ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Ammar Majeed Mutlaq

University of Iraq / College of Arts

* *Corresponding author: E-mail* :
ammar.m.mutlk@aliraqia.edu.iq

***Keywords*:**
trend analysis
monthly variation
rainfall
Concentration
seasonal

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	1 Sept 2024
Received in revised form	25 Nov 2024
Accepted	20 Apr 2024
Final Proofreading	20 Apr 2025
Available online	22 Apr 2025

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Analysis of the trend and monthly change in rainfall and its impact on the seasonal concentration of rainfall in Iraq

A B S T R A C T

The study showed that the seasonal concentration of rainfall is affected by the trend of rainfall at the monthly level and that the autumn rain tends to increase in its quantity in some stations and recorded the highest positive decadal change value in Rutba station (4) mm while the highest negative change value in SuIaymaniyah station (-22) mm, which affected the trends of the seasonal concentration of rainfall in these stations, while the trends of rainfall for the winter months recorded negative trends in most of the selected stations and the total monthly changes were reflected in the seasonal change of rainfall for the season and Kirkuk station recorded the highest negative decadal change and reached (-8.4) mm while the highest positive decadal change value in Dohuk station (13) mm, while the monthly trend of rainfall in the spring was random in its values with a low percentage of its importance because the changes in the amount of rainfall are few and have a limited effect on the seasonal level, and Mosul station recorded the highest decadal value of negative change (-13.1) mm while Baghdad had the highest value of wave change for(2.1) mm, it was also shown that The stations studied varied in Classify it as Rain concentration categories' During the fall, it ranged between its lowest value at Zakho station (13.5) Within the second category, moderate moderation, while the highest value within the fourth category was severe irregularity at Basra station (21.8). As for the results of the concentration index for the winter, there was relatively greater homogeneity than the fall in the distribution of rainfall, as SuIaymaniyah station recorded the lowest value within the first category of the index, with a value of (9.7), while Basra station within the third category, irregular distribution, with the highest value (15.6). As for the outputs of the seasonal rainfall concentration index for the spring, it showed that there was a clear variation in the concentration categories within the specified stations, as they were distributed in the concentration levels over the last three categories of concentration levels, with the lowest value within the second category (12.2), while the highest value within the fourth category was severe irregular distribution (20.1), in addition to The rainy season rains were characterized by being more concentrated in falling in the direction North The opposite is also true, as it was found that the fall season was the most concentrated on Monthly level In the fall while winter He was The most homogeneous and distributed monthly precipitation, while the spring season was relatively average in homogeneity.

© 2025 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.32.4.2025.10

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

تحليل الاتجاه والتغير الشهري في كمية الأمطار واثرها على التركز الفصلي لأمطار العراق

عمار مجيد مطلك/ الجامعة العراقية /كلية الآداب

الخلاصة:

من خلال الدراسة ان التركز الفصلي للامطار يتاثر باتجاه الأمطار على المستوى الشهري وان امطار فصل الخريف تتجه نحو الزيادة في كميتها في بعض المحطات وسجلت اعلى قيمة تغير عقدي موجب في محطة الرطبة (٤)ملم بينما اعلى قيمة تغير سالبة في محطة السليمانية (-٢٢) ملم مما اثر على اتجاهت التركز الفصلي للامطار في هذه المحطات بينما سجلت اتجاهات الأمطار لأشهر فصل الشتاء اتجاهات سالبة في

اغلب المحطات المختارة وانعكست مجمل التغيرات الشهرية على التغير الفصلي للأمطار لها الفصل وسجلت محطة كركوك اعلى تغير عقدي سالب وبلغ (-٨.٤) ملم بينما اعلى قيمة تغير عقدي موجب في محطة دهوك (١٣)ملم ، بينما كان الاتجاه الشهري للأمطار في فصل الربيع عشوائيا في قيمه مع قلة نسبه أهميته كون التغيرات في كمية الأمطار قليلة وذات تأثير محدود على المستوى الفصلي، وسجلت محطة الموصل اعلى قيمة عقدية للتغير السالب (-١٣.١) ملم بينما بغداد اعلى قيمة للتغير الموجب (٢.١)ملم ، كذلك تبين ان المحطات المدروسة كانت تتباين في تصنيفها ضمن فئات التركز المطري خلال فصل الخريف اذ تراوحت ما بين ادنى قيمة لها في محطة زاخو (١٣.٥) ضمن الفئة الثانية اعتدال متوسط اما اعلى قيمة ضمن الفئة الرابعة عدم انتظام شديد في محطة البصرة (٢١،٨)، اما نتائج مؤشر التركز لفصل الشتاء تجانسا اكبر نسبيا من فصل الخريف في توزيع الأمطار اذ سجلت محطة السليمانية ادنى قيمة ضمن الفئة الأولى للمؤشر وبقيمة بلغت(٩،٧) بينما محطة البصرة ضمن الفئة الثالثة عدم اعتدال التوزيع بأعلى قيمة (١٥.٦) اما مخرجات مؤشر التركز المطري الفصلي لفصل الربيع أظهرت ان هنالك تباينا واضحا في فئات التركز ضمن المحطات المحددة حيث توزعت في مستويات التركز على الفئات الثلاثة الأخير من مستويات التركز وبأدنى قيمة ضمن الفئة الثانية (١٢،٢) اما اعلى قيمة ضمن الفئة الرابعة عدم انتظام التوزيع بشدة(٢٠.١) فضلا عن ان امطار الموسم المطري اتسمت بانها أكثر تركزا في تساقطها بالاتجاه شمالا والعكس صحيح كذلك تبين ان فصل الخريف كان الأكثر في التركز على المستوى الشهري في التساقط بينما فصل الشتاء كان الأكثر تجانسا وتوزيعا في التساقط الشهري بينما فصل الربيع كان نسبيا متوسط التجانس.

الكلمات المفتاحية: تحليل الاتجاه ، التغير الشهري ، الامطار، التركز ، الفصلي

المقدمة

تعد الدراسات المناخية المتخصصة بدراسة وتحليل المناخ وعناصره من الدراسات المهمة التي يتم من خلالها تقييم التأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية الحديثة على خصائص المناخ اذ تعد الأمطار وخصائصها من ابرز الظواهر المناخية التي تاثرت بهذة التغيرات المناخية كونها بدات تتخذ اتجاهات متغيره على المستوى الشهري والفصلي في كمية التساقط واتجاهاتها العامة الشهرية والفصلية والتي تنعكس بشكل مباشر على اتجاهات التركز الزماني (الفصلي) والمكاني والذي يؤثر بدوره على الامطار الفعالة ورطوبة التربة وفقا للخصائص الحرارية لكل فصل اذ تتاثر القيم ةالفعلية للامطار بكمية التبخر والذي يرتبط طرديا بارتفاع او انخفاض درجة الحرارة الفصول ضمن الموسم المطري وبالتالي فان التغير في التركز المطري ما بين فصل واخر سينتج عنه تاثيرات بيئية على الموارد الطبيعية كانبات الطبيعي والتربة والموارد المائية والتي بدورها تلعب دورا مهما في تحديد النشاط البشري الزراعي خصوصا في البيئات الجافة وشبه الجافة والتي تقع منطقة

الدراسة ضمن تاثيراتها المناخية ، اذ تتجه المؤسسات البحثية في دراساتها الى تحليل التغيرات المناخية بشكل تفصيلي وتحديد التاثيرات بعيدة المدى على خصائص المناخ وظواهره التي من المحتمل ان تؤسس الى ضهور أنماط مناخية جديدة تتصف بخصائص حرارية ومطرية معينة ينبغي فهمها بشكل تام لغرض التعاطي والتكيف وفقا لما تقتضيه التنمية المستدامة في هذه البيئات.

- **مشكلة الدراسة**

تتمثل مشكلة الدراسة بالتساؤل التالي:

١. ما هو الاتجاه العام الشهري لكمية الأمطار للأشهر المطيرة في منطقة الدراسة؟ وهل هنالك اختلافات نوعية في هذه الاتجاهات على المستوى الشهري.
٢. ما هو اتجاه التركز المطري الفصلي وهل تشهد فصول تركز مطري على حساب فصول أخرى ضمن الموسم المطير؟

- **فرضية الدراسة**

١. تسجل الأمطار اتجاها عاما متباينا ما بين الاتجاه العام الموجب والسالب خلال الأشهر المطيرة وفقا لتحليل البيانات المطرية
٢. تشهد كمية الأمطار تركزا في نسبها خلال الموسم المطير وهي متباينة ما بين فصل واخر في نسبة التركز وفقا للاتجاهات كمية الأمطار الشهرية خلال الموسم المطير.

- **هدف البحث**

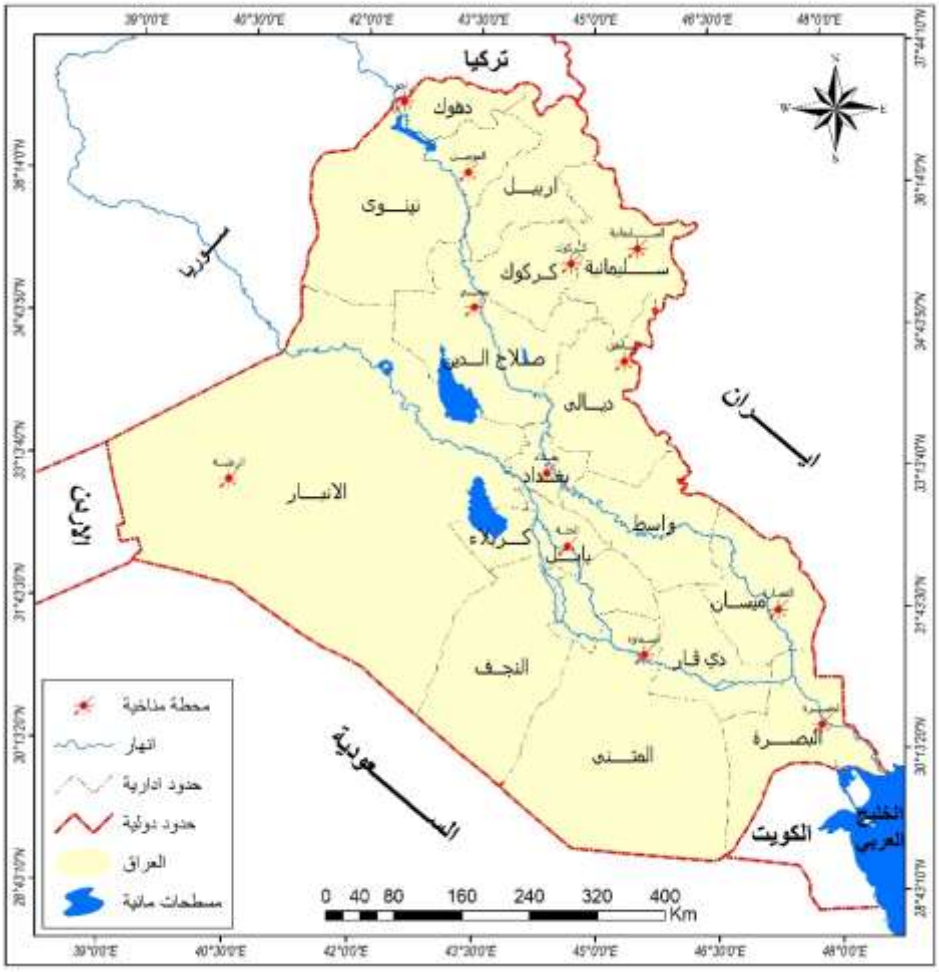
يهدف البحث الى تحليل بيانات الأمطار على المستوى الشهري وتحديد اتجاهاتها العامة ومن ثم تحديد مدى انعكاس او ارتباط الاتجاه العام في اتجاهات التركز المطري على المستوى الفصلي للأمطار، والتعرف على مدى تحول الحاصل في نسبة التركز المطري ما بين الفصول للموسم المطري.

