

## Analysis of Daily Rainfall Extremes in Iraq

Asst. Prof. Ahmed Lafta Hamad Al-Budeiri (PhD)  
Ministry of Education-Wasit Education Directorat  
Open Educational College-Section of Suwairah  
[ahmedlabudeiri@gmail.com](mailto:ahmedlabudeiri@gmail.com)

Copyright (c) 2024 (Asst. Prof. Ahmed Lafta Hamad Al-Budeiri (PhD))

DOI: <https://doi.org/10.31973/h9djws08>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### Abstract:

Understanding the spatial and temporal patterns of the rainfall extremes and their variations is fundamental to reduce the impact of risks associated with those phenomena in light of global warming. Accordingly, the current study provides an estimation of the temporal and spatial trends of rainfall extreme indices in Iraq over the period (1985-2020). Based on the data of the Iraqi Meteorological Organizations for ten climate stations, eight indices to determine rainfall extremes are assessed. The linear test equation test has been used. The results showed the presence of varying trends in most rain extreme indicators: the annual rainfall amount index for wet days (PRCPTOT) recorded an increasing trend, amounting to (2.8 mm) with a decrease in some areas. The daily rainfall intensity index (SDII) also increased by (0.19) mm with a decrease in some northern and western regions. The two indicators (R10, R20) verified a slight increase with a decrease in some southern, northern, and western regions. The two indicators (R95, R99) acknowledged a noticeable increase of (2.5, and 2.7) mm per decade, respectively, in Iraq, with an obvious decrease in the Basra station by (-6.9 - -4.9) mm, respectively. As for the successive drought days index (CDD) indicated a clear decrease amounting to (-4.9) mm per decade, with an increase in some stations (RUTBA, BAIJI, KIRKUK), the indicator of the number of successive wet days (CWD) showed a slight increase (day per decade). The current study comes up with that the phenomenon of Climate change and its fluctuations plays a vital role in increasing the cases of changes in rainfall extremes indicators, which can be regarded as a great challenge and danger to future generations. Additionally, the results of the study can help in assessing the risks of rainfall phenomena such as drought and floods.

**Keywords:** climate change, daily rain, Iraq, rainfall extremes indices, trend

## تحليل تطرفات الامطار اليومية في العراق

أ.م. د. أحمد لفته حمد البديري

وزارة التربية /المديرية العامة لتربية واسط

الكلية التربوية المفتوحة /فرع الصويرة

[ahmedalbudeiri@gmail.com](mailto:ahmedalbudeiri@gmail.com)

### (مُلخَصُ البَحْث)

يُعدُّ فهم التباين المكاني والزمني لأحداث تساقط الأمطار الشديدة وتغيراتها أمراً بالغ الأهمية؛ لتقليل أثر المخاطر المرتبطة بالظواهر المتطرفة، في ظل الاحترار العالمي؛ لذا تقدم الدراسة الحالية على مستوى كبير من الأهمية تقييم الاتجاهات الزمانية والمكانية لمؤشرات تطرفات الأمطار في العراق للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠) باستعمال ثمانية مؤشرات؛ لتحديد تطرفات الأمطار باعتماد بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية لعشر محطات مناخية، وباستعمال اختبار معادلة الاختبار الخطي، كشفت النتائج عن وجود اتجاهات متباينة في أغلب مؤشرات تطرفات الأمطار، إذ سجل مؤشر كمية الأمطار السنوية للأيام الرطبة (PRCPTOT) اتجاهًا متزايداً، بلغ مقداره (٢.٨) ملم مع انخفاض في بعض المناطق، ومؤشر الشدة اليومي للأمطار (SDII) زيادة أيضاً بمقدار (٠.١٩) ملم مع تناقص في بعض المناطق الشمالية والغربية، في حين شهد المؤشران (R10، R20) زيادة طفيفة مع وجود انخفاض في بعض المناطق الجنوبية والشمالية والغربية، في حين سجل المؤشران (R95، R99) تزايداً ملحوظاً بمقدار (٢.٥، ٢.٧) ملم للعقد على التوالي في العراق، مع تناقص ملحوظ في محطة البصرة بمقدار (-٦.٩ - -٤.٩) ملم على التوالي، أما مؤشر أيام الجفاف المتعاقبة (CDD) فشهد تناقصاً واضحاً بلغ (-٤.٩) ملم للعقد، مع وجود تزايد في بعض المحطات (الرطوبة، بي جي، كركوك)، وجاء مؤشر عدد الأيام الرطبة المتعاقبة (CWD) باتجاه طفيف نحو التزايد يوم للعقد، وبحسب الدراسة الحالية فإن ظاهرة التغيرات المناخية وتقلباتها ساهمت في زيادة حالات التطرف في مؤشرات الأمطار التي تضيف تحديات ومخاطر كبيرة على مستقبل الأجيال القادمة، ويمكن أن تساعد نتائج الدراسة في تقييم مخاطر ظواهر الأمطار مثل: الجفاف والفيضانات.

الكلمات المفتاحية: الاتجاه، الأمطار اليومية، التغير المناخي، العراق، مؤشرات تطرفات الأمطار.

## أولاً: مقدمة:

تُعدُّ التغيرات الزمانية والمكانية في الظواهر المناخية المتطرفة تحدياً كبيراً في الوقت الحالي بما لها من اضرار جسيمة على الزراعة والبيئة والبنية التحتية والحياة البشرية (García et al., 2007)، و تُعدُّ من أخطر التحديات التي يواجهها المجتمع في التأقلم مع تغيّر المناخ، إذ قد تكون الزخات الغزيرة أكثر تكراراً وشدة مما كانت عليه من قبل، مما يتسبب في أضرار جسيمة في النظم البشرية والطبيعية عبر الفيضانات وتآكل التربة (Sugiyama et al., 2010) إلى جانب أحداث هطول الأمطار الغزيرة والفيضانات، وفي المقابل فإن التكيف يحمل تحدياً خاصاً، إذ يستدعي التخطيط لعدد من مشاريع الموارد المائية (مثل: السدود، والجسور، والخزانات، فأن فهم التغيرات له أهمية كبرى في الماضي والمستقبل وفي المحصلة التنبؤ بما قد يحدث في المستقبل؛ لتحسين القدرة على إدارة المخاطر المرتبطة بظواهر تساقط الأمطار الشديدة، لقد بُذلت جهود عدة لتقييم التغيرات والتنبؤ بها في الأنماط المكانية والزمانية لتساقط الأمطار.

إن أغلب الدراسات في العقود الماضية ركزت على تحليل معدلات درجات الحرارة والأمطار باعتماد البيانات الشهرية في حين يحتاج تحليل تطرفات درجات الحرارة والأمطار إلى بيانات يومية وبرامج متقدمة لتحليل التطرفات المناخية، فضلاً عن صعوبة توفير البيانات اليومية لمدة طويلة مما اوجد فجوات في البيانات (Frich et al., 2002)، و لمعالجة هذه المشكلة تم تشكيل لجنة مشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لعلم المناخ (WMO-CCI) / والفريق العامل المعني بتقلبات المناخ وإمكانية التنبؤ به (CLIVAR)؛ للكشف عن تغير المناخ في عام 1998، وقام فريق الخبراء المعني باكتشاف تغير المناخ ورصده ومؤشراته (ETCCDMI) بتطوير مجموعة من مؤشرات تغير المناخ التي تركز بشكل أساس على الظواهر المتطرفة، هذه المؤشرات مستمدة من بيانات درجة الحرارة اليومية وهطول الأمطار، إذ تم تحديد 27 مؤشراً وتطوير حزميتين برمجيتين، واحدة مكتوبة بلغة (R) (RclimDex) والأخرى مكتوبة بلغة FORTRAN ((FclimDex. متوافرة على موقع الويب <http://etccdi.pacificclimate.org/data.shtml> وهي تقدم وصفاً شاملاً لجميع المؤشرات وتفاصيل إجراءاته.

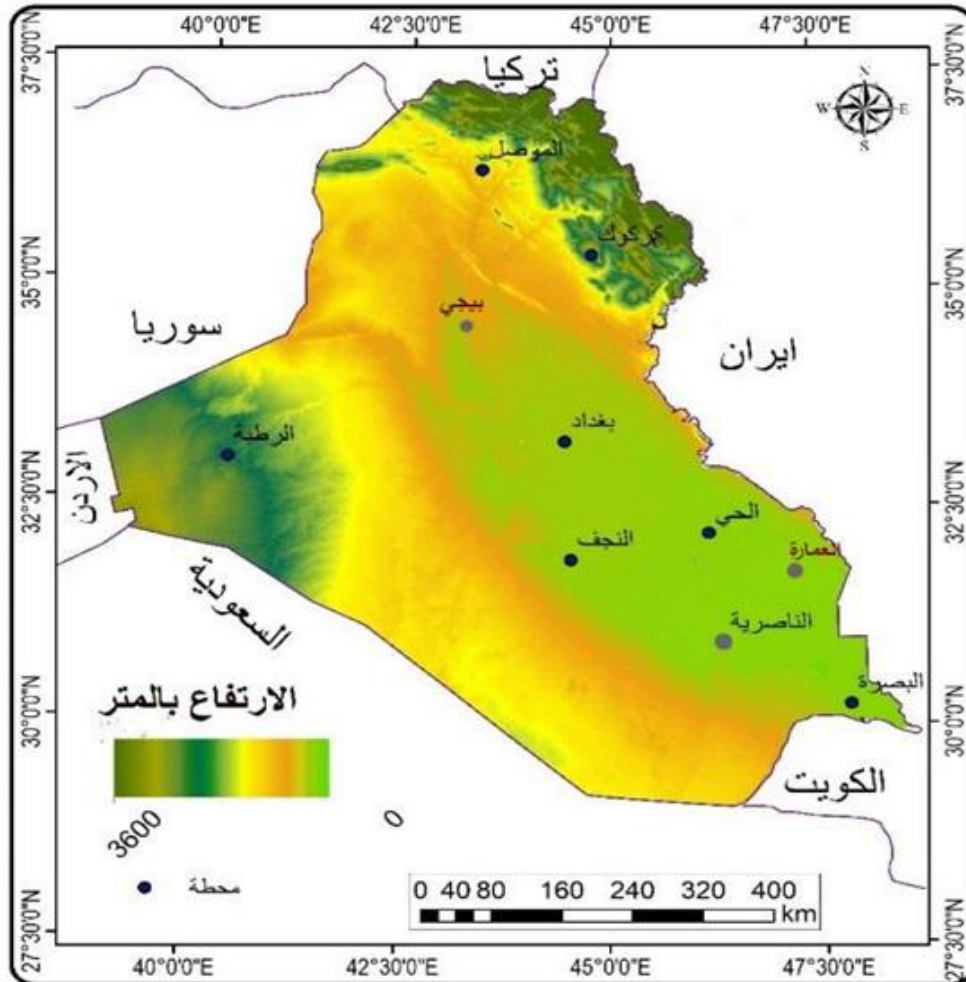
بحثت الكثير من الدراسات السابقة الاتجاهات السنوية للأمطار على مستوى العالم مثل: دراسة (Alexander et al., 2006) فهي بحثت مؤشرات تطرفات درجات الحرارة، والأمطار اليومية في مناطق العالم، وأكدت زيادة درجات الحرارة وزيادة كميات الأمطار

