



Analysis of the Impact of Climate Change on the Quantitative Characteristics of Daily Rainfall and Drought in Iraq

ABSTRACT

Climate change is considered one of the most prominent environmental issues causing global and local concern, as its impacts vary across regions. Among the significant effects it induces are changes in rainfall patterns and daily drought periods. This aspect has not received sufficient attention in scientific research, particularly in Iraq. In this context, the researcher studied and analyzed several climate indices, such as (RX1day, HDR/ASY, SDII, CWD, CDD, R10 mm, R20 mm), to understand their impact on rainfall and daily drought patterns in Iraq during the period from 1955 to 2023. The study included three stations representing different regions of Iraq: Mosul in the north, Baghdad-Airport in the center, and Basra-Al-Hussein in the south. The results revealed that the semi-arid regions of Iraq were more affected by climate changes compared to the arid regions. A decline in the number of rainy days and an increase in daily drought periods were observed. The study also showed a significant increase in the length and intensity of drought periods, alongside a change in rainfall patterns, with rain becoming less consistent but more intense and extreme. This shift contributed to a significant proportion of the total annual rainfall. These changes highlight potential environmental and economic impacts, including increased risks of floods and flash floods, soil erosion, vegetation degradation, and crop destruction. This can be attributed to prolonged drought periods combined with intense rainfall over short periods, which hinder the replenishment of surface and groundwater resources that primarily rely on moderate and consistent rainfall.

* Corresponding Author

Rafid Saleh Mahdi
College of Arts, University of
Kufa

Email:
rafids.alkhalidi@uokufa.edu.iq

Keywords: Index
(HDR/ASY), Index (R20
mm), Climate Change, The
simple rainfall intensity,
coefficient of variation ratio.

Article history:

Received: 2025-01-30
Accepted: 2025-03-09
Available online: 2025-05-01



تحليل تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق

أ.م.د رافد صالح مهدي
كلية الاداب- جامعة الكوفة

المستخلص

يُعد التغير المناخي من أبرز القضايا البيئية التي تثير قلقًا عالميًا ومحليًا؛ إذ تختلف تأثيراته بين المناطق. ومن بين التأثيرات المهمة التي يسببها تغير أنماط الهطول المطري وفترات الجفاف اليومية. ويُعد هذا الجانب من المواضيع التي لم تحظَ باهتمام كافٍ في البحث العلمي، خصوصًا في العراق. وفي هذا الإطار قام الباحث بدراسة وتحليل عدد من المؤشرات المناخية، مثل (R10 mm, CDD, CWD, SDII, HDR/ASY, RX1day)، لفهم تأثيراتها على الأنماط الكمية للأمطار والجفاف اليومي في العراق خلال الفترة الزمنية الممتدة من عام 1955 إلى عام 2023. شملت الدراسة ثلاث محطات تمثل مناطق مختلفة من العراق: الموصل في الشمال، بغداد-المطار في الوسط، والبصرة-الحسين في الجنوب. كشفت النتائج أن المناطق شبه الجافة في العراق كانت أكثر تأثرًا بالتغيرات المناخية مقارنة بالمناطق الجافة. فقد لوحظ انخفاض في عدد الأيام الممطرة وارتفاع في فترات الجفاف اليومية. كما أظهرت الدراسة زيادة ملحوظة في طول فترات الجفاف وشِدَّتْها، إلى جانب تغير نمط الهطول المطري؛ إذ أصبحت الأمطار أقل انتظامًا وأكثر غزارة وتطرفًا؛ مما أسهم في تشكيل نسبة كبيرة من إجمالي المجموع السنوي. تؤكد هذه التغيرات أن هناك تأثيرات بيئية واقتصادية محتملة، منها تزايد مخاطر الفيضانات والسيول، وتآكل التربة، وتدهور الغطاء النباتي، فضلًا عن تدمير المحاصيل الزراعية. ويُعزى ذلك إلى فترات الجفاف الطويلة مع الهطولات المطرية الكثيفة التي تحدث خلال فترات زمنية قصيرة؛ مما يعيق عمليات تغذية المصادر المائية السطحية والجوفية، التي تعتمد أساسًا على الهطولات المعتدلة والمستمرة.

الكلمات المفتاحية: مؤشر (HDR/ASY)، مؤشر (R20 mm)، التغير المناخي، الشدة المطرية البسيط، نسبة معامل الاختلاف.

مقدمة

التغير المناخي يُعبر عنه بأنه تغير في خصائص أحد العناصر المناخية الأساسية، مثل ارتفاع درجات الحرارة، أنماط هطول الأمطار، أو حدوث الظواهر المناخية المتطرفة، سواء كان هذا التغير نتيجة عوامل طبيعية أو بسبب الأنشطة البشرية (ipcc، 2021، ص3). تُعد منطقة الوطن العربي من أشد المناطق عرضة لتأثيرات التغير المناخي (ريكار، 2017، ص4)، والعراق كجزء من هذه المنطقة، يواجه تحديات كبيرة نظرًا لطبيعته الجغرافية والمناخية (حميدي، 2023، ص899). يتميز العراق بمناخه الجاف وقلة معدل الأمطار، وتزداد حدة الجفاف كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب. من هنا، نشأت فكرة دراسة أنماط الأمطار والجفاف اليومية، باعتبارهما مؤشرين رئيسيين لتحديد مظاهر التغير المناخي وآثاره المحتملة على الموارد المائية والبيئية، فضلًا عن استشراف الاتجاهات المستقبلية لهذه الظواهر، اعتمد الباحث على ثماني مؤشرات (ريكار، 2017، ص18) كالآتي:-

- 1- مؤشر (RX1day) أعلى مجموع أمطار يومي (مم/يوم) .
- 2- مؤشر (HDR/ASY) نسبة أعلى مجموع أمطار يومية من المجموع السنوي (*).

* - تم تصميم المؤشر بواسطة الباحث بهدف تعزيز الفهم العلمي لتأثير التغير المناخي على أنماط الأمطار اليومية. يسعى المؤشر إلى تقديم رؤية دقيقة وشاملة حول كيفية تفاعل العوامل المناخية المتغيرة مع هطول الأمطار، مما يساهم في دعم الدراسات المناخية واتخاذ قرارات مستنيرة في مجالات إدارة الموارد المائية والتنمية المستدامة، إذا ان:-

(HDR/ASY)Ratio – Highest Daily Rainfall / Annual Sum Ratio.

- 3- مؤشر (PRCPTOT) عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم).
- 4- مؤشر (SDII) الشدة المطرية البسيط.
- 5- مؤشر (CWD) الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم).
- 6- مؤشر (CDD) عدد الأيام الجافة المتتالية (> 1 ملم).
- 7- مؤشر (R10 mm) عدد الأيام ذات الهطولات المطرية (10-19.9 ملم/يوم).
- 8- مؤشر (R20 mm) عدد الأيام التي تسجل فيها كميات أمطار (≤ 20 ملم/يوم).

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في تحليل تأثير التغيرات المناخية على خصائص الأمطار والجفاف اليومية في العراق، ودراسة الاتجاهات المستقبلية لهذه الظواهر المناخية؛ مما يساعد على فهم مدى تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية والأنظمة البيئية في البلاد.

فرضية الدراسة:

تفترض الدراسة أن التغيرات المناخية تؤدي إلى تغييرات ملحوظة في أنماط الأمطار والجفاف اليومية في العراق؛ مما يتسبب في تباين في كمية وتوزيع الأمطار وزيادة في حدة وتكرار فترات الجفاف اليومية. ومن المتوقع أن تسهم هذه التغيرات في التأثير سلباً على استدامة الموارد الطبيعية، الزراعة، والإدارة المائية في المستقبل.

أهمية الدراسة:

تعد دراسة تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق ذات أهمية كبيرة نظراً لتأثيراتها المباشرة على الموارد المائية والأمن الغذائي والتنمية الاقتصادية في البلاد. فالتغيرات المناخية، بما في ذلك تذبذب الأنماط المطرية وزيادة فترات الجفاف اليومية، تؤثر بشكل كبير على الأنظمة البيئية والبشرية؛ مما يستدعي فهماً عميقاً لهذه التغيرات للتخفيف من آثارها السلبية. تأتي أهمية الدراسة في تسليط الضوء على التغيرات المناخية وتحديد انعكاساتها على النظم الهيدرولوجية في العراق؛ مما يساهم في دعم اتخاذ القرارات المستنيرة وإعداد استراتيجيات تكيف فعالة تضمن استدامة الموارد الطبيعية.

أهداف الدراسة:

- 1- تحليل التغيرات المناخية: دراسة الأنماط الزمنية والمكانية لتغير مجموع الأمطار والجفاف اليومية في العراق خلال فترة زمنية محددة.
 - 2- تقييم التأثيرات الكمية: تحديد التغيرات في الخصائص الكمية للأمطار والجفاف، مثل شدة الهطول، التوزيع الزمني، وتكرار حالات الجفاف.
 - 3- دعم التخطيط المستدام: توفير بيانات دقيقة وتحليلات علمية لدعم صانعي القرار في وضع سياسات واستراتيجيات للتكيف مع التغيرات المناخية وتقليل آثارها على القطاعات الحيوية.
 - 4- تعزيز الوعي المناخي: تسليط الضوء على أهمية التغيرات المناخية وتأثيرها على العراق؛ مما يعزز من وعي المجتمع والمؤسسات بضرورة مواجهة هذه التحديات.
- حدود منطقة الدراسة :

HDR: أعلى مجموع أمطار يومية (Highest Daily Rainfall).

ASY: المجموع السنوي للأمطار (Annual Sum Yearly).

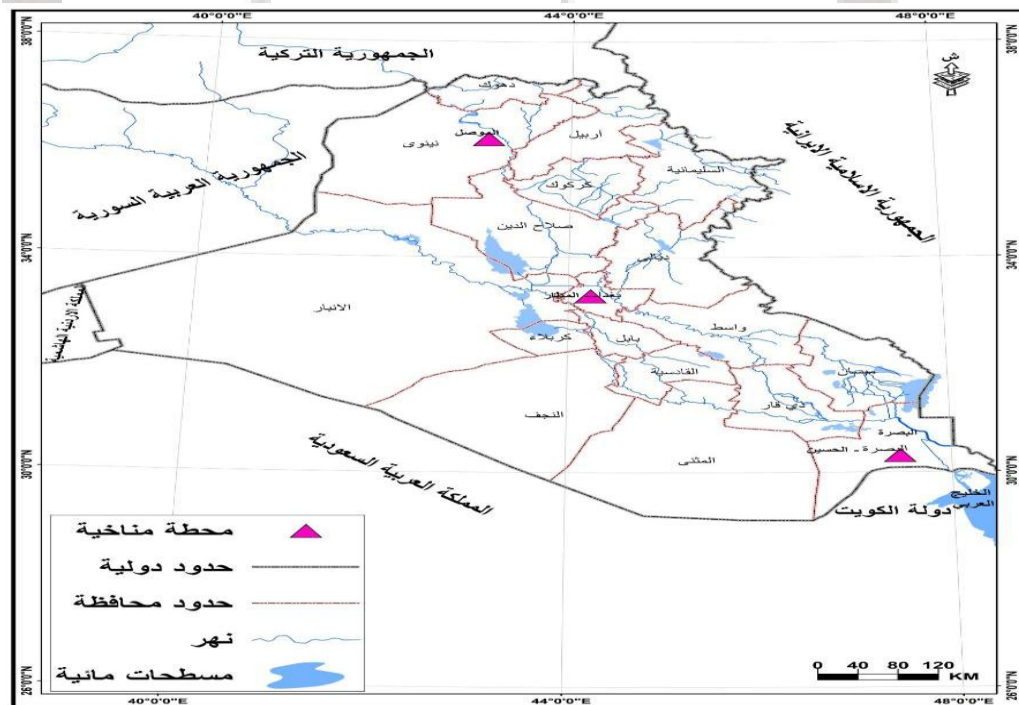
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من شبه الجزيرة العربية، ضمن حدود الجمهورية العراقية. يحدها من الشرق الجمهورية الإسلامية الإيرانية، ومن الشمال الجمهورية التركية، بينما تحدها الجمهورية العربية السورية من الشمال الغربي، والمملكة الأردنية الهاشمية في الغرب، والمملكة العربية السعودية في الجنوب الغربي والكويت في أقصى الجنوب. من الناحية الزمنية، تغطي الدراسة فترة زمنية تمتد لـ 68 عامًا، أي ما يعادل (74511 يوم)*، من عام 1955 إلى عام 2023. أما الحدود الموضوعية للدراسة فتتمثل في تحليل الخصائص الكمية للأمطار اليومية وفترات الجفاف اليومية، باستخدام بيانات مستخلصة من ثلاث محطات مناخية تمثل نموذجًا لمناخ العراق، كما هو موضح في الجدول (1) والخريطة (1).