- **حدود منطقة الدراسة:**

يقع العراق ضمن قارة اسيا في الجزء الجنوبي الغربي من القارة وفي الجزء الاسيوي من الوطن العربي يحده من الشمال تركيا ومن الشمال الغربي سوريا ومن الغرب الأردن ومن الجنوب والجنوب الغربي المملكة العربية السعودية والكويت ومن الشرق إيران والشمال الشرقي إيران.

اما **الموقع الفلكي** فتقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ((15 3 29 – 40 22 37) شمالا وخطي طول(55 47 38) – (50 33 48)شرقا. خريطة (١).

خريطة (١) منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خارطة العراق الادارية بمقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠٠٠, باستخدام برنامج Arc Map10.2

تم تحديد اثنتا عشر محطة مناخية في منطقة الدراسة وتهيئة بيانات التساقط المطري ومن ثم اخضاعها للتحليل الاحصائي باستخدام البرامج الإحصائية **Xlstat &Spss** لاستنباط الاتجاه العام والتغيرات التي انتابت السلاسل الزمنية خلال مدة الدراسة من (١٩٨٠-٢٠٢٢). جدول (١). وجاء البحث على ثلاثة محاور

١- تحليل الاتجاه العام والتغير الشهري للأمطار.

٢- تحليل التركز المطري الفصلي باستخدام المؤشرات الإحصائية.

٣- إيجاد علاقة الارتباط ما بين متغيرات الدراسة.

جدول (١) المحطات المناخية المختارة في منطقة الدراسة

المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع/م
بغداد	33 18	44 24	31
الموصل	36 19	43 09	223
البصرة	30 34	47 47	2.6
الحي	32 08	46 02	17
الرطبة	33 02	40 17	630
ال السماوة	31 16	45 16	11
دهوك	36 52	43 00	276
خانقين	34 21	45 23	175
بيجي	34 54	43 32	115
سليمانية	35 32	45 27	843
كركوك	35 28	44 24	331
كربلاء	32 34	44 03	29

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي.

- **الخصائص الفصلية والسنوية للأمطار**

يخضع التساقط المطري في العراق لنظام تساقط البحر المتوسط، اذ يبداء الموسم المطري مع دخول فصل الخريف ويستمر الفصل المطير الى تسعة أشهر ينتهي مع نهاية فصل الربيع والمتمثل بشهر أيار، وتتصف امطار العراق بتذبذبها الكبير ما بين شهر واخر وفصل واخر وعلى مدى الموسم المطري بسبب تنوع المنظومات الضغطية المسببة للتساقط على مدار الموسم المطري ما بين المنخفض (المتوسطي، السوداني، المندمج) **(عبود، ٢٠١٥)**.

ويتبين من الجدول (٢) ان هنالك تباينا واضحا في مجاميع الأمطار الفصلية ما بين فصل واخر، وكذلك تباينا مكانيا تبعا لمواقع المحطات المدروسة واهم مما يميز امطار العراق ان الأمطار تتزايد تدريجيا بالاتجاه من الجنوب الى اقصى الشمال تبعا لعدة عوامل كالارتفاع عن سطح البحر وكذلك البعد والقرب من المنظومات الضغطية المتوسطية ذات التأثير الأكبر في امطار المنطقة، **(السامرائي واحمد،٢٠٠٨)**.ويلاحظ ان بداية سقوط للأمطار مع بداية فصل الخريف والذي بحلوله يبدأ الموسم المطري في المنطقة، اذ تبدأ بوادر تأثيرات المنخفضات المطيرة بالوصل الى المنطقة تدريجيا من الشمال ثم الوسط ثم جنوبا.

جدول (٢) المعدلات الفصلية لمجاميع الأمطار/ملم ونسبها المئوية للمحطات المختارة

المحطة	الخريف	%	الشتاء	%	الربيع	%	المجموع
البصرة	28	18%	70	55%	36	27%	135
الحلة	23	19%	56	53%	28	28%	108
الرطبة	31	23%	53	47%	34	30%	118
السليمانية	119	16%	332	50%	221	33%	673
ال السماوة	24	21%	49	49%	31	30%	103
العمارة	40	20%	85	50%	55	30%	179
الموصل	65	17%	186	50%	123	33%	374
بغداد	26	19%	62	52%	36	29%	124

بيجي	38	17%	108	52%	67	31%	212
خانقين	68	22%	145	51%	80	27%	293
زاخو	104	16%	349	54%	183	29%	636
كركوك	63	17%	177	52%	104	31%	344

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي (بيانات غير منشورة) ,٢٠٢٣.

وقد سجلت اعلى كمية امطار في محطة السليمانية بمقدار (١١٩)ملم خلال الفصل وبنسبة بلغت (١٦%)من اجمالي مجموع الأمطار السنوي بنما سجلت محطة السماوة ادنى كمية بمقدار (٢٤)ملم وبسبة بلغت(٢١%)من المجموع السنوي خلال هذا الفصل ، اما في ما يخص فصل الشتاء فيعد الأعلى كمية للتساقط بنسب تجاوزت الـ(٥٠%) في نعظم المحطات المدروسة وسجلت محطة زاخو اعلى كمية تساقط مطري خلال الفصل وبمقدار(٣٤٩) ملم بنما سجلت محطة السماوة ادنى كمية وبلغت (٤٩)ملم ،وصولا الى فصل الربيع والذي يمثل الفصل الأخير في الموسم المطري قبل الدخول في الفصل الجاف اذ يأتي بالمرتبة الثانية في كمية الأمطار المتساقطة في منطقة الدراسة وبلغت اعلى كمية تساقط في محطة السليمانية بواقع(٢٢١)ملم وبسبة بلغت(٣٣%) بينما سجلت محطة الحلة ادنى كمية للتساقط خلال هذا الشهر وبمقادر(٢٨)ملم.

أولا: تحليل الاتجاه والتغير الشهري للأمطار.

يتم اعتماد العديد من الطرق الإحصائية في تتبع التغيرات التي تطرأ على السلاسل الزمنية بمرور الزمن، ومنهجيا تم اعتماد المنهج التحليلي لوصول الى وصف النتائج الكمية التي يتم استنباطها من خلال الاختبارات الإحصائية ، ومن ثم استقراء مستقبل الاتجاه الذي تتجه نحوه الأمطار سواء التركز او التشتت على المستوى الشهري او الفصلي من خلال اعتماد اختبار مان كاندل (The Mann–Kendall test) للتغير، وهو من الاختبارات التي لها القدرة على التعامل مع البيانات التي لا تعتمد التوزيع الاعتدالي في توزيعها(**Reshu Yadav,S.K.Tripathi,2014,p165**) ، وكذلك لعدم تأثره بالقيم المتطرفة التي من الممكن ان تؤثر على اتجاهات الظاهرة من خلال تحييد تأثيرها على خط الاتجاه العام مع الزمن كونه صمم للتعامل مع البيانات الامعلمية في توزيعها من خلال نتائج ميل الانحدار(Sen Slope) اذيتم استنباط قيم التغير في القيم للعقد الواحد(**Hirsch, Robert M, James R. Slack, 1991,P107**) .

- **تحليل الاتجاه والتغير لأشهر فصل الخريف**

يبدا الموسم المطري في منطقة الدراسة مع بداية دخول اشهر فصل الخريف (أيلول، تشرين اول ،تشرين ثاني) وعلى الرغم من كمية الأمطار لأشهر هذا الفصل قليلة نسبيا وخصوصا شهر أيلول وتشرين الأول الا انه من الضروري تسليط الضوء عليها للإحاطة باتجاهات الأمطار فيها خلال المدة المحددة للدراسة، ويلاحظ ان شهر أيلول وعلى الرغم من قلة كميات التساقط فيه لأغلب المحطات وخصوصا الوسطى والجنوبية الا انها تفاوتت في اتجاهاتها العامة ما بين السالب والموجب، اذ يتبين من الجدول(3) قد سجلت

خمسة محطات اتجاها سالب في كمية التساقط وتركز في وسط وشمال منطقة الدراسة وهي (كركوك ،الموصل ، بغداد ، الرطبة، خانقين) وكانت محطة كركوك الاعلى قيمة في مقدار الاتجاه السالب وبمقدار(-٠.٠٠٢) ملم وبتغير عقدي بلغ (-٠.٢)ملم تلتها بقية المحطات على الترتيب (-٠.١٨، -٠.٠٠٣، -٠.٠٠١، -٠.٠٠١)ملم للعقد الواحد اما المحطات ذات الاتجاه الموجب فقد بلغت (٧) محطات وشملت (البصرة، الحلة، بيجي، السماوة ، السليمانية، زاخو، العمارة) من منطقة الدراسة ولتسجل محطة العمارة اعلى مقدار للتغير العقدي وبلغ (٠.٥٣)ملم تلتها بقية المحطات (٠.٥١ ،٠.١٨، ٠.٠٠٨، ٠.٠٠٤، ٠.٠٠٣، ٠.٠٠٠)ملم على الترتيب..