بشكل واسع لكن التغيرات جاءت أقل تماسكا من الناحية المكانية، ودراسة (Donat et al، ٢٠١٣) بحث أغلب مناطق العالم، وأشارت إلى زيادة كميات الأمطار في شرق أمريكا الشمالية وأوروبا الشرقية والدول الاسكندنافية وشمال استراليا والبرازيل، في حين تشير اتجاهات الجفاف من دون دلالة احصائية في شرق آسيا وشمال غرب أمريكا الشمالية وجنوب غرب أوروبا وبعض المناطق في شرق وجنوب غرب استراليا للمدة (١٩٥١ - ٢٠١١) ودراسة (Asadieh & Krakauer، ٢٠١٥) التي بحثت ظواهر الأمطار المتطرفة (١٩٠١ - ٢٠١٠) للعالم، وتوقعت أن تصبح أحداث تساقط الأمطار أكثر حدة في ظل الاحترار العالمي، وأكدت أن بيانات الأمطار والنماذج المناخية تظهر اتجاهات متزايدة في الأمطار، إذ بلغ مقدار الزيادة في الحد الأقصى السنوي للأمطار اليومية بمعدل (٥.٧٣) ملم لسنوات الدراسة، ودراسة (Sun et al، ٢٠٢١) على المستوى العالمي، التي قدمت تحليلاً محدثاً للتغيرات المرصودة في الأمطار اليومية حتى عام ٢٠١٨، ورصدت أن كميات الأمطار الشديدة قد زادت في ثلثي المحطات المدروسة بما فيها آسيا وأفريقيا وأوروبا ومناطق الشرق الأوسط، أما على المستوى المحلي فجاءت دراسة (Salman et al، ٢٠١٨) مركزة على المؤشرات (CDD، CWD، R95، ٩٩R) وكشفت نتائج انخفاض عدد الأيام السنوية الممطرة، وايام الأمطار الغزيرة، والأيام الممطرة المتتالية بنسبة (٦٠، ٥٣، ٤٧%) من المحطات على التوالي للمدة (١٩٦٥ - ٢٠١٥) في المقابل سجلت بعض المحطات تهاجاً متزايداً في كميات الأمطار، فضلا عن الدراسات التي بحثت في خصائص الأمطار اليومية الشمولية منها: دراسة (الكناني، ٢٠١٥)، ودراسة (Mutar et al، ٢٠٢١)، ودراسة (Kadhum et al، ٢٠٢٢) التي فسّرت تساقط الأمطار الغزيرة في العراق.

وبعد عرض الدراسات السابقة التي بحثت في تطرفات الأمطار في أماكن مختلفة، تنفرد دراستنا الحالية في وصف خصائص واتجاهات مؤشرات تطرفات الأمطار اليومية على المدى الطويل للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠) وتبايناتها الزمانية والمكانية في العراق، وستتعلق الدراسة من التساؤل الآتي: ما اتجاهات مؤشرات تطرفات الأمطار اليومية في العراق؟، وفرضت الدراسة أن هناك تبايناً في اتجاهات الأمطار زمانياً ومكانياً، وتتجلى أهمية الدراسة في إدارة مخاطر الجفاف والفيضانات والتكيف مع التغيرات المستقبلية المحتملة، وتسعى الدراسة أيضاً الى تحقيق جملة من الأهداف منها:

١. معرفة مؤشرات تطرفات الأمطار اليومية باستعمال برنامج (RClmDex).
  ٢. تقييم الاتجاهات وتباينها الزمني و المكاني للظواهر المتطرفة.
- ثانياً: حدود منطقة الدراسة:

يقع العراق في الجزء الجنوبي الغربي من قارة آسيا عند دائرتي عرض (٢٩.٠٦°، ٣٧.٠٢٧°) وخطي طول (٣٨.٠٣٩°، ٤٨.٠٣٦°) شرقاً ، تبلغ مساحته الكلية (٤٣٥٠٥٢) كم<sup>٢</sup> يحده من الشمال تركيا ،ومن الشرق إيران ،ومن الغرب سوريا ،والأردن ،ومن الجنوب السعودية والكويت والخليج العربي (السعدي ، ٢٠٠٩ ، ص٧) خريطة (١) ، يصنف مناخ العراق في ثلاثة أقاليم مناخية بحسب تصنيف كوبن الأول لمناخ البحر المتوسط (Csa) الذي يتمثل في الأقسام الشمالية ، والثاني المناخ شبه الجاف (Bsha) الذي يتمثل في جنوب مناخ البحر المتوسط (جنوب الأقسام الشمالية من العراق) ، والثالث المناخ الصحراوي الجاف (Bwha) الذي يظهر الأقسام الجنوبية والوسطى من العراق (خضر ٢٠١٨ ، ص ٤٧٠) خريطة (١) الموقع الفلكي والجغرافي للعراق ومحطات الدراسة المختارة



المصدر الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، أطلس مناخ العراق ، بغداد، العراق ١٩٩٩ ، نموذج الارتفاع الرقمي

## ثالثاً: بيانات الدراسة ومنهجية التحليل:

اعتمدت الدراسة لتحقيق هدفها بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية العراقية، وتمثلت ببيانات الأمطار اليومية لعشر محطات مناخية للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠) جدول (١)، وقبل تحليل البيانات تمت معالجة البيانات المفقودة احصائياً باستعمال الحزمة المناخية (Guijarro, n.d) (Package climatol)، واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل مؤشرات تطرفات الأمطار اليومية واتجاهاتها باستعمال برامج متنوعة ، منها برنامج RClimDex الموصى به من فريق الخبراء المعني بكشف تغير المناخ ومؤشراته (ETCCDI) ، إذ يقوم برنامج RClimDex بحساب ٢٧ مؤشراً للتطرفات المناخية بما فيها درجات الحرارة والأمطار، في هذه الدراسة تم حساب ٨ مؤشرات للأمطار اليومية كما في الجدول (٢) ، فضلاً عن استعمال الاتجاه الخطي طريقة المربعات الصغرى (Least squares) ، كذلك استعمال برنامج (XLSTAT ٢٠٢٠) ، وبرنامج EXCEL لتحديد مقدار التغير والاتجاه، ورسم الأشكال البيانية ، واعتمدنا نظم المعلومات الجغرافية بطريقة الاستكمال المكاني المعكوس (Inverse Distance Weighting (IDW) في برنامج ArcGis ١٠.٨ .

الجدول (١) الموقع الفلكي للمحطات المناخية المختار والارتفاع				
الارتفاع	LAT	LON	المحطة	ID
2	30.31	47.47	البصرة	1
5	31.1	46.14	الناصرية	2
9	31.83	47.17	العمارة	3
53	31.57	44.19	النجف	4
17	32.8	46.2	الحي	5
32	33.18	44.24	بغداد	6
630	33.2	40.17	الربطبة	7
220	34.53	43.32	بيجي	8
331	35.28	44.24	كركوك	9
223	36.19	43.9	الموصل	10

الجدول (٢) مؤشرات التطرف المطري اليومية المستخدمة في الدراسة				
ت	رمز المؤشر	اسم المؤشر	تعريف المؤشر	الوحدة
1	SDII	مؤشر الشدة اليومي للأمطار	مجموع الأمطار السنوية مقسومة على عدد أيام المطر	ملم/ باليوم
2	R10	مؤشر أيام الأمطار الغزيرة	المجموع السنوي لعدد الأيام التي تزيد فيها الأمطار عن ١٠ ملم	يوم
3	R20	مؤشر أيام الأمطار الغزيرة جداً	المجموع السنوي لعدد الأيام التي تزيد فيها الأمطار عن ٢٠ ملم	يوم
4	CDD	مؤشر أيام الجفاف المتعاقبة	العدد السنوي للأيام المتتالية التي تكون فيها الأمطار < ١ ملم	يوم
5	CWD	مؤشر عدد الأيام الرطبة المتعاقبة	العدد السنوي للأيام المتتالية التي تكون فيها الأمطار > ١ ملم	يوم
6	R95	مؤشر المساهمة السنوية من أيام ماطرة للغاية	المجموع السنوي للأمطار لأكثر من ٩٥ %	ملم
7	R99	مؤشر المساهمة السنوية من أيام ماطرة جداً	المجموع السنوي للأمطار لأكثر من ٩٩ %	ملم
8	PRCPTOT	مؤشر كمية الأمطار السنوية للأيام الرطبة	المجموع السنوي للأمطار اليومية	ملم

المصدر : <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>

رابعاً: نتائج الدراسة:

#### ١. مؤشر الشدة اليومي للأمطار (SDII)

يتضح من الجدول (٣) والشكل (١) أن مؤشر الشدة اليومية البسيط للأمطار قد بلغ المتوسط اليومي للعراق (٧) ملم/يوم، وبلغ أعلى متوسط يومي (٨.٨) ملم/يوم في محطة العمارة، وبلغ معدل الانحراف المعياري (١.١) ملم /يوم، ومعدل معامل الاختلاف (٢٠%) وهذا يؤشر قلة تشتت بياناتها، أما العراق فعلى العموم نرصد تزايداً واضحاً بلغ مقداره (٠.١٩) ملم/يوم للعقد، أما الاتجاه على مستوى المحطات فقد شهدت أغلب المحطات تجاهها متزايداً وسجل أعلى مقدار تغير (٠.٧٧) ملم/يوم للعقد في محطة بغداد ذات دلالة احصائية، باستثناء المحطات (الرطبة، كركوك، الموصل) سجلت تجاهاً معاكساً، أما التوزيع المكاني للتغير خريطة (٢) فتمثل بثلاثة نطاقات مكانية، الأول: تراوح مقدار التغير (-٠.٣٩ - ٠.٠٧) ملم /يوم للعقد تمثل في ثلاث محطات (الرطبة، كركوك، الموصل)،

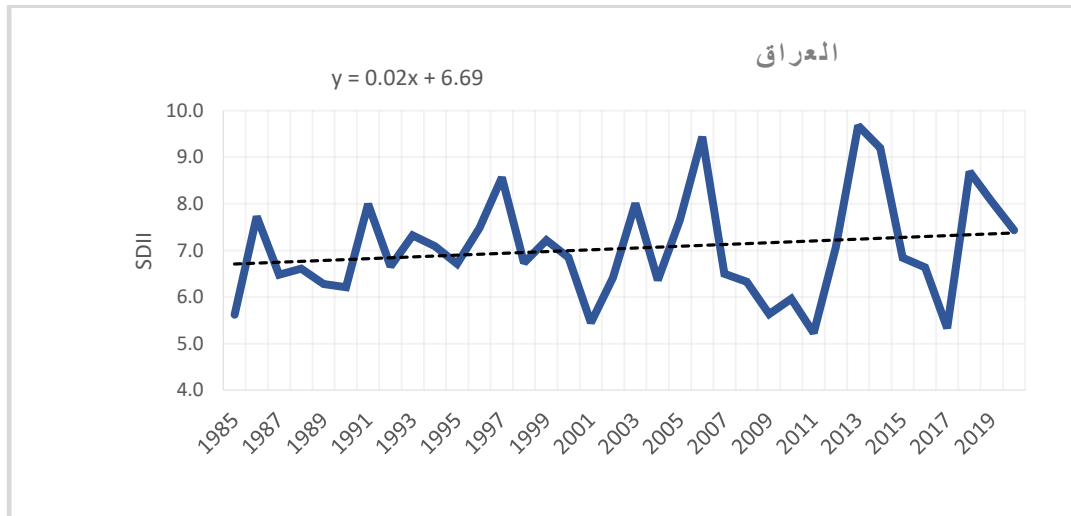
في حين سجل النطاق الثاني مقدار تغير تراوح (٠.٣٧ - ٠.٠٨) ملم/يوم للعقد ضم أغلب مناطق العراق، أما النطاق الثالث فتراوح التغير (٠.٣٨ - ٠.٧٧) ملم /يوم للعقد تمثل في ثلاث محطات هي: (بغداد، البصرة، بيجي).

