79.6	103.0	89.9	137.8
1987	٩١,٥	57.2	88.5	88.5	91.5	104.0
1988	١٦٢,٥	179.4	213.0	240.5	263.8	147.3
1989	١٤٨,٢	70.2	119.9	67.9	65.2	112.8
1990	١١٦,٤	59.1	94.5	89.8	96.1	52.6
1991	١٢٩,١	117.6	124.9	85.0	84.1	93.9

100.1	114.5	164.3	130.1	110.5	٩٥,٨	1992
115.2	130.6	132.2	153.9	162.4	٢٤١,١	1993
98.1	175.4	158.2	149.5	221.8	١٧٧,٩	1994
99.5	230.2	171.9	173.5	167.1	١٤٧,٠	1995
125.8	133.4	202.1	212.8	180.3	١٠٠,٠	1996
138.7	236.9	218.0	221.7	220.4	١٤٥,٢	1997
62.3	80.9	112.6	99.6	92.4	٥٨,٥	1998
40.9	62.6	69.1	93.4	85.7	١٠٣,٢	1999
42.2	84.4	94.7	147.8	93.6	٧٣,٢	2000
83.0	103.3	193.2	96.5	148.1	١٠٢,٦	٢٠٠١
91.2	103.5	149.9	109.4	141.6	٨٤,٥	٢00٠
59.7	١٥٣	123.0	78.9	62.3	٧٥,٠	٣200
62.6	١٦٢	125.0	94.9	43.2	٥٥,٨	٤200
68.0	١٤٨	١٠٩,٤	112.4	61.6	٧٧,٠	٥200
96.2	١٣٢	121.9	228.1	63.4	١٥٩,٢	٦200
40.1	٥٨,٩	94.1	97.2	39.0	٨٩,٦	٧200
76.0	72.9	87.0	68.0	٧٢,٤	٧٤,٣	٨200
31.1	23.3	50.7	144.9	٨١,٢	٧٦,٣	٩200
84.5	109.0	50.2	114.6	٧٨,٥	٦٦,٦	١٠20
98.2	87.9	104.5	131.6	75.4	٦٢,١	١١20
78.6	73.0	72.5	98.2	111.8	٧٥,٦	١٢20
185.5	135.2	160.8	169.8	99.5	١٠٦,٢	١٣20
106.8	157.6	114.8	137.3	118.5	١٥٧,٦	١٤20
118.9	١٢٠	١٠٧,٢	82.1	120.8	٧٨,٦	١٥20
176.7	١٤٠	١١١,٣	82.1	104.8	٨١,٤	١٦20
49.9	21.8	٧٨,٦	82.1	86.7	٥٩,٢	١٧20
184.7	158.6	١٢٠	139.6	258.1	٢٣٢,٦	١٨20
92.8	136.3	١٤٥	221.4	198.8	١٦٨,٨	٢٠١٩
86.5	95.3	102.6	118.7	84.0	٧٩,٠	٢٠٢٠
٩٥,٢	١١٨,١	١٢١,٧	١٢٩,١	١١٦,١	١١٠,١	المتوسط

المصدر: الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

٤ - يوضح الشكل (٤) أن متوسط الأمطار لجميع المحطات يتراوح عادة بين (٨٠-١٥٠) ملم سنوياً، مع قمم تتجاوز (٢٠٠) ملم في سنوات استثنائية.

هذا التباين الكبير يعكس الطبيعة الجافة للمناخ السائد في المنطقة، ويؤكد أن الأمطار تتسم بعدم الانتظام المكاني والزمني، مما يحد من إمكانية الاعتماد عليها كمورد مائي مستقر، وأن هناك تذبذباً واضحاً بين المحطات، إذ تظهر محطات القائم وعنه معدلات أعلى نسبياً مقارنة بالنخيب والرطبة، يعكس تأثير الخصائص الطبوغرافية والمناخ المحلي في توزيع الأمطار.

تبرز هذه النتائج أهمية دراسة التذبذب المطري بوصفه عاملاً رئيساً في تفسير التغيرات البيئية والاقتصادية، وتؤكد ضرورة اعتماد استراتيجيات إدارة موارد مائية وزراعية تتلاءم مع الطبيعة غير المنتظمة للهطول في المنطقة.

- معامل التذبذب: معامل التذبذب (Coefficient of Variation - CV) هو مؤشر إحصائي يُستخدم لقياس درجة التشتت النسبي للبيانات مقارنة بمتوسطها، أي يوضح نسبة التشتت إلى المتوسط، ويستخرج وفق الصيغة التالية:

$$CV = \frac{SD}{\bar{R}} * 100$$

إذ إن: CV = نسبة مئوية توضح مدى التذبذب بالنسبة إلى المتوسط

SD = الانحراف المعياري يقيس مدى تباين القيم حول المتوسط.

$\bar{R}$ = متوسط كمية الأمطار في مدة زمنية معينة.

إذا كان CV أقل من (٢٠%) فإن الأمطار مستقرة نسبياً.

إذا كان CV بين (٢٠% و ٣٠%) فإن الأمطار متذبذبة بشكل متوسط.

إذا كان CV أكبر من (٣٠%) فإن الأمطار متذبذبة جداً وغير منتظمة، مما يجعل الاعتماد عليها في الزراعة أو التخطيط المائي أكثر خطورة وهذا المؤشر يُستخدم كثيراً في الدراسات المناخية والهيدرولوجية لتقييم موثوقية الأمطار، يتضح من الجدول (٣)، أن جميع المحطات تجاوزت نسبة (٣٠%)، مما يدل على أن الأمطار في الأنبار غير مستقرة، وأعلى تذبذب كان في محطة حديثة (٤٧%) ومحطة الرطبة (٤٤,٥%)، بينما سجلت محطة عنه (٣٤,٧%) أقل تذبذب، ما يجعلها أكثر استقراراً نسبياً، وهذا يعكس أن الأمطار في المحافظة تتسم بالتذبذب العالي، وهو ما ينعكس على صعوبة التخطيط الزراعي وإدارة الموارد المائية.

- دلالات معامل التذبذب:

١ - جميع المحطات المناخية في محافظة الأنبار سجلت معامل تذبذب أعلى من (٣٠%) وهذا يشير إلى أن الأمطار غير مستقرة.

جدول (٣) التذبذب المطري للمحطات المناخية في محافظة الأنبار للمدة (١٩٨٥-٢٠٢٠)

المحطة	المتوسط ملم	معامل التذبذب — %
الرمادي	١١٠,١	٤٢,٠
حديثة	١١٦,١	٤٧,٤
عنه	١٢٩,١	٣٤,٧
القائم	١٢١,٧	٣٧,١
الرطبة	١١٨,١	٤٤,٥
النخيب	٩٥,٢	٤٠,٦

بالاعتماد على بيانات جدول (٢)، ومعادلة معامل التذبذب (CV).