جدول (٣) الاتجاه والتغير العقدي /ملم وفقا لاختبار مان كاندل (The Mann-Kendall test) لفصل الخريف

المحطة	أيلول	التغير العقدي		ت١	التغير العقدي	ت٢	التغير الفصلي
زاخو	0.051	0.51		-0.605	-6.1	-1.37	-19.29
السليمانية	0.018	0.18		-0.433	-4.3	-1.792	-22.02
البصرة	0.00	0.00		0.236	2.4	0.173	4.1
كركوك	-0.02	-0.2		-0.093	-0.9	-1.202	-13.1
بيجي	0.004	0.04		0.019	0.2	-0.827	-8.06
ال السماوة	0.008	0.08		0.084	0.8	0.158	2.32
الحلة	0.003	0.03		0.111	1.1	0.149	2.63
العمارة	0.053	0.53		0.143	1.4	0.149	3.43
الرطبة	-0.001	-0.01		0.222	2.2	-0.179	0.39
الموصل	-0.018	-0.18		-0.294	-2.9	-1.228	-15.38
بغداد	-0.003	-0.03		-0.319	-3.2	0.227	-0.93
خانقين	-0.001	-0.01		-0.491	-4.9	-0.326	-8.21

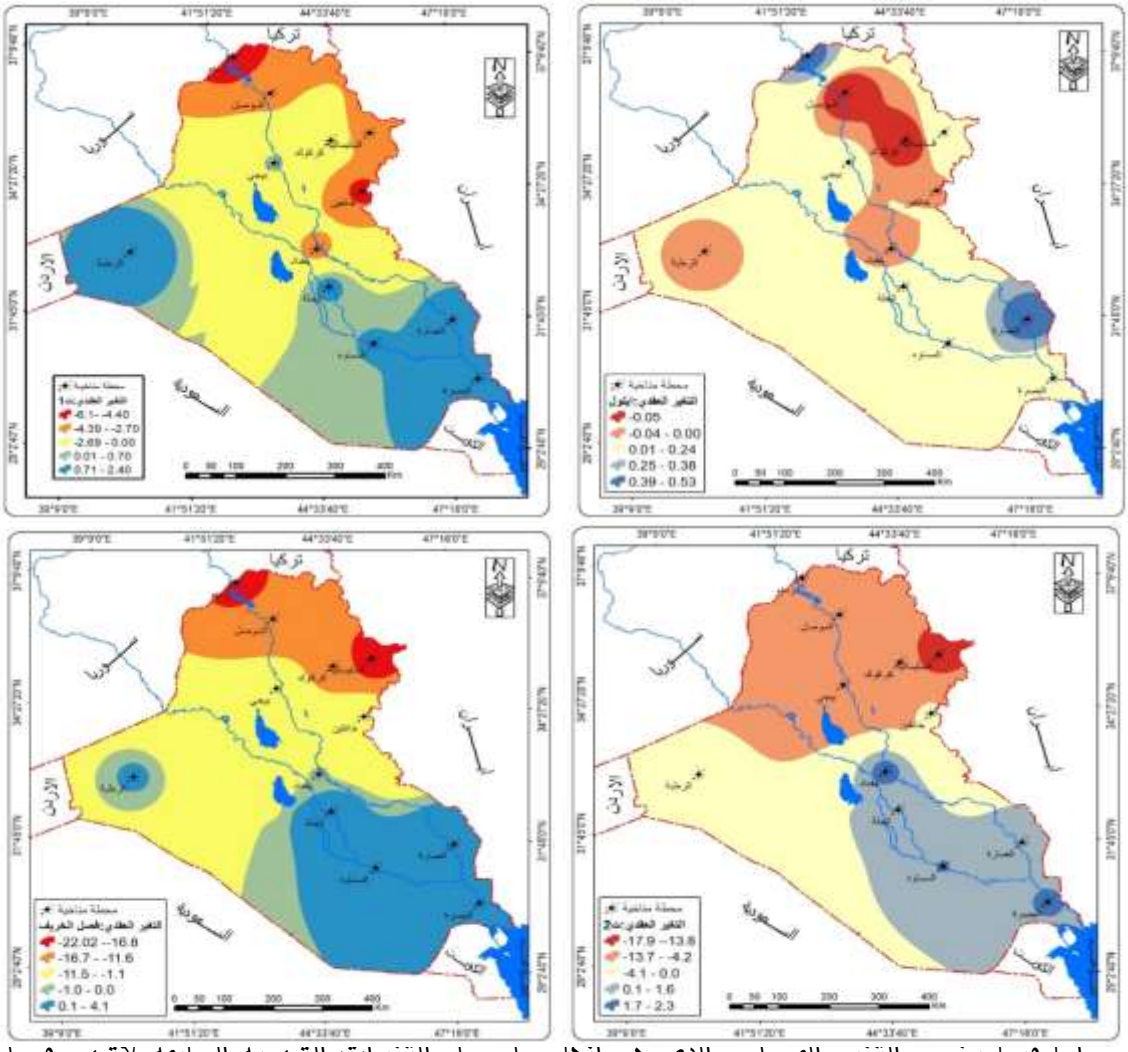
المصدر: عمل الباحث اعتمادا على برنامج Xlstat.

اما في شهر تشرين الأول: تزداد كمية الأمطار نسبيا بالمقارنة مع شهر أيلول خلال هذا الشهر مع تزايد تأثير المنخفضات الجبهوية المتوسطية التي تبدا بزيادة تكراراتها على منطقة الدراسة ،ومن خلال الجدول يتبين ان هذا الشهر سجل اتجاها متباينا في كمية الأمطار في المحطات المختارة اذ سجلت ٦ محطات اتجاها عاما نحو التناقص وهي(زاخو، خانقين،،السليمانية ، بغداد، الموصل ،كركوك) بلغ اعلى مقدار للتغير العقدي السالب في محطة زاخو (-٦.١) ملم تلتها بقية المحطات(خانقين، السليمانية، بغداد، الموصل، كركوك) على الترتيب بينما سجلت بقية المحطات والبالغة ٦ محطات اتجاها نحو الزيادة في كمية الأمطار وبلغت اعلى كمية للتغير العقدي في محطة البصرة وبمقدار ٢.٤ملم للعقد الواحد تلتها بقية المحطات(الرطبة، العمارة، الحلة ،ال السماوة، بيجي) على التوالي.

وصولا الى **شهر تشرين الثاني** حيث سجلت المحطات المختارة في هذا الشهر تغيرات تباينت في ما بين السالب والموجب في التغيرات العقدية ،وقد سجلت خمسة محطات تغيرات عقدية موجبة وهي (البصرة، بغداد ، السماوة، العمارة ،الحلة) وبقيم بلغت (٢.٧،٢.٣، ١.٦، ١.٥، ١.٥) ملم للعقد الواحد على الترتيب بينما سجلت محطة (السليمانية، زاخو، الموصل ،كركوك، بيجي، خانقين، الرطبة) وبقيم تغير عقدي (-١٧.٩،-

١٣.٧-،١٢.٣-،١٢-،٨.٣-،٣.٣-،١.٨-) تأتي نتائج مان كاندل (The Mann-Kendall test) متوافقتا مع ما توصلت اليه دراسات سابقة حول اتجاهات الأمطار خلال فصل الخريف خصوصا المحطات الجنوبية من العراق اذ تشير الى ان المنطقة الجنوبية سجلت اتجاهات متزايدة في كمية التساقطات المطرية خلال هذا الفصل، **(البديري، ص٤٥٢)** جدول (٣).

خريطة (٢) التغير العقدي لأمطار فصل الخريف/ملم في محطات منطقة الدراسة



اما فيما يخص التغير الفصلي والذي هو انكاس لمجمل التغيرات الشهريه السابقه لاشهر فصل الخريف، فيلاحظ ان سبع محطات كان التغير فيها سلبيا وهي (السليمانية، زاخو، الموصل، كركوك، خانقين، بيجي، بغداد) وبقيم تغير من الأعلى الى الأدنى (-٢٢.٠، -١٩.٣، -١٥.٤، -١٣. ١، -٨.١، -٠.٩) ملم للعقد الواحد بينما بقية المحطات سجلت تغيرا موجبا وهي (الرطبة، السماوة، الحلة، العمارة، البصرة) وبلغت قيم التغير في كمية الأمطار فيها للعقد (٠.٣٩،٢.٣٢،٢.٦٣،٣.٤٣،٤.) ملم وكما في الخرائط (٢) اذ يظهر ان المحطات الجنوبية سجلت تغيرات موجبة في التساقط المطري خلال فصل الخريف وهذ يتوافق مع ما توصلت الية الدراسات السابقة بهذا الجانب **(الشجيري والهذال، ص١٠٣)**.

- **الاتجاه والتغير خلال فصل الشتاء**

شهد شهر **كانون الاول** اتجاها متباينا في اتجاهات التغير في كمية الأمطار في منطقة الدراسة ما بين الاتجاه الموجب والسالب، وسجلت المحطات (خانقين، ال السماوة، الحلة، كركوك، البصرة، بغداد، العمارة) نغيرا سالبا في امطارها خلال هذا الشهر وبغت قيم التغير العقدي (-٢.٥، -١.٩، -١.٧، -١.٧، -٠.٣، -٠.١، -٠.١) ملم على الترتيب بينما سجلت بقية المحطات اتجاها نحو الزيادة خلال هذا الشهر وهي (السليمانية، زاخو، الرطبة، بيجي، الموصل) وبقيم تغير بلغت (١١.٩، ٨.٤، ١.٩، ٠.٥، ٠.١) ملم على الترتيب.

اما **شهر كانون ثاني** والذي يعد الشهر الاعلى نسبة في كمية الأمطار في معظم محطات منطقة الدراسة فقد تباينت محطات المنطقة المدروسة في اتجاهاتها العامة ما بين الموجب والسالب حيث سجلت محطات جنوب منطقة الدراسة اتجاها سالبا مع الزمن وبلقت قيم التغير العقدي(-٤.٣،-٣.٦،-٢.٣، -١.٥ ،-١.٣،-٠.٩) ملم للمحطات (البصرة، العمارة، السماوة، بغداد، الحلة، كركوك)على الترتيب بينما سجلت بقية المحطات اتجاها موجبا وبلغت قيم للتغير العقدي (٤١.٣ ، ٩.١، ٦.٣، ٥.٥، ٥.٢، ٢)ملم للمحطات (زاخو ، الموصل، السليمانية، بيجي، خانقين، الرطبة) على الترتيب جدول(٤).

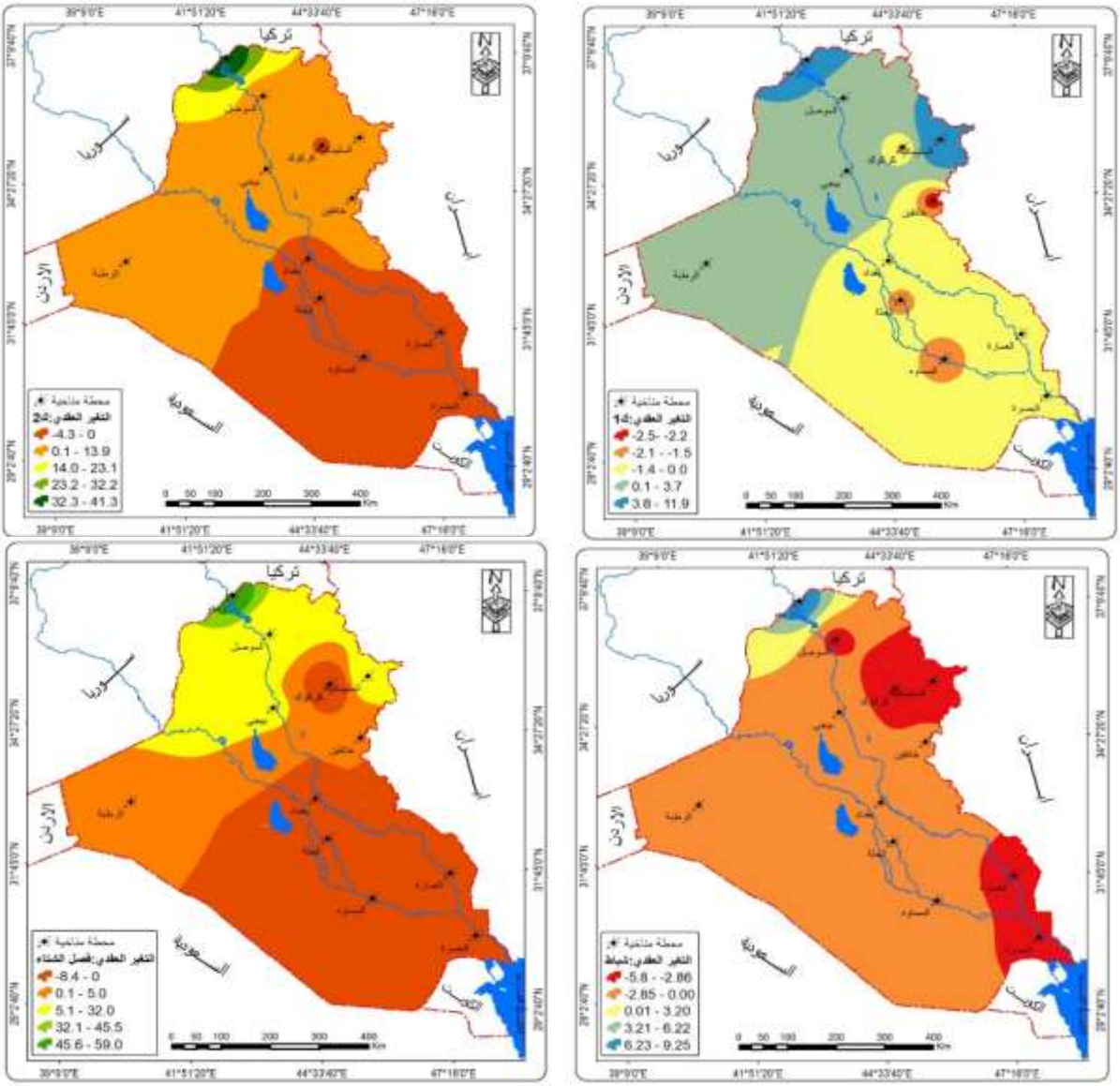
جدول (٤) الاتجاه والتغير العقدي /ملم وفقا لاختبار مان كاندل (The Mann–Kendall test) لفصل الشتاء