الجدول (1): يوضح محطات الدراسة (الموصل، بغداد - المطار، البصرة - الحسين) مع البيانات المتعلقة بالموقع الفلكي والارتفاع عن سطح البحر (بالمتر).

ت	اسم المحطة	رقم المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع /م
1	الموصل	608	36° 19'	43° 09'	223
2	بغداد - المطار	650	33° 28'	44° 24'	31.7
3	بصرة - الحسين	689	30° 31'	47° 47'	2.0

المصدر: جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأشياء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، 2024.

الخريطة (1) موقع العراق والمواقع الجغرافية لمحطات الدراسة: الموصل، بغداد - المطار، والبصرة - الحسين.



المصدر: الباحث، بالاعتماد على: جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الإدارية، 2010.

1- التصنيف المناخي لمحطات الدراسة :

* - تم احتساب إجمالي عدد الأيام التي تم تحليلها من قبل الباحث لكل محطة، وبلغت 24,837 يومًا، يكون مجموع ثلاث محطات (74511 يوم) مع مراعاة تصنيف السنوات إلى سنوات كبيسة وعادية.

اعتمد الباحث تصنيف كوبن لتحديد الأنماط المناخية لمحطات الدراسة. وأظهرت البيانات الواردة في الجدول (2) أن محطة الموصل تقع ضمن المناخ شبه الجاف الحار (BSh)، وهو مناخ يتسم بخصائص تجعله الأقرب إلى مناخ البحر المتوسط؛ نظرًا لقربها الجغرافي منه، مقارنة بمحطتي بغداد-المطار والبصرة-الحسين، اللتين تقعان ضمن تصنيف المناخ الصحراوي الحار (BWh).

الجدول (2): يوضح التصنيف المناخي وفقًا لتصنيف كوبن للمناخ، لمحطات الدراسة (الموصل، بغداد - المطار، والبصرة - الحسين)

ت	اسم المحطة	معدل الحرارة الاعتيادية ($^{\circ}\text{C}$)	المجموع السنوي للأمطار (سم/سنة)	تصنيف المحطة
1	الموصل	21	33	BSh مناخ شبه جاف حار
2	بغداد- المطار	23.8	12.6	BWh مناخ صحراوي حار
3	بصرة- الحسين	26.9	11.9	BWh مناخ صحراوي حار

المصدر: جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأشياء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، 2024. ومعادلة تصنيف كوبن (الجبوري، 144، ص119).

2- الخصائص الكمية للمجموع المطري السنوي (ΣR_{mm}): ينبغي على الباحث تحليل المجموع السنوي للأمطار لتقديم رؤية شاملة عن الخصائص الكمية والاتجاهات العامة لتغيرات الأمطار قبل التعمق في دراسة خصائصها اليومية التفصيلية. وتُظهر البيانات الواردة في الجدولين (3) و(4) وجود اتجاه عام نحو انخفاض المجموع السنوي للأمطار في جميع المحطات المدروسة، فقد سجلت محطة الموصل أعلى انخفاض بلغ 76.59 ملم بين الفترة الأولى والثالثة. كما تؤكد معادلات الانحدار الخطي البسيط (الزيادي، 140، 2023)، الموضحة في الأشكال (1)، (2)، و(3)، أن محطة الموصل شهدت الانخفاض الأكثر وضوحًا مقارنة ببقية المحطات. فضلًا عن أن الجدول (5) يبرر وجود تباين واضح في المجموع السنوي للأمطار من عام لآخر، يتمثل في انحرافات ملحوظة عن المعدل السنوي وتذبذبات مستمرة. وقد كانت هذه التذبذبات أكثر حدة في محطة الموصل، فقد بلغ الانحراف المعياري 126.98 خلال الفترة الأولى، وارتفع إلى 142.14 في الفترة الثالثة. أما فيما يتعلق بمعامل الاختلاف الذي يُحسب كنسبة بين الانحراف المعياري والوسط الحسابي، فقد سجلت محطة بغداد-المطار أعلى نسبة بلغت 56% في الفترة الثالثة؛ مما يعكس حجم التفاوت الكبير بين القيم والوسط الحسابي في هذه المحطة.

الجدول (3): معدل مجموع الأمطار السنوي (ملم) للمدة 1955-2023، والفترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

ت	اسم المحطة	68 سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001 - 2023
1	الموصل	329.97	365.35	337.36	288.75
2	بغداد- المطار	126.29	159.26	93.48	126.14
3	بصرة- الحسين	119.51	124.04	137.65	96.86

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

الجدول (4): الفرق بين معدل المجموع السنوي للمطر (ملم/ سنة) للفترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

ت	اسم المحطة	الفارق بين معدل الفترة الأولى والثانية	الفرق بين معدل الثانية والثالثة	فرق بين معدل الأولى والثالثة
---	------------	--	---------------------------------	------------------------------

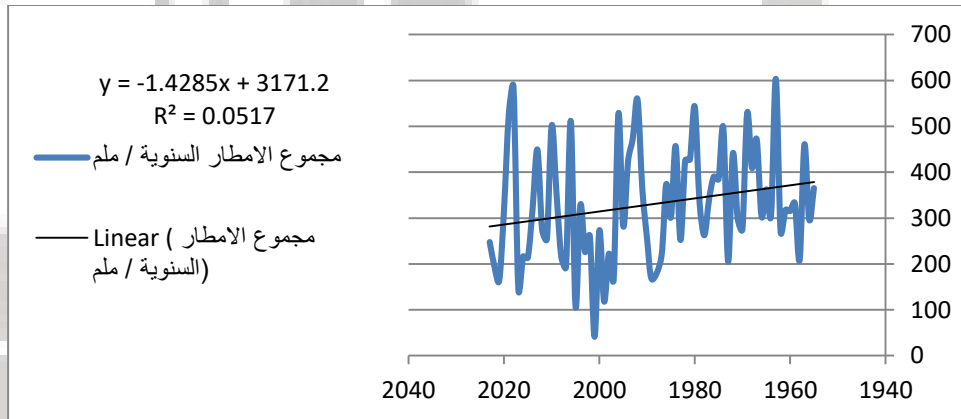
1	الموصل	-27.98	-48.61	-76.59
2	بغداد- المطار	-65.78	+32.65	-33.13
3	بصرة- الحسين	+13.61	-40.79	-27.18

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول رقم (3).

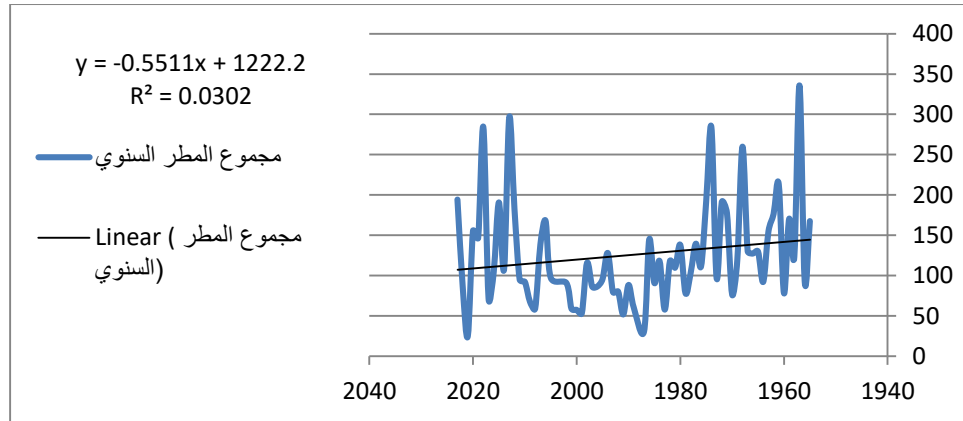
الجدول(5): الانحراف المعياري والنسبة المئوية لمعامل الاختلاف للمجاميع المطرية السنوية للمدة (1955-2023) ولل فترات الزمنية (1976-1955)، (2000-1977)، (2023-2001)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	126.98	102.26	125.84	142.14	31.64
	نسبة معامل الاختلاف	38%	28%	37%	49%	-----
بغداد- المطار	الانحراف المعياري	64.57	67.93	31.16	71.08	32.89
	نسبة معامل الاختلاف	51%	43%	33%	56%	-----
بصرة- الحسين	الانحراف المعياري	53.67	47.88	59.86	46.23	20.77
	نسبة معامل الاختلاف	45%	39%	43%	48%	-----

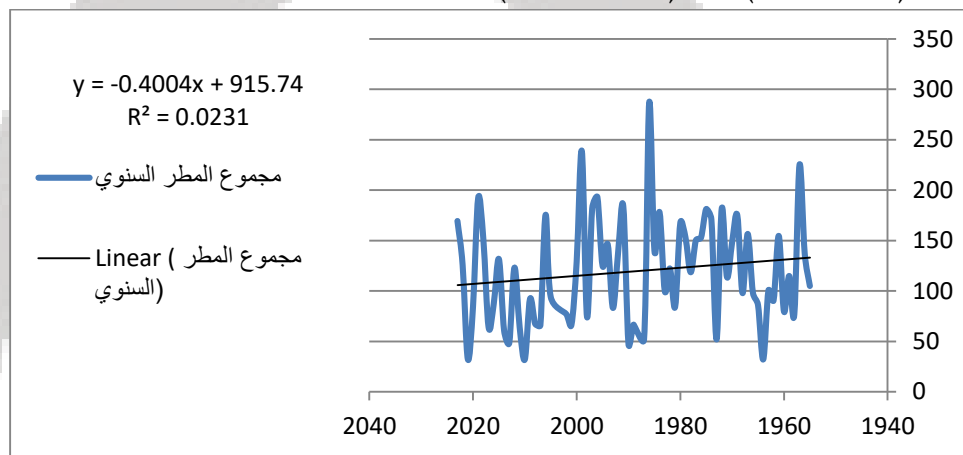
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)،(2)،(3) ومعادلة الانحراف المعياري(العزاوي، 2015، ص118-119) ونسبة معامل الاختلاف (عاروري، 2013، ص34).



الشكل(1): المجموع السنوي للأمطار (ملم/سنة) واتجاهها المستقبلي لمحطة (الموصل) للمدة (1955- 2023)



الشكل (2): المجموع السنوي للأمطار (مم/سنة) واتجاهها المستقبلي لمحطة (بغداد- المطار) للمدة (2023- 1955)



الشكل (3): المجموع السنوي للأمطار (مم/سنة) واتجاهها المستقبلي لمحطة (البصرة - الحسين) للمدة (2023- 1955)

الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومي: قام الباحث بالاعتماد على مجموعة من المؤشرات العلمية التي تهدف إلى تحليل وتقييم تأثير التغيرات المناخية على الخصائص الكمية للأمطار اليومية. وتشمل هذه المؤشرات عدداً من الجوانب التي تسلط الضوء على طبيعة التغيرات في كميات الأمطار وتوزيعها.

1- مؤشر (RX1day) أعلى مجموع تساقط يومي: يُعد هذا المؤشر دليلاً على أعلى كمية مطر يومية تم تسجيلها خلال السنة، وهو يعكس مدى تركيز الهطول المطري في يوم واحد مقابل انخفاضه في الأيام الأخرى. يُعتبر هذا التوجه من الخصائص المميزة للمناطق الجافة. من خلال تحليل الأشكال (4)، (5)، (6) والجدول (6)، يتضح أن جميع المحطات تظهر اتجاهاً نحو الزيادة في قيم هذا المؤشر. وكانت أعلى القيم مسجلة في محطة الموصل، حيث ارتفع المعدل من (36.20 ملم/يوم) في الفترة الأولى إلى (54.81 ملم/يوم) في الفترة الثالثة. علاوة على ذلك، يشير الجدول (7) إلى تزايد التباين في كميات الأمطار عن المعدل العام بمرور الوقت، مع ملاحظة أن أعلى قيمة لانحراف المعياري بلغت (54.34) في محطة الموصل، وبلغت نسبة معامل الاختلاف (99%) لنفس المحطة ونفس المدة، مما يعكس زيادة التباين المطري مع الاتجاه نحو المستقبل.