جدول (٣) معدلات التغير في مؤشر (SDII) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	7.5	4.3	0.6	0.45	0.71
الناصرية	7.3	2.0	0.3	0.02	0.29
العمارة	8.8	3.0	0.3	0.23	0.89
النجف	5.8	1.9	0.3	0.22	0.61
الحي	7.5	2.9	0.4	0.22	0.82
بغداد	6.5	2.4	0.4	0.77	0.02
الربطبة	5.3	1.4	0.3	-0.26	0.79
بيجي	7.0	1.6	0.2	0.72	0.01
كركوك	7.9	1.8	0.2	-0.39	0.09
الموصل	6.8	1.6	0.2	-0.10	0.77
العراق	7.0	1.1	0.2	0.19	0.50

المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

شكل (١) الاتجاه العام لمؤشر (SDII) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٣)



## ٢. مؤشر أيام الأمطار الغزيرة (R10)

يتضح من الجدول (٤) والشكل (٢) أن مؤشر أيام الأمطار الغزيرة قد بلغ متوسطه (٤.٩) أيام للعراق، وسجل أعلى متوسط في محطة الموصل بمقدار (١١) يوماً، وبلغ معدل الانحراف المعياري للعراق (١.٩) يوماً، ومعدل معامل الاختلاف (٤٠%)، في حين شهدت الاتجاهات العامة تبايناً بين المحطات، إذ سجلت سبع محطات تزايداً طفيفاً وهي: (الناصرية، العمارة، النجف، الحي، بغداد، بيجي، كركوك) أغلبها من دون دلالة إحصائية، وبلغ أعلى مقدار للتغير (٠.٦) يوم للعقد في محطة الحي، في حين سجلت ثلاث محطات تجاهاً متناقصاً هي: (البصرة، الرطبة، الموصل) وكان أعلى مقدار للتناقص (٠.٤) يوم في محطتي (الرطبة، الموصل)، أما التوزيع المكاني خريطة (٣) فتمثل بثلاثة نطاقات مكانية الأولى: تراوح مقدار التغير (-٠.٤٣ - ٠.٠٥) يوم للعقد ضم ثلاث محطات: (البصرة، الرطبة، الموصل)، أما النطاق الثاني فتراوح مقدار التغير (-٠.٠٤ - ٠.٢٥) يوم للعقد تمثل في محطات متنوعة وهي: (الناصرية، النجف، بيجي، كركوك)، في حين سجل النطاق الثالث أعلى مقدار للتغير المكاني بمقدار (٠.٢٦ - ٠.٦) يوم للعقد تمثل في بعض المناطق الوسطى والجنوبية شمل محطات (العمارة، الحي، بغداد).

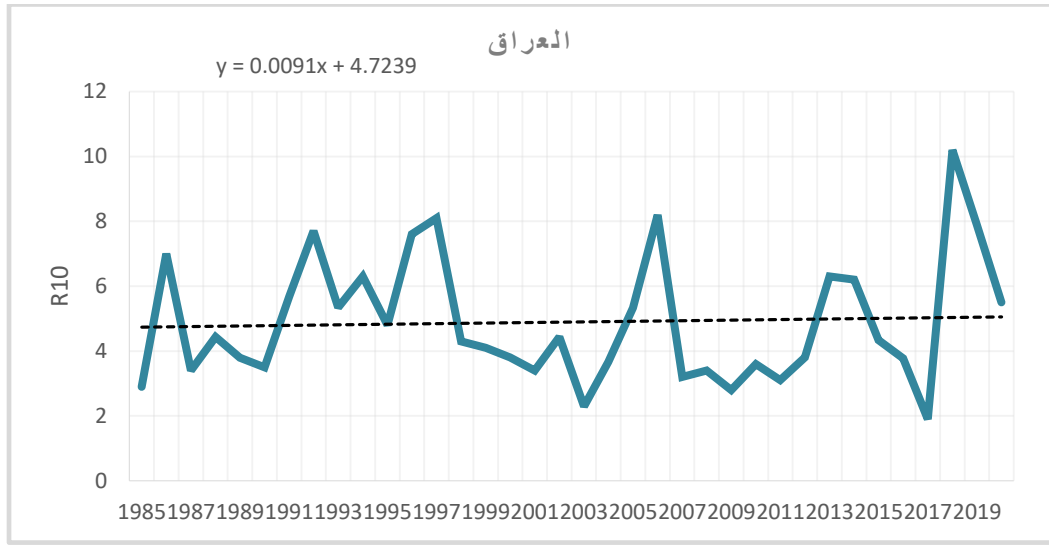
جدول (٤) معدلات التغير في مؤشر (R10) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة

المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	3.5	2.3	0.7	-0.3	0.46
الناصرية	3.3	2.4	0.7	0.2	0.76
العمارة	4.9	2.7	0.5	0.4	0.90
النجف	2.1	1.7	0.8	0.1	0.76
الحي	3.6	2.2	0.6	0.6	0.10
بغداد	2.8	1.6	0.6	0.5	0.05
الرطبة	2.8	1.9	0.7	-0.4	0.19
بيجي	5.3	2.3	0.4	0.2	0.75
كركوك	9.5	3.7	0.4	0.0	0.51
الموصل	11.0	5.4	0.5	-0.4	0.77
العراق	4.9	1.9	0.4	0.09	0.53

المصدر: عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

شكل (٢) الاتجاه العام لمؤشر (R10) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة  
للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٤)

٣. مؤشر أيام الأمطار الغزيرة جداً (R٢٠)

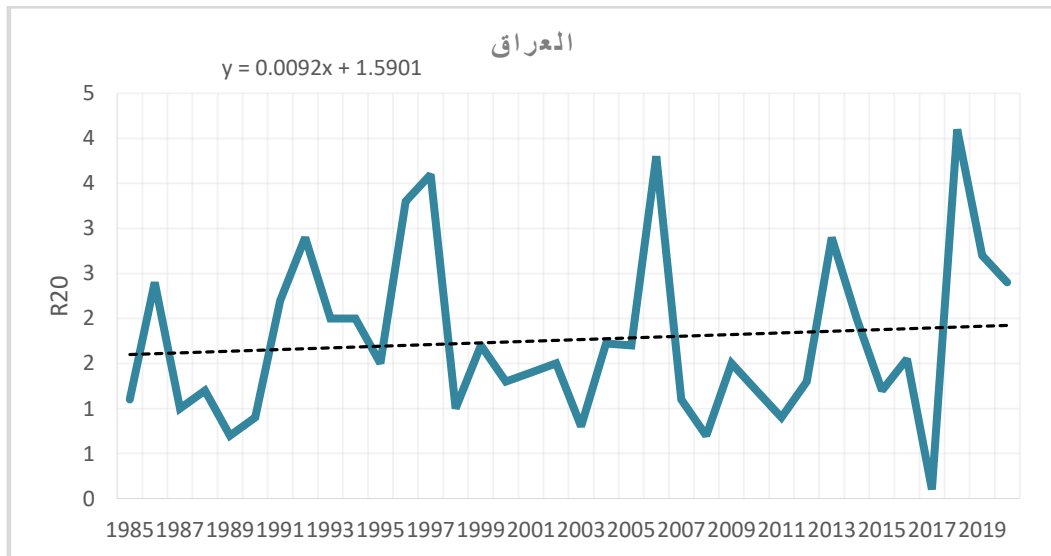
يتضح من الجدول (٥) والشكل (٣) أن مؤشر الأمطار الغزيرة جداً بلغ متوسطها (١.٨) يوم للعراق، وسجل أعلى متوسط في محطة الموصل بمقدار (٣.٨) يوم، وبلغ أعلى متوسط في السنة (٣.٨) أيام، وبلغ معدل الانحراف المعياري (٠.٩) ومعامل الاختلاف (٠.٥)، أما الاتجاه العام فشهد تباينات طفيفة، إذ سجلت الاتجاهات في سبع محطات تجاهاً متزايداً في المحطات (الناصرية، العمارة، النجف، الحي، بغداد، بيجي، الموصل)، وبلغ أعلى مقدار للتغير (٠.٥) يوم للعقد في محطة (بيجي) ذات دلالة احصائية، في حين شهدت المحطات الأخرى اتجاهاً معاكساً، وبلغ أعلى مقدار للتغير بالتناقص (-٠.٦) يوم للعقد، أما التغيرات المكانية خريطة (٤) فيتضح أن توزيع مؤشر (R٢٠) تمثل في أربعة نطاقات مكانية، الأول: تراوح (-٠.٦ - -٠.١٩) يوم للعقد ضم محطة (كركوك)، والنطاق الثاني: تراوح بين (-٠.١٨ - -٠.٠٦) يوم للعقد تمثل في محطة (البصرة، والرطبة وبعض من محافظة كركوك)، في حين سجل النطاق الثالث مقدار تغير تراوح (-٠.٠٧ - -٠.٢٢) يوم للعقد شمل اغلب مناطق العراق من الشمال إلى الجنوب، في حين شهد النطاق الرابع أعلى مقدار تغير مكاني تراوح (-٠.٢٣ - -٠.٥) يوم للعقد ضم محطات (الحي، بغداد، بيجي).

جدول (٥) معدلات التغير في مؤشر (R ٢٠) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	1.4	1.4	1.0	-0.1	0.56
الناصرية	1.2	1.3	1.0	0.1	0.59
العمارة	2.2	2.1	1.0	0.1	0.83
النجف	0.6	0.8	1.4	0.1	0.31
الحي	1.5	1.3	0.9	0.2	0.31
بغداد	1.1	1.2	1.1	0.4	0.02
الربطبة	0.7	0.9	1.4	-0.1	0.86
بيجي	1.7	1.3	0.8	0.5	0.05
كركوك	3.6	2.4	0.7	-0.6	0.04
الموصل	3.8	2.1	0.6	0.2	0.90
العراق	1.8	0.9	0.5	0.1	0.45

المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ، بغداد ، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

شكل (٣) الاتجاه العام لمؤشر (R20) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٥)

## ٤. مؤشر أيام الجفاف المتعاقبة (CDD)

يوضح الجدول (٦) والشكل (٤) أنّ مؤشر أيام الجفاف المتعاقبة بلغ المتوسط العام (١٩١) يوماً، وسجلت محطة الناصرية أعلى متوسط بمقدار (٢٢٤) يوماً، وبلغ معدل الانحراف المعياري (٢٧.٧) يوماً، وبلغ معدل معامل الاختلاف (١٥ %)، في حين سجل الاتجاه العام للعراق (-٤.٩) يوماً، وبلغ أعلى انخفاض بواقع (-١٣.٩) يوماً في محطة الناصرية، وسجلت سبع محطات تناقصاً في عدد أيام الجفاف المتعاقب وهي: (البصرة، الناصرية، العمارة، النجف، الحي، بغداد، الموصل)، وشهدت ثلاث محطات تزايداً في عدد أيام الجفاف المتعاقبة وهي: (الربطية، بيجي، كركوك)، وسجل أعلى مقدار للتزايد بواقع (٧.٦) أيام للعقد، وجميع هذه التغيرات من دون دلالة احصائية.