٢ - محطتا حديثة والرطبة سجلتا القيم الأعلى (٤٧,٤% و ٤٤,٥%) مما يعكس كونها مناطق ذات تذبذب شديد، مما يزيد من المخاطر الزراعية ويجعل الاعتماد على الأمطار وحدها غير كاف.

٣ - سجلت محطة عنه أدنى القيم (٣٤,٧%) رغم أنها ما تزال مرتفعة، إلا أنها تمثل نسبياً بيئة أكثر استقراراً، ما قد يتيح فرصاً أفضل للتخطيط الزراعي مقارنة ببقية المحطات.

أما البعد الجغرافي فإن المحطات ذات التذبذب الأعلى غالباً ما تقع في مناطق أكثر تعرضاً للتغيرات المناخية أو ذات طبيعة تضاريسية تؤثر على توزيع الأمطار، بينما المحطات ذات التذبذب الأقل قد تستفيد من موقعها الجغرافي أو قربها من مصادر الرطوبة النسبية.

أما الأثر التطبيقي ففي مجال الزراعة فإن ارتفاع مؤشر التذبذب (CV) يعني أن المزارعين لا يمكنهم الاعتماد على نمط ثابت للأمطار، مما يفرض الحاجة إلى تقنيات الري التكميلي أو زراعة محاصيل مقاومة

للجفاف، أما في مجال إدارة الموارد المائية فإن التذبذب العالي يفرض تحديات في التخزين والتوزيع، إذ يصعب التنبؤ بأوقات الوفرة والشح.

وتؤكد نتائج معامل التذبذب للأمطار في محطات الأنبار أن السمة الغالبة هي عدم الاستقرار المناخي، إذ تجاوزت جميع القيم الحد الحرج (٣٠%)، هذا التذبذب المرتفع يعكس هشاشة النظام المطري في المنطقة ويضع تحديات أمام التخطيط الزراعي وإدارة الموارد المائية، ومن ثم تشمل السياسات الزراعية والمائية في المحافظة مطالبة بتبني استراتيجيات تكيفية طويلة الأمد، تطوير مشاريع حصاد المياه، واعتماد تقنيات الري الحديثة، وتشجيع زراعة الأصناف المقاومة للجفاف، ويسهم إدماج هذه النتائج في الخطط التنموية في تعزيز الأمن الغذائي وضمان الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية في ظل التغيرات المناخية المتزايدة.

ثانياً: - اتجاه الأمطار: يُقصد بالاتجاه (Trend) في الدراسات المناخية والإحصائية الميل العام للسلسلة الزمنية عبر دة زمنية طويلة، أي ما إذا كانت القيم (مثل معدلات الأمطار) تميل إلى الارتفاع أو الانخفاض أو الاستقرار مع مرور الزمن، بغض النظر عن التذبذبات السنوية القصيرة.

ولإظهار الاتجاه الزمني للأمطار في كافة المحطات المناخية في محافظة الأنبار نستخدم معادلة الانحدار الخطي البسيط:

$$Y = a + bx$$

حيث: Y = كمية الأمطار ملم

a = ثابت المقطع

b = معامل الاتجاه (الانحدار)

X = السنة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

إذا كان $b < 0$ الاتجاه تصاعدي

إذا كان $b > 0$ الاتجاه تنازلي

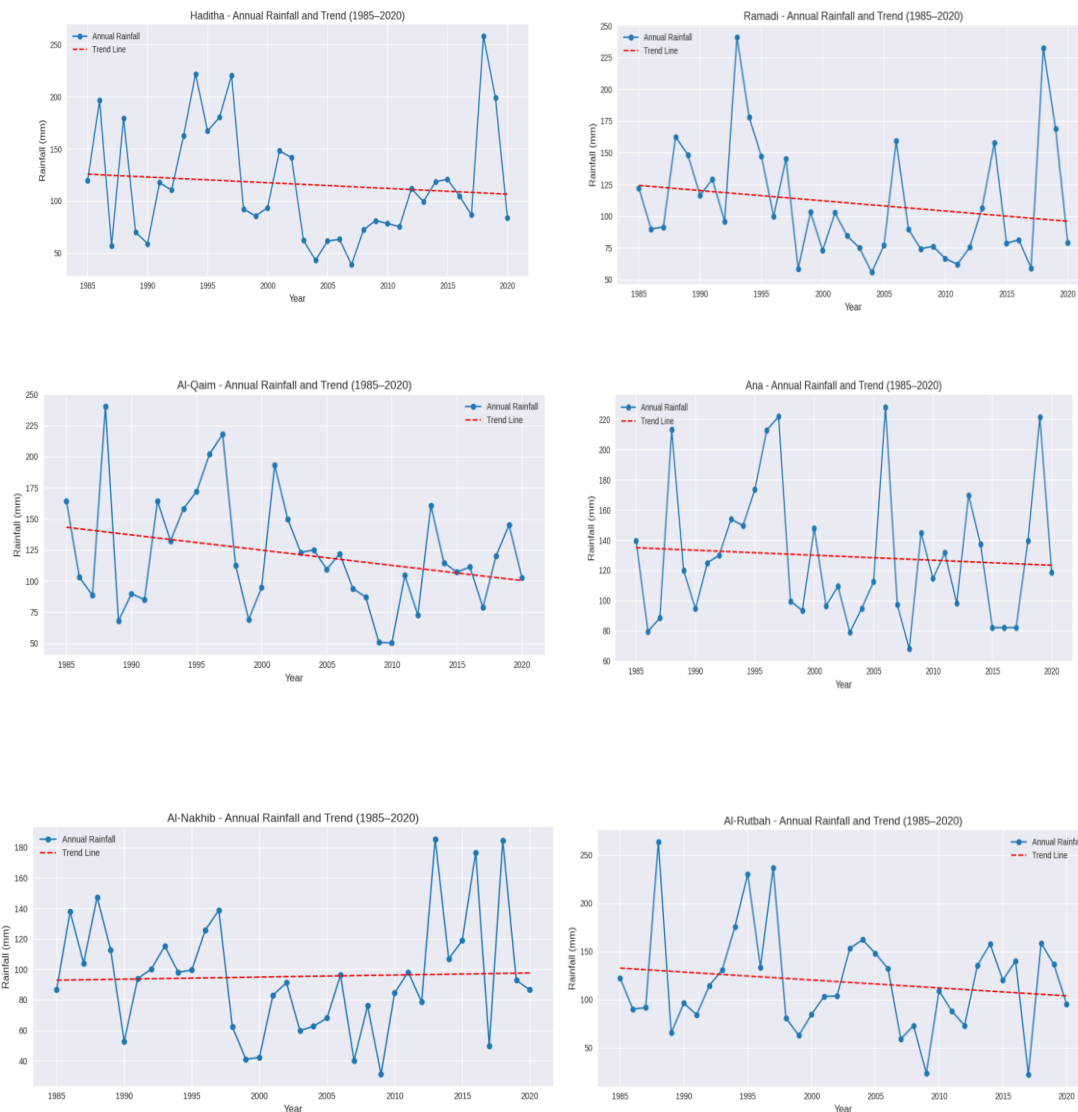
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمعدلات الأمطار السنوية في محافظة الأنبار في المدة (١٩٨٥-٢٠٢٠) وجود تذبذب ملحوظ في كميات الهطول بين سنوات غزيرة وأخرى جافة، مما يعكس الطبيعة غير المستقرة للمناخ في المنطقة ورغم هذا التذبذب، فإن الاتجاه الزمني العام الناتج من معادلة الانحدار الخطي البسيط التي يوضحها الجدول (٤)، أشار بوضوح إلى أن جميع المحطات المناخية المدروسة (الرمادي، حديثة، عنه، القائم الرطبة والنخيب) تتجه نحو انخفاض تدريجي في كميات الأمطار، إذ جاءت قيم معامل الاتجاه سالبة في جميع المواقع، ويلاحظ أن محطة النخيب سجلت أعلى قيمة سالبة لمعامل الاتجاه (-٠,٩٢)، مما يشير إلى أنها الأكثر تأثراً بالتراجع، في حين كانت محطة عنه الأقل (-٠,٦٨)، لكنها بقيت ضمن الاتجاه السلبي، هذا الاتجاه التنازلي يعكس تأثير التغيرات المناخية الإقليمية والعالمية، ويؤكد أن المحافظة تشهد تراجعاً طويلاً في مواردها المائية المطرية، الأمر الذي ينعكس سلباً على الأنشطة الزراعية، ويزيد من احتمالية.