الجدول (6): معدل أعلى أمطار يومية (مم/يوم) للمدة (2023-1955) وللترات الزمنية (1976-1955)، (2000-1977)، (2023-2001)

ت	اسم المحطة	68 سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023
---	------------	--------	-------------	-------------	-----------

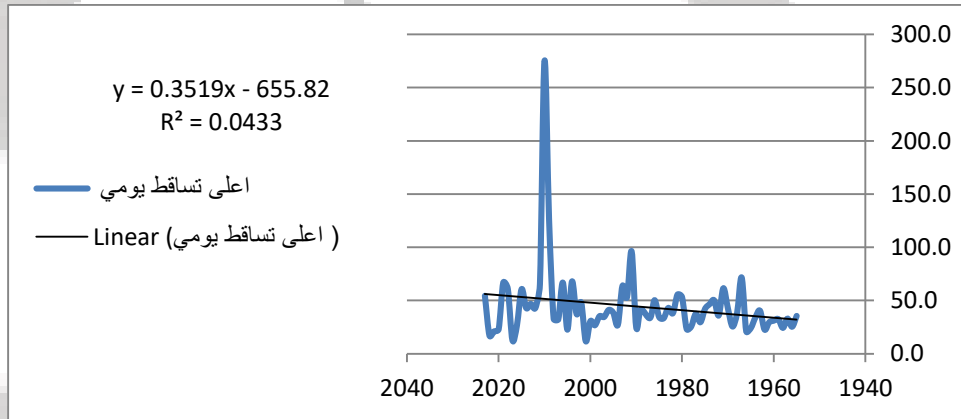
1	الموصل	44.07	36.20	40.86	54.81
2	بغداد- المطار	28.64	33.25	20.22	32.45
3	بصرة- الحسين	26.61	23.93	30.85	25.04

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

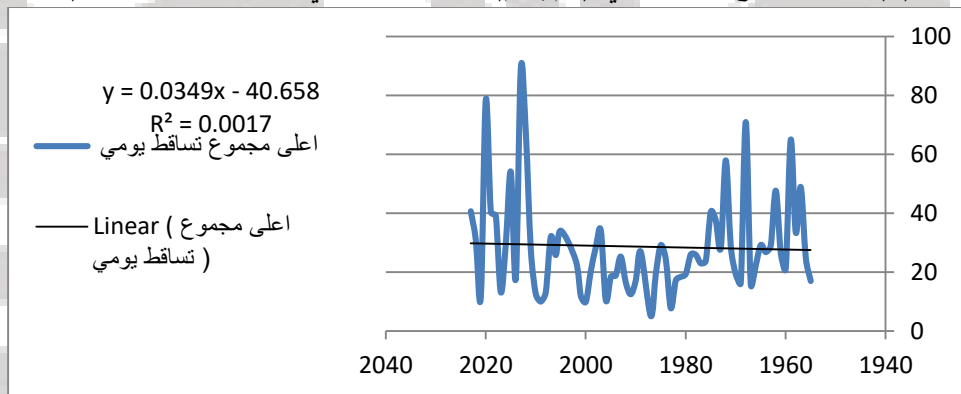
الجدول (7): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف لأعلى أمطار يومية (ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللفترات الزمنية (1976-1955)، (1977-2000)، (2001-2023)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	34.20	12.69	16.16	54.34	23.11
	نسبة معامل الاختلاف	78%	35%	40%	99%	----
بغداد- المطار	الانحراف المعياري	17.20	15.74	7.18	22.45	17.20
	نسبة معامل الاختلاف	60%	47%	36%	69%	----
بصرة- الحسين	الانحراف المعياري	13.05	7.98	18.68	9.25	5.85
	نسبة معامل الاختلاف	49%	33%	61%	37%	----

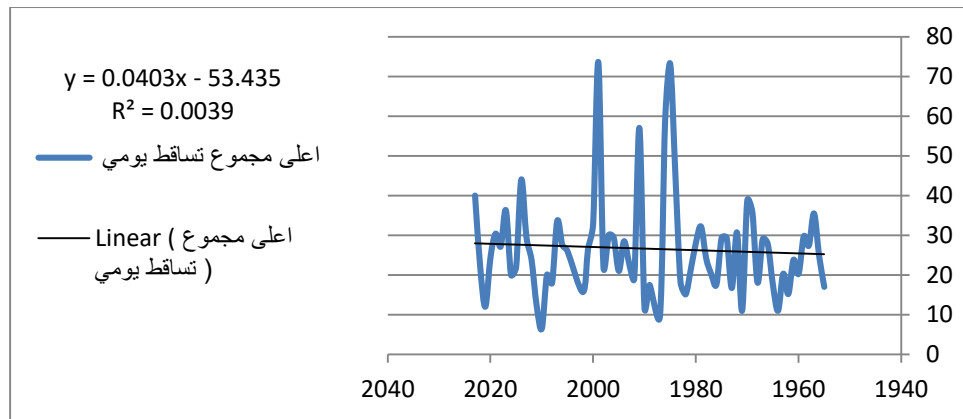
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل (4): أعلى مجموع تساقط يومي (ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (5): أعلى مجموع تساقط يومي (ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد-المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (6): أعلى مجموع تساقط يومي (يوم/ملم) والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة-الحسين للمدة (1955-2023)

2- مؤشر (HDR/ASY) نسبة أعلى مجموع مطري يومي من المجموع السنوي: هو أداة تُستخدم لقياس مدى تركيز الهطولات المطرية خلال فترة زمنية محددة. يشير ارتفاع هذا المؤشر إلى تزايد تركّز الأمطار في فترة قصيرة، مما يزيد من احتمالية حدوث التعرية المائية والفيضانات المفاجئة. يتضح من تحليل الأشكال (7)، (8)، و(9) أن نسب الأمطار اليومية تُظهر ارتفاعاً ملحوظاً بشكل عام. كما يبين الجدول (8) أن المحطات ذات المناخ الجاف تتميز بارتفاع تركّز الهطولات المطرية اليومية، وتزداد هذه النسبة بشكل واضح مع الاتجاه من الشمال إلى الجنوب ومع تقدم الزمن. فعلى سبيل المثال، في محطة البصرة - الحسين، بلغت نسبة تركّز الأمطار اليومية 30% خلال الفترة الأخيرة. علاوة على ذلك، يُظهر الجدول (8) أن التذبذب في نسبة أعلى مجموع مطري يومي مقارنة بالمجموع السنوي حول المعدل العام منخفض نسبياً، حتى في الفترات الزمنية الأقصر. يعكس هذا الانتظام في ارتفاع نسب الأمطار اليومية على أساس سنوي، على الرغم من الانخفاض الملحوظ في إجمالي المعدلات السنوية للأمطار. من جانب آخر، يُعد نسبة معامل الاختلاف مؤشراً أكثر وضوحاً ودقة في تقييم التفاوت؛ إذ أظهرت قيمه ارتفاعاً ملحوظاً، فقد بلغت 69% في محطة بغداد-المطار خلال الفترة الزمنية الثالثة؛ مما يعكس زيادة في التباين المرتبط بتركيز الهطولات اليومية.

الجدول (8): معدل نسبة أعلى مجموع أمطار يومية من المجموع السنوي للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

ت	اسم المحطة	68 سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001 - 2023
1	الموصل	14%	11%	13%	19%
2	بغداد- المطار	24%	22%	23%	26%
3	بصرة- الحسين	24%	21%	23%	30%

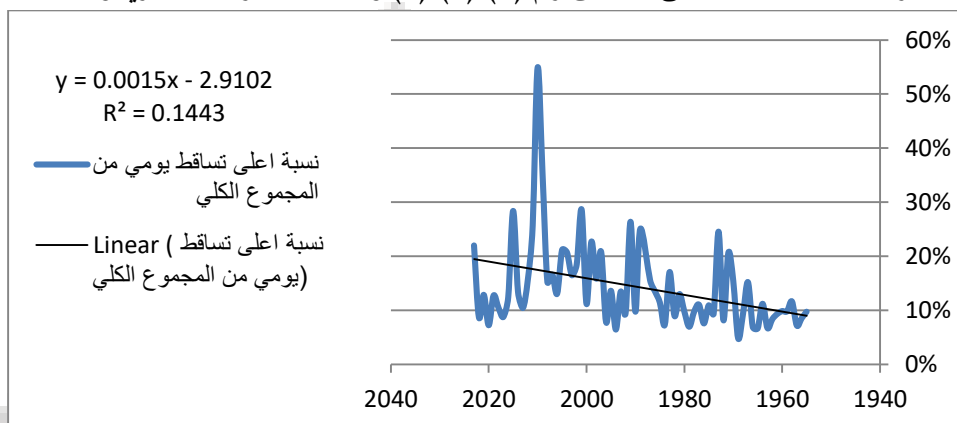
المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

الجدول (9): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف أعلى مجموع أمطار يومية من المجموع السنوي للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

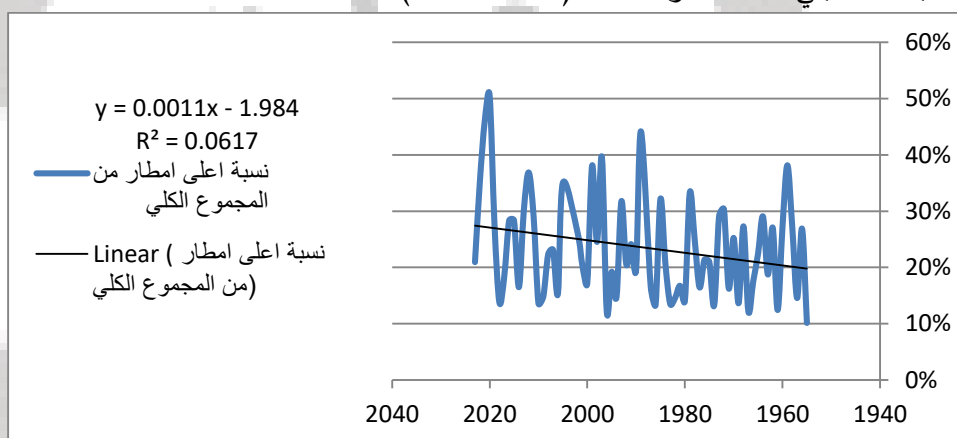
اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001 - 2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	0.08	0.05	0.06	0.11	0.03
	نسبة معامل الاختلاف	57%	45%	43%	57%	----
	الانحراف المعياري	0.09	0.07	0.10	0.10	0.01

بغداد- المطار	نسبة معامل الاختلاف	60%	47%	36%	69%	----
بصرة-	الانحراف المعياري	0.12	0.07	0.09	0.16	0.05
الحسين	نسبة معامل الاختلاف	49%	33%	61%	37%	----

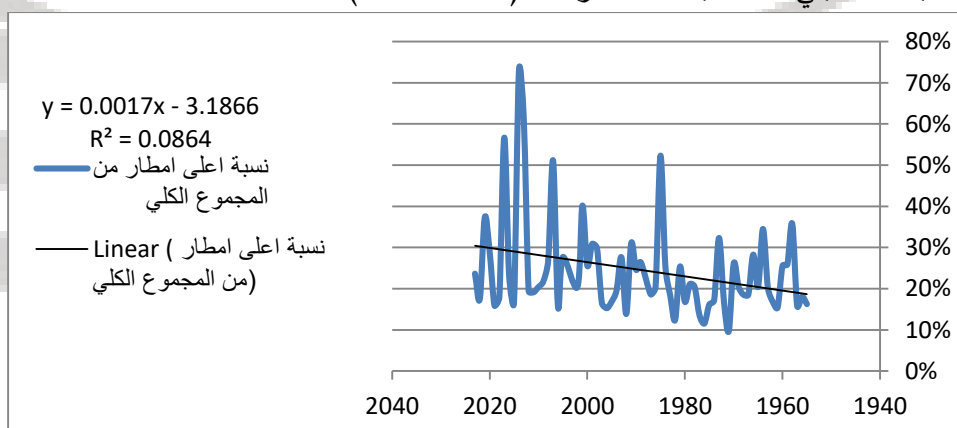
المصدر : الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل (7): نسبة أعلى مجموع أمطار (يوم/ ملم) من المجموع السنوي والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (8): نسبة أعلى مجموع أمطار (يوم/ ملم) من المجموع السنوي والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد-المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (9): نسبة أعلى مجموع أمطار (يوم/ ملم) من المجموع السنوي والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة-الحسين للمدة (1955-2023)

3- مؤشر (PRCPTOT) عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم): يعتمد هذا المؤشر على حساب عدد الأيام التي تسجل فيها الأمطار كمية تساوي أو تتجاوز 1 ملم/يوم. وتشير البيانات المستخلصة من الأشكال (10)، (11)، و(12) إلى وجود انخفاض تدريجي في عدد الأيام الممطرة مع الاتجاه نحو المستقبل. وتظهر النتائج أن المناطق شبه الجافة هي الأكثر تأثراً بهذا الانخفاض مقارنة بالمناطق الجافة. فعلى سبيل المثال، انخفض عدد الأيام الممطرة في محطة الموصل من 49.91 يوماً خلال الفترة الزمنية الأولى إلى 33.57 يوماً في الفترة الزمنية الثالثة (الجدول 10). كما يرافق هذا الانخفاض تقليل الانحراف المعياري حول المعدل العام لعدد الأيام الممطرة؛ مما يشير إلى انخفاض في تذبذب القيم. ومع ذلك، فإن نسبة معامل الاختلاف التي تعكس العلاقة بين الانحراف المعياري والمعدل العام، ظلت مرتفعة، كما هو الحال في محطة البصرة، فقد بلغت نسبة معامل الاختلاف 43% (الجدول 11). يعود ذلك إلى انخفاض المعدلات العامة لتكرار الأيام الممطرة مقارنة بقيم الانحراف المعياري والتذبذب.