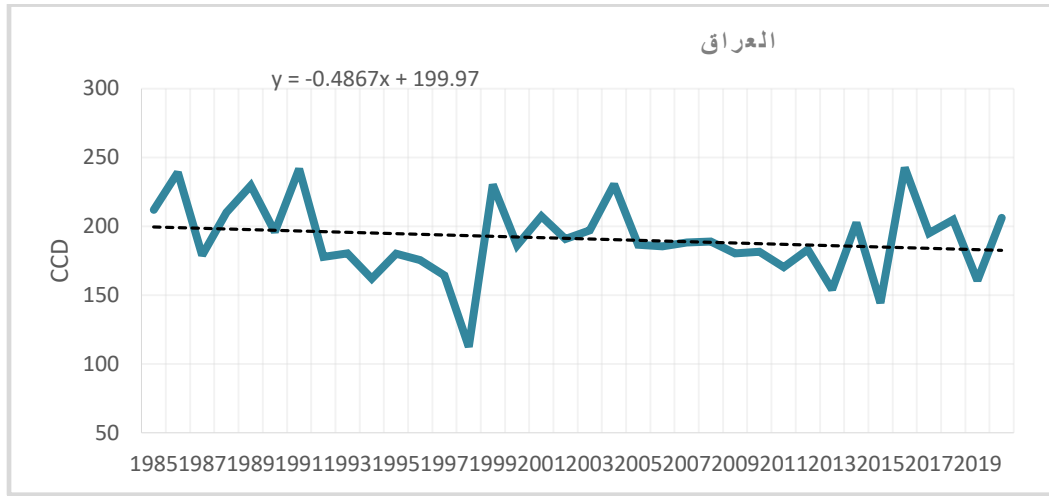
جدول (٦) معدلات التغير في مؤشر (CDD) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة

المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	215.2	86.2	0.40	-7.2	0.85
الناصرية	224.7	61.9	0.28	-13.9	0.24
العمارة	188.5	37.0	0.20	-0.7	0.87
النجف	208.4	87.7	0.42	-10.9	0.51
الحي	205.0	67.8	0.33	-17.3	0.19
بغداد	192.5	38.4	0.20	-4.5	0.64
الربطية	191.4	84.4	0.44	7.6	0.60
بيجي	172.8	45.6	0.26	1.3	0.75
كركوك	162.7	23.4	0.14	1.9	0.82
الموصل	146.5	25.1	0.17	-2.5	0.53
العراق	191.0	27.7	0.15	-4.9	0.60

المصدر: عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، (بيانات غير منشورة) ٢٠٢١

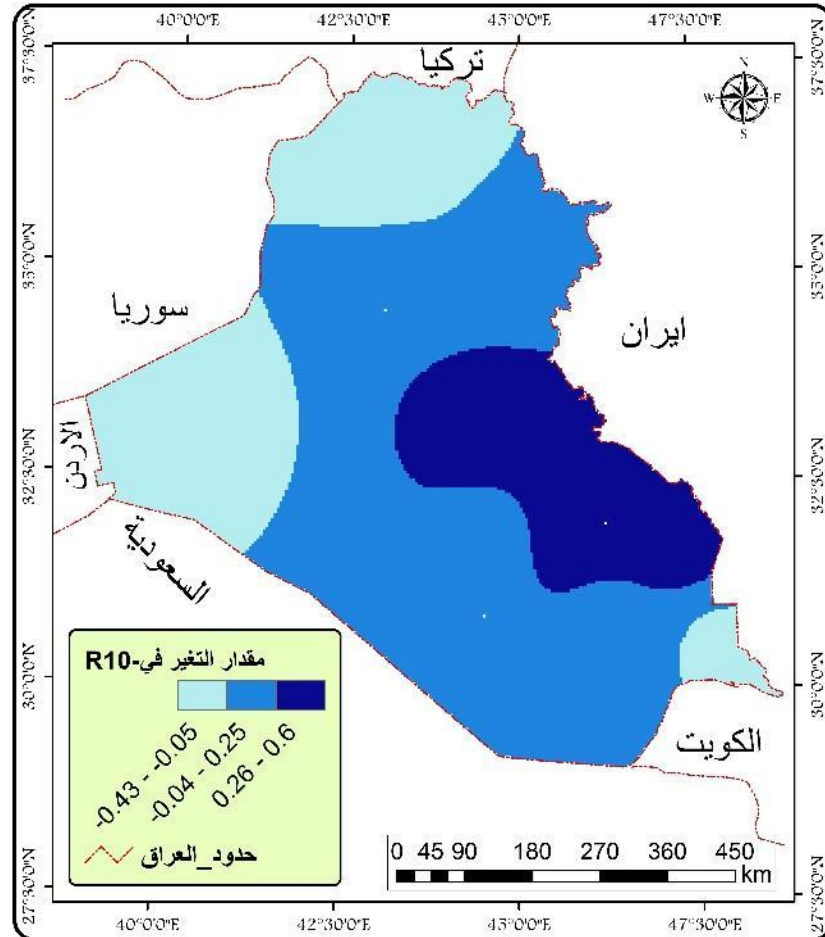
شكل (٤) الاتجاه العام لمؤشر (CDD) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



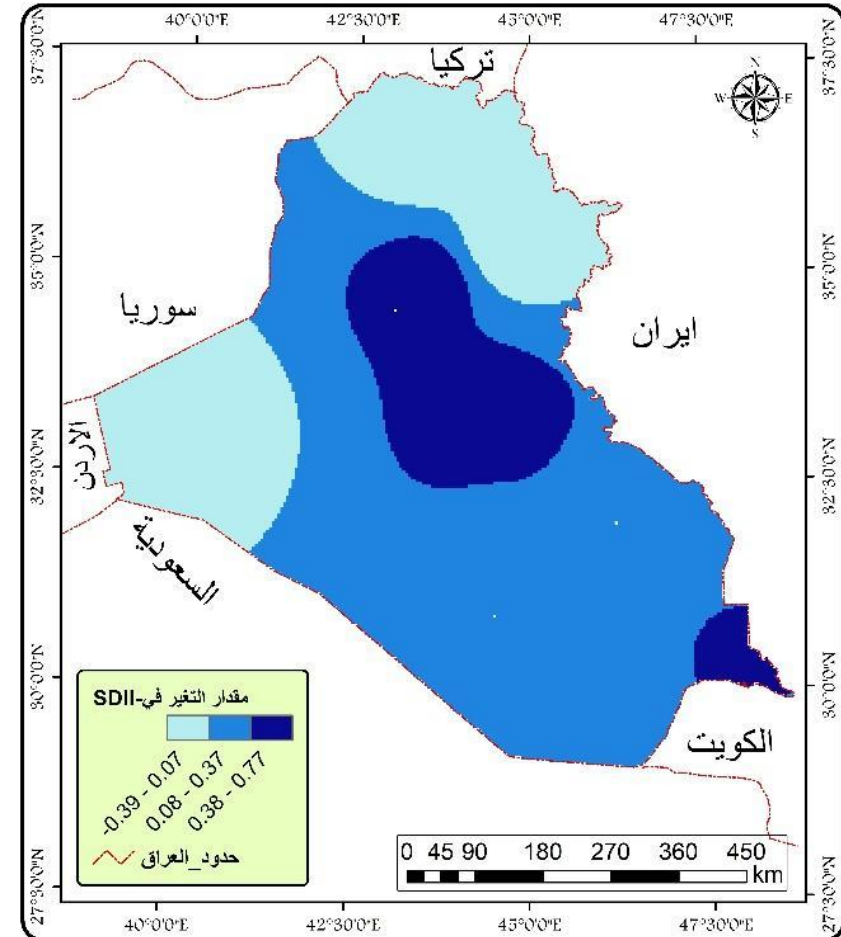
المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٦)

اما التوزيع المكاني للتغير خريطة (٥) فتوزعت في خمس نطاقات ،الأول تراوح مقدار التغير فيه (-١٧.٣ - -١٠.٤) أيام للعقد ضم بعض المحطات الجنوبية ومناطق الفرات الأوسط في محطة (الناصرية، النجف، الحي)، وسجل النطاق الثاني مقدار تغير (-١٠.٣ - -٦.٧) أيام، للعقد، شمل بعض المناطق الجنوبية ومناطق الفرات الأوسط، في حين جاء النطاق الثالث بمقدار (-٦.٦ - -٢.٧) أيام للعقد تمثل في المناطق الوسطى من الشرق إلى الغرب، والنطاق الرابع تراوح مقدار التغير (-٢.٦ - -٢.١) يوم للعقد شمل المناطق الشمالية والجنوبية الغربية، أما النطاق الخامس تراوح مقدار التغير (-٢.٢ - -٧.٦) يوم للعقد تمثل في مناطق الرطبة ومحيطها.

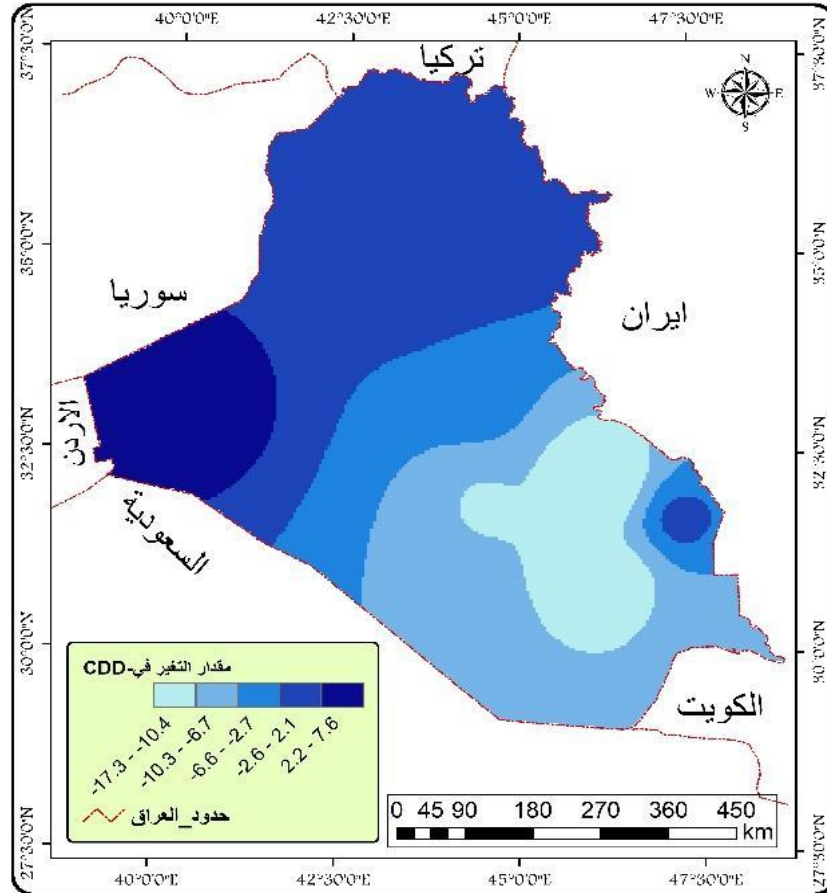
الخريطة (٣) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (R١٠) السنوية °م للعقد م للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