المحطة	ك١	التغير العقدي	ك٢	التغير العقدي	شباط	التغير العقدي	التغير الفصلي
البصرة	-0.028	-0.277	-0.428	-4.3	-0.322	-3.219	-7.796
الرطبة	0.187	1.875	0.201	2	-0.135	-1.349	2.526
السليمانية	1.185	11.853	0.635	6.3	-0.513	-5.128	13.025
ال السماوة	-0.186	-1.867	-0.231	-2.3	-0.206	-2.056	-6.223
العمارة	-0.005	-0.053	-0.363	-3.6	-0.368	-3.683	-7.336
الموصل	0.014	0.144	0.912	9.1	-0.362	-3.624	5.62
بغداد	-0.006	-0.069	-0.15	-1.5	-0.034	-0.336	-1.905
بيجي	0.05	0.508	0.555	5.5	-0.004	-0.039	5.969
الحلة	-0.171	-1.717	-0.129	-1.3	-0.023	-0.229	-3.246
خانقين	-0.252	-2.522	0.522	5.2	-0.234	-2.335	0.343
زاخو	0.842	8.42	4.133	41.3	0.925	9.25	58.97
كركوك	-0.165	-1.652	-0.09	-0.9	-0.588	-5.883	-8.435

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على برنامج Xlstat.

بينما سجل شهر شباط والذي يأتي بالمرتبة الثانية من حيث الأهمية في كميات التساقط اتجاها عاما نحو التناقص مع الزمن في جميع المحطات وبلغت قيم التغير العقدي في كمية الأمطار (-٥.٩، -٥.١، -٣.٧، -٣.٦، -٣.٢، -٢.٣، -٢.١، -١.٣، -٠.٣، -٠.٢)ملم للمحطات (كركوك، السليمانية، العمارة، الموصل، البصرة، خانقين، السماوة، الرطبة، بغداد، الحلة) على الترتيب بينما لم تسجل محطة بيجي أي اتجها للأمطار، اما محطة زاخو فقد سجلت تغير موجبا بلغ مقدار التغير العقدي فيها (٩.٣) ملم للعقد الواحد، خريطة (٣).

خريطة (٣) التغير العقدي لأمطار فصل الشتاء / ملم في محطات منطقة الدراسة



اما **فصليا** فان فصل الشتاء قد سجلت تباينا في التغيرات الفصلية ما بين الموجب والسالب للمحطات المحددة اذ سجلت المحطات (كركوك، البصرة ،العمارة ،السماوة ،الحلة ،بغداد) تغيرات عقدية سالبة بلغت (-٨.٤، -٧.٨، -٧.٣، -٦.٢، -٣.٢، -١.٩) ملم على الترتيب ،بينما سجلت المحطات(زاخو، السليمانية، بيجي، الموصل، الرطبة ،خانقين) تغيرات عقدية موجبة وبلغت(٥٩.٠،١٣.٠، ٦.٠، ٥.٦، ٢.٥، ٠.٣) ملم على الترتيب ، وهي نتائج تتوافق مع النتائج التي توصلت اليها الدراسات العربية والعالمية في هذا الخصوص كون التغيرات المناخية من اهم اثارها هو التناقص في كمية الأمطار وتزايد موجات الجفاف العالمي .

الاتجاه والتغير خلال فصل الربيع

يظهر من نتائج اختبار مان كاندل (The Mann–Kendall test) ان **شهر اذار** سجل اتجاها سالبا في جميع المحطات قيد الدراسة باستثناء محطة زاخو كان الاتجاه فيها موجبا وبلغت اعلى قيم التغير السالبة في محطة الموصل تلتها بقية المحطات على التوالي (خانقين، العمارة، البصرة، السليمانية، بيجي، كركوك، السماوة، الرطبة، بغداد، الحلة) وبقيم تغير (-٩.٤، -٨.٧، -٧.٦، -٤.٦، -٣، -٢.٦، -١.٤، -٠.٩، -٠.٢، -٠.٢، -٠.٢) ملم للعقد الواحد.

اما خلال **شهر نيسان** فقد تباينت اتجاهات الأمطار فيها خلال هذا الشهر ما بين الاتجاه الموجب والاتجاه السالب اذ سجلت المحطات (كركوك، الموصل، السماوة، زاخو، العمارة، البصرة، الحلة، خانقين) وبلقت قيم التغير العقدي لها (-٤.١، -٢.٦، -٢.٢، -١.٩، -١.٧، -١.١، -٠.٨، -٠.٢)ملم للعقد الواحد بينما سجلت المحطات(بغداد، الرطبة، بيجي، السليمانية) تغير موجبا وكان على النحو الاتي(٢.٢، ١.١، ٠.٥، ٠.٢) ملم للعقد. جدول (٥).

وأخيرا **شهر أيار** يعد اخر اشهر الموسم المطري يمتاز بقلة التساقط نسبيا وكذلك يكون التساقط في الغالب من النوع الاعصاري السريع والعشوائي **(الكوران، ص٢٦٤)**، وقد تباينت المحطات المدروسة في الاتجاه العام ما بين السالب والموجب اذ سجلت المحطات (السليمانية، زاخو، العمارة، كركوك، الموصل، بيجي، الرطبة) تغيرا عقديا سالبا وبلغت قيم التغير (-٦.٢، -٥.٣، -٣.٢، -١.٦، -١.١، -٠.٩، -٠.٤، -٠.٢) ملم للعقد.

جدول (٥) الاتجاه والتغير العقدي /ملم وفقا لاختبار مان كاندل (The Mann–Kendall test) لفصل الربيع

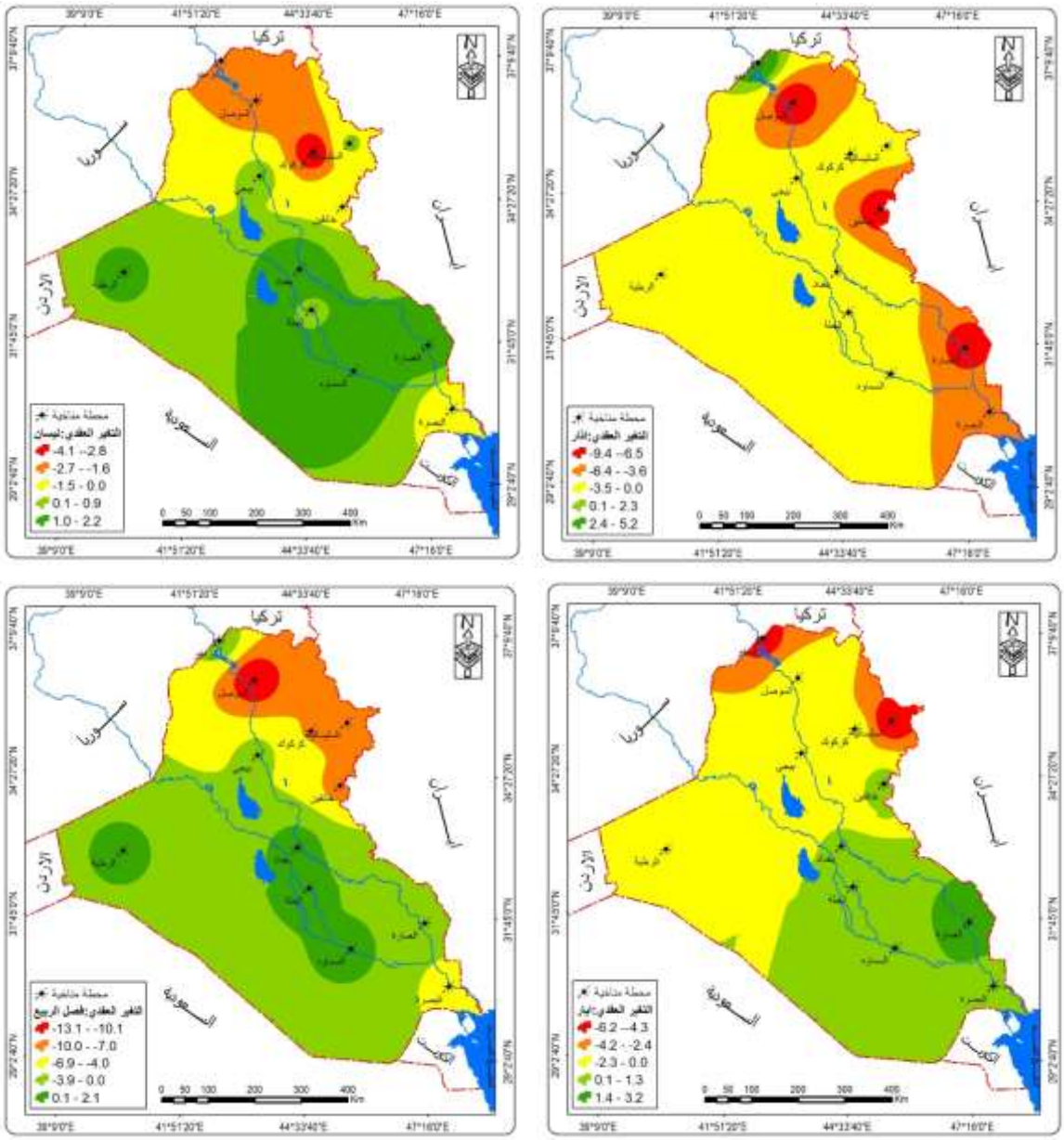
المحطة	اذار	التغير العقدي	نيسان	التغير العقدي	أيار	التغير العقدي	التغير الفصلي
البصرة	-0.465	-4.6	-0.112	-1.1	0.041	0.4	-5.3
الرطبة	-0.024	-0.2	0.106	1.1	-0.02	-0.2	0.7
السليمانية	-0.302	-3	0.022	0.2	-0.623	-6.2	-9
ال السماوة	-0.09	-0.9	0.217	2.2	0.002	0	1.3
العمارة	-0.755	-7.6	0.175	1.7	0.317	3.2	-2.7
الموصل	-0.943	-9.4	-0.261	-2.6	-0.112	-1.1	-13.1
بغداد	-0.024	-0.2	0.22	2.2	0.013	0.1	2.1
بيجي	-0.26	-2.6	0.048	0.5	-0.086	-0.9	-3
الحلة	-0.022	-0.2	0.082	0.8	0.039	0.4	1
خانقين	-0.87	-8.7	-0.016	-0.2	0.075	0.8	-8.1
زاخو	0.519	5.2	-0.192	-1.9	-0.53	-5.3	-2
كركوك	-0.143	-1.4	-0.412	-4.1	-0.157	-1.6	-7.1

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على برنامج Xlstat.