الجدول (10): معدل عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) للمدة (2023-1955) وللترات الزمنية (1976-1955)، (2000-1977)، (2023-2001)

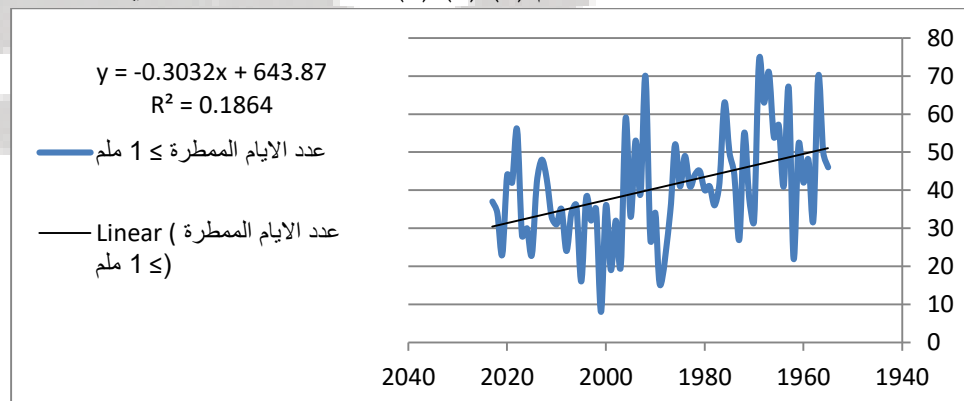
ت	اسم المحطة	68 سنة	1976 - 1955	2000 - 1977	2023-2001
1	الموصل	40.76	49.91	39.22	33.57
2	بغداد- المطار	18.45	22.77	16.50	16.09
3	بصرة- الحسين	17.08	19.45	17.50	14.27

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

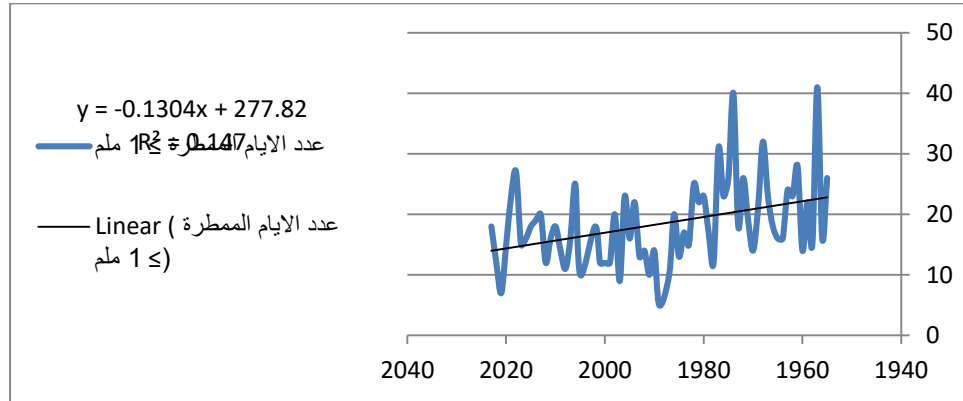
الجدول (11): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف للأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) للمدة (2023-1955) وللترات الزمنية (1976-1955)، (2000-1977)، (2023-2001)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023	الانحراف المعياري بين الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	14.19	14.55	12.69	10.50	2.03
	نسبة معامل الاختلاف	35%	29%	32%	31%	----
بغداد-	الانحراف المعياري	6.92	7.53	6.19	4.90	1.31
	نسبة معامل الاختلاف	38%	33%	38%	30%	----
بصرة-	الانحراف المعياري	6.5	8.2	4.9	6.2	1.68
	نسبة معامل الاختلاف	38%	42%	28%	43%	----

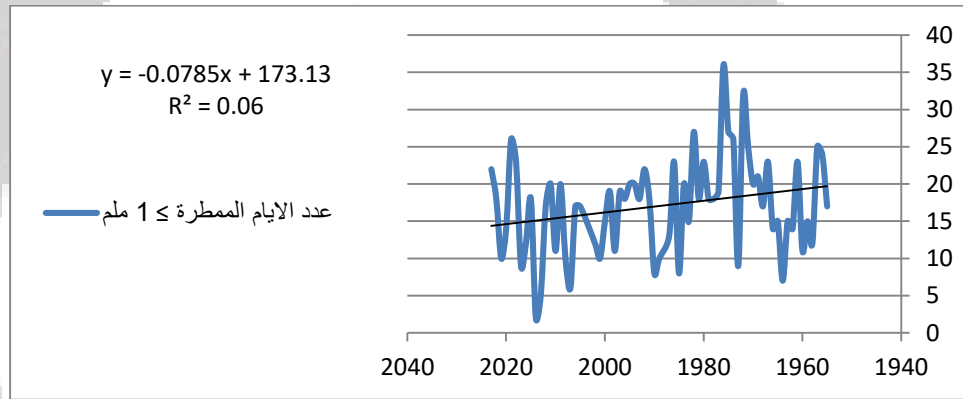
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل (10): عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (11): عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد - المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (12): عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة - الحسين للمدة (1955-2023)

4- مؤشر (SDII) الشدة المطرية البسيط: هو العلاقة بين عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) والمجموع السنوي للأمطار؛ إذ تشير القيم المرتفعة للمؤشر إلى زيادة في المجموع السنوي للأمطار (ملم/سنة) مع انخفاض في عدد الأيام الممطرة، والعكس صحيح. من خلال الأشكال (13)، (14)، و(15)، يظهر ارتفاع في مؤشر الشدة المطرية البسيط في جميع محطات الدراسة، مع ملاحظة أن محطة البصرة-الحسين سجلت أعلى زيادة في هذا المؤشر مقارنة بالمحطات الأخرى وفقاً للجدول (12). ويتضح من الجدول (13) أن محطة البصرة-الحسين تميزت بأعلى درجة من التذبذب وأكبر نسبة تغير بلغت (66%). في حال وجد انخفاض في كلا طرفي المؤشر (عدد الأيام الممطرة والمجموع السنوي للأمطار)، كما هو مبين في الجدولين (3) و(10)، فإن ارتفاع مؤشر الشدة المطرية يمكن تفسيره من خلال الفروق في نسب التغير. يتضح من الجدولين (14) و(15) أن نسبة التغير في المجموع السنوي للأمطار أقل من نسبة التغير في عدد الأيام الممطرة في جميع المحطات. وهذا يفسر الزيادة في قيم مؤشر الشدة المطرية البسيط*).

* - اعتمد الباحث على استخدام النسبة المئوية للتغير لأنها توفر وسيلة أكثر وضوحاً في بيان حجم التغير لكل متغير ضمن معادلة الشدة المطرية البسيطة، خاصة في الحالات التي تكون فيها قيم المتغيرات منخفضة وتختلف عن بعضها البعض. هذا في الوقت الذي لم تتناول فيه التقارير المتعلقة بمؤشرات التغير المناخي هذه المسألة بشكل مفصل.

الجدول(12): معدل مؤشر الشدة اليومية البسيط للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1955-1976)،
(1977-2000)، (2001-2023)

ت	اسم المحطة	68 سنة	1955 - 1976	2000 - 1977	2001-2023
1	الموصل	8.20	7.53	8.66	8.37
2	بغداد- المطار	6.84	6.87	6.02	7.63
3	بصرة- الحسين	7.41	6.41	7.99	7.84

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

الجدول(13): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف لمؤشر الشدة اليومية البسيط للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	2000 - 1977	2001-2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	2.27	1.64	2.12	2.90	0.64
	نسبة معامل الاختلاف	28%	22%	24%	35%	-----
بغداد- المطار	الانحراف المعياري	2.40	1.21	2.07	3.28	1.03
	نسبة معامل الاختلاف	35%	18%	34%	43%	-----
بصرة- الحسين	الانحراف المعياري	3.71	1.16	3.21	5.42	2.13
	نسبة معامل الاختلاف	50%	18%	40%	69%	-----

المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.

الجدول (14): نسبة التغير في معدل المجموع السنوي لهطول الأمطار (مم/سنة) خلال الفترات الزمنية: 1955-1976، 1977-2000، 2001-2023.

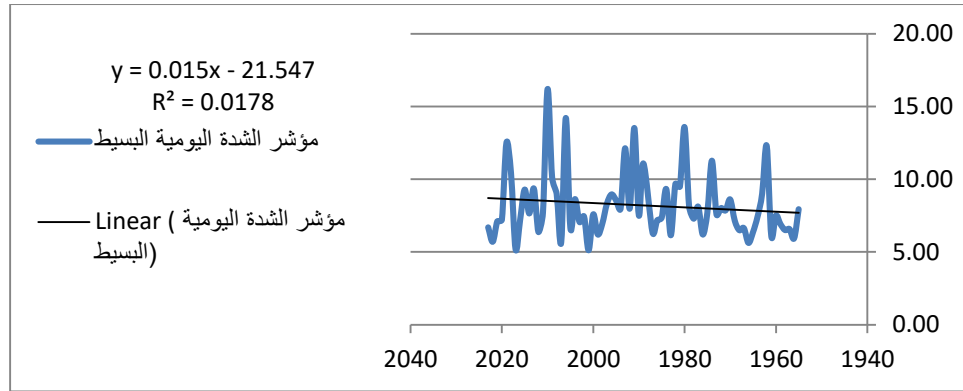
ت	اسم المحطة	التغير بين الفترة الأولى والثانية	التغير بين الفترة الثانية والثالثة	التغير بين الفترة الأولى والثالثة
1	الموصل	-8%	-14%	-21%
2	بغداد- المطار	-41%	35%	-21%
3	بصرة- الحسين	11%	-30%	-22%

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3) ومعادلة نسبة التغير.

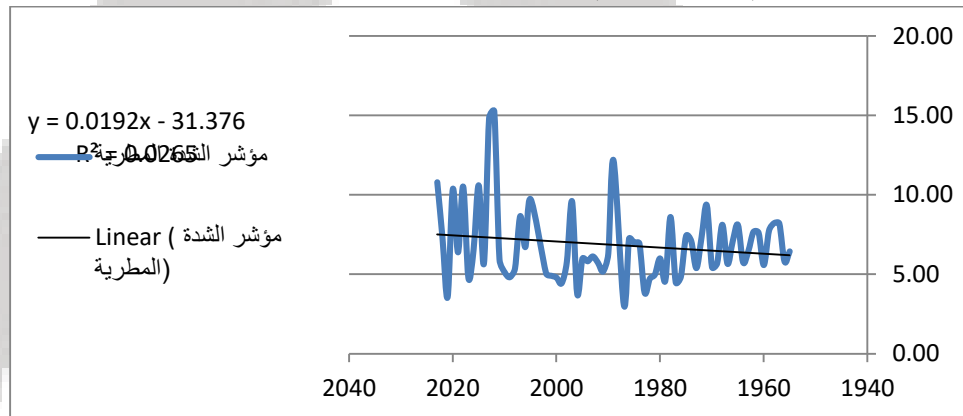
الجدول (15): نسبة التغير في عدد الأيام الممطرة (≤ 1 ملم/يوم) خلال الفترات الزمنية: 1955-1976، 1977-2000، 2001-2023.

