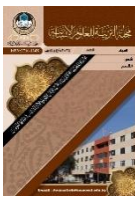
Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul



Characteristics of dry seasons in Iraq

Riyadh Mohammed Fathi [1] **Sura Bader Hussain** [2]

University of Mosul/College of Education for Human Sciences/Department of Geography / Mosul , Iraq [1, 2]

Article information

Received : 15/12/2024

Accepted: 15/2/2025

Published 10/7/2025

Keywords

Dry seasons - Wet seasons - Standardized rainfall index SPI - Rainy seasons

Correspondence:

Riyadh Mohammed Fathi

riyadh.23ehp255@student.uomosul.edu.iq

Abstract

This research aims to analyze drought and its trends by using the Standard Rainfall Index (SPI) based on processing climate data for monthly rainfall rates for 12 climate stations based on data from the General Authority of Meteorology for the period (1990-2022). When applying the Standard Rainfall Index (SPI) to the stations of the study area during the seasons (autumn, winter, spring) and for 32 rainy seasons, the results showed that the category of moderately humid seasons and the category of moderately dry seasons constituted the largest proportion among the categories of the Standard Rainfall Index (SPI) with a percentage of (32% - 37%) respectively from the total categories of the index, which is eight categories and ranges from the category of very humid seasons to the very dry seasons

As for the other categories, their percentages were graded as follows: The category of very humid seasons constituted the lowest percentage among the other categories with an amount of (1.64%) only, followed by the category of very dry, very humid and very dry seasons with very close percentages as follows: (%4.34 - %3.99 - %3.55) respectively, then the medium dry seasons category

represented a percentage of (%6.25) among the other categories,
and the medium wet seasons category came in third place with a percentage of (%10) of the total other categories. The study concluded that the percentage of wet seasons is greater than the percentage of dry seasons for all stations in the study area, as the percentage of wet years reached (%54) while dry years (%46)

DOI: *********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

خصائص المواسم الجافة في العراق

رياض محمد فتحي [١] **سرى بدر حسين** [٢]

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافية / موصل ، العراق [١،٢]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : ٢٠٢٤/١٢/١٥

تاريخ القبول : ٢٠٢٥/٢/١٥

تاريخ النشر : ٢٠٢٥/٧/١٠

الكلمات المفتاحية :

المواسم الجافة , المواسم الرطبة , دليل المطر القياسي SPI, المواسم المطرية

معلومات الاتصال

رياض محمد فتحي

riyadh.23ehp255@student.uomosul.edu.iq

الملخص

يهدف هذا البحث الى تحليل الجفاف واتجاهاته عن طريق استخدام مؤشر الامطار القياسي SPI لمعالجة البيانات المناخية الخاصة بمعدلات الامطار الشهرية ولـ ١٢ محطة مناخية اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية وللمدة (١٩٩٠-٢٠٢٢) وعند تطبيق مؤشر الامطار القياسي (SPI)على محطات منطقة الدراسة خلال الفصول (الخريف , الشتاء , الربيع) ولمدة ٣٢ موسماً مطرياً اظهرت النتائج ان المواسم ذات (الرطوبة المعتدلة) و (الجاف المعتدل) كانت الاكثر شيوعاً ضمن تصنيفات مؤشر الامطار القياسي "SPI" وبنسبة مئوية قدرها (37%- 32%) على التوالي من مجموع اصناف المؤشر البالغة ثمانية اصناف والمتدرجة من صنف المواسم (الشديدة الرطوبة جداً) الى المواسم (الشديدة الجفاف جداً) اما الاصناف الاخرى فقد تدرجت نسبها المئوية كالتالي فقد شكل صنف (المواسم الشديدة الرطوبة جداً) النسبة الاقل بين الاصناف الاخرى وبمقدار (1.64%) فقط يليه صنف (المواسم الشديدة الجفاف جداً) و(الشديد الرطوبة والشديد الجفاف) وبنسب مئوية متقاربة جداً كالتالي : (3.55% - 3.99% - 4.34%) على التوالي ثم صنف المواسم (الجفاف المتوسط) اذ شكل نسبة مئوية قدرها (6.25%) من بين الاصناف الاخرى وجاء في المرتبة الثالثة صنف المواسم (المتوسطة الرطوبة) وبنسبة قدرها (10%) من مجموع الاصناف الاخرى .

خلصت الدراسة ان نسبة المواسم الرطبة اكبر من نسبة المواسم الجافة لجميع محطات منطقة الدراسة اذ بلغت النسبة المئوية للمواسم الرطبة (54%) بينما المواسم الجافة (46%) .