على المستوى الفصلي والذي يمثل حصيلة التغيرات الشهرية أعلاه فان التغيرات تباينت ما بين السالبة في المحطات (الموصل، السليمانية، خانقين، كركوك، البصرة، بيجي، العمارة، زاخو) وبلغت قيم التغيرات العقدية فيها (-١٣.١، -٩، -٨.١، -٧.١، -٥.٣، -٣، -٢.٧، -٢) ملم على الترتيب بينما سجلت المحطات

(بغداد، السماوة، الحلة، الرطبة) تغيرات عقدية موجبة وبلغت قيم التغير (٢.١، ١.٣، ١، ٠.٧) ملم على الرتيب

خريطة (٤) التغير العقدي لأمطار فصل الربيع في محطات منطقة الدراسة



ثانيا: تحليل التركز الفصلي للأمطار.

١- مؤشر التركز الفصلي المطري (pci)

يعد من المؤشرات التي صممت لتحليل تركز او اعتدال توزيع الأمطار على المستوى الشهري او الفصلي او السنوي إذا كانت الأمطار موزعة على مدار السنة ويعد (Oliver ,1980) اول من استخدم هذا

المؤشر في دراسة التركز المطري ويحسب وفقا للمعادلة **(Prajakta B Labade, Sagar B Gavit,2024)**

$$PCI\ seasonal = \frac{(\sum_i^3 pi^2)}{(\sum_i^3 pi)^2} \times 25$$

حيث:

Pi = معدل هطول الأمطار الشهري في الشهر (ا)

من خصائص هذ المؤشر انه يطبق على المعدلات الشهرية لعدد معين من المواسم المطرية لغرض تحديد مدى تركز او تشتت التساقط المطري في هذه الفصول **(خليل،٢٠١٨، ص٤٠)**. يصنف هذا المؤشر الأمطار الى اربعة فئات حسب مستوى التركز او التشتت وكما في الجدول (٦).

جدول(٦) فئات مؤشر التركز المطري (PSI)

مؤشر التركز المطري PCI	نظام التساقط المطري
PCI ≤١٠	تعادل واضح في التوزيع(تساقط مطري موزع)
PCI >١٠ ≤15	اعتدال متوسط في التوزيع
PCI>١٥ ≤20	عدم اعتدال التوزيع
PCI >20	عدم انتظام واضح في التوزيع(تركز مطري شديد)

Source: M.DE. Luis and others, precipitation concentration changes in Spain 1946 - 2005, natural hazards and earth system sciences, 11,2011, p1260.

وقد بينت نتائج مؤشر التركز المطري ان الموسم المطري سجل تباينات واضحة في تكز الأمطار ضمن الفصول المطيرة للموسم المطري ما بين فصل واخر وأيضا على المستوى التباينات المكانية ما بين محطة وأخرى وعلى النحو التالي:

- **فصل الخريف:** يظهر من الجدول (٧) ان المحطات المدروسة جميعها كانت تتباين في قيم مؤشر التركز المطري ما بين فئات التركز المطر عدا الفئة الأولى لم تكن ضمن حدودها أي محطة من المحطات المختارة وكانت نتائج تطبيق المؤشر على النحو التالي.
- **الفئة الثانية:** محطات ذات اعتدال متوسط في التوزيع وشملت كل من محطة (زاخو، السليمانية، خانقين، الموصل) وبلغت قيم المؤشر (١٣.٥، ١٤.٦، ١٤.٩، ١٥) وبذلك تعد هذه المحطات ذات اعتدال مطري متوسط في التوزيع خلال فصل الخريف ويلاحظ ان هذه المحطات الأعلى في كمية التساقط خلال فصل الخريف بسبب قربها من تأثيرات البحر المتوسط وكذلك عامل الارتفاع كونها تقع في شمال وشمال شرق العراق.

- **الفئة الثالثة:** محطات غير معتدلة التوزيع وشملت محطات (كركوك، الرطبة، بيجي، بغداد) وبلغت (١٦ ،١٧.٩، ١٨.٤، ١٩.٨) ملم وبذلك فان قيم المؤشر تشير الى ان امطار هذه المحطات والتي تقع في وسط منطقة الدراسة تتصف بكونها غير معتدلة التوزيع نوعا ما وذلك يعود الى بعدها عن مؤثرات البحر المتوسط عند بداية توارد المنخفضات المتوسطية المطيرة والتي لا تبداء في وصول تأثيراتها الا في نهاية شهر تشرين الأول وبذلك يحدث هذا التباين الواضح في كمية التساقط الشهري بين شهر واخر.
- **الفئة الرابعة:** محطات ذات تساقط مطري غير منتظم تركز مطري شديد وشملت المحطات الجنوبية لمنطقة الدراسة وهي كل من (الحلة، السماوة، العمارة، البصرة) وبلغت قيم المؤشر (٢٠، ٢٠.١، ٢٠.٢، ٢١.٨) ملم على الترتيب ويظهر من خلال قيمة المؤشر ان المحطات الجنوبية ذات تركز مطري شديد جدا خلال فصل الخريف اذ تمتاز بقلة وندرة التساقط خلال شهري أيلول وتشرين الأول ويتركز معظم التساقط خلال شهر تشرين الثاني تبعا لبداية وصول المؤثرات للمنخفضات المتوسطية الى المنطقة خلال هذا الشهر.

جدول (٧) مؤشر التركز الفصلي المطري (pci) لفصل الخريف والتغيرات العقدية الحاصلة فيه لمحطات منطقة الدراسة

المحطات	pci	معامل التغير	التغير العقدي
السليمانية	14.6	-0.0284	-0.28
زاخو	13.5	0.0138	0.14
الموصل	15.0	0.0143	0.14
كركوك	16.0	0.0094	0.09
بيجي	18.4	0.0429	0.43
خانقين	14.9	-0.052	-0.52
الرطبة	17.9	0.0316	0.32
بغداد	20.6	-0.0463	-0.46
الحلة	19.0	-0.0148	-0.15
ال السماوة	20.1	-0.0041	-0.04
العمارة	20.2	-0.0108	-0.11
البصرة	21.8	-0.0756	-0.76

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي.

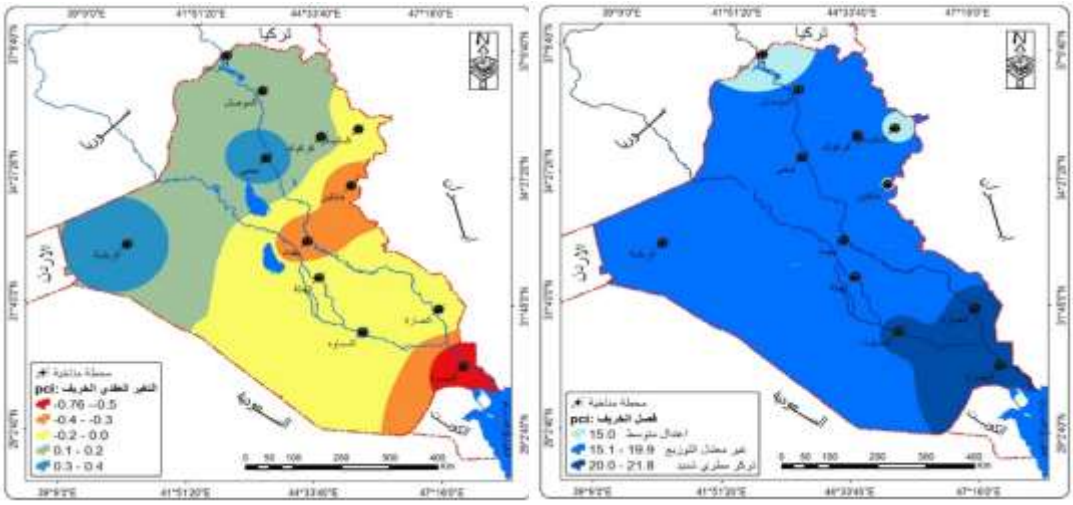
ومن خلال تحليل التغيرات المستقبلة على مؤشر التركز المطري باستخدام اختبار مان كاندل (The Mann–Kendall test) للتغير لغرض تحديد الاتجاهات المستقبلة لطبيعة الأمطار الخريفية في منطقة الدراسة تم اخضاع بيانات مؤشر التركز المطري وسلاسلها الزمنية للاختبار وكانت النتائج تشير الى ان مؤشر التركز سجل تغيرات متباينة ما بين الموجب والسالب وعلى المستوى العقدي وكانت النتائج تشير الى ان المحطات (البصرة، خانقين ،بغداد، السليمانية ، الحلة ، العمارة، السماوة) سجلت تناقصا في قيم المؤشر مع الزمن وبغت قيم التغير (-٠.٧٦، -٠.٥٢، -٠.٤٦، -٠.٢٨، -٠.١٥، -٠.١١، -٠.٠٤) مما يعني ان الأمطار تتجه الى ان تكون ذات توزيع من الفئات الأولى والثانية من المؤشر وان كان ذلك على المستوى البعيد كون التغيرات لهكذا بيانات مناخية ذات طبيعة بعيدة المدى في تغيراتها بينما سجلت

بقية المحطات(كركوك ،زاخو، الموصل، الرطبة ،بيجي) تغيرات عقدية موجبة في قيم المؤشر وعلى النحو التالي(٠.٠٩، ٠.١٤، ٠.١٤ ٠.٣٢ ، ٠.٤٣) مما يعني انها تتجه الى ان تكون اكثر تركزا وعدم انتظام في تساقطها الشهري والفصلي على المدى البعيد، خريطة(٥).

- **فصل الشتاء**

أظهرت نتائج مؤشر التركز لفصل الشتاء تجانسا أكبر نسبيا من فصل الخريف في توزيع الأمطار اذ سجلت بعض المحطات قيما ضمن الفئة الأولى للمؤشر وكما في الجدول (٨) وعلى النحو التالي:

خريطة (٥) مؤشر التركز الفصلي المطري (pci) لفصل الخريف والتغيرات العقدية الحاصلة فيه.