ت	اسم المحطة	التغير بين الفترة الأولى والثانية	التغير بين الفترة الثانية والثالثة	التغير بين الفترة الأولى والثالثة
1	الموصل	-21%	-14%	-33%
2	بغداد- المطار	-28%	-2%	-29%
3	بصرة- الحسين	-10%	-18%	-27%

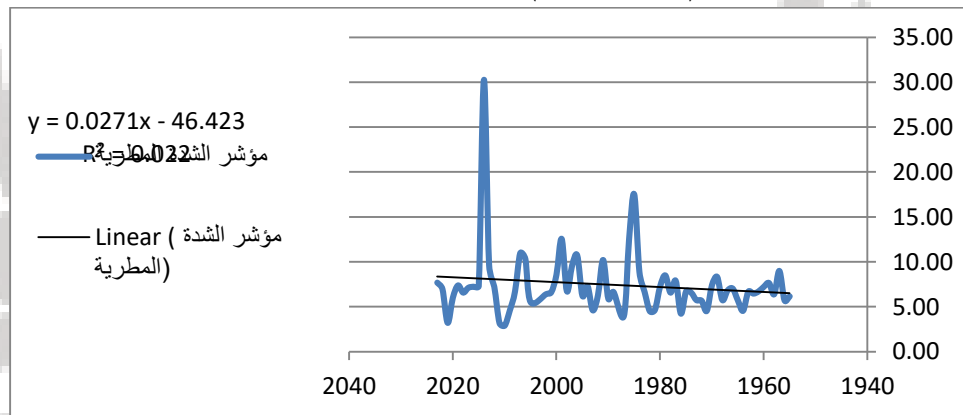
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (10) ومعادلة نسبة التغير.



الشكل (13): مؤشر الشدة اليومية البسيط والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (14): مؤشر الشدة اليومية البسيط والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد- المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (15): مؤشر الشدة اليومية البسيط والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة- الحسين للمدة (1955-2023)

5- مؤشر (CWD) الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم): يُعد من المؤشرات المناخية المهمة؛ إذ يعكس عدد الأيام المتواصلة التي تتساقط فيها الأمطار بكميات تعادل أو تتجاوز 1 ملم/يوم. يُظهر هذا المؤشر مدى توزيع الأمطار على فترات زمنية طويلة أو تركزها في فترات زمنية قصيرة، ويعكس هذا المؤشر تفاوتاً واضحاً في توزيع الأمطار مكانياً وزمانياً. من خلال تحليل الأشكال (16)، (17)، و(18)، يتضح انخفاض ملحوظ في عدد الأيام الممطرة المتتالية، خاصة في المناطق ذات المناخ شبه الجاف مثل محطة الموصل، كما هو موضح في الجدول (16). فضلاً عن أنه قد لوحظ ارتفاع في نسبة التذبذب في كل من محطتي الموصل

وبالبرصة - الحسين. الجدير بالذكر أن أعلى نسبة اختلاف عن المعدل العام سُجلت في محطة بغداد - المطار خلال الفترة الأولى، حيث بلغت 47%.

الجدول (16): معدل مؤشر الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1976-1955)، (1977-2000)، (2001-2023)

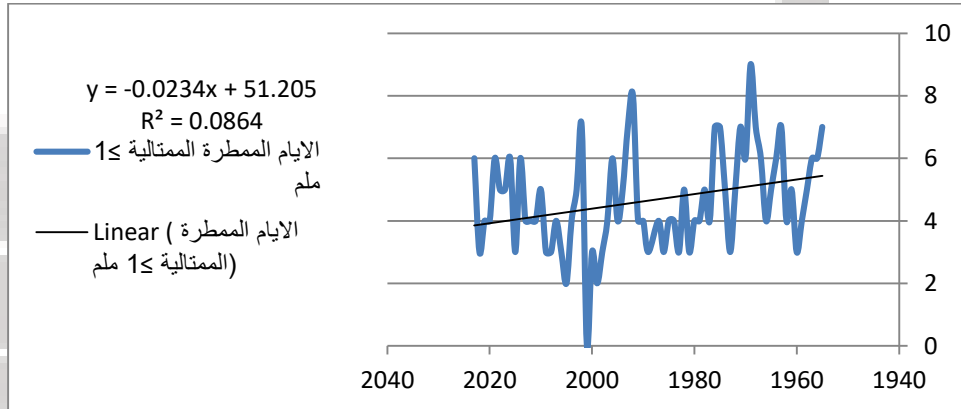
ت	اسم المحطة	68 سنة	1976 - 1955	2000 - 1977	2023-2001
1	الموصل	4.65	5.64	4.17	4.17
2	بغداد- المطار	2.61	2.82	2.59	2.41
3	برصة- الحسين	2.41	2.59	2.55	2.09

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

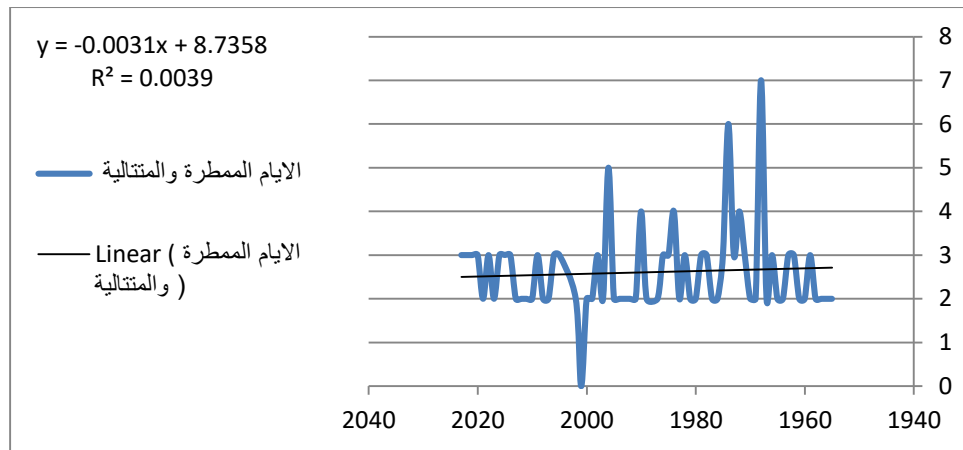
الجدول (17): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف لمؤشر الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1976-1955)، (1977-2000)، (2001-2023)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	1.61	1.50	1.37	1.56	0.10
	نسبة معامل الاختلاف	35%	27%	33%	37%	----
بغداد- المطار	الانحراف المعياري	1.01	1.33	0.85	0.73	0.32
	نسبة معامل الاختلاف	39%	47%	33%	30%	-----
برصة- الحسين	الانحراف المعياري	0.93	0.73	1.14	0.81	0.22
	نسبة معامل الاختلاف	39%	28%	45%	39%	-----

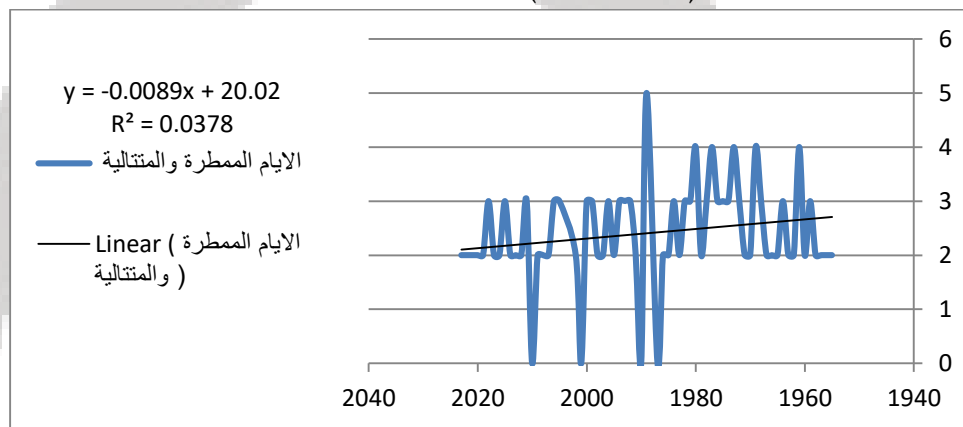
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل (16): مؤشر الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (17): مؤشر الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد- المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (18): مؤشر الأيام الممطرة المتتالية (≤ 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة- الحسين للمدة (1955-2023)

6- مؤشر (CDD) عدد الأيام الجافة المتتالية (> 1 ملم) : يعتمد على تحديد أعلى عدد من الأيام الجافة المتتالية خلال العام، مما يعكس فترات الجفاف اليومية وطولها. كما يظهر من الأشكال (19)، (20)، و(21)، هناك اتجاه واضح لزيادة عدد الأيام الجافة، حيث سجلت محطة بغداد-المطار أعلى قيمة بلغت 211.45 يوماً خلال الفترة الثانية جدول (12). أما بالنسبة لمعدلات الانحراف عن المتوسط الحسابي، فقد تباينت القيم بشكل ملحوظ، خاصة في محطة بغداد، حيث بلغ الانحراف المعياري 47.07 ، ومعامل الاختلاف 23% خلال الفترة الثالثة جول (19)، مما يشير إلى تباين واضح في شدة الجفاف بين الفترات المختلفة.

الجدول (18): معدل الأيام الجافة المتتالية (> 1 ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

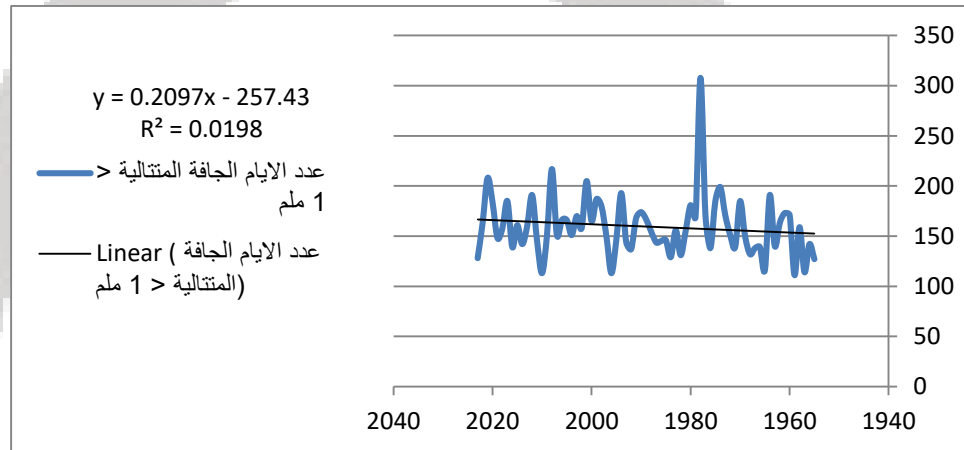
ت	اسم المحطة	68 سنة	1976 - 1955	2000 - 1977	2023-2001
1	الموصل	159.60	151.55	163.43	163.48
2	بغداد- المطار	200.33	181.27	211.45	208.27
3	بصرة- الحسين	197.89	189.82	195.59	208.27