جدول (٤) اتجاه الأمطار للمحطات المناخية في محافظة الأنبار للمدة (١٩٨٥-٢٠٢٠)

المحطة	معامل الاتجاه b	طبيعة الاتجاه
الرمادي	- ٠,٨٠	تنازلي
حديثة	- ٠,٧١	تنازلي
عنه	- ٠,٦٨	تنازلي
القائم	- ٠,٧٤	تنازلي
الرطوبة	- ٠,٨٥	تنازلي
النخيب	- ٠,٩٢	تنازلي

المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٢)، ومعادلة الانحدار الخطي البسيط .

شكل (٤) التذبذب والاتجاه في أمطار محافظة الأنبار للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٢)، ومعادلة الانحدار الخطي البسيط .

تعرض المنطقة للجفاف الهيدرولوجي والمناخي، وأظهر التوزيع المكاني للهطول المطري تفوق المناطق الغربية (القائم، عنه، حديثة) نسبياً على المناطق الجنوبية (النخيب)، مما يعكس دور العوامل الجغرافية والتضاريسية في تحديد نمط الأمطار.

تؤكد هذه النتائج ضرورة تبني استراتيجيات تكيف وإدارة مستدامة للموارد المائية في محافظة الأنبار، مع تعزيز برامج الرصد المناخي طويلة الأمد، ليساهم في صياغة سياسات زراعية ومائية أكثر مرونة وقدرة على مواجهة التغيرات المناخية المستقبلية.

ثالثاً: - الانحراف المعياري:

يُستخدم في الإحصاء لقياس درجة التباين أو التشتت داخل مجموعة بيانات، فإذا كانت القيم متقاربة من المتوسط يكون الانحراف المعياري صغيراً، مما يدل على استقرار البيانات، أما إذا كانت القيم متباعدة بشكل كبير عن المتوسط، فيكون الانحراف المعياري كبيراً، مما يعكس وجود تذبذب أو تقلبات عالية [٤٥:١٠]. ولاستخراج الانحراف المعياري في محطات الأنبار المناخية نستخدم المعادلة التالية:

$$SD = \frac{\sum \sqrt{(x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

يبين الانحراف المعياري درجة تشتت الأمطار السنوية عن المتوسط، إذ نلاحظ من الجدول (٥)، أن أعلى قيمة كانت في محطة حديثة (٥٥,١) ملم تليها الرطبة (٥٢,٦) ملم، مما يعكس عدم استقرار الأمطار في هذه المواقع، بينما سجلت محطة القائم (٤٥,١) ملم، وعنه (٤٤,٨) ملم، أقل انحراف معياري، هذه النتائج تؤكد أن التباين المكاني في المحافظة يؤثر على درجة الاستقرار المطري.

جدول (٥) الانحراف المعياري للمحطات المناخية في محافظة الأنبار للمدة (١٩٨٥-٢٠٢٠)

المحطة	المتوسط ملم	الانحراف المعياري ملم
الرمادي	١١٠,١	٤٦,٢
حديثة	١١٦,١	٥٥,١
عنه	١٢٩,١	٤٤,٨
القائم	١٢١,٧	٤٥,١
الرطبة	١١٨,١	٥٢,٦
النخيب	٩٥,٢	٣٨,٦

بالاعتماد على بيانات جدول (٢)، ومعادلة الانحراف المعياري.

الانحراف المعياري هنا لا يقتصر على كونه مجرد قيمة عددية، بل مؤشر مهم لفهم ديناميكية المناخ المحلي في محافظة الأنبار عبر:

١ - ارتفاع الانحراف المعياري في محطة حديثة (٥٥,١) ملم، يعكس أن الأمطار فيها متذبذبة بشكل كبير، أي إن بعض السنوات قد تكون غزيرة جداً وأخرى شحيحة، مما يخلق تحديات في التخطيط الزراعي وإدارة الموارد المائية.

٢ - محطة الرطبة بلغ الانحراف المعياري فيها (٥٢,٦) ملم قريبة من حديثة في مستوى التذبذب، ما يشير إلى أن هذه المنطقة أيضاً تعاني من عدم الاستقرار المطري.

٣ - انخفاض الانحراف المعياري في محطة القائم (٤٥,١) ملم، ومحطة عنه (٤٤,٨) ملم، يدل على انتظام نسبي للأمطار، وهو عامل إيجابي للأنشطة الزراعية والرعية.

٤ - رغم أن المتوسط المطري في محطة النخيب منخفض، إلا أن الانحراف المعياري (٣٨,٦) ملم الأقل يعكس أن الأمطار فيها أكثر استقراراً، حتى لو كانت قليلة.

٥ - الانحراف المعياري في محطة الرمادي بلغ (٤٦,٢) ملم، يقع في الوسط بين الاستقرار والتذبذب، مما يجعله نموذجاً معتدلاً مقارنة ببقية المحطات.

النتائج تؤكد أن التباين المكاني في المحافظة ليس فقط في كمية الأمطار، بل أيضاً في درجة انتظامها وهذا ينعكس على إدارة الموارد المائية، إذ تحتاج المناطق ذات الانحراف المعياري المرتفع إلى خطط أكثر مرونة لمواجهة سنوات الجفاف أو الفيضانات، بينما يمكن الاعتماد بشكل أكبر على انتظام الأمطار في المناطق ذات الانحراف المعياري المنخفض.