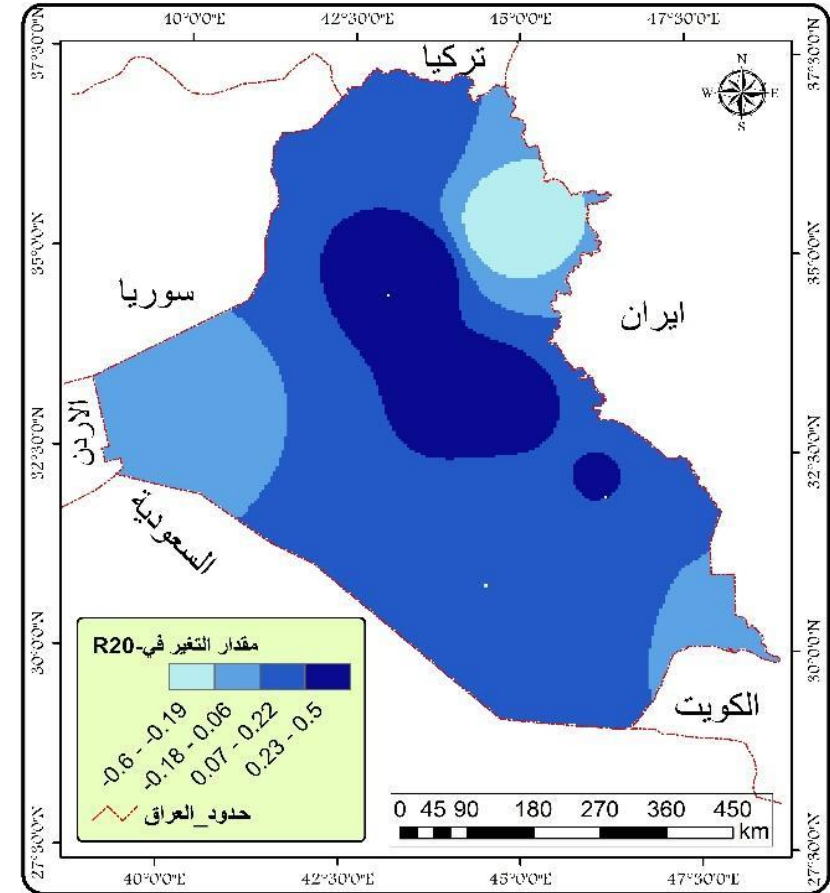
الخريطة (٢) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (SDII) السنوية °م للعقد م للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - 2020)



الخريطة (٥) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (CDD) السنوية °م للعقد للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



الخريطة (٤) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (R20) السنوية °م للعقد للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزلي ، قسم المناخ ، بغداد ، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

## ٥. مؤشر عدد الأيام الرطبة المتعاقبة (CWD):

يوضح الجدول (٧) والشكل (٥) أنّ مؤشر الأيام الرطبة بلغ متوسطه (٢.٩) يوم للعراق، وبلغ أعلى متوسط في محطة الموصل بمقدار (٥.٣) يوم، وسجل معدل الانحراف المعياري (٠.٤٥) يوم، ومعدل معامل الاختلاف (١٥%)، أما الاتجاهات العامة فسجلت في العراق زيادة طفيفة بمقدار (٠.٠٩) أيام للعقد، وسجلت في سبع محطات اتجاهات متزايدة لمحطات (الناصرية، العمارة، الحي، الرطبة، بيجي، كركوك، الموصل)، من دون دلالة احصائية، وسجل أعلى مقدار للتزايد (٠.٢٢) يوم للعقد في محطة (الحي)، وايضاً سجلت ثلاث محطات اتجاهات متناقصة في محطات (البصرة، النجف، بغداد)، أما التوزيع المكاني لمؤشر الأيام الرطبة المتعاقبة خريطة (٦) فتظهر ثلاثة نطاقات مكانية الأولى: بمقدار (-٠.٠٨ - ٠.٠٣) أيام للعقد، تمثل في ثلاث محطات (البصرة، النجف، بغداد)، أما النطاق الثاني فتراوح (٠.٠٤ - ٠.٠٩) أيام للعقد، تمثل في أغلب مناطق العراق الجنوبية والغربية، في حين سجل النطاق الثالث مقدار تغير (٠.١ - ٠.٢٢) يوماً للعقد، ضم المناطق الشمالية لمحطات (الموصل، كركوك، بيجي) وجزء من المناطق الجنوبية الغربية لمحطات (الحي، العمارة، البصرة).

جدول (٧) معدلات التغير في مؤشر (CWD) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة

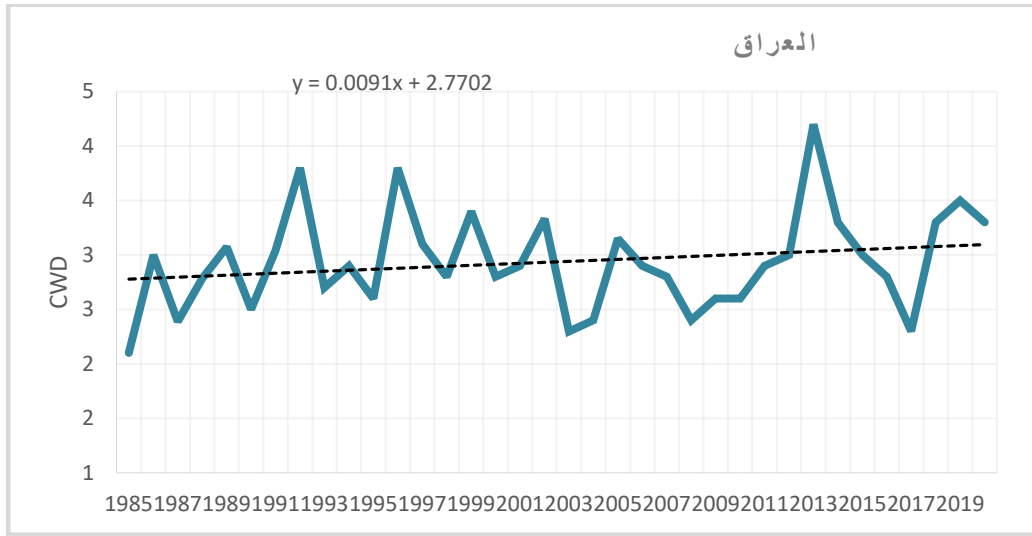
المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	2.6	0.85	0.33	-0.08	0.53
الناصرية	2.2	0.82	0.37	0.11	0.48
العمارة	2.5	0.68	0.27	0.16	0.12
النجف	2.1	0.72	0.35	-0.01	0.91
الحي	2.5	1.02	0.41	0.22	0.26
بغداد	2.7	0.59	0.22	-0.05	0.61
الرطبة	2.6	0.98	0.38	0.05	0.82
بيجي	3.0	1.00	0.33	0.10	0.80
كركوك	4.1	1.12	0.27	0.16	0.93
الموصل	5.3	1.24	0.23	0.13	0.48
العراق	2.9	0.45	0.15	0.09	0.59

المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)



شكل (٥) الاتجاه العام لمؤشر (CWD) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٧)

#### ٦. مؤشر المساهمة السنوية من أيام ماطرة جداً (R=٩٥)

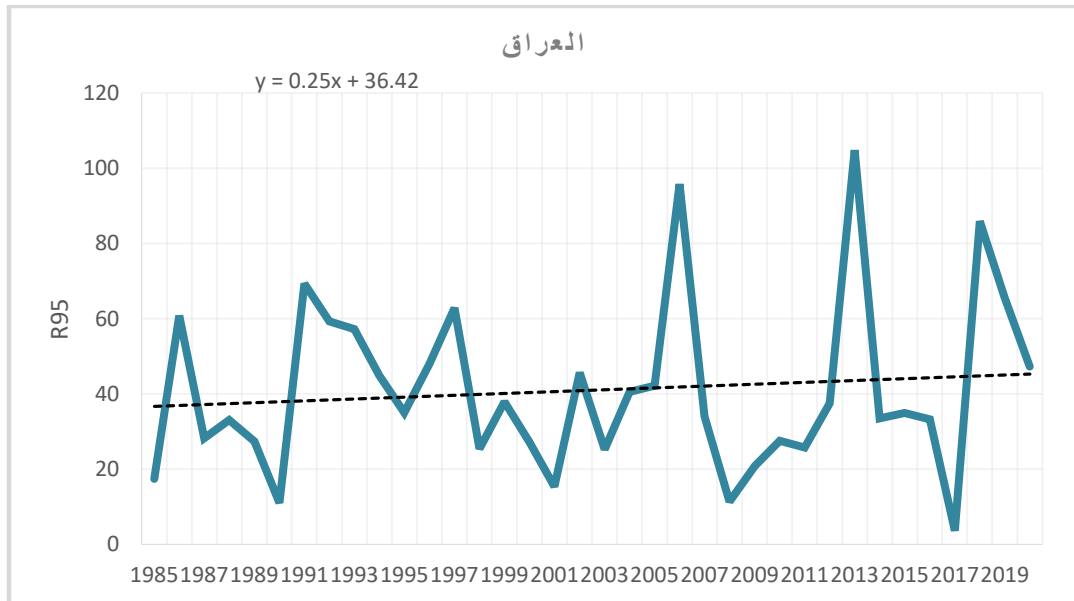
يتضح من الجدول (٨) والشكل (٦) أن مؤشر المساهمة السنوية من أيام ماطرة جداً أن متوسطه قد بلغ (٤١) ملم للعراق، وبلغ أعلى متوسط (٨٥.٨) ملم في محطة الموصل، وبلغ معدل الانحراف (٢٢.٨) ملم، ومعدل معامل الاختلاف (٠.٦) ملم، وشهدت الاتجاهات العامة زيادة واضحة في ثماني محطات وهي: (الناصرية، العمارة، النجف، الحي، بغداد، الرطبة، بيجي، الموصل) أغلبها من دون دلالة احصائية، وبلغ أعلى مقدار للتغير (١١) ملم للعقد، وسجلت محطتان تجاهاً متناقصاً هي: (البصرة، كركوك)، وبلغ أعلى مقدار للتناقص (-٦.٩) ملم للعقد في محطة البصرة، أما التوزيع المكاني للتغيرات خريطة (٧) فيتوزع هذا المؤشر في خمسة نطاقات مكانية الأول تراوح مقدار التغير (-٦.٩ - -١.٥) ملم للعقد، تمثل في محطتي (كركوك، البصرة)، والنطاق الثاني بمقدار (-١.٤ - ١.٩) ملم للعقد، ضم جزءاً من المناطق الجنوبية متمثلاً بمحطتي (العمارة، والناصرية)، وجاء النطاق الثالث بمقدار (٢ - ٤) ملم للعقد، شمل جزءاً من المناطق الجنوبية والغربية والمنطقة الشمالية والشمالية الشرقية، وسجل النطاق الرابع مقدار تغير (٤.١ - ٦.٣) ملم للعقد، توزع في المناطق الوسطى، في حين شهد النطاق الخامس أعلى مقدار تغير بمقدار (٦.٤ - ١١) ملم للعقد، تمثل بالمناطق الوسطى والفرات الأوسط للمحطات (بيجي، بغداد، النجف).