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على الجدول (٧)

- **الفئة الأولى:** تعادل واضح في توزيع الأمطار الشهري وسجلت ضمن هذه الفئة محطتي السليمانية وزاخو وبلغت قيم المشر فيها (٩.٧، ٩،٩) على الترتيب وتقع جغرافيا في شمال وشمال شرق منطقة الدراسة.
- **الفئة الثانية:** اعتدال متوسط الأمطار وجاءت معظم المحطات قيد الدراسة ضمن هذه الفئة وهي كل من (الموصل، بيجي، كركوك، بغداد، خانقين، الحلة، الرطبة، العمارة) وبقيم (١٠.٢، ١٠.٦، ١٠.٧ ،١١.٤، ١١.٦، ١٢، ١٣، ١٣.١) ويلاحظ ان قيم هذه الفئة كانت قريبة من الحد الأدنى لها مما يعني انها نوعا ما تميل الى ان تكون ضمن الفئة الأولى إذا ما طراء عليها تغيرات مستقبلة إيجابية في بعض الأشهر.
- **الفئة الثالثة:** عدم اعتدال التوزيع: ظهرت ضمنا لهذه الفئة محطتي السماوة والبصرة وبقيم بلغت (١٥.٢، ١٥.٦) وبذلك يتبين ان امطار الشتاء أكثر انتظاما في التوزيع أشهر الخريف الا ان هذا الانتظام في التوزيع مرهون بالتغيرات المستقبلية الأمطار على المستوى الشهري وما هو اتجاهها زيادة ام تناقص مع الزمن والذي تم اشتقاق قيم التغير والاتجاه من خلال تطبيق اختبار مان كاندل (The Mann–Kendall test) وتبينت نتائجه ان جميع المحطات باستثناء محطتي الرطبة ، بيجي سجلت تغيرات عقدية موجبة في قيم مؤشر التركز أي ان قيمة المؤشر تزداد مع الزمن مما يعني ان الأمطار

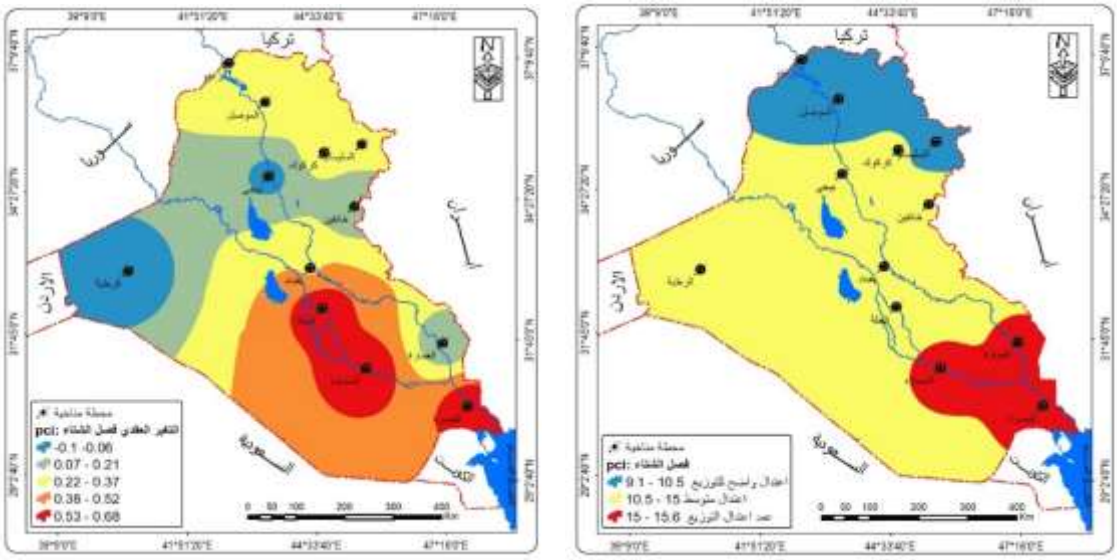
تتجه الى ان تأخذ نمط الأمطار غير معتدلة التوزيع وبلغت قيم التغير العقدي(٠.٦٨ ،٠.٦٧، ٠.٦٢، ٠.٣٦ ،٠.٣٤، ٠.٢٨، ٠.٢٥، ٠.٢٢، ٠.٠٧، ٠.٠٥) للمحطات (الحلة ، السماوة ،البصرة، بغداد ،الموصل، كركوك ،السليمانية، زاخو، العمارة، خانقين) على الترتيب بينما كانت قيم تغير محطتي(بيجي ،الرطبة) (-٠.٠١، -٠.١)وهي تغيرات طفيفة على المستوى البعيد، الخريطة (٦).

جدول (٨) مؤشر التركز الفصلي المطري (pci) لفصل الشتاء والتغيرات العقدية الحاصلة فيه.

	pci	التغير السنوي	التغير العقدي
السليمانية	9.9	0.0246	0.25
زاخو	10.2	0.0224	0.22
الموصل	10.2	0.0339	0.34
كركوك	10.7	0.0279	0.28
بيجي	10.6	-0.0014	-0.01
خانقين	11.6	0.0052	0.05
الرطبة	13.0	-0.0098	-0.10
بغداد	11.4	0.0358	0.36
الحلة	12.0	0.0677	0.68
السماوة	13.6	0.0669	0.67
العمارة	13.1	0.0069	0.07
البصرة	13.0	0.062	0.62

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على تحليل بيانات الأمطار للمحطات المختارة.

خريطة (٦) التركز الفصلي المطري (pci) لفصل الشتاء والتغيرات العقدية الحاصلة فيه لمحطات منطقة الدراسة



- **فصل الربيع**

تشير مخرجات مؤشر التركز المطري الفصلي لفصل الربيع في الجدول (٩) الى ان هنالك تباينا واضحا في فئات التركز ضمن المحطات المحددة اذ توزعت في مستويات التركز على الفئات الثلاثة الأخير من مستويات التركز وعلى النحو التالي:

- الفئة الثانية: اعتدال متوسط شملت كل من محطة (السليمانية، زاخو، كركوك، الموصل، بيجي، الرطبة) وبقيم بلغت (١٢.٤، ١٢.٦، ١٣.٣، ١٣.٧، ١٤.٥، ١٤.٩) وكانت تتركز مكانيا في المحطات الشمالية والغربية والذي يعزى الى بقاء هذه المحطات تحت التأثير للمنخفضات المتوسطية لفترات متأخرة مقارنةً ببقية المحطات المحددة.
- الفئة الثالثة: عدم اعتدال التوزيع جاء ضمن هذه الفئة محطة (الحلة، السماوة، خانقين، بغداد) وبقيم بلغت (١٥، ١٥.٦، ١٥.٧، ١٥.٨).
- الفئة الرابعة: غير منتظمة التوزيع بشدة وتمثلت بمحطتي (البصرة العمارة) وبقيم (٢٠، ٢٠.١).

جدول (٩) مؤشر التركز الفصلي المطري (pci) لفصل الربيع والتغيرات العقدية الحاصلة فيه.

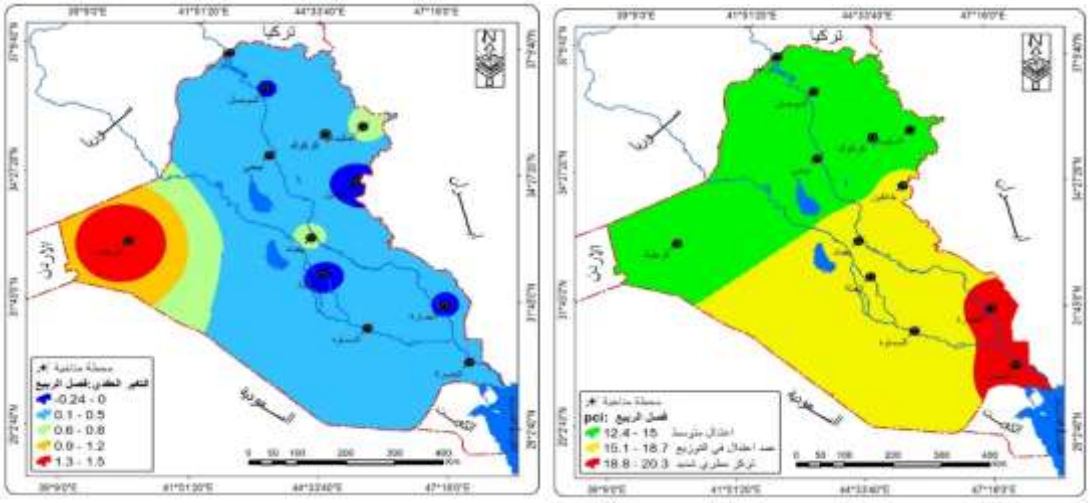
المحطات	pci	التغير	التغير العقدي
السليمانية	12.4	0.0616	0.62
زاخو	12.6	0.0464	0.46
الموصل	13.7	-0.0034	-0.03
كركوك	13.3	0.0197	0.20
بيجي	14.5	0.0105	0.11
خانقين	15.7	-0.024	-0.24
الرطبة	14.9	0.1503	1.50
بغداد	15.8	0.0567	0.57
الحلة	15.0	-0.0148	-0.15
السماوة	15.6	0.0444	0.44
العمارة	15.7	-0.0034	-0.03
البصرة	17.3	0.0296	0.30

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على تحليل بيانات الأمطار للمحطات المختارة

ويلاحظ ان امطار الموسم المطري اتسمت بانها أكثر تركزا وعشوائية في تساقطها كلما بالاتجاه من الجنوب الى الشمال والعكس صحيح كذلك تبين ان فصل الخريف كان الأكثر في التركز على مستوى الشهر في التساقط بينما فصل الشتاء الأكثر تجانسا وتوزيعا في التساقط الشهري بينما فصل الربيع كان نسبيا متوسط التجانس نوعا ما.

اما في ما يخص قيم التغير العقدي فيلاحظ ان التغيرات العقدية فيلاحظ تباينا في التغير ما بين الموجب والسالب فمحطة (الرطبة السليمانية ، بغداد، زاخو، السماوة، البصرة، كركوك، بيجي) سجلت تغيرات عقدية موجبة مما يعني زيادة قيمة المؤشر وهذا يدل على ان الأمطار تتجه في هذه المحطات الى زيادة في تركزها في شهر دون اخر على المدى البعيد او المتوسط اما بقية المحطات (الموصل، العمارة ،الحلة، خانقين) فيلاحظ ان التغير فيها نحو التناقص في قيمة المؤشر مما يعني ان التساقط يتجه الى ان يكون اكثر تجانسا في مجاميعه الشهرية على المدى البعيد او المتوسط، خريطة(٧).

خريطة (٧) التركز الفصلي المطري (pci) لفصل الربيع والتغيرات العقدية الحاصلة فيه.