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

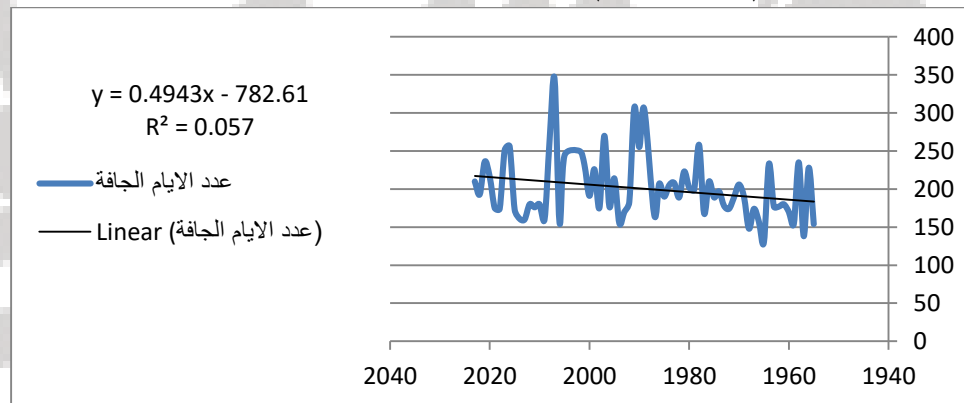
الجدول (19): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف للأيام الجافة المتتالية (> 1 ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللفترات الزمنية (1976-1955)، (2000-1977)، (2023-2001)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023	الانحراف بين الفترات
الموصل	الانحراف المعياري	30.09	25.51	37.32	25.46	6.83
	نسبة معامل الاختلاف	19%	17%	23%	16%	----
بغداد-المطار	الانحراف المعياري	42.14	28.94	43.20	47.07	9.55
	نسبة معامل الاختلاف	21%	16%	20%	23%	-----
بصرة-الحسين	الانحراف المعياري	40.01	39.69	42.36	37.40	2.48
	نسبة معامل الاختلاف	20%	21%	22%	18%	-----

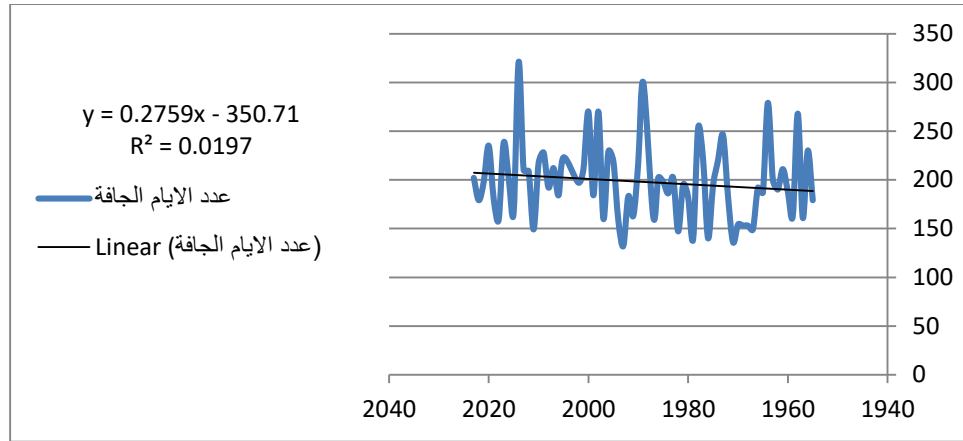
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل (19): مؤشر الأيام الجافة المتتالية (> 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (20): مؤشر الأيام الجافة المتتالية (> 1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد-المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (21) مؤشر الأيام الجافة المتتالية (>1 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي

لمحطة البصرة- الحسين للمدة (1955-2023)

7- مؤشر (R10 mm) عدد الأيام ذات الهطولات المطرية التي تتراوح بين (10-19.9 ملم/يوم): تشير البيانات الموضحة في الأشكال (22)، (23)، (24) إلى انخفاض ملحوظ في عدد الأيام ذات الهطولات المطرية التي تراوحت قيمها بين (10-19.9 ملم/يوم). وسجلت محطة الموصل أعلى انخفاض بين الفترة الأولى والثالثة، كما يظهر في الجدول (20). أما محطة بغداد-المطار فقد سجلت أعلى نسبة اختلاف بلغت 75% مقارنة بالمعدل العام، على الرغم من انخفاض عدد الأيام الممطرة خلال الفترة الثالثة.

الجدول (20): معدل عدد الأيام التي أمطارها تراوحت بين (10-19.9 ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللفترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

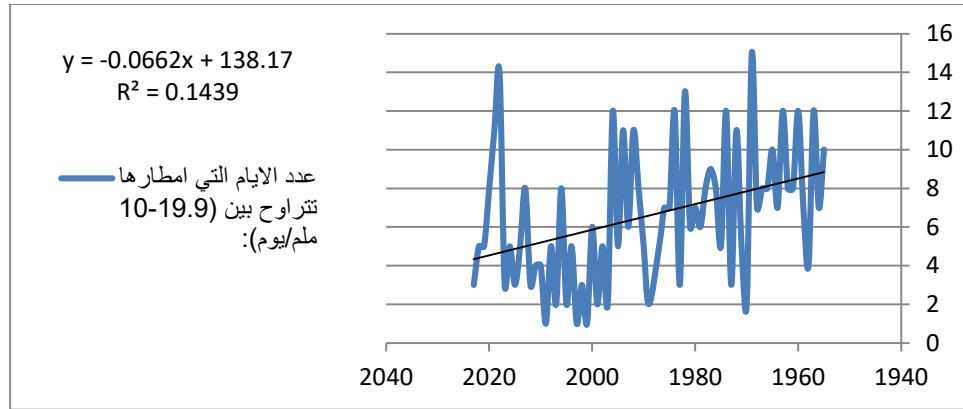
ت	اسم المحطة	68 سنة	1955 - 1976	2000 - 1977	2001 - 2023
1	الموصل	6.59	8.23	6.87	4.74
2	بغداد- المطار	2.18	2.73	2.00	1.82
3	بصرة- الحسين	2.29	2.50	2.55	1.82

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

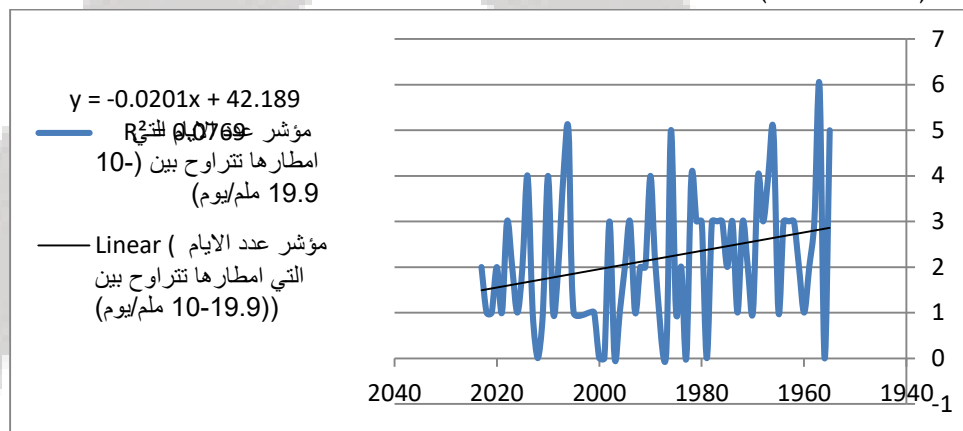
الجدول (21): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف لعدد الأيام التي أمطارها تراوحت بين (10-19.9 ملم/يوم) للمدة (1955-2023) وللفترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001 - 2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	3.52	3.29	3.27	3.24	0.03
	نسبة معامل الاختلاف	54%	40%	48%	68%	----
بغداد- المطار	الانحراف المعياري	1.48	1.49	1.48	1.37	0.07
	نسبة معامل الاختلاف	68%	54%	74%	75%	-----
بصرة- الحسين	الانحراف المعياري	1.53	1.71	1.53	1.26	0.23
	نسبة معامل الاختلاف	67%	68%	60%	69%	-----

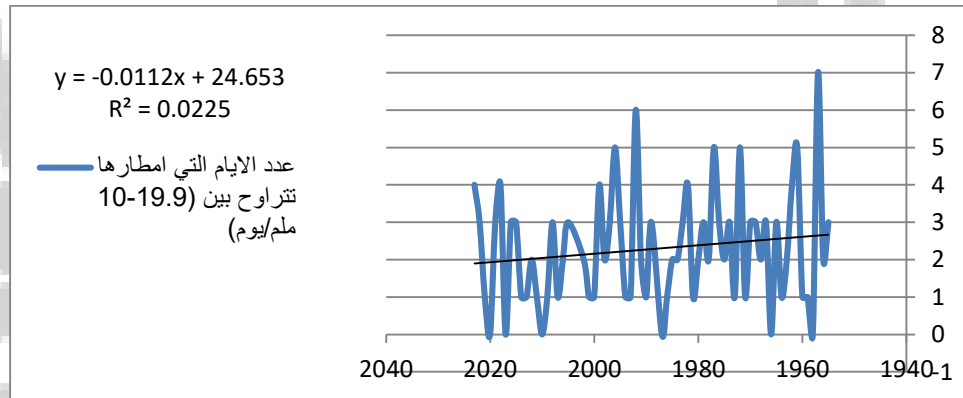
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل (22): مؤشر عدد الأيام التي أمطارها تتراوح بين (10-19.9 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل (23): مؤشر عدد الأيام التي أمطارها تتراوح بين (10-19.9 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد-المطار للمدة (1955-2023)



الشكل (24): مؤشر عدد الأيام التي أمطارها تتراوح بين (10-19.9 ملم/يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة-الحسين للمدة (1955-2023)

8- مؤشر ($R_{20\text{ mm}}$) عدد الأيام التي تسجل فيها كميات أمطار $20 \leq$ ملم/يوم : يشير إلى اتجاه عام نحو الارتفاع في محطتي بغداد- المطار و البصرة - الحسين ، كما يتضح من الأشكال (25)، (26)، و(27). ويزداد هذا الاتجاه وضوحًا كلما توجهنا جنوبًا. وقد سجلت محطة الموصل أعلى متوسط في الفترة الثانية، فقد بلغ عدد الأيام (4 أيام)، كما هو موضح في الجدول (22). أما أعلى نسبة اختلاف، فقد سُجلت في محطة

بغداد-المطارالتي بلغت (123%)، وفقًا للجدول (23). ويعكس هذا التباين الكبير ارتفاعًا في تذبذب كميات الأمطار التي تساوي أو تتجاوز 20 ملم/يوم.

الجدول(22): معدل عدد الأيام التي أمطارها (≤ 20 ملم / يوم) للمدة (1955-2023) وللفترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

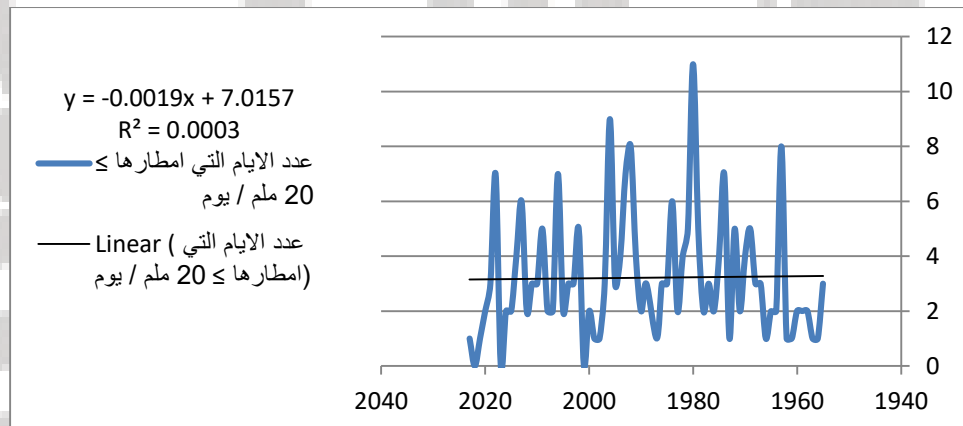
ت	اسم المحطة	68 سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023
1	الموصل	3.22	2.82	4.00	2.83
2	بغداد- المطار	1.12	1.45	0.55	1.36
3	بصرة- الحسين	1.24	0.95	1.50	1.27

المصدر: الباحث بالاعتماد على ملاحق رقم (1) (2) (3).