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة :

تحظى الدراسات المناخية باهتمام كبير في كثير من المواضيع ذات العلاقة بحياة الانسان ونشاطاته المختلفة، وتعد ظاهرة المواسم الجافة احد الظواهر المناخية وهي ظاهرة ليست حديثة العهد بل هي ظاهرة متكررة الحدوث وقد تصل فترات الجفاف الى اشهر أو سنوات، وهي مشكلة كبيرة تعاني منها كثير من الدول ذات المناخات الجافة وشبه الجافة وبذلك يعاني الكثير من دول العالم ومنها العراق بشكل خاص من مشكلة المواسم الجافة مما يظهر الحاجة الفعلية لتشخيص ودراسة هذه المشكلة وتحديد المواسم والفصول الجافة وتكرارها وذلك بالاعتماد على أهم وأحدث أدلة الجفاف

يعرف الموسم الجاف بانه : الفترة التي تقل فيها كمية التساقط بشكل كبير عن المعدل والتي تبدأ في العراق منذ بداية الموسم المطري في تشرين الأول وتنتهي بنهاية ايار بواقع ثمانية اشهر وقد يترافق مع نقص في التغذية المائية للمياه السطحية والجوفية والرطوبة و ارتفاع في درجات الحرارة وهذا يساهم في ظهور مشكلة اخرى الا وهي الجفاف نتيجة تتابع المواسم الجافة يعد الجفاف المناخي ظاهرة بيئية متكررة الحدوث دائميه او مرحلية مرتبطة بالظروف الشمولية والتي تعد مسؤولة عن التناقص في كمية الامطار دون مستوى معين في المنطقة كما ان ارتفاع معدلات التبخر تزيد من مدة الجفاف يؤدي الجفاف المستمر الى ظهور حاجة ماسة للماء من قبل الانسان والحيوان والنبات لذا تبدو الارض جافة ينعدم فيها الجريان السطحي للمياه مما ينعكس سلبا على الانسان وبقدر ما تكون مدة الجفاف اطول والنقص في التساقط اكبر يكون الجفاف اشد و اعظم .

- **اهمية الدراسة :**

تكمن اهمية الدراسة من خلال تقديم صورة واضحة عن المواسم الجافة في منطقة الدراسة لما يترتب عليها من اثار كبيرة تؤثر في مختلف نواحي الحياة لذا اتجهت الدراسة الى تحديد وتحليل المواسم والفصول الجافة في منطقة الدراسة .

- **مشكلة الدراسة :**

تمثل مشكلة البحث بانها تساؤل او عقدة او حالة تتطلب الحل العلمي الناجز , فمشكلة البحث عادة تبدأ بسؤال كبير تعقبه عدة اسئلة ثانوية , وتصاغ مشكلة البحث على شكل تساؤلات رئيسية وثانوية , تتمثل المشكلة الرئيسية للدراسة :

هل هناك تكرار لحدوث مواسم جافة في منطقة الدراسة تتناقص فيها كميات الامطار الساقطة وتؤدي الى توسع نطاق الجفاف ؟

ومن هذه المشكلة سوف تبرز بعض المشاكل الثانوية وهي :

١- هل تتباين المواسم الجافة فصلياً ومكانياً في منطقة الدراسة ؟

٢- هل هناك مواسم متطرفة الجفاف والرطوبة في منطقة الدراسة ؟

- **فرضية الدراسة :**

يعد الفرض العلمي تخمين او اجابة محتملة لمشكلة الدراسة قابلة للاختبار وبالتالي اما القبول بها او رفضها وتكون فرضيات رئيسية وثانوية :

الفرضية الرئيسية هي : هناك تكرار للمواسم الجافة تتناقص فيها معدلات الامطار عن معدلاتها وتؤدي الى توسع نطاق الجفاف

- **الفرضيات الثانوية :**

١- تتباين المواسم الجافة فصلياً ومكانياً في منطقة الدراسة .

٢- يندر وجود المواسم المتطرفة الجفاف والرطوبة في منطقة الدراسة .

- **هدف الدراسة :**

١- تحديد المواسم الجافة والرطبة في منطقة الدراسة بالاعتماد على مؤشر المطر القياسي SPI

٢- الوقوف على التباين الفصلي والمكاني لمعدلات تكرار المواسم الرطبة والجافة .