٢- النسبة المئوية للأمطار الفصلية واتجاهاتها العامة

اعتمد الباحث على إيجاد النسبة المئوية لأمطار كل فصل للسلسلة الزمنية المختارة في الدراسة (١٩٨٠-٢٠٢٢) ومن خلالها تم بناء متجهات السلاسل الزمنية لكل محطة على المستوى الفصلي ومن خلال تحليلها احصائيا تم استخراج معامل الاتجاه والتغير العقدي لنسب الأمطار الفصلية والذي من خلاله يمكن تحديد اتجاهات التركز سلبا او إيجابا مع الزمن، اذ تعد احدى طرق التحليل للتركز المطري من خلال ايجادا النسبة المئوية للأمطار لكل فصل نسبتا الى المجموع السنوي للأمطار وفقا للعلاقة الرياضية (**Sadegh Kaboli, Ali Akbar Hekmatzadeh p509**)

$$Concentration\ ratio = \frac{\sum(S\,r)}{\sum(A\,r)} \times 100$$

حيث ان:

Seasonal rain =Sr

Annual rain = Ar

- **اتجاهات التركز لفصل الخريف**

من خلال الجدول(١٠) والذي يوضح اتجاهات التركز المطري في فصل الخريف يلاحظ المحطات تباينت في اتجاهاتها العامة للتركز اذ سجلت ٧ محطات مناخية اتجاها موجبا للتركز وبلغ اعلى مقدار له في محطة (خانقين البصرة العمارة) وبلغ ٢% للعقد الواحد لكل محطة على الترتيب تلتها بقية المحطات بينما سجلت المحطات(السليمانية، زاخو، بيجي، الموصل، كركوك ، الحلة) تغير سالبا كان اعلى مقدار له في محطة السليمانية (-٣%) بينما ادنى مقدار له في محطة الحلة وبلغ(-١%) اما محطة الرطبة لم تسجل تغيرا خلال المدة المدرسة اذ بين الاتجاه العام استقرار خط الاتجاه افقيا دون تغير ويعد مؤشرا على ان امطار

الخريف تتجه نحو الزيادة ضمن هذه المحطات وتأثيرها المكاني ومن خلال ما تقدم يتبين ان المحطات ذات الاتجاه الموجب سجلت تركزا مطريا وان كان بنسب طفيفة الا ان ذلك مؤشرا واضحا على الاتجاه نحو التركز في كمية الأمطار وخصوصا في المحطات الجنوبية والشرقية من منطقة الدراسة والتي اثبتت الدراسات الحديثة ان هنالك تزايدا في كمية الأمطار المستلمة في فصل الخريف ضمن المحطات الجنوبية والشرقية من المنطقة المدروسة وذلك ناتج عن التغير في تكرار وشدة المنخفض السوداني خلال الاعوام الأخير.

جدول (١٠) للنسبة المئوية للأمطار الفصلية واتجاهاتها العامة في محطات منطقة الدراسة

الفصل	الخريف		الشتاء		الربيع	
المحطة	الاتجاه العام	التغير العقدي	الاتجاه العام	التغير العقدي	الاتجاه العام	التغير العقدي
البصرة	0.0022	2%	-0.0005	-0.50%	-0.0017	-1.70%
الحلة	-0.0005	-1%	0.0002	0.20%	0.0003	0.30%
الرطبة	٠.٠٠٠٠٤-	0%	0.0005	0.50%	٠.٠٠٠٤-	-0.40%
السليمانية	-0.0025	-3%	0.0018	1.80%	0.0007	0.70%
ال السماوة	٠.٠٠٠٧	1%	-0.0024	-2.40%	٠.٠٠١٧-	-١.٧٠%
العمارة	٠.٠٠٢٣	2%	-0.0013	-1.30%	٠.٠٠٠٩-	-0.90%
الموصل	-0.0015	-2%	0.0026	2.60%	-0.0012	-1.20%
بغداد	0.0013	1%	-0.0029	-2.90%	0.0016	1.60%
بيجي	٠.٠٠٣٤-	-3%	0.0034	3.40%	٠.٠٠٠٠٥-	-0.10%
خانقين	٠.٠٠١٥	2%	-0.0004	-0.40%	٠.٠٠١١-	-1.10%
زاخو	-0.0029	-3%	0.0045	4.50%	-0.0016	-1.60%
كركوك	-0.0023	-2%	0.0017	1.70%	0.0006	0.60%

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات الأمطار.

- **اتجاهات التركز لفصل الشتاء**

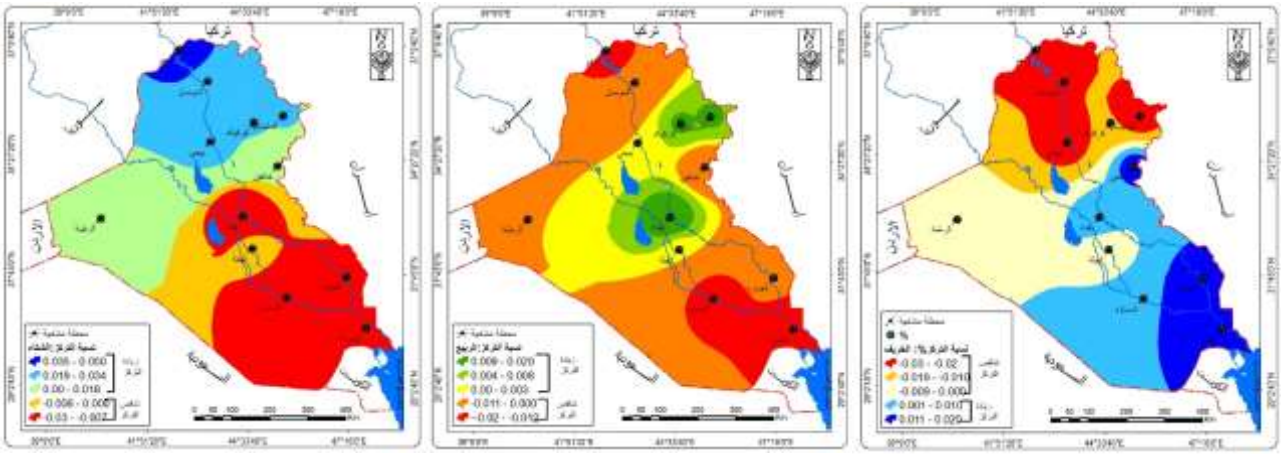
من خلال الجدول (١٠) والذي يبين الاتجاه العام لنسبة التركز والتغيرات العقدية التي تنتابها خلال مدة الدراسة يتبين ان المحطات الشمالية والغربية سجلت اتجاها عاما نحو التركز في الأمطار خلال فصل الشتاء على حساب بقية فصول الموسم المطري اذ سجلت المحطات(زاخو، بيجي، الموصل، السليمانية، كركوك، الرطبة) قيم تغير عقدي موجب وبلغت (٤.٥٠%، ٣.٤٠%، ٢.٦%، ١.٨٠%، ١.٧٠%، ٠.٥٠%) على الترتيب، اما المحطات ذات التغير العقدي السالب في نسبة التركز خلال فصل الشتاء فقد كانت الأغلبية منها تقع جغرافيا في جنوب ووسط المنطقة المدروسة وهي(بغداد ،السماوة، العمارة ، البصرة، خانقين ،الحلة) وبلغت قيم التغير فيها(-٢.٩% ،-٢.٤%، -١.٣%، -٠.٥%، -٠.٤%، -٠.٢%) على الترتيب.

- **اتجاهات التركز لفصل الربيع**

يتبين من خلال الجدول أعلاه ان المحطات المدروسة سجلت تباينا واضحا في التغيرات العقدية ويلاحظ ان معظم المحطات كان التغير فيها سالبا أي ان المحطات ينتابها تناقص واضح في كمية الأمطار خلال

هذا الفصل وسجلت المحطات (السماوة، البصرة، زاخو ،الموصل ،خانقين ،العمارة ،الرطبة ،بيجي ،الحلة) تغيرات عقدية سالبة بلغت (-١.٧٠% ،-١.٧٠% ،-١.٦٠% ،-١.٢٠% ،-١.١٠% ،-٠.٩٠% ،-٠.٤٠% ،-٠.١٠%، -٠.٠٠٣) على الترتيب بينما سجلت المحطات(بغداد ،السليمانية، كركوك) تغيرا موجبا وبلغت قيم التغير العقدي (١.٦% ،٠.٧%، ٠.٦%) للعقد الواحد ،ان سبب هذه التغيرات في نسبة التركز لكمية الأمطار ما بين فصل واخر ترجع الى التغيرات المناخية التي بداءة تؤثر على شدة وتكرار المنظومات الضغطية المسببة للأمطار في العراق من خلال ضعف تأثيراتها الشمولية وتقلصها وانحسار شدتها وتكراراتها في فصل دون اخر والذي بداء جليا وبشكل واضح خلال العقود الأخيرة، و بشكل اكبر في فصل الشتاء نسبيا من بقية الفصلين الخريف الربيع كونهما فصلين انتقاليين بداءة تتلاشى خصائصهما على حساب توسع خصائص وسمات فصل الصيف عليها بمرور الزمن كنتيجة حتمية للتغير المناخ، خريطة(٨).

خريطة (٨) الاتجاه والتغير للنسب المئوية الفصلية للأمطار في محطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٠).

ثالثا: علاقة الارتباط بين الاتجاه العام الشهري ومؤشرات التركز الفصلي للأمطار.

لغرض تحديد نوع العلاقة الإحصائية تم اعتماد معامل ارتباط بيرسون لتحليل البيانات وإيجاد نوع العلاقة وقوتها ما بين الاتجاه العام الشهري لأشهر الموسم المطري مصنفةً كل حسب الفصل التي تمثله لغرض إيجاد العلاقة مع مؤشرات التركز المطري المعتمدة (pci، ومؤشر النسبة المئوية) اذ سيتم اعتماد المتغير التابع (y) والذي يمثل مؤشر التركز المطري (pci) للمحطات المحددة (١٢) محطة وأيضا المؤشر الاخر مؤشر التركز للنسبة المئوية بينما تم اعتماد قيم الاتجاه لكل شهر وحسب كل فصل كمتغيرات مستقلة (x1.x2.x3) وإيجاد قيمة الارتباط قوتها ونوعها عند مستوى معنوية ٠.٠٥ وبدرجة حرية ١٢- ١ وكما يأتي:

- **علاقة الارتباط مع مؤشر التركز المطري (pci)**

أظهرت نتائج اختبار بيرسون البسيط للمتغيرات المعتمدة والمؤثرة في التركز الفصلي للأمطار نتائج متباينة في نوع العلاقة الارتباطية وقوتها ما بين فصل واخر ومتغير واخر ويلاحظ من الجدول ان المتغير x1 شخر أيلول كان الأكثر تأثير بحكم قوة العلاقة ونوعها اذ بلغت –٠.٩٤٦ وهي علاقة عكسية الاتجاه مع التركز أي ان قيم التركز تنخفض بزيادة كمية الأمطار خلال هذا الشهر وكذلك المتغير x2 اشترك في اتجاه التأثير ونوع العلاقة بينما كان المتغير x3 تشرين ثاني ذو اتجاها إيجابيا في نوع العلاقة اذ تزداد قيمة مؤشر pciبزيادة كمية الأمطار وبالتالي زيادة التركز الفصل للأمطار في فصل الخريف ضمن شهر تشرين ثاني والسبب في ذلك ان كمية الأمطار خلال شهري أيلول وتشرين اول تشهد تزايدا كلما اتجهنا شمالا وكذلك ان هذين الشهرين سجلا اتجاها عاما نحو الزيادة في كمية الأمطار في محطات المنطقة الجنوبية كما بينت الدراسة بهذا الشأن وجاءت جميع نتائج الاختبار بمستويات ثقة إحصائية مقبولة