جدول (٨) معدلات التغير في مؤشر (R95) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	28.0	37.6	1.3	-6.9	0.25
الناصرية	30.9	34.6	1.1	1.5	0.77
العمارة	52.9	50.3	1.0	0.7	0.94
النجف	19.2	26.1	1.4	7.2	0.14
الحي	25.7	29.3	1.1	6.3	0.26
بغداد	35.9	44.7	1.2	11.0	0.02
الربطبة	19.9	31.4	1.6	0.6	0.85
بيجي	40.4	42.4	1.0	8.6	0.25
كركوك	70.5	65.1	0.9	-5.8	0.30
الموصل	85.8	55.0	0.6	2.4	0.87
العراق	41.0	22.8	0.6	2.5	0.47

المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ، بغداد ، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

شكل (٦) الاتجاه العام لمؤشر (R95) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٨)

## ٧. مؤشر المساهمة السنوية من أيام مطرة للغاية (R99)

يتبين من الجدول (٩) والشكل (٧) أنّ هذا المؤشر بلغ متوسطه للعراق (١٢) ملم، وأعلى متوسط (٢٣) ملم في محطة الموصل، وبلغ الانحراف المعياري (١٣.٩) ملم ومعامل الاختلاف (١٢٠%)، وسجل الاتجاه العام للعراق تجاهاً متزايداً بلغ (٢.٧) ملم، وسجلت اتجاهات متزايدة في سبع محطات وهي: (العمارة، النجف، بغداد، الرطبة، بيجي، كركوك، الموصل)، وبلغ أعلى اتجاه (٩.٩) ملم في محطة (بغداد) ذات دلالة احصائية، في حين سجلت ثلاث محطات تجاهاً متناقصاً لمحطات (البصرة، الناصرية، الحي)، وبلغ أعلى اتجاه بالتناقص (-٤.٩) ملم في محطة البصرة.

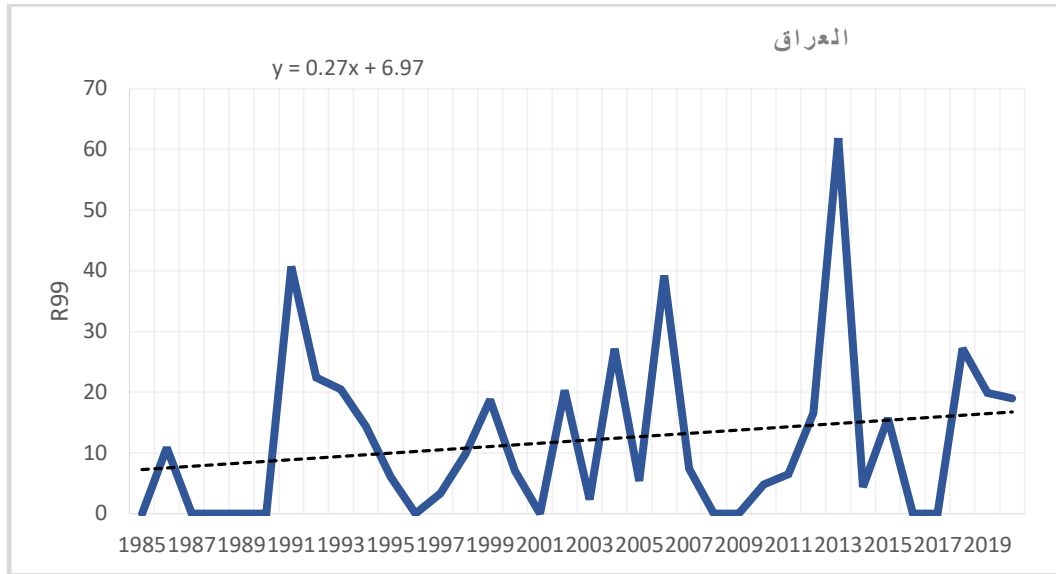
## جدول (٩) معدلات التغير في مؤشر (R99) السنوي

وقيم تشتتها لمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	7.8	23.2	3.0	-4.9	0.18
الناصرية	9.1	22.2	2.4	-0.3	0.81
العمارة	18.5	38.6	2.1	1.7	0.70
النجف	5.4	15.9	2.9	2.5	0.43
الحي	6.7	16.8	2.5	-0.3	0.84
بغداد	10.7	29.9	2.8	9.9	0.06
الرطبة	6.1	15.5	2.5	3.8	0.24
بيجي	11.1	28.4	2.6	5.8	0.28
كركوك	21.6	39.1	1.8	2.6	0.98
الموصل	23.4	36.4	1.6	5.8	0.52
العراق	12.0	13.9	1.2	2.7	0.50

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

شكل (٧) الاتجاه العام لمؤشر (R99) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (٨)

أما التوزيع المكاني خريطة (٨) فتمثلت في خمسة نطاقات الأول: يتراوح مقدار التغير (٤.٩- - ١.٣) ملم للعقد، توزع في جزء من محافظة البصرة، والنطاق الثاني: يتراوح مقدار التغير (١.٢- - ٢) ملم للعقد، ضم أجزاء من المنطقة الجنوبية شمل محطات: (الناصرية، العمارة، الحي)، والنطاق الثالث (٢.١ - ٤.٣) ملم للعقد، شمل جزءاً من المنطقة الشمالية الشرقية والمنطقة الغربية وبعض المناطق الوسطى تمثل في محطات (كركوك، الرطبة، النجف)، والنطاق الرابع (٤.٤ - ٦.٥) ملم للعقد، شمل المناطق الشمالية وبعض المناطق الوسطى لمحطات (الموصل، بيجي)، أما النطاق الخامس فتراوح (٦.٦ - ٩.٩) ملم للعقد، شمل محطة بغداد ومحيطها .

#### ٨. مؤشر كمية الأمطار السنوية لأيام الرطوبة (PRCPTOT)

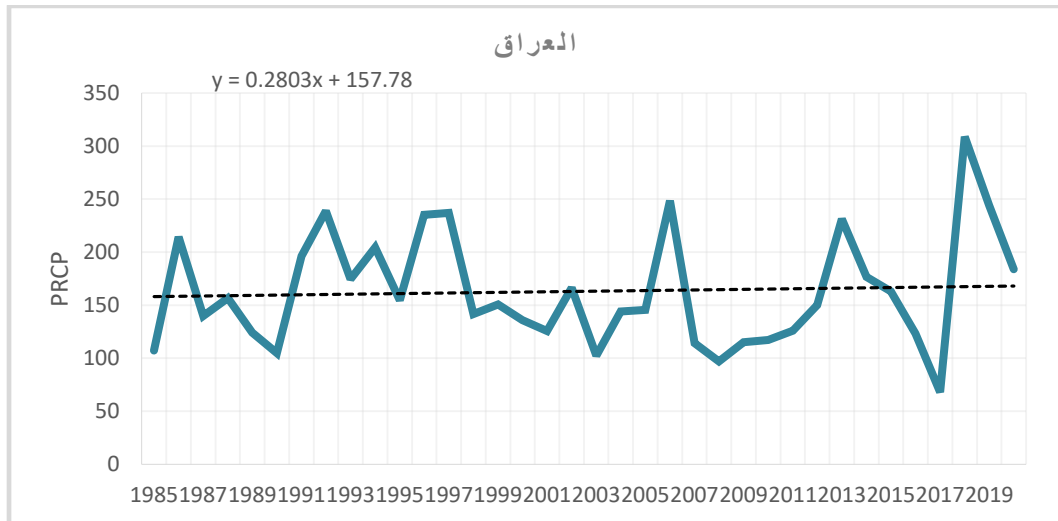
يتبين من الجدول (١٠) والشكل (٨) أنّ مؤشر كمية الأمطار السنوية لأيام الرطوبة بلغ متوسطه (١٦٣) ملم للعراق، وسجل أعلى متوسط (٣٤٢.٥) ملم في محطة الموصل، وبلغ معدل الانحراف المعياري (٥٣.١) ملم، ومعامل الاختلاف (٣٠ %)، أما الاتجاه العام فتباين بين الانخفاض والارتفاع، وبلغ الاتجاه العام للعراق (٢.٨) ملم للعقد، وسجل في ست محطات تجاهاً متزايداً لمحطات (العمارة، النجف، الحي، بغداد، بيجي، كركوك)، وبلغ أعلى مقدار للتزايد (٢٣.١) في محطة بغداد ذات دلالة احصائية، في حين سجلت أربع محطات اتجاهاً متناقصاً في محطات (البصرة، الناصرية، الرطبة، الموصل) وبلغ أعلى مقدار للتناقص (-١٧.٣) ملم.

جدول (١٠) معدلات التغير في مؤشر (PRCPTOT) السنوي وقيم تشتتها لمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

المحطات	المتوسط	الانحراف	معامل الاختلاف	الاتجاه	الدلالة الإحصائية
البصرة	120.4	63.2	0.5	-17.3	0.31
الناصرية	122.8	56.8	0.5	-5.8	0.88
العمارة	175.8	81.5	0.5	6.3	0.78
النجف	79.9	41.3	0.5	9.4	0.12
الحي	118.7	58.1	0.5	12.2	0.10
بغداد	107.4	54.3	0.5	23.4	0.02
الربطبة	92.2	51.8	0.6	-6.7	0.36
بيجي	171.9	67.4	0.4	3.9	0.93
كركوك	296.7	114.5	0.4	3.9	0.45
الموصل	342.5	122.3	0.4	-1.7	0.97
العراق	163.0	53.1	0.3	2.8	0.49

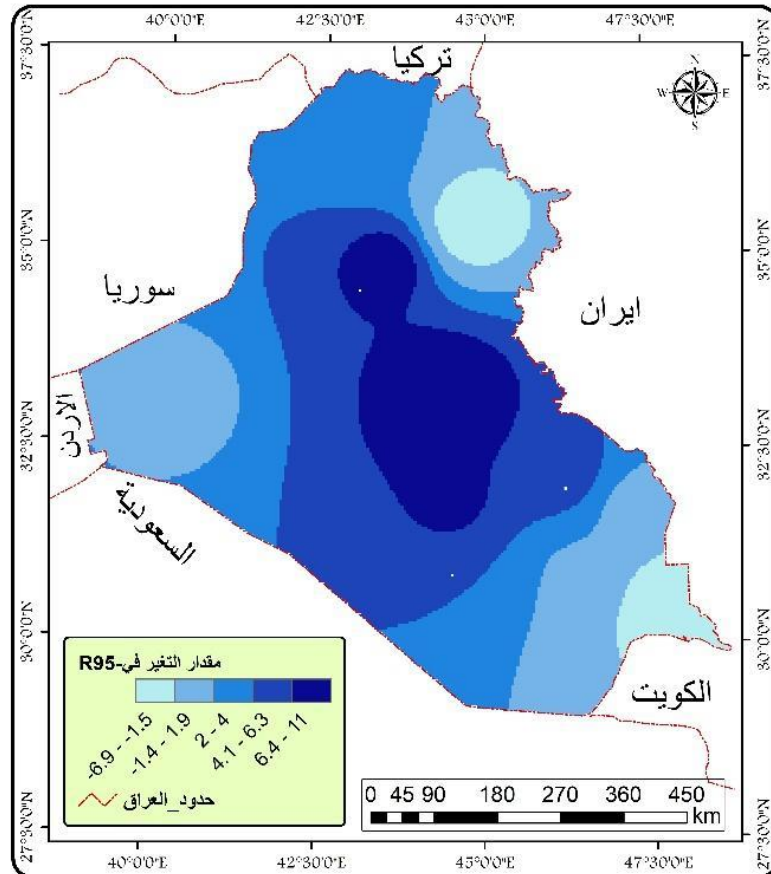
المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ، بغداد ، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