٣- تصنيف المواسم الجافة لمحطات منطقة الدراسة وذلك لمعرفة درجة الجفاف وشدته لكل محطة من المحطات المشمولة بالدراسة.

- **منهجية الدراسة :**

١ - **الجانب النظري** : الذي يتمثل بجمع المعلومات النظرية عن موضوع البحث من كتب ورسائل واطاريح وبحوث وبيانات مناخية ، فضلاً عن اتباع المنهج الوصفي

٢- **الجانب التطبيقي والاحصائي:** يتمثل هذا الجانب من خلال تبويب البيانات وتحليلها فضلا عن استخدام برنامج Micro soft Excelمعالجة البيانات وتحليلها ورسم الاشكال البيانية فضلا عن استخدام مؤشر"SPI"

لتحليل المواسم الجافة والرطبة وكذلك استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)لرسم الخرائط ضمن منطقة الدراسة ٣- اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي التحليلي حيث يتم تحديد السنوات الجافة والرطبة وفقا للبيانات المطرية للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٢) من خلال تحليل البيانات المناخية لـ ١٢ محطة مناخية موزعة بشكل جيد وممثلة لأقاليم منطقة الدراسة المختلفة

- **الحدود المكانية والزمانية :**

١- الحدود المكانية :

يقع العراق في الجزء الجنوبي الغربي لقارة آسيا ويحتل القسم الشمالي الشرقي من الوطن العربي، إذ يقع بين دائرتي عرض(29.5°- 37.2°) شمالاً، وقوسي طول (48.45°- 38.45°) شرقاً فهو يقع في نطاق الحدود شبه المدارية في نصف الكرة الشمالي اما حدوده الدولية فتحده تركيا من جهة الشمال، ومن جهة الجنوب الخليج العربي والكويت والسعودية، وإيران من جهة الشرق ومن جهة الغرب سوريا والأردن وتبلغ مساحة العراق الكلية ٤٣٥,٠٥٢ كيلو متر مربع .

- **الحدود الزمنية**

اعتمدت الدراسة على بيانات مناخية لـ 12محطة مناخية للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٢) وهي المدة الزمنية للدراسة وقدرها اثنان وثلاثون موسماً , اي دورة مناخية كاملة , لاحظ الجدول رقم (١) , وخريطة (١)

جدول (١) احداثيات المحطات المناخية

ت	المحطة	دائرة العرض / شمالا	خط الطول / شرقا	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/ متر
١	الموصل	36°.34	43°.13	223
٢	سنجار	36°.32	41°.86	538
٣	اربيل	36°.11	44°.00	414
٤	كركوك	35°.28	44°.19	331
٥	تكريت	34°.61	43°.68	127
٦	خانقين	34°.20	45°.23	202
٧	بغداد	33°.32	44°.41	34

٨	الرطبة	33°.02	40°.17	615
٩	الحي	32°.10	46°.03	15
١٠	الديوانية	31°.59	44°.55	20
١١	الناصرية	31°.03	46°.16	3
١٢	البصرة	30°.30	47°.49	2

المصدر / وزارة النقل والمواصلات ,الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في العراق, بيانات غير منشورة

خارطة (١) مواقع المحطات المناخية في منطقة الدراسة

المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc gis10.8 , وبيانات الجدول (١)

2.1 موسمية الهطول المطري في منطقة الدراسة

يتناول هذا الجزء خصائص المواسم المطرية لمحطات منطقة الدراسة من حيث التباينات الفصلية (الخريف , الشتاء , الربيع)

يمتد موسم الإمطار في منطقة الدراسة من أواسط تشرين الأول إلى أواسط ايار أما المدة بين حزيران، ايلول، فهي خالية من المطر، ولذلك تزداد كمية الإمطار السنوية في المناطق الجبلية الشمالية أكثر مما هي عليه في المناطق السهلية (الوسط والجنوب).

ويُعدّ فصل الشتاء هو فصل التركز المطري في منطقة الدراسة بسبب زيادة تكرار المنخفضات الجوية المتوسطة. أما فصل الربيع، فهو اقل مطراً، وكذلك فصل الخريف اقل مطراً بسبب المدة القصيرة التي تشغلها الأيام الممطرة في هذا الفصل، لفقدان منخفضات البحر المتوسط تأثيرها على منطقة الدراسة، وتصبح المنطقة واقعة تحت تأثير الهواء القاري المداري الجاف عندما تقل كمية الإمطار عن المعدل الطبيعي، فأن ذلك يؤدي إلى استنزاف موارد المياه السطحية، والجوفية، ويحدث الجفاف عندها تعاني المنطقة بشكل مستمر من انخفاض الهطول عن المعدل الطبيعي، ويكون للجفاف تأثير على النظام البيئي، والزراعة، والمنطقة، وتُعدّ ظاهرة الجفاف من المخاطر الطبيعية التي تهدد حياة البشرية، والنظم البيئية في مناطق مختلفة من العالم، ومنها منطقة الدراسة .