رابعاً: - المتوسط المتحرك للأمطار: اعتمدت الدراسة على استخدام المتوسطات المتحركة (Moving Averages) بوصفها إحدى الأدوات الإحصائية الفعالة في

تحليل السلاسل الزمنية المناخية. ويعود اختيار هذه التقنية إلى قدرتها على تقليل أثر التذبذبات العشوائية السنوية وإبراز الاتجاهات العامة طويلة الأمد، بما يتيح فهماً أدق للتحويلات المطرية في محافظة الأنبار. وقد جرى تطبيق متوسط متحرك لثلاث سنوات (MA3) للكشف عن التغيرات القصيرة والمتوسطة المدى في معدلات الأمطار، في حين استخدم متوسط متحرك لخمس سنوات (MA5) لتوضيح الاتجاهات المستقرة عبر العقود وتقليل أثر القيم الشاذة. إن الجمع بين هذين المؤشرين يوفر رؤية مزدوجة؛ الأولى تُظهر الحساسية للتغيرات السنوية، والثانية تُبرز التحويلات المناخية المستمرة، مما يجعل النتائج أكثر دقة وملاءمة للتحليل العلمي.

1- المتوسط المتحرك للأمطار لثلاث سنوات: يُظهر جدول (٦) الاتجاهات المطرية قصيرة إلى متوسطة المدى في محافظة الأنبار في المدة (١٩٨٥-٢٠٢٠)، يتميز هذا النوع من المتوسطات بقدرته على النقاط التذبذبات السنوية وإبرازها في صورة أكثر سلاسة، مما يسمح بتحديد الأوقات التي شهدت تغيرات مفاجئة أو دورية في معدلات الأمطار، وتبين لنا من استخدام المتوسطات المتحركة لثلاث سنوات الآتي :-

جدول (٦) المتوسط المتحرك لثلاث سنوات للأمطار في محافظة الأنبار للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠

المدة الزمنية	الرمادي	حديثة	عنه	القائم	الربطية	النخيب
١٩٨٥-١٩٨٨	١٠١,١	١٢٤,٣	١٠٢,٥	١١٨,٦	١٠١,١	١٠٩,٤
١٩٨٨-١٩٩٠	١٤٢,٣	١٠٢,٩	١٤٢,٥	١٣٢,٧	١٤١,٧	١٠٤,٢
١٩٨٩-١٩٩١	١٣١,٢	٨٦,٠	١١٣,١	١٠٧,٤	٨١,٨	٨٦,٤
١٩٩٠-١٩٩٢	١١٣,٨	١١٢,٩	١١٦,٥	١١٣,١	٩٨,٢	٩٦,٠
١٩٩١-١٩٩٣	١٥٥,٣	١٣٠,٢	١٤٦,٣	١٦٠,٥	١٤٣,٠	١٠٣,١
١٩٩٢-١٩٩٤	١٧١,٦	١٦٤,٩	١٤٤,٥	١٥١,٦	١٤٠,٢	١٠٤,٥
١٩٩٣-١٩٩٥	١٨٨,٧	٢٠٣,٦	١٥٧,٦	١٥٤,١	١٨٠,٤	١٠٧,٩
١٩٩٤-١٩٩٦	١٤١,٦	١٨٩,٧	١٧٨,٦	١٧٧,٤	١٧٩,٧	١٠٧,٨
١٩٩٥-١٩٩٧	١٣٠,٧	١٨٩,٣	٢٠٢,٧	١٩٧,٣	٢٠٠,٢	١٢١,٣
١٩٩٦-١٩٩٨	١٠١,٢	١٦٤,٤	١٧٨	١٧٧,٦	١٥٠,٤	١٠٨,٩
١٩٩٧-١٩٩٩	٧٣,٤	١٢٦,٨	١٣١	١٣٣,٢	١٢٦,٨	٨٠,٦

٤٨,٥	٧٥,٩	٩٢,١	١١٣,٦	٩٠,٥	٧٨,٣	٢٠٠٠-١٩٩٨
٥٥,٤	٨٣,٤	١١٩	١١٢,٦	١٤٢,٥	٩٣	٢٠٠١-١٩٩٩
٧٢,١	٩٧,١	١٤٥,٩	١١٧,٩	١٢٧,٨	٨٦,٨	٢٠٠٢-٢٠٠٠
٧٨	١٢٠,٦	١٥٥,٤	٩٤,٩	١١٧,٣	٨٧,٤	٢٠٠٣-٢٠٠١
٧١,٢	١٣٩,٥	١٣٢,٦	٩٤,٤	٨٢,٤	٧١,٨	٢٠٠٤-٢٠٠٢
٦٣,٤	١٥٤,٣	١١٩,١	٩٥,٤	٥٥,٧	٦٩,٣	٢٠٠٦-٢٠٠٤
٧٥,٦	١٤٧,٣	١١٨,٨	١٤٥,١	٥٦,١	١٢٤,٧	٢٠٠٧-٢٠٠٥
٧٠,٨	٨٧,٩	١٠١	١٣١,١	٥٨,٣	١٠٧,٧	٢٠٠٨-٢٠٠٦
٤٩,١	٥١,٧	٧٧,٣	١٠٣,٤	٦٤,٢	٨٠,٢	٢٠٠٩-٢٠٠٧
٦٣,٩	٦٨,٤	٦٢,٦	١٠٩,٢	٧٧,٤	٧٢,٤	٢٠١٠-٢٠٠٨
٧١,٣	٧٣,٤	٦٨,٥	١٣٠,٤	٧٨,٤	٦٨,٤	٢٠١١-٢٠٠٩
٨٧,١	٨٩,٩	٧٥,٧	١١٤,٨	٨٨,٦	٦٨,٤	٢٠١٢-٢٠١٠
١٢٠,٨	١٢١,٩	١١٢,٦	١٣٥,٤	٩٥,٦	٨١,٣	٢٠١٣-٢٠١١
١٢٣,٦	١٢١,٩	١١٦	١٣٥,١	١٠٩,٩	١١٣,١	٢٠١٤-٢٠١٢
١٣٧,١	١٣٧,٦	١٢٧,٦	١٢٩,٧	١١٣	١٣١,٣	٢٠١٥-٢٠١٣
١٣٨,١	١٣٩,٣	١١١,١	١٠٠,٥	١١٤,٧	١٠٥,٩	٢٠١٦-٢٠١٤
١١٥,٢	٩٣,٩	٩٩	٨٢,١	١٠٤,١	٧٣,١	٢٠١٧-٢٠١٥
١٣٧,١	١٠٦,٨	١٠٣,٣	١٠١,٣	١٤٩,٩	١٢٤,٤	٢٠١٨-٢٠١٦
١٤٢,٥	١٠٥,٦	١١٣,٣	١٤٧,٧	١٨١,٢	١٥٣,٥	٢٠١٩-٢٠١٧
١٢١,٣	١٣٠,١	١٢٢,٥	١٥٩,٩	١٨٠,٣	١٦٠,١	٢٠٢٠-٢٠١٨

المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٢).