شكل (٨) الاتجاه العام لمؤشر (PRCPTOT) السنوية °م للمحطات الدراسة المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)

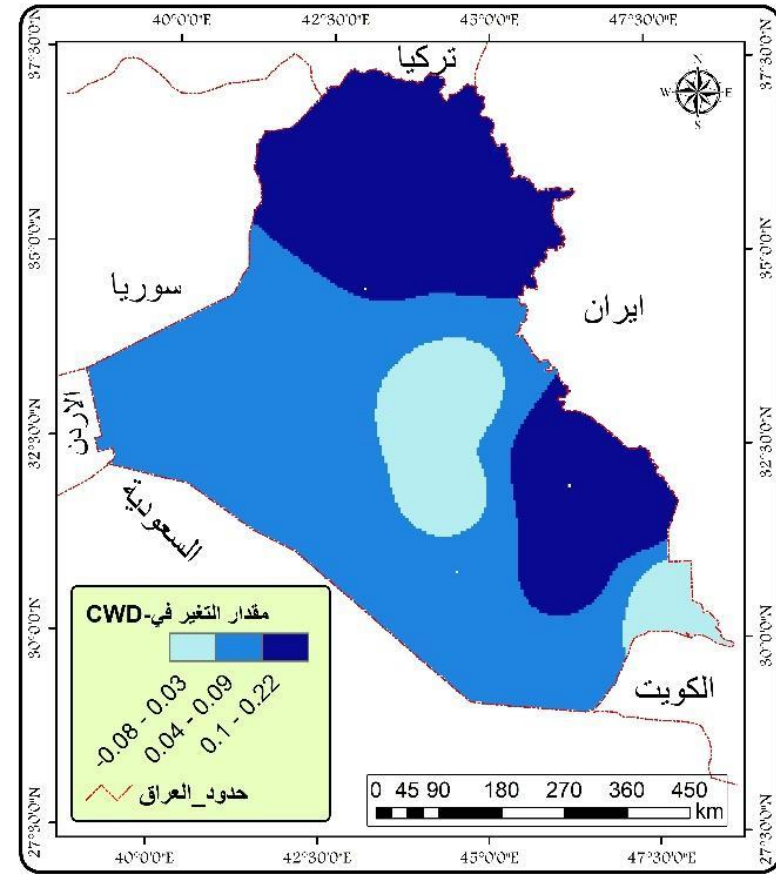


المصدر : عمل الباحث باعتماد على جدول (١٠)

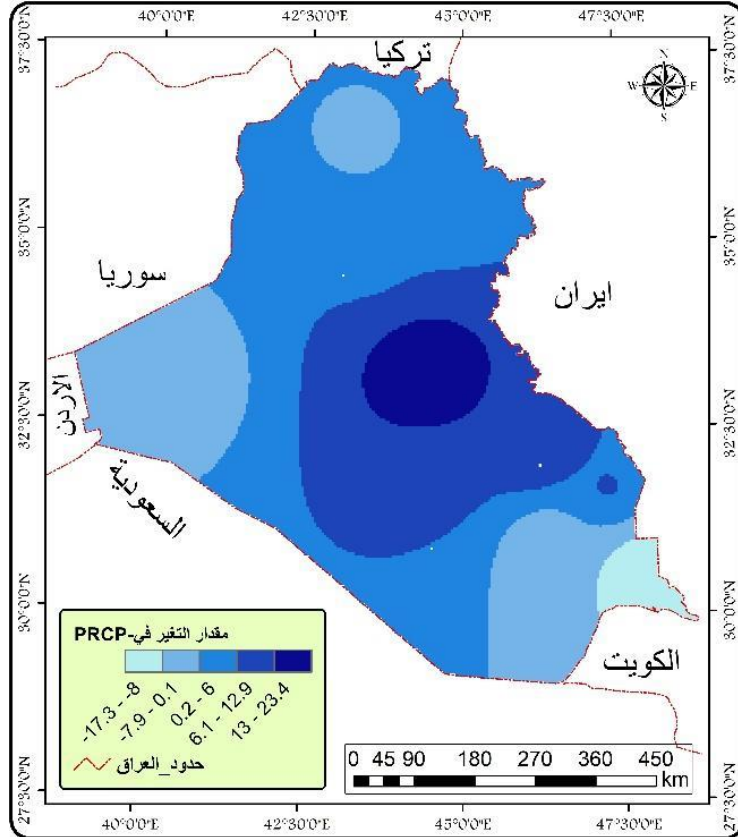
الخريطة (٧) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (R95) السنوية °م للعقد م  
للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



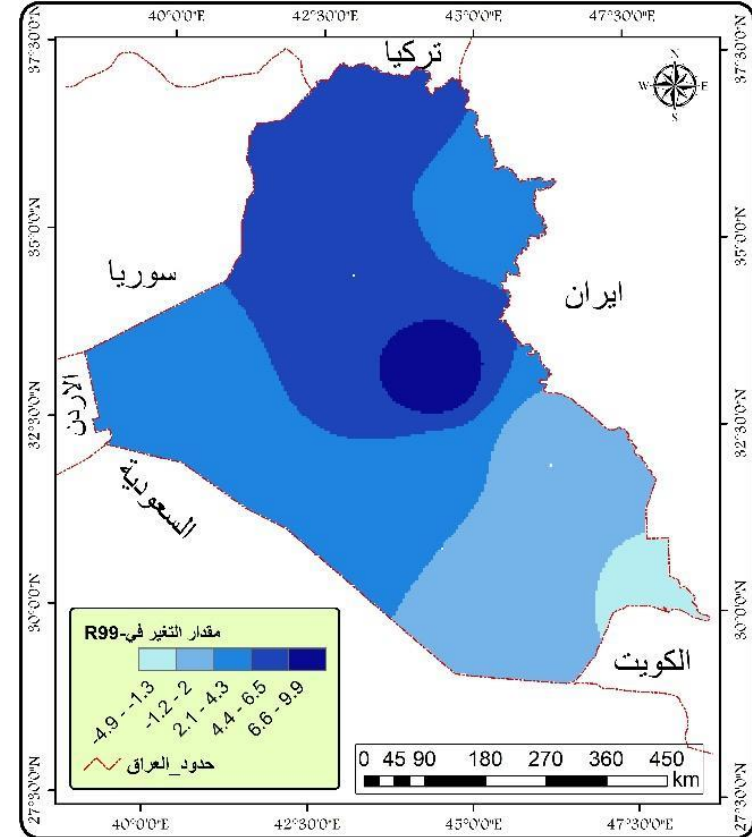
الخريطة (٦) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (CWD) السنوية °م للعقد م  
للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



الخريطة (٩) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (PRCPTOT) السنوية  
م للعقد للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



الخريطة (٨) التوزيع المكاني لاتجاهات مؤشر (R99) السنوية م للعقد  
للمحطات المختارة للمدة (١٩٨٥ - ٢٠٢٠)



المصدر : عمل الباحث باعتماد بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ ، بغداد ، ٢٠٢١ (بيانات غير منشورة)

أما التوزيع المكاني خريطة (٩) فتوضح أن هذا المؤشر توزع في خمسة نطاقات مكانية، الأول (-١٧.٣ - -٨) ملم للعقد، شمل محطة البصرة، والنطاق الثاني (-٧.٩ - -٠.١) ملم للعقد، توزع في جزء من المنطقة الشمالية والمنطقة الغربية وجزء من المنطقة الجنوبية ضم المحطات (الموصل، الرطبة، الناصرية)، والنطاق الثالث (٠.٢ - ٦) ملم شمل أغلب المناطق الشمالية وجزء من المنطقة الغربية والوسطى والجنوبية للمحطات (كركوك، بيجي، العمارة)، والنطاق الرابع (٦.١ - ١٢.٩) ملم للعقد، ضم بعض مناطق الفرات الأوسط والمنطقة الجنوبية لمحطات (الحي، النجف)، والنطاق الخامس (١٣ - ٢٣.٤) ملم للعقد، شمل محطة بغداد ومحيطها.

#### خامساً: المناقشة:

إن آثار التغيرات المناخية العالمية على تطرفات الأمطار في المناطق الجافة والرطبة قد حظيت باهتمام كبير من الباحثين، وقد وجد بعض العلماء أن مساحة الأرض العالمية لا يمكن أن تحدث تغييرات ذات أهمية إحصائية في المناطق الجافة بنسبة (٧٥%) من المناطق المدروسة، وبنسبة (١٠.٨%) من المناطق المدروسة؛ لأن اتجاهات المناطق الجافة تصبح أكثر جفافاً، والمناطق الرطبة تصبح أكثر رطوبة، في حين أظهرت بنسبة (٩.٥%) من المناطق المدروسة اتجاهها معاكساً، أن المناطق الجافة تصبح أكثر رطوبة والمناطق الرطبة تصبح أكثر جفافاً (Greve et al, ٢٠١٤)، ووجد علماء آخرون أن هناك تطرفات يومية في تساقط الأمطار مع تغير أنظمة المناخ مع وجود تغيرات مفاجئة في العقود الماضية، وتعد ظاهرة مهمة موجودة الآن بشكل عام عبر جميع أنظمة المناخ (M. Zhang et al, ٢٠١٧)، وبناءً على البيانات اليومية المرصودة في هذه الدراسة وجد هناك تغييرات في مؤشر تطرفات الأمطار اليومية، وتتباين هذه التطرفات بين التزايد، والتناقص، إذ شهد مؤشر PRCPTOT ومؤشر الشدة اليومي للأمطار (SDII) زيادة طفيفة من دون دلالة إحصائية في المناطق الوسطى والجنوبية ومناطق الفرات الأوسط، وهذه النتائج تتوافق مع نتائج دراسات عالمية وإقليمية، منها: دراسة (Wang et al, ٢٠١٣) التي أكدت تزايد هذا المؤشر بمقدار (٠.٠٥٢) ملم/يوم للعقد في الصين، وعالمياً أيضاً تتسجم مع دراسة (Alexander et al, ٢٠٠٦) التي أكدت مقدار التزايد (٠.٠٥) ملم/يوم للعقد أما المنطقة الغربية والمناطق الشمالية فسجلت تناقصاً ملحوظاً، وهذا ينسجم مع دراسة (X. Zhang et al, ٢٠٠٥) في منطقة الشرق الأوسط، كذلك نتائج مؤشر (R10، ٢٠R) تتسجم مع نتائج الدراسات أعلاه، فضلاً عن دراسة (You et al, ٢٠٠٨) في شرق ووسط هضبة التبت، إذ بلغ مقدار التغير فيها (٠.٢٣) يوم، وتختلف مع دراسة