يتباين موسم سقوط الأمطار في منطقة الدراسة من موسم لاخر تبعاً للخصائص الموضعية والموقعية للمحطات المشمولة بالدراسة، ولغرض التعرف على المزيد من خصائص المواسم المطرية سيتم توضيح أهم التغيرات الحاصلة في الحالة الشمولية خلال الموسم المطري من خلال تناول مدة الدراسة كاملة لـ ٣٢ موسماً مطرياً وتوضيح التباينات في المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية خلال فصول (الخريف , الشتاء , الربيع) و كالآتي:

1.2.1 المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة (1990-1991) (2021-2022) خلال فصول (الخريف, الشتاء , الربيع)

1.1.2.1 فصل الخريف

يمثل بداية الفصل المطير وهو فصل انتقالي ما بين فصل الصيف الحار وفصل الشتاء البارد اذ تتحرك الشمس ظاهريا لتتعامد على خط الاستواء في 22 ايلول ليحدث الاعتدال الخريفي ثم تنتقل الشمس بعد ذلك الى مدار الجدي (النجماوي , ٢٠٠٨, ص٣٧) ويتضح من خلال الجدول (٢) وخريطة (٢) تباين كمية الامطار المتساقطة خلال هذا الفصل من السنة حيث يلاحظ على محطات منطقة الدراسة

- سجلت محطة اربيل اعلى مجموع للتساقط المطري خلال هذا الفصل وهو (67.26 ملم) بسب تأثرها بالمنطقة الجبلية وبفارق ليس كبير عن محطة خانقين التي سجلت مجموع فصلي قدره (64.6)ملم بسبب موقع المحطة الحوضي الذي تحيط به المرتفعات بينما سجلت محطة بيجي اقل مجموع للتساقط المطري في

محطات المنطقة المتموجة وهو(29.8) ملم بسب بعدها عن تأثير المنخفضات الجبهوية القادمة من البحر المتوسط .

- اما محطات الهضبة الغربية فقد سجلت محطة الرطبة مجموع تساقط مطري منخفض بلغ (26.98) ملم بسبب ظروف المناخ الصحراوي الذي يتميز به هذا الجزء من منطقة الدراسة فتكون الامطار متقطعة وغير منتظمة .

- واحتلت محطة البصرة المرتبة الاخيرة بين محطات السهل الرسوبي بوجه الخصوص ومحطات منطقة الدراسة على وجه العموم حيث سجلت مجموع فصلي خريفي قدره (25.7) ملم ويرجع السبب الى قلة تقدم المنخفضات الجوية الجبهوية الى هذه المنطقة والتي حتى وان تواجدت فانها تكون غير كافية لتساقط الامطار وسجلت محطة الحي اعلى كمية للتساقط المطري بمجموع بلغ (30.9) ملم والسبب يعود الى انتشار الأهوار في المنطقة والمجاري المائية والنباتات, ممَّا يزيد من فرص تساقط الأمطار مقارنة بالهضبة الغربية ذات الهواء الجاف

جدول (٢) المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة (1990-1991) – (2021-2022) خلال فصل الخريف

الموصل	سنجار	اربيل	كركوك	بيجي	خانقين	بغداد	الحي	الديوانية	الناصرية	الرطبة	البصرة	المجموع الفصلي/ ملم
51.5	41.9	67.2	54.92	29.8	64.6	28.7	30.9	27.3	27.7	26.98	25.7	477.2

المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على ملحق (١)