- أ - التذبذبات القصيرة المدى يوضح الجدول أن معدلات الأمطار في بعض المحطات (مثل الرطبة وحديثة) شهدت تقلبات حادة بين الأوقات المتعاقبة، وهو ما يعكس حساسية هذه المناطق للتغيرات المناخية الإقليمية.
- ب - الأوقات الرطبة والجافة، يظهر بوضوح أن هناك أوقات ثلاثية اتسمت بارتفاع معدلات الأمطار مثل (١٩٩١-١٩٩٣ و ١٩٩٣-١٩٩٥)، مقابل أوقات أخرى اتسمت بانخفاض ملحوظ (مثل ١٩٩٨-٢٠٠٠ و ٢٠٠٧-٢٠٠٩)، يعكس هذا التباين الطبيعة المتذبذبة للمناخ الجاف في الأنبار.
- ج- التباين المكاني بين المحطات، يتيح الجدول مقارنة الاتجاهات بين المحطات المختلفة، حيث تبدو بعض المحطات أكثر استقراراً (مثل النخيب والقائم)، بينما تظهر أخرى تذبذبات أكبر مثل (الرطبة وحديثة)، هذا التباين يعكس اختلاف التأثيرات المناخية المحلية والخصائص الجغرافية لكل موقع.
- د- يوفر المتوسط المتحرك أداة مهمة لرصد الظواهر المناخية القصيرة المدى مثل سنوات الجفاف أو الفيضانات، ويُعد أساساً لتحليل العلاقة بين التغيرات المطرية والأنشطة البشرية كالزراعة وإدارة الموارد المائية.
- ٢: - المتوسط المتحرك لخمس سنوات: يمثل جدول (٧) المتوسط المتحرك لخمس سنوات أداة إحصائية أكثر استقراراً مقارنة بالمتوسط المتحرك لثلاث سنوات، إذ يتيح رؤية الاتجاهات طويلة الأمد في معدلات الأمطار بمحاظفة الأنبار في المدة (١٩٨٥-٢٠٢٠)، هذا النوع من المتوسطات يقلل من أثر التذبذبات السنوية ويعطي صورة أوضح عن التحولات المناخية المستمرة عبر العقود ومن الجدول يتبين لنا الاتي: -
- أ - الاتجاهات طويلة الأمد، يوضح الجدول أن معدلات الأمطار في الأنبار تميل إلى التذبذب ضمن نطاقات زمنية ممتدة، إذ تظهر أوقات رطبة نسبياً مثل (١٩٩١-١٩٩٥ و ١٩٩٢-١٩٩٦) مقابل أوقات أخرى جافة نسبياً مثل (١٩٩٨-٢٠٠٢ و ٢٠٠٣-٢٠٠٧)، يعكس هذا الطبيعة الجافة للمناخ المحلي مع وجود دورات مطرية طويلة.

ب - الاستقرار الإحصائي مقارنةً بالمتوسط الثلاثي، فإنه يقلل من أثر القيم الشاذة (Outliers) التي قد تظهر في سنة واحدة، مما يجعله أكثر موثوقية في تفسير الاتجاهات المناخية، على سبيل المثال، سنوات الأمطار الغزيرة مثل (١٩٩٣ أو ٢٠١٨) لا تؤثر بشكل مفرط على الاتجاه العام عند حساب المتوسط الخماسي.

ج - التباين المكاني بين المحطات يظهر الجدول أن بعض المحطات مثل القائم والنخيب تتسم باستقرار نسبي في معدلات الأمطار عبر الأوقات الخماسية، بينما محطات أخرى مثل الرطبة وحديثة تظهر تذبذبات أكبر، وهو ما يعكس اختلاف التأثيرات المناخية المحلية والخصائص الجغرافية.

د - القيمة الأكاديمية يوفر المتوسط المتحرك الخماسي أداة مهمة لفهم التحولات المناخية المستمرة، ويعد أساساً لتقييم المخاطر البيئية ووضع استراتيجيات طويلة الأمد لإدارة الموارد المائية والزراعة.

خامساً: - السنوات الغزيرة المطر والسنوات الجافة: - من مراجعة جدول (٢) الخاص بالمعدلات السنوية للأمطار في محطات محافظة الأنبار (١٩٨٥-٢٠٢٠)، يمكن استخلاص السنوات التي تميزت بغزارة الأمطار والسنوات التي اتسمت بالجفاف على النحو الآتي :

١ - السنوات الغزيرة المطر:-

أ - في العام (١٩٨٨) شهدت بيانات الهطول المطري معدلات عالية جداً في معظم المحطات القائمة (٢٤٠,٥) ملم، وفي الرطبة (٢٦٣,٨).

ب - مدة متواصلة من الأمطار الغزيرة بين (١٩٩٤-١٩٩٧)، لاسيما في حديثة والقائم تجاوزت في بعض السنوات (٢٠٠) ملم.

جدول (٧) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للأمطار في محافظة الأنبار للمدة ١٩٨٥ - ٢٠٢٠

المدة الزمنية	الرمادي	حديثة	عنه	القائم	الرطبة	النخيب
١٩٨٥ - ١٩٨٩	١٢٢	١٢٤,٥	١٢٨	١٣٢,٨	١٢٦,٥	١١٧,٦
١٩٩٢ - 1988	١٣٠,٤	١٢١,٩	١٤٢	١٣٧	١٣٧,٢	١١٠
١٩٨٩ - ١٩٩٣	١٤٦,٩	١٣٢	١٤٧,٣	١٤٤,٩	١٤١,٩	١١٤
١٩٩٠ - ١٩٩٤	١٥٢,١	١٣٨,٥	١٤١,٦	١٤١,٩	١٣٨,٦	١٠٤
١٩٩١ - ١٩٩٥	١٧١,٣	١٧٤	١٥٢	١٥٣,٩	١٥٢,٨	١٠٦
١٩٩٢ - ١٩٩٦	١٧٢,٨	١٧٠,٤	١٦٠	١٦٥,٩	١٥٦,٤	١١٥
١٩٩٣ - ١٩٩٧	١٥٦,٤	١٩٨,٣	١٧٩,٥	١٨٠,٥	١٨٢	١١٥
١٩٩٤ - ١٩٩٨	١٢٧,٨	١٦٤,٩	١٧٤	١٦٤,٥	١٧٥	١٠٤
١٩٩٥ - ١٩٩٩	١١٠	١٤٥	١٥٦	١٤٢	١٤٧	٨٥
١٩٩٦ - ٢٠٠٠	٩٢	١٥٢	١٦٧	١٣٩	١٤٣	٨٢
١٩٩٧ - ٢٠٠١	٩٦	١٥٧	١٦٦	١٤٤	١٤٣	٩٠
١٩٩٨ - ٢٠٠٢	٧٩	١١٨	١١٨	١٢٣	١١٥	٨٣
١٩٩٩ - ٢٠٠٣	٨٦	١٠٦	١٠٤	١٢٧	١٢١	٧٥
2000-2004	٨٦	٩٨	٩٥	١٣١	١٢٠	٦٨
٢٠٠١ - ٢٠٠٥	٨١	٩١	١٠٤	١٤٠	١٣٤	٧٤
٢٠٠٢ - ٢٠٠٦	٩٥	٩٤	١٢٨	١٣٨	١٤٠	٧٦
٢٠٠٣ - ٢٠٠٧	٧٣	٦٩	١٢٢	١١٥	١٢٩	٦٥
٢٠٠٤ - ٢٠٠٨	٩١	٥٨	١٢٠	١٠٧	١١١	٦٩
٢٠٠٥ - ٢٠٠٩	١٠٣	٦٦	١٣١	١٠٠	٩٢	٦٧
2006-2010	١٠٤	٦٨	١٣١	٩٧	٩٥	٦٧
٢٠٠٧ - ٢٠١١	٩٠	٧٦	١١١	٩٧	٨٧	٧٠