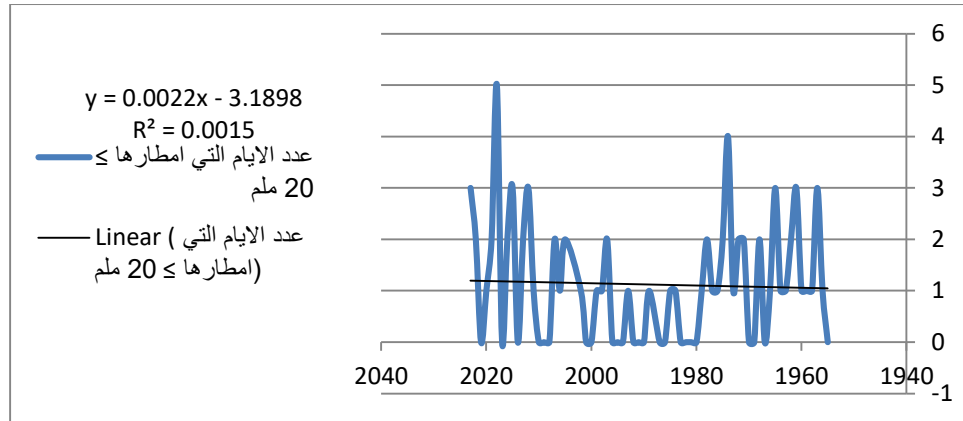
الجدول(23): الانحراف المعياري ونسبة معامل الاختلاف لعدد الأيام التي أمطارها (≤ 20 ملم / يوم) للمدة (1955-2023) وللفترات الزمنية (1955-1976)، (1977-2000)، (2001-2023)

اسم المحطة	صنف البيانات	(68) سنة	1955 - 1976	1977 - 2000	2001-2023	الانحراف بين معدلات الفترات الثلاث
الموصل	الانحراف المعياري	2.28	1.97	2.65	2.04	0.37
	نسبة معامل الاختلاف	71%	70%	66%	72%	-----
بغداد- المطار	الانحراف المعياري	1.14	1.10	0.67	1.36	0.35
	نسبة معامل الاختلاف	102%	76%	123%	100%	-----
بصرة- الحسين	الانحراف المعياري	1.22	0.84	1.50	1.20	0.33
	نسبة معامل الاختلاف	98%	88%	100%	94%	-----

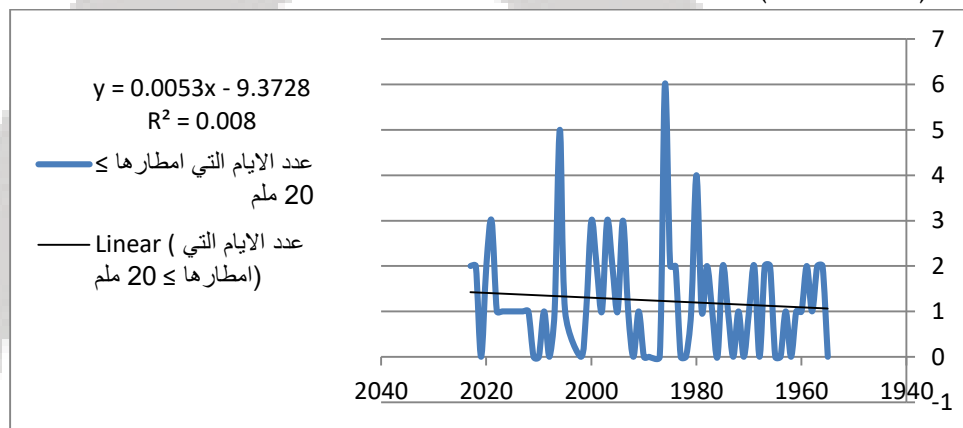
المصدر: الباحث بالاعتماد على الملاحق رقم (1)، (2)، (3) ومعادلة الانحراف المعياري و نسبة معامل الاختلاف.



الشكل(25): مؤشر عدد الأيام التي أمطارها (≤ 20 ملم / يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)



الشكل(26): مؤشر عدد الأيام التي أمطارها (≤ 20 ملم / يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة بغداد- المطار للمدة (1955-2023)



الشكل(27): مؤشر عدد الأيام التي أمطارها (≤ 20 ملم / يوم) والاتجاه المستقبلي لمحطة البصرة- الحسين للمدة (1955-2023)

الاستنتاجات:

1- أظهرت الدراسة أن المناطق شبه الجافة الأكثر تأثراً من المناطق الجافة في التغيرات المناخية، تعاني من انخفاض ملحوظ في كميات الأمطار اليومية مع زيادة في شدة الأمطار خلال فترات قصيرة، فضلاً عن طول فترات الجفاف. هذه الظاهرة تعكس تأثيرات التغير المناخي بشكل كبير، و تتغير أنماط الهطول لتصبح أكثر تقلباً.

2- الزيادة في المؤشرات $R20\text{ mm}$, HDR/ASY , $SDII$, $RX1day$: تشير إلى تركيز الأمطار في أيام قليلة وبكميات كبيرة؛ مما يؤدي إلى زيادة خطر السيول والفيضانات تؤدي إلى عدم انتظام توزيع المياه؛ إذ يصعب تخزين كميات كبيرة من المياه التي تهطل بسرعة في وقت قصير، يمكن أن يؤدي إلى تآكل التربة وانجرافها، ويسبب أضراراً للمحاصيل نتيجة تجمع المياه والإغراق المفاجئ؛ مما يضر بالتوازن البيئي.

3- انخفاض مؤشر $R10\text{ mm}$: يشير إلى قلة الأيام التي تتساقط فيها كميات متوسطة من الأمطار؛ مما قد يؤدي إلى انخفاض الترطيب التدريجي للتربة، وبالتالي تقليل تغذية المياه الجوفية التي تعتمد على الأمطار المعتدلة والمستمرة.

4- انخفاض $PRCPTOT$ وزيادة CDD : تعني تناقص عدد الأيام الممطرة وزيادة فترات الجفاف، فهذا يشير إلى تحول نحو ظروف أكثر جفافاً في المنطقة. ويعني أن المنطقة قد تواجه نمطاً من الجفاف المتزايد مع قلة فترات الأمطار المستمرة. إذ إن المنطقة قد شهدت فترات جفاف أطول أو أن الأمطار أصبحت أقل تواتراً؛

مما يؤثر سلبًا على موارد المياه السطحية والجوفية، وتؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي ويؤديان إلى تقليل رطوبة التربة؛ مما يؤثر سلبًا على الإنتاج الزراعي وصعوبة نمو المحاصيل بسبب تقطع فترات الري الطبيعي. ويزيد الحاجة إلى الري الصناعي وزيادة مخاطر التصحر، خاصة في المناطق الهشة بيئيًا.

5- زيادة شدة الأمطار (SDII و RX1day): تعكس زيادة في حدة الظواهر الجوية (المتطرفة) نتيجة الاحتباس الحراري؛ إذ يؤدي ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى زيادة التبخر وتكثف السحب.

المقترحات:

- 1- دلالات تغير المناخ، تتطلب سياسات استباقية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة ومواجهة تأثيراتها على الأنظمة الطبيعية والبشرية.
- 2- التخطيط للتكيف مع هذه الظواهر يجب أن يكون شاملاً ومستداماً ليحمي المياه والبيئة والزراعة والبنية التحتية.
- 3- زيادة الأمطار الغزيرة تتطلب تطوير أنظمة صرف فعالة لمنع الفيضانات. يجب تعزيز أنظمة إدارة المياه والبنية التحتية للتكيف مع الفيضانات والجفاف.

المصادر:

- 1- تغير المناخ (2021) (ملخص للعموم) منشورات (IPCC).
- 2- جمهورية العراق (2010)، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الإدارية.
- 3- جمهورية العراق (2024) ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة.
- 4- حميدي(2023) ميثم عبد الكاظم، الاتجاه العام لدرجات الحرارة في العراق ولعاقتهتركز غازات الدفيئة، مجلة لارك.

DOI [/https://doi.org/10.31185](https://doi.org/10.31185)

- 5- شركاء ريكار (2017) ،التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ (التقرير الرئيسي) ، المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية.
- 6- كتاب ،الجبوري (2014) ، سلام هاتف احمد ، علم المناخ التطبيقي، جامعة بغداد ، الطبعة الأولى .
- 7- كتاب ،الزيادي (2023)، صلاح مهدي ، الإحصاء الجغرافي ، مطبعة النباهة، الطبعة الأولى.
- 8- كتاب، العزاوي (2015) ، علي ، الأساليب الكمية الإحصائية في الجغرافية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع .
- 9- كتاب، عاروري(2013)، فتحي احمد ، المعاينة الإحصائية طرقها واستخداماتها، شركة دار الاكاديميون للنشر والتوزيع.

References:

- 1- IPCC (2021). Climate Change: Summary for Policymakers. Publications of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- 2- Republic of Iraq (2010). Administrative Map of Iraq. Ministry of Water Resources, General Commission for Survey.

- 3– Republic of Iraq (2024). Unpublished Data. Ministry of Transport and Communications, General Authority for Meteorology and Seismology.
- 4– Hamidi, M. A. K. (2023). The General Trend of Temperature in Iraq and Its Relationship with Greenhouse Gas Concentration. Lark Journal.

DOI <https://doi.org/10.31185/>

- 5– RICCAR Partners (2017). The Arab Climate Change Assessment Report (Main Report). Regional Initiative for the Assessment of the Impact of Climate Change on Water Resources and Socio–Economic Vulnerability in the Arab Region.
- 6– Jubouri, S. H. A. (2014). Applied Climatology. University of Baghdad, First Edition.
- 7– Ziyadi, S. M. (2023). Geographical Statistics. Al–Nabah Printing Press, First Edition.
- 8– Azzawi, A. (2015). Quantitative Statistical Methods in Geography. Al–Yazouri Scientific Publishing and Distribution.
- 9– Arouri, F. A. (2013). Statistical Sampling: Methods and Applications. Academic House for Publishing and Distribution.

ملحق (1) مؤشرات التغير المناخي على الأمطار والجفاف اليومية لمحطة الموصل للمدة (1955-2023)

HDR/AS (Y)	ΣRmm	R20 mm	R10 mm	CDD	CWD	SDII	PRCPTO T	RX1d ay	العام المؤشر
10%	365.1 0	3	10	127	7	7.94	46	35.5	1955
9%	296.7 0	1	7	142	6	5.93	50	25.3	1956
7%	459.9 0	1	12	114	6	6.57	70	33.0	1957
12%	208.2 0	2	4	159	5	6.51	32	24.2	1958
10%	332.1 0	2	7	111	4	6.92	48	32.5	1959
10%	315.0 0	2	12	171	3	7.50	42	31.0	1960
9%	317.0 0	1	8	173	5	6.10	52	29.5	1961
8%	270.3 0	1	8	163	4	12.2 9	22	22.6	1962
7%	603.5 0	8	12	140	7	9.01	67	40.4	1963
11%	304.6 0	2	7	191	6	7.43	41	34.1	1964
7%	362.4 0	2	10	116	5	6.36	57	24.0	1965
7%	303.5 0	1	8	139	4	5.62	54	20.9	1966
15%	471.1 0	3	8	138	6	6.64	71	71.6	1967
9%	409.2 0	3	7	132	7	6.50	63	38.1	1968
5%	528.9 0	5	15	150	9	7.15	74	25.5	1969
15%	275.4 0	4	2	185	6	8.61	32	42.6	1970
21%	298.4 0	2	5	139	7	7.85	38	61.5	1971
8%	440.8 0	5	11	151	5	8.01	55	35.9	1972

25%	204.6 0	1	3	171	3	7.58	27	50.2	1973
9%	495.9 0	7	12	199	5	11.2 7	44	46.5	1974
11%	384.7 0	4	5	185	7	7.69	50	42.0	1975
8%	390.3 0	2	8	138	7	6.20	63	29.5	1976
11%	340.3 0	3	9	171	4	8.10	42	37.5	1977
10%	262.2 0	2	8	308	5	7.28	36	25.5	1978
7%	334.3 0	5	6	169	4	8.15	41	23.2	1979
10%	542.9 0	11	7	181	4	13.5 7	40	53.1	1980
13%	427.4 0	5	6	155	3	9.50	45	55.5	1981
9%	425.4 0	4	13	131	5	9.67	44	38.0	1982
17%	251.9 0	2	3	156	3	6.14	41	43.0	1983
7%	456.7 0	6	12	129	4	9.32	49	33.3	1984
11%	301.4 0	3	7	146	4	7.35	41	34.4	1985
13%	373.0 0	3	7	145	3	7.17	52	50.3	1986
16%	215.0 0	1	5	144	4	6.32	34	33.4	1987
25%	166.1 0	3	2	167	3	11.0 7	15	41.6	1989
10%	255.2 0	2	5	174	4	7.51	34	24.8	1990
26%	364.9 0	4	8	168	4	13.5 1	27	96.2	1991
10%	558.3 0	8	11	137	8	7.98	70	53.1	1992
13%	472.8 0	7	6	144	7	12.1 2	39	63.6	1993