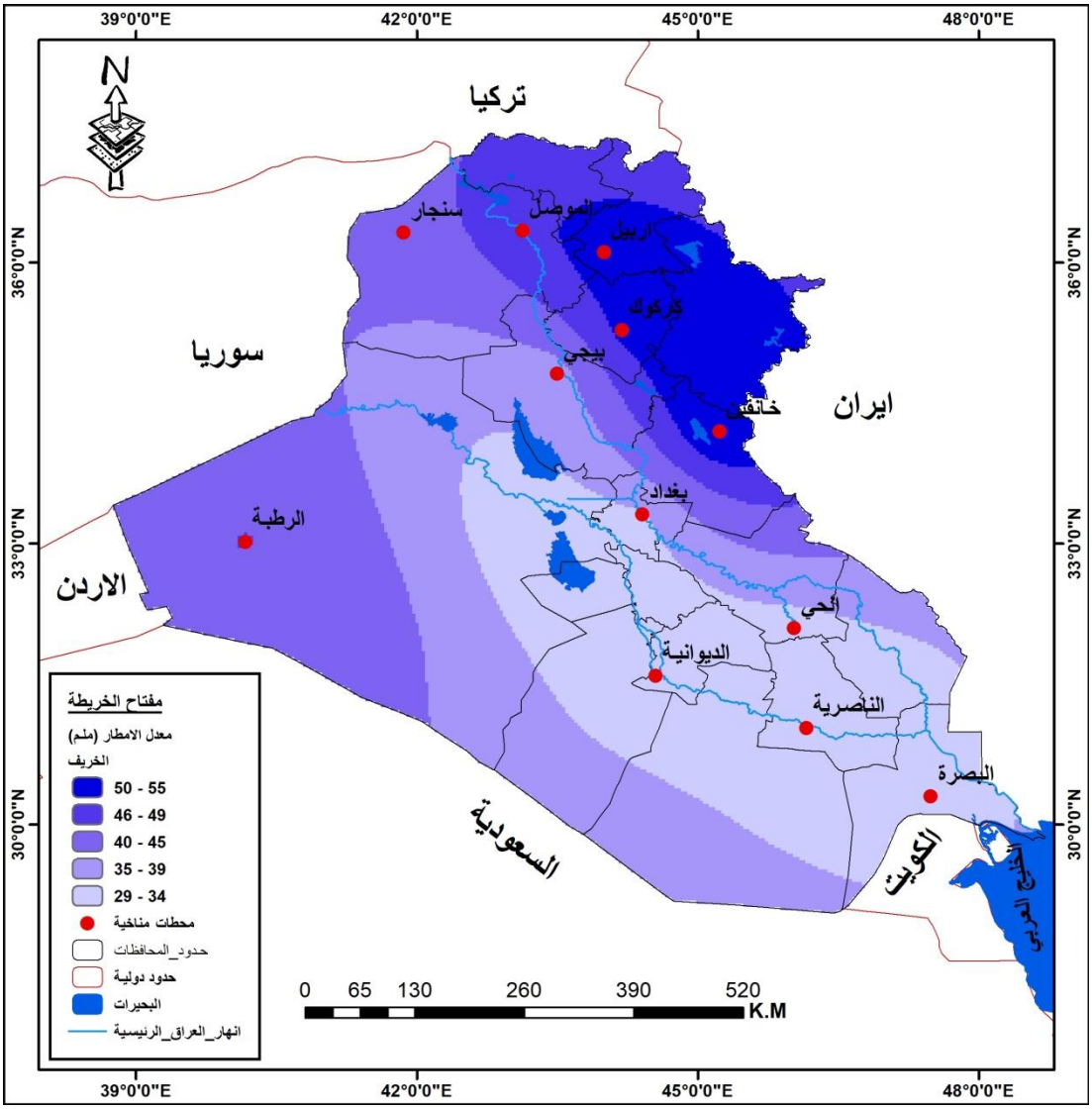
2.1.2.1 فصل الشتاء

يعد فصل الشتاء فصل التركز المطري بالنسبة لمنطقة الدراسة اذ يحصل الانقلاب الشتوي بتعامد اشعة الشمس ظاهريا على مدار الجدي في 21 كانون الاول وتكون كميات التساقط خلال هذا الفصل مرتفعة عن فصل الخريف بسبب زيادة عدد المنخفضات الجبهوية التي تدخل المنطقة ومن خلال تحليل الجدول(٣) وخريطة(٣) يتضح الاتي:

- حافظت محطة اربيل على اعلى مجموع فصلي شتوي بين محطات منطقة الدراسة وهو (202.6) ملم واحتلت محطة بيجي المرتبة الاخيرة بين محطات المنطقة المتموجة بمجموع فصلي قدره (89.9) ملم

- احتلت محطة الرطبة المرتبة الاخيرة بين محطات الدراسة بمجموع التساقط الفصلي الشتوي بسب خضوعها لاقليم المناخ الصحراوي اذ سجلت مجموعا فصليا بلغ (41.75) ملم .