٧٤	٨٧	٨٧	١٠٥	٩٢	٧١	٢٠١٢ - ٢٠٠٨
٩٧	١٠١	٩٩	١٣٣	٩٢	٨٥	٢٠١٣ - ٢٠٠٩
١١٤	١١٨	٩٧	١٣١	٩٧	٩٥	٢٠١٤ - ٢٠١٠
١١٨	١١٥	١١٢	١٢٥	١٠٥	٩٦	٢٠١٥ - ٢٠١١
١٣٣	١٢٥	١١٣	١١٤	١١١	١٠٠	٢٠١٦ - ٢٠١٢
١٢٨	١١٧	١١٤	١٢٢	١٣٢	٩٨	٢٠١٧ - ٢٠١٣
١٣٧	١٢١	١١٥	١٢٥	١٥٥	١٤٢	٢٠١٨ - ٢٠١٤
١٣٦	١١٦	١٢٠	١٢٥	١٦٠	١٣٨	٢٠١٩ - ٢٠١٥
١١٨	١١٠	١٠٣	١٠٩	١٥٠	١٣٠	٢٠٢٠ - ٢٠١٦

المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٢).

ج - شهد عام (٢٠١٣) ارتفاع ملحوظ في معدل الهطول المطري، إذ بلغ في النخيب (١٨٥,٥) ملم، وفي القائم (١٦٠,٨) ملم.

د - تعد سنة (٢٠١٨) استثنائية بغزارة الأمطار، إذ وصل المعدل المطري في محطة حديثة (٢٥٨,١) ملم، وفي محطة الرمادي (٢٣٢,٦) ملم.

2- السنوات الجافة: -

أ - شهدت محطات محافظة الأنبار في السنوات (١٩٩٨ - ٢٠٠٠) انخفاضا شديدا في معدلات الهطول المطري، إذ وصل المعدل في القائم (٦٩,١) ملم، وفي الرطبة (٦٢,٦) ملم، وفي النخيب (٤٠,٩) ملم.

ب - شهدت مناطق محافظة الأنبار سنوات جفاف واضحة للسنوات (٢٠٠٧ - ٢٠٠٩)، ولاسيما سنة (٢٠٠٩)، إذ وصل معدل الهطول المطري في الرطبة (٢٣,٣) ملم، وفي النخيب (٣١,١).

ج - من الجدول لوحظ أن سنة (٢٠١٧) كانت جافة جدا إذ بلغ معدل الهطول المطري في الرمادي (٥٩,٢) ملم، وفي الرطبة (٢١,٨) ملم.

يتبين من ذلك أن الهطول المطري في محافظة الأنبار يشهد دورات من الغزارة والجفاف تتكرر كل (٧-١٠) سنوات تقريبا، وأن الغزارة غالبا ترتبط بتأثير المنخفضات الجوية المتوسطة القوية، بينما الجفاف يرتبط بضعف النشاط المطري أو سيطرة الظروف الجافة.

المبحث الرابع: دراسة الشذوذ المطري في محافظة الأنبار باستخدام معامل (RAI) :-

يعرف الشذوذ المطري الشذوذ المطري بأنه: مقدار الانحراف في كمية الأمطار السنوية عن المعدل العام طويل الأمد، ويساعد في تحديد السنوات التي كانت استثنائية (غزيرة جدا أو جافة جدا) مقارنة بالمتوسط. ولقياس الشذوذ المطري فقد وضع الباحث (Van Rooy) عام (١٩٦٥) مؤشرا إحصائيا هو (RAI) لقياس شدة الجفاف أو الغزارة المطرية، يعتمد على مقارنة الأمطار السنوية بالقيم القصوى والدنيا في السلسلة الزمنية.

ولتطبيق هذا المؤشر، يجب أن تتوفر سلسلة زمنية كاملة من بيانات الأمطار، ولحساب الشذوذ المطري فقد استخدم الصيغتين الآتيتين [١١: ٢٠٤] :-

$$+3 \frac{(P_i - \bar{P})}{(\bar{M} - \bar{P})}$$

إذا كانت $(\bar{P} - P_i) < 0$

-2

$$-3 \frac{(P_i - \bar{P})}{(\bar{X} - \bar{P})}$$

إذا كانت $(\bar{P} - P_i) > 0$

يعتمد حساب RAI على مقاييس أساسية: -

$(\bar{M})$ يعبر عن المتوسط الحسابي لأكبر عشرة قيم مسجلة للأمطار

$(\bar{X})$ متوسط أدنى عشرة قيم لهطول الأمطار.

$(\bar{P})$ متوسط السلسلة الزمنية الكاملة لهطول الأمطار.

(P_i) يمثل قيمة الهطول عند الزمن i .

وتصنف القيم الناتجة من المعادلة وفقاً للجدول (٨).

جدول (٨) تصنيف مؤشر شذوذ الأمطار (RAI)

التصنيف	مدى RAI
شديد الرطوبة	أكبر من 4
رطب جدا	٢ - ٤
رطب	٠ - ٢
جاف	-٢ - ٠
جاف جدا	-٤ - -٢
شديد الجفاف	-٤

المصدر [١٢: ١٥٥]:

وبتطبيق المعادلتين على بيانات الأمطار في محافظة الأنبار ظهرت لنا النتائج كما يوضحها الجدول (٩)

المعدل العام للسلسلة $115 \approx (\bar{P})$ ملم.

متوسط أعلى عشر سنوات $185 \approx (\bar{M})$ ملم.

متوسط أدنى عشر سنوات $75 \approx (\bar{X})$ ملم.