جدول (١١) علاقة الارتباط ما بين مؤشر التركز المطري PCI واتجاهات الأمطار الشهرية

pci & الأمطار الشهرية	N	Correlation	Sig.
pci & ايلول	12	-0.946	0.008
pci & ت١	12	-0.769	0.003
pci & ت٢	12	0.850	0.0000
pci & ك١	12	-.527	.0٣٢
pci & ك٢	12	-.561	.0٤8
pci & شباط	12	-.173	.590
pci & اذار	12	-٠.314	.320
pci & نيسان	12	٠.479	.115
pci & ايار	12	-٠.823	.001

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS. V28

اما فصل الشتاء فيلاحظ ان قيم معامل ارتباط بيرسون كانت اقل في قوتها اذ كانت ضمن المستوى متوسط القوه وباتجاه عكسي لجميع الأشهر وهذا ناتج عن ان كميات الأمطار في اشهر فصل الشتاء متقاربة في كميتها ولجميع المحطات اذ يمثل فصل الشتاء ذروة التساقط المطري في المنطقة المدروسة فضلا عن ان أي اتجاها سالبا في كمية التساقط الشهري يؤثر في زيادة قيم المؤشر لكون العلاقة عكسية ما بين المتغيرات المعتمدة ومؤشر pciوبالتالي فان أي شذوذ في الاتجاه العام لأي شهر سيؤدي بالتالي الى الاتجاه نحو تركز الأمطار في احد الأشهر على حساب بقية الأشهر والعكس صحيح. اما فيما يخص علاقة الارتباط ما بين أشهر فصل الربيع ومؤشر التركز لفصل الربيع يتبين من الجدول ان قيم الارتباط كانت متابينه النوع والقوة اذ سجل شهر أيار اعلى قيمة ارتباط وبلغت قيمتها –٠.٨٢٣ وهي علاقة ارتباط عكسية الاتجاه ومعنوية مقبولة احصائيا وسببها ان قيم الأمطار تتجه للزيادة كلما اتجهنا الى الشمال من

منطقة الدراسة وهذا ناتج عن عامل الارتفاع والقرب من المؤثرات الجبهوية للمنخفضات المتوسطية التي تتأخر في وصولها الى المنطقة الى نهاية فصل الربيع.

- **علاقة الارتباط بين مؤشر النسبة المئوية للتركز واتجاهات الأمطار**

كذلك أظهرت نتائج تحليل علاقة الارتباط ما بين **مؤشر النسبة المئوية للتركز** واتجاهات الأمطار الشهرية ان هنالك تباين في نوع العلاقة وقوتها اذ سجل تركز الأمطار خلال فصل الخريف علاقة قوية وطردية مع شهر ت٢ بلغت ٠.٨٣٨ بينما كانت متوسطة القوة مع شهر ت١ وضعيفة او معدومة مع شهر أيلول ويعود ذلك الى ان شهر ت٢ بدا يشهد اتجها عاما متزايدا في كمية الأمطار في المحطات المدروسة وخصوصا المحطات جنوب منطقة الدراسة سبب التغير الحاصل في أنماط الجو العليا التي تأثرت بالدورة العامة للغلاف الغازي والتي من نتائجها تزحزح خلية هادلي شمالا مما فسح المجال الى وصول تأثيرات الأمطار الشبه الاستوائية منظومة امطار المنخفض السوداني الى المنطقة مع بداية الموسم المطري، جدول(١٢).

جدول (١٢) علاقة الارتباط ما بين النسبة المئوية للتركز واتجاهات الأمطار الشهرية

النسبة المئوية للتركز & الأمطار الشهرية	N	Correlation	Sig.
نسبة التركز & ايلول	12	.019	.953
نسبة التركز & ت١	12	.377	.228
نسبة التركز & ت٢	12	.838	.001
نسبة التركز & ك١	12	.511	.090
نسبة التركز & ك٢	12	.٥13	.009
نسبة التركز & شباط	12	.376	.229
نسبة التركز & اذار	12	0.506	0.079
نسبة التركز & نيسان	12	0.643	0.057
نسبة التركز & ايار	12	-0.938	0.069

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS. V28

بينما في فصل الشتاء فان قيم الارتباط كانت موجبة مع جميع الأشهر الا انها كانت ما بين المتوسطة والضعيفة في قوتها ٠.٥ لشهري ك١ وك٢ و٠.٣ لشهر شباط ويعود ذلك الى شبه استقرار الاتجاهات الشهرية الأمطار او ان التغيرات فيها لم تتعدى عتبة التغير المؤثر في كمية الأمطار بشكل واضح كون فصل الشتاء الأكثر استقرار في كميات التساقط على المدى البعيد في المحطات المحددة بينما أظهرت قيم الارتباط البسيط مع اتجاهات الأمطار الشهرية لفصل الربيع ونسبة التركز تباينا في قوتها ونوعها اذ سجل شهر أيار علاقة ارتباط قوية سلبية في تأثيرها ما بين اتجاهات الأمطار واتجاهات التركز ذلك بسبب التناقص في كمية الأمطار في اغلب محطات منطقة الدراسة خلال هذا الشهر بينما كانت العلاقة متوسطة طردية خلال شهر اذار ونيسان وبلغت (٠.٥٠٦ ، ٠.٦٤٣) كون هذين الشهرين اعلى تركزا الأمطار في اغلب المحطات المدروسة وانها تسجل تزايدا في كمية الأمطار بالاتجاه شمالا في منطقة الدراسة.

الاستنتاجات:

١- سجل شهر تشرين اول اتجاها متباينا في كمية الأمطار في المحطات المختارة اذ سجلت ٦ محطات اتجاها عاما نحو التناقص وهي (زاخو، خانقين، السليمانية، بغداد، الموصل، كركوك) على الترتيب بينما سجلت بقية المحطات والبالغة ٦ محطات اتجاها نحو الزيادة في كمية الأمطار.

٢- بينت نتائج مان كاندل (The Mann–Kendall test) حول اتجاهات الأمطار خلال فصل الخريف خصوصا المحطات الجنوبية من العراق اذ بينت الى ان المنطقة الجنوبية سجلت اتجاهات متزايدة في كمية التساقطات المطرية خلال شهر تشرين٢ والذي انعكس على اتجاهات الأمطار خلال فصل الخريف بالمجمل.

٣- سجلت اتجاهات الأمطار لأشهر فصل الشتاء اتجاهات سالبة في اغلب المحطات المختارة خصوصا المحطات جنوب منطقة الدراسة مما يعد مؤشرا على اتجاهات نحو تناقص التركز المطري مستقبلا في هذا الفصل بينما كان الاتجاه الشهري للأمطار في فصل الربيع عشوائيا في قيمه مع قلة نسبه أهميته كون التغيرات في كمية الأمطار قليلة وذات تأثير محدود على المستوى الفصلي

٤- ان المحطات المدروسة جميعها كانت تتباين في قيم مؤشر التركز المطري ما بين فئات التركز المطري عدا الفئة الأولى لم تكن ضمن حدودها أي محطة من المحطات المختارة خلال فصل الخريف بينما أظهرت نتائج مؤشر التركز لفصل الشتاء تجانسا أكبر نسبيا من فصل الخريف في توزيع الأمطار اذ سجلت بعض المحطات قيما ضمن الفئة الأولى للمؤشر اما مخرجات مؤشر التركز المطري الفصلي لفصل الربيع الى ان هنالك تباينا واضحا في فئات التركز ضمن المحطات المحددة اذ توزعت في مستويات التركز على الفئات الثلاثة الأخير من مستويات التركز.

٥- ان امطار الموسم المطري اتسمت بانها أكثر تركزا وعشوائية في تساقطها كلما بالاتجاه من الجنوب الى الشمال والعكس صحيح كذلك تبين ان فصل الخريف كان الأكثر في التركز على مستوى الشهر في التساقط بينما فصل الشتاء الأكثر تجانسا وتوزيعا في التساقط الشهري بينما فصل الربيع كان نسبيا متوسط التجانس.

٦- اتجاهات التركز المطري في فصل الخريف يلاحظ المحطات تباينت في اتجاهاتها العامة للتركز اذ سجلت ٧ محطات مناخية اتجاها موجبا للتركز وبلغ اعلى مقدار له في محطة (خانقين البصرة العمارة) وبلغ ٢% للعقد الواحد لكل محطة على الترتيب تلتها بقية المحطات بينما سجلت المحطات (السليمانية، زاخو، بيجي، الموصل، كركوك).

١- مالك نصر عبود، الأمطار القياسية اليومية في العراق، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، ٢٠١٥، المجلد ١، العدد ١٨.

٢- قصي عبد المجيد السامرائي، جوان سمين احمد، أثر الارتفاع في كمية الامطار الساقطة على شمال العراق مجلة الأستاذ للعلوم الإنسانية والاجتماعية ،٢٠٠٨.

٣- احمد لفتة حمد البديري، اتجاهات التغير في درجات الحرا رة والأمطار في العراق واسقاطاتها المستقبلية، مجلة الآداب، بغداد، ال عدد١٣٧، ٢٠٢١.

٤- عمر حمدان الشجيري، يوسف محمد علي الهذال، تحليل اتجاه الجفاف الم في العراق للمدة من (١٩٩٥-٢٠١٧)، مجلة بحوث الشرق الاوسط، العدد الحادي والخمسون ،٢٠١٩.

٥- صفا احمد خليل، تحديد وتحليل التركز المطري شمال العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠١٨.

٦- محمد حسن والي الكوران، التباين المكاني والزماني لكميات الأمطار في العراق للفترة ١٩٥٦-٢٠١٦، مجلة كلية التربية جامعة واسط، المجلد _٣٥) العدد الثاني، ٢٠٢٣.

المصادر:

7- Reshu Yadav, S.K. Tripathi, G. Pranitha, Trend analysis by Mann-Kendall test for precipitation and temperature for thirteen districts of Uttarakhand.

8- (Sadegh Kaboli، Ali Akbar Hekmatzadeh ، Variation in physical characteristics of rainfall in Iran, determined using daily rainfall concentration index and monthly rainfall percentage index ،Theoretical and Applied Climatology، 2021.

9- Hirsch, Robert M., James R. Slack, and Richard A. Smith. "Techniques of trend analysis for monthly water quality data." Water resources research ،1991.

10- Prajakta B Labade, Sagar B Gavit, Analysis of rainfall variability using precipitation concentration index (PCI): A case study of Dapoli station, International Journal of Research in Agronomy 2024.

11- Sadegh Kaboli, Ali Akbar Hekmatzadeh, Variation in physical characteristics of rainfall in Iran, determined using daily rainfall concentration index and monthly rainfall percentage index, Theoretical and Applied Climatology, 2021.

12- M.DE. Luis and others, precipitation concentration changes in Spain 1946 - 2005, natural hazards and earth system sciences,2011.