(X. Zhang et al, 2005) ، للاتجاه العام للعراق، وتتفق في الوقت نفسه مع نتائج محطات (البصرة، الرطبة، الموصل)، أما نتائج مؤشرات (CDD،CWD) فهي تتفق أيضا مع نتائج الدراسات أعلاه، إذ بلغ مقدار التغير في الصين (-4.85) أيام والعالم (-0.55) يوما والشرق الأوسط (-0.5) أيام للمدة (1950-2003)، وتختلف مع نفس الدراسة للعراق ككل للمدة (1970-2003)، إذ شهدت ارتفاعا طفيفا بمقدار (3.6) أيام مع اتفاق نتائج ثلاث محطات: (الرطبة، بيجي، كركوك)، في حين جاءت نتائج مؤشر (R95،R99) منسجمة مع الدراسات العالمية والإقليمية المذكورة، فضلا عن دراسة (Klein Tank et al, 2006) عن التغيرات في وسط آسيا وجنوبها التي أكدت زيادة هذين المؤشرين بمقدار (6.46، 3.01) ملم على التوالي، وبعد عرض النتائج للدراسة الحالية نرجح أن التغيرات والتقلبات في مؤشرات تطرفات الأمطار ترتبط بجملة من العوامل والتغيرات والتقلبات في المناخ على النطاق العالمي والإقليمي، وإن هذه التقلبات مرتبطة بتقلب أنماط دوران الغلاف الجوي الذي يؤثر على اتجاهات مؤشرات تطرفات الأمطار، إذ وجدت بعض العلاقات بين الظواهر المتطرفة وأنماط دوران الغلاف الجوي كالذبذبة الجنوبية ENSO وذبذبة شمال الأطلسي NAO، وقد يكون هذا الاختلاف والتباين بين المحطات ناتج عن عدم تجانس سلسلة البيانات المناخية (البديري، 2018، ص 65) مما يؤثر على الاتجاهات العامة، وكذلك فإن حالات التطرف وزيادة كميات الأمطار في فصل الخريف تؤثر على الاتجاهات العامة بفعل تقدم تأثيرات العروض المدارية ووصول الرطوبة لمنطقة التقاء المدارين ITCZ التي ينقلها المنخفض السوداني، ومن صفات الكتل المدارية ارتفاع حرارتها ورطوبتها مما تجعل المنخفض الجبهوي يطلق أمطاره الغزيرة (الشحيري، 2019، ص 311)، كما أن تنامي ظاهرة الاحتباس الحراري ساهم في تغير أنماط سقوط الأمطار من حيث شدة الأمطار وكمياتها (Donat et al, 2014).

#### سادساً: الاستنتاجات:

بحثت الدراسة التباين الزمني والمكاني لاتجاهات مؤشرات تطرف الأمطار وتقلباتها في العراق باعتماد بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية للمدة (1985 - 2020)، وكشفت نتائج الدراسة عن وجود اتجاه متزايد في مؤشر كمية الأمطار السنوية للأيام الرطبة (PRCPTOT)، ومؤشر الشدة اليومي للأمطار (SDII) وبلغ مقدار التزايد (2.8، 0.19) ملم للعقد على التوالي للعراق مع وجود انخفاض في بعض المحطات، إذ بلغ أعلى انخفاض (-17.3) ملم في محطة البصرة، في حين شهدت مؤشرات (R10،R20) توجهاً متذبذباً مع زيادة طفيفة جداً في المقابل فهناك اتجاه معاكس، إذ سجل انخفاضاً ملحوظاً في بعض

المناطق الجنوبية والمنطقة الغربية والمناطق الشمالية ، في حين سجل المؤشران (R95,R99) زيادة أيضاً بمقدار (٢.٥، ٢.٧) ملم للعقد على التوالي مع وجود انخفاض في بعض المناطق الجنوبية، وسجل أعلى انخفاض في محطة البصرة بمقدار (٦.٩-) ملم، أما مؤشر أيام الجفاف المتعاقبة (CDD) فشهد انخفاضاً واضحاً بمقدار (٤.٩-) يوم للعقد للعراق مع وجود ارتفاع في محطات: (بيجي، الرطبة، كركوك)، وهذا منسجم مع بعض الدراسات العالمية والإقليمية، وجاء مؤشر عدد الأيام الرطبة المتعاقبة (CWD) باتجاه غير واضح نتيجة التقلب والتذبذب مع وجود اتجاه طفيف نحو التزايد، وتشابهت نتائج الدراسة الحالية مع الكثير من الدراسات العالمية والإقليمية، التي أكدت أن ظاهرة التغير المناخي وتقلبات المناخ لها آثار كبيرة على تباين مؤشرات تطرفات الأمطار في العراق التي تنعكس على الوضع البيئي وقطاع الزراعة والموارد المائية، وهذا يُعدّ من أكبر التحديات التي يواجهها الإنسان في العقود القادمة.

#### المصادر باللغة العربية:

١. البديري، احمد لفته حمد (٢٠١٨)، أثر التغيرات المناخية على اتجاهات التبخر-نتح الممكن وسيناريواتها المستقبلية في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية، جامعة بغداد، ١-٢٧٣.
٢. خضر، سالار علي. (٢٠١٨). المراحل التاريخية لتصنيف كوبن المناخي ومحاولة تعديله. مجلة الآداب، ١(١٢٤)، ٤٥٩-٤٨٤. <https://doi.org/10.31973/aj.v1i1.124>
٣. السعدي، عباس فاضل. (٢٠٠٩). جغرافية العراق: إطارها الطبيعي، نشاطها الاقتصادي، جانبها البشري، الدار الجامعية، بغداد.
٤. الشجيري، عمر حمدان عبد الله (٢٠١٩)، أثر الذبذبة الضغطية في تغير أنماط الجو العليا وعلاقتها بالجفاف المناخي في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية، جامعة بغداد، ١-٣٧٧.
٥. الكناني، مالك ناصر عبود. (٢٠١٥). الأمطار القياسية اليومية في العراق (دراسة شمولية). مجلة كلية التربية، ١(١٨) ١٤٥ - ١٦٩.

#### المصادر باللغة الإنكليزية:

1. Al-Saadi, A. F.) 2009(*Iraq's geography (its natural framework, economic activity, its human side)*), 1st edition, aldaar aljamieiat for publication, Baghdad.
2. Al-Budeiri, A. L. H. (2018). *Effect of climate changes on Potential Evapotranspiration trends and their future scenarios in Iraq*, PhD thesis (Unpublished) College of Education Ibn- Rushd for Human Sciences, University of Baghdad,1-273.
3. Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., & Rahimzadeh, F. (2006). *Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D5).

4. Al-Kenani, M. N. A. (2015). *Daily rainfall recorded in Iraq (Synoptic Study)*. Journal of Education College:1(18)145-169.
5. Al-shujairy, O. H. A. (2019). *The Effect Pressures Oscillation in Change Upper Atmospheric Patterns and Relationship Climatic Drought in Iraq*, PhD thesis (Unpublished) College of Education Ibn- Rushd for Human Sciences, University of Baghdad,1-377.
6. Asadieh, B., & Krakauer, N. Y. (2015). *Global trends in extreme precipitation: Climate models versus observations*. Hydrology and Earth System Sciences, 19(2), 877–891. <https://doi.org/10.5194/hess-19-877-2015>
7. Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., & Caesar, J. (2013). *Global land-based datasets for monitoring climatic extremes*. Bulletin of the American Meteorological Society, 94(7), 997–1006. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00109.1>
8. Donat, M. G., Peterson, T. C., Brunet, M., King, A. D., Almazroui, M., Kolli, R. K., Boucherf, D., Al-mulla, A. Y., Nour, Y., Aly, A., Ali, T., Nada, A., Semawi, M. M., Al, A., Salhab, T. G., Mansour, M. Ben, Alabdouli, W. O., Al, S., & Al, M. N. (2014). *Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region : long-term trends and variability related to ENSO and NAO*. 592(March 2013), 581–592. <https://doi.org/10.1002/joc.3707>.
9. Frich, P., Alexander, L. V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Tank Klein, A. M. G., & Peterson, T. (2002). *Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century*. Climate Research, 19(3), 193–212. <https://doi.org/10.3354/cr019193>
10. García, J. A., Gallego, M. C., Serrano, A., & Vaquero, J. M. (2007). *Trends in block-seasonal extreme rainfall over the Iberian Peninsula in the second half of the twentieth century*. Journal of Climate, 20(1), 113–130. <https://doi.org/10.1175/JCLI3995.1>
11. Greve, P., Orlowsky, B., Mueller, B., Sheffield, J., Reichstein, M., & Seneviratne, S. I. (2014). *Global assessment of trends in wetting and drying over land*. Nature Geoscience, 7(10), 716–721.
12. Guijarro, J. A. *User's guide of the climatol R Package* (version 4).
13. Kadhum, J. H., Al-Zuhairi, M. F., & Hashim, A. A. (2022). *Synoptic and dynamic analysis of few extreme rainfall events in Iraq*. Modeling Earth Systems and Environment, 8(4), 4939–4952.
14. Khidher, Salar Ali. (2018). *Historical stages of the Koeppen climate classification and trying to modify it*, Al-Adab Journal,1(124), 459-484.
15. Klein Tank, A. M. G., Peterson, T. C., Qadir, D. A., Dorji, S., Zou, X., Tang, H., Santhosh, K., Joshi, U. R., Jaswal, A. K., Kolli, R. K., Sikder, A. B., Deshpande, N. R., Revadekar, J. V., Yeleuova, K., Vandasheva, S., Faleyeva, M., Gomboluudev, P., Budhathoki, K. P., Hussain, A., ... Spektorman, T. (2006). *Changes in daily temperature and precipitation extremes in central and south Asia*. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 111(16), 1–8. <https://doi.org/10.1029/2005JD006316>
16. Mutar, A. G., Khtan, A., & George, L. E. (2021). *Synoptic Characteristics of Torrential Rains in Southwest and Southeast Iraq: A Case Study*. Al-Mustansiriyah Journal of Science, 32(3), 1–7.
17. Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Rahman, N. bin A., Wang, X., & Chung, E.-S. (2018). *Unidirectional trends in daily rainfall extremes of Iraq*. Theoretical and Applied Climatology, 134(3–4), 1165–1177.

18. Sugiyama, M., Shiogama, H., & Emori, S. (2010). *Precipitation extreme changes exceeding moisture content increases in MIROC and IPCC climate models*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(2), 571–575.
19. Sun, Q., Zhang, X., Zwiers, F., Westra, S., & Alexander, L. V. (2021). *A global, continental, and regional analysis of changes in extreme precipitation*. Journal of Climate, 34(1), 243–258. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0892.1>
20. Suzuki, K., & Hayakawa, S. (2006). *Convective precipitation in Yamaguchi Prefecture in summer*. Journal of Agricultural Meteorology, 62(4), 127–132.
21. Wang, H., Chen, Y., & Chen, Z. (2013). *Spatial distribution and temporal trends of mean precipitation and extremes in the arid region, northwest of China, during 1960-2010*. Hydrological Processes, 27(12), 1807–1818. <https://doi.org/10.1002/hyp.9339>
22. You, Q., Kang, S., Aguilar, E., & Yan, Y. (2008). *Changes in daily climate extremes in the eastern and central Tibetan Plateau during 1961-2005*. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 113(7), 1–17. <https://doi.org/10.1029/2007JD009389>
23. Zhang, M., Chen, Y., Shen, Y., & Li, Y. (2017). *Changes of precipitation extremes in arid Central Asia*. Quaternary International, 436(April 2019), 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.12.024>
24. Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Kutaladze, N., Rahimzadeh, F., Taghipour, A., & Hantosh, T. H. (2005). *Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 110(D22).