أظهر تطبيق مؤشر الشذوذ المطري (RAI) على بيانات محافظة الأنبار للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠) أن المعدل العام للأمطار بلغ نحو (١١٥) ملم، في حين بلغ متوسط أعلى عشر سنوات مطرية حوالي (١٨٥) ملم، بينما بلغ متوسط أدنى عشر سنوات نحو (٧٥) ملم، وقد تميزت بعض السنوات مثل (١٩٨٨، ١٩٩٤، ١٩٩٧، ٢٠١٨) بكونها رطبة جداً، في حين كانت سنوات أخرى مثل (١٩٩٩، ٢٠٠٧، ٢٠٠٩، ٢٠١٧) شديدة الجفاف، أما بقية السنوات فقد تراوحت بين الرطوبة والجفاف، يعكس هذا التباين الطبيعة الجافة لمناخ الأنبار، ويُفسر ارتباطه بالأنظمة المناخية الإقليمية والدولية مثل النينو والالينا [١٣]، إضافة إلى تأثير المرتفعات الجوية شبه المدارية، إن هذه النتائج تؤكد أن مناخ الأنبار يتسم بحدّة التغيرات المطرية أكثر من ثبات المعدل العام، مما يفرض تحديات كبيرة على إدارة الموارد المائية والزراعية، لذا يوفر اعتماد مؤشر (RAI) رفي دراسة الشذوذ المطري أداة كمية دقيقة لتحديد سنوات الرطوبة والجفاف، ويساعد في وضع استراتيجيات للتخطيط المستدام لمواجهة مخاطر التصحر والجفاف من جهة، والاستفادة من سنوات الغزارة المطرية في تعزيز المخزون المائي من جهة أخرى.

جدول (٩) قيم RAI الشذوذ المطري وتصنيفها في محافظة الأنبار للمدة ١٩٨٥-٢٠٢٠

التصنيف	RAI قيمة	معدل الأمطار (Pi) ملم	السنة
رطب	+0.4	125.6	1985
رطب	+0.0	116.1	1986
جاف جدا	-2.0	88.3	1987
رطب جدا	+3.7	201.1	1988
جاف	-1.3	97.4	1989
جاف جدا	-2.3	84.7	1990
جاف	-0.7	105.8	1991
رطب	+0.2	119.2	1992
رطب	+1.7	155.9	1993
رطب جدا	+2.1	163.5	1994
رطب	+1.6	152.0	1995
رطب	+1.9	159.1	1996
رطب جدا	+2.8	180.2	1997
جاف جدا	-2.3	84.4	1998
جاف جدا	-2.9	75.8	1999
جاف جدا	-2.0	88.7	2000
رطب	+0.3	120.9	٢٠٠١
جاف	-0.1	113.4	٢00٠
جاف	-1.7	92.0	٣200
جاف	-1.8	90.6	٤200
جاف	-1.4	96.1	٥200
رطب	+0.4	123.2	٦200
شديد الجفاف	-3.4	69.8	٧200
شديد الجفاف	-3.0	75.1	٨200
شديد الجفاف	-3.5	67.9	٩200
جاف جدا	-2.1	87.2	١٠20
جاف	-1.6	93.3	١١20
جاف جدا	-2.2	85.0	١٢20
رطب	+1.2	142.8	١٣20
رطب	+0.8	132.5	١٤20
جاف	-0.8	104.6	١٥20
رطب	+0.0	116.1	١٦20
شديد الجفاف	-3.8	63.0	١٧20
رطب جدا	+2.9	182.3	١٨20
رطب	+1.9	160.4	٢٠١٩
جاف	-1.5	94.4	٢٠٢٠

المصدر: بتطبيق معادلة (RAI) على بيانات الجدول (٢).

توضح نتائج مؤشر الشذوذ المطري (RAI) أن محافظة الأنبار تعاني من تذبذب مطري واسع بين سنوات رطبة جداً وأخرى شديدة الجفاف، وهو ما يعكس هشاشة النظام البيئي في المنطقة أمام التغيرات المناخية، وإن هذا التذبذب لا يقتصر على كونه ظاهرة طبيعية، بل يترك آثاراً مباشرة على الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية، إذ يؤدي الجفاف المتكرر إلى تراجع الإنتاج الزراعي وزيادة الضغوط على الموارد المائية، في حين أن سنوات الغزارة المطرية قد تتسبب بفيضانات محلية لكنها تساهم في تغذية المياه الجوفية، ويعزز هذا التباين من مخاطر

التصحر والهجرة الريفية، ويؤكد الحاجة إلى سياسات تكيف مناخي تعتمد على إدارة مستدامة للمياه وتطوير استراتيجيات زراعية مرنة قادرة على مواجهة هذه الظروف المتغيرة.

المبحث الخامس: الآثار التطبيقية للتذبذب المطري في محافظة الأنبار:

١ - الآثار الزراعية

- تراجع الإنتاجية الزراعية إذ يؤدي عدم انتظام الأمطار إلى انخفاض إنتاج المحاصيل الاستراتيجية كالقمح والشعير، مع تفاوت كبير بين السنوات الرطبة والجافة.
- تدهور التربة الزراعية إذ إن الأمطار الغزيرة المفاجئة تسبب انجراف التربة، بينما سنوات الجفاف تؤدي إلى تصلبها وفقدان خصوبتها.
- اختلال الدورة الزراعية، إذ تجعل صعوبة التنبؤ بالأمطار المزارعين عاجزين عن وضع خطط زراعية ثابتة، مما يهدد الأمن الغذائي المحلي.

٢ - الآثار المائية

- تذبذب الموارد السطحية والجوفية فالأمطار الغزيرة تزيد من تغذية الأحواض الجوفية مؤقتاً، بينما سنوات الجفاف تؤدي إلى استنزافها.
- ضعف كفاءة التخزين المائي، إذ يجعل غياب مشاريع حصاد المياه كميات كبيرة من الأمطار الموسمية تهدر بلا استغلال.
- زيادة الاعتماد على المياه الجوفية وهذا يؤدي ذلك إلى انخفاض مناسيبها وتراجع نوعيتها، مما يفاقم أزمة المياه.

٣ - الآثار البيئية

- التصحر وتدهور الغطاء النباتي فالتذبذب المطري يعزز فقدان الغطاء النباتي الطبيعي، ويزيد من زحف الرمال.
- تراجع التنوع الحيوي، إذ يؤثر الجفاف على الحياة البرية والمراعي الطبيعية، ويقلل من التنوع البيولوجي المحلي.
- زيادة مخاطر الكوارث الطبيعية، إذ قد تسبب الأمطار الغزيرة المفاجئة سيول جارفة، بينما الجفاف الطويل يفاقم أزمة التصحر.

٤ - الآثار الاجتماعية والاقتصادية

- الهجرة الريفية فالجفاف المتكرر يؤدي إلى نزوح السكان من الأرياف نحو المدن بحثاً عن مصادر رزق بديلة.
- تراجع دخل المزارعين، إذ يضعف عدم استقرار الإنتاج الزراعي القدرة الاقتصادية للأسر الريفية.