6%	422.3 0	4	11	193	5	7.97	53	27.1	1994
14%	282.3 0	3	5	146	4	8.55	33	38.4	1995
8%	528.0 0	9	12	113	6	8.95	59	41.1	1996
21%	166.1 0	3	2	150	4	8.31	20	34.5	1997
16%	222.2 0	1	5	180	3	6.94	32	35.2	1998
23%	117.8 0	1	2	187	2	6.20	19	26.7	1999
11%	272.8 0	2	6	165	3	7.58	36	30.5	2000
29%	40.90	0	1	205	0	5.11	8	11.7	2001
18%	259.9 0	5	3	158	7	7.43	35	48.0	2002
16%	225.8 0	3	1	170	5	7.06	32	37.2	2003
21%	328.0 0	3	5	151	4	8.63	38	67.9	2004
21%	106.5 0	2	2	166	2	6.66	16	22.5	2005
13%	511.3 0	7	8	166	3	14.2 0	36	66.8	2006
17%	193.0 0	2	2	151	4	5.68	34	32.0	2007
15%	215.5 0	2	5	217	3	8.98	24	32.8	2008
36%	354.9 0	5	1	151	3	10.1 4	35	126. 0	2009
55%	501.4 0	3	4	113	5	16.1 7	31	275. 0	2010
26%	254.3 0	3	4	145	4	7.71	33	65.3	2011
16%	274.0 0	2	3	191	4	6.37	43	42.8	2012
10%	449.1 0	6	8	160	4	9.36	48	46.8	2013

13%	320.9 0	4	5	142	6	7.64	42	42.9	2014
28%	213.6 0	2	3	161	3	9.29	23	60.6	2015
12%	216.0 1	2	5	139	6	7.20	30	26.8	2016
9%	145.1 0	0	3	185	5	5.18	28	12.7	2017
10%	583.6 0	7	14	158	5	10.4 2	56	61.0	2018
13%	525.3 0	3	11	148	6	12.5 1	42	66.8	2019
7%	317.4 0	2	8	184	4	7.21	44	22.9	2020
13%	163.5 0	1	5	208	4	7.11	23	21.0	2021
9%	193.8 0	0	5	163	3	5.70	34	16.9	2022
22%	247.5 0	1	3	128	6	6.69	37	54.4	2023

المصدر: الباحث بالاعتماد على :جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، 2024.

ملحق (2) مؤشرات التغير المناخي على الأمطار والجفاف اليومية لمحطة بغداد- المطار للمدة (1955-2023)									
HDR/) (ASY	ΣR mm	R20 mm	R10 mm	CDD	CWD	SDII	PRCPT OT	RX1 day	العام المؤشر
10%	167. 70	0	5	154	2	6.45	26	17	1955
27%	93.0 0	1	0	228	2	5.81	16	25	1956
15%	336. 00	3	6	138	2	8.20	41	48.9	1957
27%	123. 40	1	3	235	2	8.23	15	33.5	1958
38%	170. 40	1	2	154	3	7.75	22	65	1959

27%	78.2 0	1	1	170	2	5.59	14	21.3	1960
12%	213. 30	3	2	180	2	7.62	28	26.5	1961
27%	176. 50	2	3	177	3	7.67	23	47.7	1962
19%	154. 70	1	3	177	3	6.45	24	29	1963
29%	92.3 0	1	3	233	2	5.77	16	26.8	1964
22%	129. 90	3	1	130	2	8.12	16	29.2	1965
18%	127. 40	1	5	157	3	7.08	18	22.3	1966
12%	130. 40	0	4	174	2	5.67	23	15.9	1967
27%	260. 10	2	3	148	7	8.13	32	71	1968
14%	119. 60	0	4	190	2	5.70	21	16.3	1969
25%	76.5 0	0	1	206	2	5.46	14	19.3	1970
16%	177. 80	2	2	189	3	9.36	19	28.9	1971
30%	191. 20	2	3	174	4	7.35	26	58	1972
29%	97.1 0	1	1	178	3	5.39	18	28.2	1973
13%	284. 10	4	3	197	6	7.10	40	37.6	1974
21%	192. 70	2	2	189	3	7.41	26	40.4	1975
21%	111. 50	1	3	210	2	4.85	23	23.8	1976
16%	139. 70	1	3	168	2	4.51	31	23	1977

25%	103.40	2	3	258	3	8.62	12	25.9	1978
33%	78.20	1	0	199	3	4.60	17	26	1979
14%	138.10	0	3	202	2	6.00	23	19.4	1980
17%	109.90	0	3	223	2	5.00	22	18.4	1981
15%	118.00	0	4	189	3	4.72	25	17.2	1982
13%	57.80	0	0	208	2	3.85	15	7.8	1983
21%	118.10	1	2	205	4	6.95	17	24.5	1984
32%	90.80	1	1	190	3	6.98	13	29.2	1985
13%	144.80	0	5	207	3	7.24	20	19.3	1986
17%	30.70	0	0	166	2	3.07	10	5.1	1987
44%	60.90	1	2	305	2	12.18	5	26.9	1989
19%	88.40	0	4	255	4	6.31	14	17.2	1990
24%	51.80	0	2	307	2	5.18	10	12.5	1991
21%	80.30	0	2	183	2	5.74	14	16.5	1992
32%	79.70	1	1	170	2	6.13	13	25.3	1993
15%	128.10	0	3	155	2	5.82	22	18.9	1994
19%	95.80	0	2	214	2	5.99	16	18.4	1995
12%	86.60	0	1	177	5	3.77	23	10.5	1996

40%	86.4 0	2	0	270	2	9.60	9	34.2	1997
25%	115. 80	1	3	175	3	5.79	20	28.4	1998
38%	53.3 0	1	0	226	2	4.44	12	20.3	1999
17%	57.6 0	0	0	191	2	4.80	12	9.9	2000
20%	59.0 0	0	1	232	0	4.92	12	12	2001
26%	91.1 0	1	1	250	2	5.06	18	23.9	2002
35%	97.4 0	2	1	244	3	9.74	10	34.1	2005
15%	168. 10	1	5	156	3	6.72	25	25.8	2006
23%	138. 60	2	4	345	2	8.66	16	32	2007
22%	59.1 0	0	2	263	2	5.37	11	13.2	2008
15%	67.5 0	0	1	160	3	4.82	14	10	2009
14%	92.5 0	0	4	180	2	5.14	18	12.6	2010
29%	95.2 0	1	1	176	2	5.95	16	27.8	2011
37%	183. 10	3	0	180	2	15.26	12	67.5	2012
30%	296. 70	2	1	160	2	14.84	20	89.1	2013
16%	108. 00	0	4	161	3	5.68	19	17.8	2014
28%	190. 90	3	2	173	3	10.61	18	54.1	2015
28%	104. 50	2	1	256	3	6.53	16	29.6	2016

18%	71.8 0	0	2	251	2	4.79	15	13.2	2017
14%	284. 20	5	3	174	3	10.53	27	39.2	2018
28%	146. 92	2	1	175	2	6.39	23	40.5	2019
51%	155. 52	1	2	216	3	10.37	15	78.6	2020
46%	25.0 1	0	1	236	3	3.57	7	11.5	2021
35%	87.8 2	2	1	193	3	7.32	12	30.9	2022
21%	194. 41	3	2	210	3	10.80	18	40.7	2023

المصدر: الباحث بالاعتماد على :جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، 2024.

ملحق (3) مؤشرات التغير المناخي على الأمطار والجفاف اليومية لمحطة البصرة- الحسين للمدة (1955-2023)									
HDR/A (SY)	ΣR mm	R20 mm	R10 mm	CDD	CW D	SDII	PRCPT OT	RX1 day	العام المؤشر
16%	104. 80	0	3	179	2	6.16	17	17	1955
18%	137. 20	2	2	230	2	5.72	24	24.8	1956
16%	224. 90	2	7	161	2	9.00	25	35.5	1957
36%	76.7 0	1	0	268	2	6.39	12	27.4	1958
26%	114. 80	2	1	163	3	7.65	15	29.7	1959
26%	79.5 0	1	1	188	2	7.23	11	20.3	1960
15%	154. 50	1	5	211	4	6.72	23	23.8	1961

17%	90.6 0	0	4	190	2	6.47	14	15.2	1962
20%	100. 20	1	2	200	2	6.68	15	20.3	1963
34%	31.9 0	0	1	279	3	4.56	7	11	1964
20%	85.7 0	0	3	187	2	5.71	15	17.5	1965
28%	98.4 0	2	0	192	2	7.03	14	27.8	1966
19%	156. 50	2	3	149	2	6.80	23	29	1967
19%	97.8 0	0	2	153	3	5.75	17	18.1	1968
20%	174. 90	2	3	153	4	8.33	21	35.8	1969
26%	148. 40	1	3	154	2	7.42	20	38.7	1970
10%	113. 70	0	1	136	2	4.55	25	11	1971
17%	181. 80	1	5	183	3	5.68	32	30.7	1972
32%	51.7 0	0	1	246	4	5.74	9	16.7	1973
17%	170. 80	1	3	220	3	6.57	26	29.3	1974
16%	181. 20	2	2	194	3	6.71	27	29.3	1975
12%	152. 80	0	3	140	3	4.24	36	17.6	1976
13%	150. 00	1	5	221	4	7.89	19	20.2	1977
20%	118. 40	2	2	253	3	6.58	18	24.2	1978
21%	152. 90	1	3	139	2	8.49	18	32.2	1979

17%	167. 40	4	2	182	4	7.28	23	28.1	1980
25%	84.0 0	1	1	195	3	4.67	18	21.3	1981
12%	122. 10	0	4	147	3	4.52	27	15.1	1982
18%	99.9 0	0	3	202	2	6.66	15	18.3	1983
26%	177. 90	2	2	186	3	8.90	20	45.4	1984
52%	140. 10	2	2	198	2	17.51	8	73.2	1985
20%	286. 70	6	1	202	2	12.47	23	58.5	1986
19%	51.7 0	0	0	162	0	3.98	13	9.6	1987
26%	66.5 0	0	3	300	5	6.65	10	17.5	1989
25%	47.2 0	0	1	218	0	5.90	8	11.6	1990
31%	183. 90	1	2	163	2	10.22	18	57	1991
14%	138. 10	0	6	183	3	6.28	22	19.1	1992
28%	83.0 0	1	1	132	3	4.61	18	22.9	1993
20%	146. 00	3	1	158	3	7.30	20	28.5	1994
17%	124. 80	1	3	219	2	6.24	20	21	1995
15%	193. 00	2	5	229	3	10.72	18	29.4	1996
16%	181. 90	3	3	160	2	9.57	19	30	1997
30%	74.2 0	1	2	270	2	6.75	11	22.1	1998

31%	238. 60	2	4	184	3	12.56	19	73.6	1999
26%	128. 80	3	1	270	3	8.59	15	33	2000
40%	66.3 0	1	1	211	0	6.63	10	26.6	2001
20%	76.9 0	0	2	197	2	6.41	12	15.7	2002
28%	94.0 0	1	3	223	3	5.53	17	26	2005
16%	175. 30	5	2	184	3	10.31	17	27.5	2006
51%	65.8 0	1	1	212	2	10.97	6	33.6	2007
27%	67.1 0	0	3	192	2	6.71	10	18	2008
22%	92.0 0	1	1	228	2	4.60	20	20	2009
20%	31.9 0	0	0	217	0	2.90	11	6.5	2010
19%	63.9 0	0	1	149	3	3.20	20	12.2	2011
19%	123. 00	1	2	209	2	7.24	17	23.8	2012
61%	48.3 0	1	1	210	2	9.66	5	29.6	2013
73%	60.5 0	1	1	321	2	30.25	2	44	2014
17%	131. 51	1	3	166	3	7.31	18	22	2015
23%	86.9 1	1	3	202	2	7.24	12	20	2016
57%	64.1 0	1	0	238	2	7.12	9	36.3	2017
18%	151. 30	1	4	159	3	6.58	23	27.2	2018

16%	192.11	3	3	180	2	7.38	26	30.4	2019
29%	84.01	2	0	235	2	6.00	14	24.4	2020
37%	32.21	0	1	198	2	3.22	10	12.0	2021
18%	125.61	2	3	179	2	6.97	18	22	2022
24%	169.30	2	4	202	2	7.69	22	40	2023

المصدر: الباحث بالاعتماد على: جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأمناء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، 2024.