- الضغط على البنية التحتية، فإن الهجرة نحو المدن تزيد من الضغط على الخدمات الأساسية مثل المياه والكهرباء والصحة والتعليم.
- ٥ - الآثار التخطيطية والتنموية
- إرباك الخطط التنموية، إذ يجعل التذبذب المطري من الصعب وضع خطط طويلة الأمد في مجال الزراعة والمياه.
- الحاجة إلى سياسات تكيفية، إذ من الضروري إدماج التغيرات المناخية في السياسات الزراعية والمائية لضمان الاستدامة.
- أهمية الرصد المناخي، لا بد من تعزيز شبكات الرصد والتحليل المناخي لتوفير بيانات دقيقة تدعم التخطيط الاستراتيجي.

- الاستنتاجات :

- ١- تذبذب مطري مرتفع إذ أظهرت النتائج أن جميع محطات محافظة الأنبار تجاوزت الحد الحرج لمعامل التذبذب ($< 30\%$)، مما يعكس عدم استقرار الأمطار زمانياً ومكانياً.
 - ٢ - سنوات متطرفة إذ ان استخدام مؤشر الشذوذ المطري (RAI) كشف عن سنوات رطبة جداً (١٩٩٧، ٢٠١٨) وأخرى شديدة الجفاف (١٩٩٩، ٢٠٠٧، ٢٠٠٩، ٢٠١٧)، وهو ما يؤكد الطبيعة الجافة للمناخ المحلي.
 - ٣ - وجود دورات مناخية تباينت بين دورات من الغزارة والجفاف تتكرر كل ٧- ١٠ سنوات تقريباً، وان الغزارة غالباً ترتبط بتأثير المنخفضات الجوية المتوسطة القوية، بينما الجفاف يرتبط بضعف النشاط المطري أو سيطرة الظروف الجافة مما يعكس تأثير الأنظمة الجوية الإقليمية والدولية على مناخ الأنبار.
 - ٤ - انعكاسات اقتصادية وبيئية فالتذبذب المطري يفرض تحديات على الزراعة، إدارة الموارد المائية، ويزيد من مخاطر التصحر والجفاف.
 - ٥ - هشاشة النظام المناخي فالنتائج تؤكد أن الاعتماد على الأمطار مورداً رئيساً في الأنبار غير ممكن با تدخلات تكيفية طويلة الأمد، إذ خلصت الدراسة إلى أن الأمطار تنسم بتباين مكاني واضح بين المحطات المناخية وشذوذ زمني يتمثل في دورات من الغزارة والجفاف المتعاقبة، مما يفرض تحديات كبيرة على الزراعة وإدارة الموارد المائية والتنمية المستدامة..
- التوصيات :

- ١ - الاهتمام بمشاريع حصاد المياه عن طريق إنشاء سدود صغيرة وحواجز ترابية لتجميع مياه الأمطار والاستفادة منها في مواسم الجفاف.
- ٢ - استخدام تقنيات الري الحديثة باعتماد الري بالتنقيط والرش لتقليل الهدر المائي وزيادة كفاءة الاستخدام.
- ٣ - زراعة أصناف مقاومة للجفاف وادخال محاصيل تتحمل الظروف المناخية القاسية لضمان الأمن الغذائي.

- ٤ - إدارة متكاملة للموارد المائية ووضع خطط استراتيجية تشمل إعادة استخدام المياه، وتوزيعها بشكل عادل بين القطاعات.
- ٥ - مراقبة مناخية مستمرة وتعزيز شبكات الرصد المناخي وتطوير قواعد بيانات دقيقة لدعم التخطيط الزراعي والمائي.
- ٦ - التعاون الإقليمي والتنسيق مع المحافظات المجاورة والدول الإقليمية لمواجهة التغيرات المناخية المشتركة.

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest

المصادر:

- [١] خ.ص. العاني، جغرافية العراق (أرضاً وسكاناً وموارد اقتصادية)، بغداد: دار الحكمة للطباعة والنشر، ١٩٩٠.
- [٢] ع. عنصر، مبادئ في علم المناخ والجغرافيا الحيوية، قسنطينة: جامعة منتوري، ٢٠٠٦.
- [٣] ع. ط. شرف، الجغرافية المناخية والنباتية، السويس: دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٠.
- [٤] ح. ر. ك. الخزاعي، علم المناخ العام، المجلد الأول، جامعة القاسم الخضراء، ٢٠٢١.
- [٥] ع. الأسدي، "تكرار المنخفضات الجوية وأثرها في طقس العراق ومناخه"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة البصرة، ١٩٩١.
- [٦] أ. ع. كاظم، "الكتل الهوائية تصنيفها وخصائصها دراسة تطبيقية على مناخ العراق"، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد، بغداد، ١٩٩١.
- [٧] ب. إ. القشطيني، "التوزيع المكاني والزمني للأمطار في العراق"، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٣٧، ص. ١٢٣، شباط ١٩٩٨.
- [٨] ع. ر. ك. ر. تكرار حدوث الزوايا الرعدية في العراق، "مجلة كلية الآداب جامعة البصرة، العدد ٢١، ١٩٨٩.
- [٩] م. ف. الحساني، مناخ العراق: أسس وتطبيقات، السماوة: دار مسامير للطباعة والنشر، ٢٠٢٠.
- [١٠] ص. م. الزيايدي، الإحصاء الجغرافي، المجلد الأول، ميسان: المكتبة الوطنية، ٢٠٢٣.
- [11] C. Köyceğiz and M. Büyükyıldız, "Identifying the meteorological drought characteristics of Sinop and Giresun meteorological stations with the Rainfall Anomaly Index," in Proc. Int. Hasankeyf Scientific Research and Innovation Congress, Batman, Turkey, 2023, p. 204.
- [12] I. Bakr, J. Al-Khalidi, S. M. Al-Jumur, A. F. Hassan, S. G. Hameed, and A. M. Al-Salihi, "Analysis of drought using rainfall anomaly index (RAI) and NDVI in selected," MAUSAM, vol. 77, no. 1, p. 155, Jan. 2026.
- [13] ر. ع. حجازي، "دراسة ظاهرة النينو وتأثيرها على مناخ العراق"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بغداد، ٢٠٠٦.

جدول (ملحق ١) الموقع الفلكي للمحطات المدروسة وارتفاعها عن مستوى سطح البحر

المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع م
الرمادي	٢٨ - ٣٣°	١٨ - ٤٣°	٤٨
عنه	٢٨ - ٣٤°	٥٧ - ٤١°	١٣٨
حديثة	٤ - ٣٤°	٤٤ - ٤٢°	١٠٨
القائم	٨ - ٣٤°	٤١ - ٤١°	١٧٧
الرطوبة	٢ - ٣٣°	١٧ - ٤٠°	٦٣٠
النخيب	٢ - ٣٢°	١٥ - ٤٢°	٣٠٥

المصدر: أطلس مناخ العراق، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي، الجزء الأول، ٢٠١٢، ص ٥.