خريطة (٢) المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة (1990-1991) – (2021-2022) خلال فصل الخريف



من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Gis 10.8 , وبيانات جدول (٢)

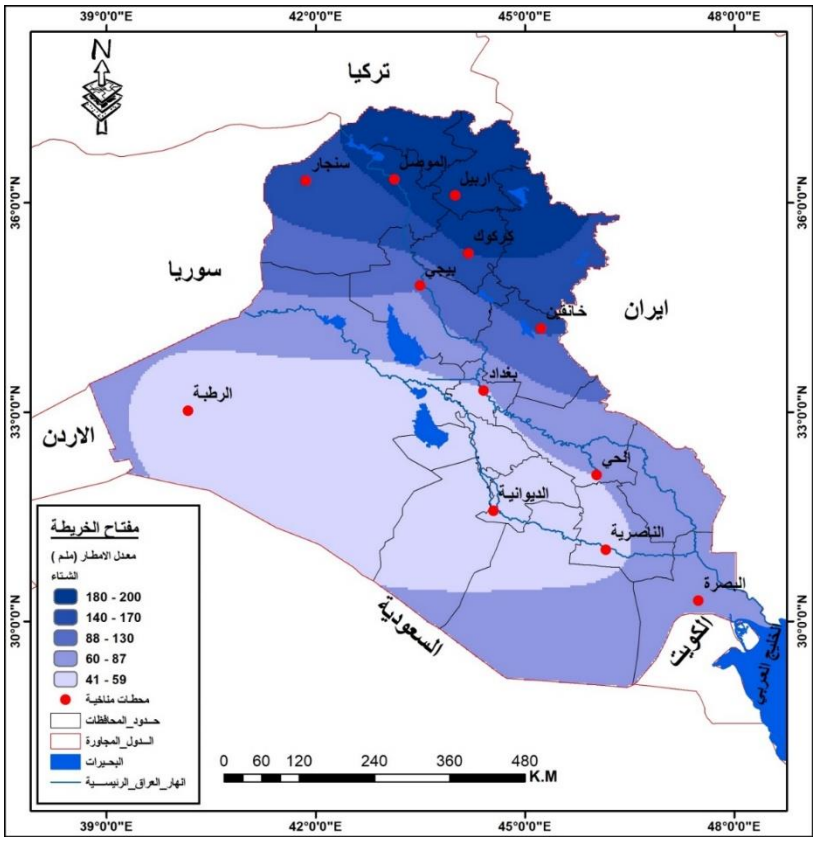
- سجلت محطة البصرة في السهل الرسوبي مجموع فصلي قدره (67.4) ملم وجاءت محطة الديوانية في المرتبة الاخيرة بمجموع فصلي بلغ (47.7) ملم .

جدول (٣) المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة (1991–1990) – (2022–2021) خلال فصل الشتاء

الموصل	سنجار	اربيل	كركوك	بيجي	خانقين	بغداد	الحي	الديوانية	الناصرية	الرطبة	البصرة	المجموع الفصلي/ ملم
174.0	156	202.6	168.6	89.9	133.8	56.1	59.1	47.7	55.4	41.75	67.4	1,252,35

المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على ملحق (١)

خريطة (٣) المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة(1991–1990) – (2022–2021) خلال فصل الشتاء



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Gis 10.8 , وبيانات الجدول (٣)

3.1.2.1 فصل الربيع

من خلال تحليل الجدول (٤) وخريطة (٤) يتضح الاتي :

- استمرت محطة اربيل في المرتبة الاولى كأعلى مجموع فصلي ربيعي بين محطات منطقة الدراسة بشكل عام ومحطات المنطقة المتموجة بشكل خاص كما هو الحال في فصلي الخريف والشتاء حيث سجلت (134.1) ملم واحتلت محطة بيجي المرتبة الاخيرة بين محطات المنطقة المتموجة بمجموع فصلي ربيعي قدره (65.4) ملم .
- سجلت محطة الرطبة في الهضبة الغربية مجموع فصلي منخفض بلغ (30.23) ملم
- احتلت محطة الديوانية المرتبة الاخيرة بين محطات الدراسة باقل مجموع فصلي ربيعي قدره (28.3) ملم وتصدرت محطة الحي محطات المنطقة المتموجة بكميات التساقط الربيعي الذي كان متقاربا مع محطة الناصرية بمجموع بلغ (36.7,36.2) ملم على التوالي.

جدول (٤) المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة (1990–1991) – (2021–2022) خلال فصل الربيع

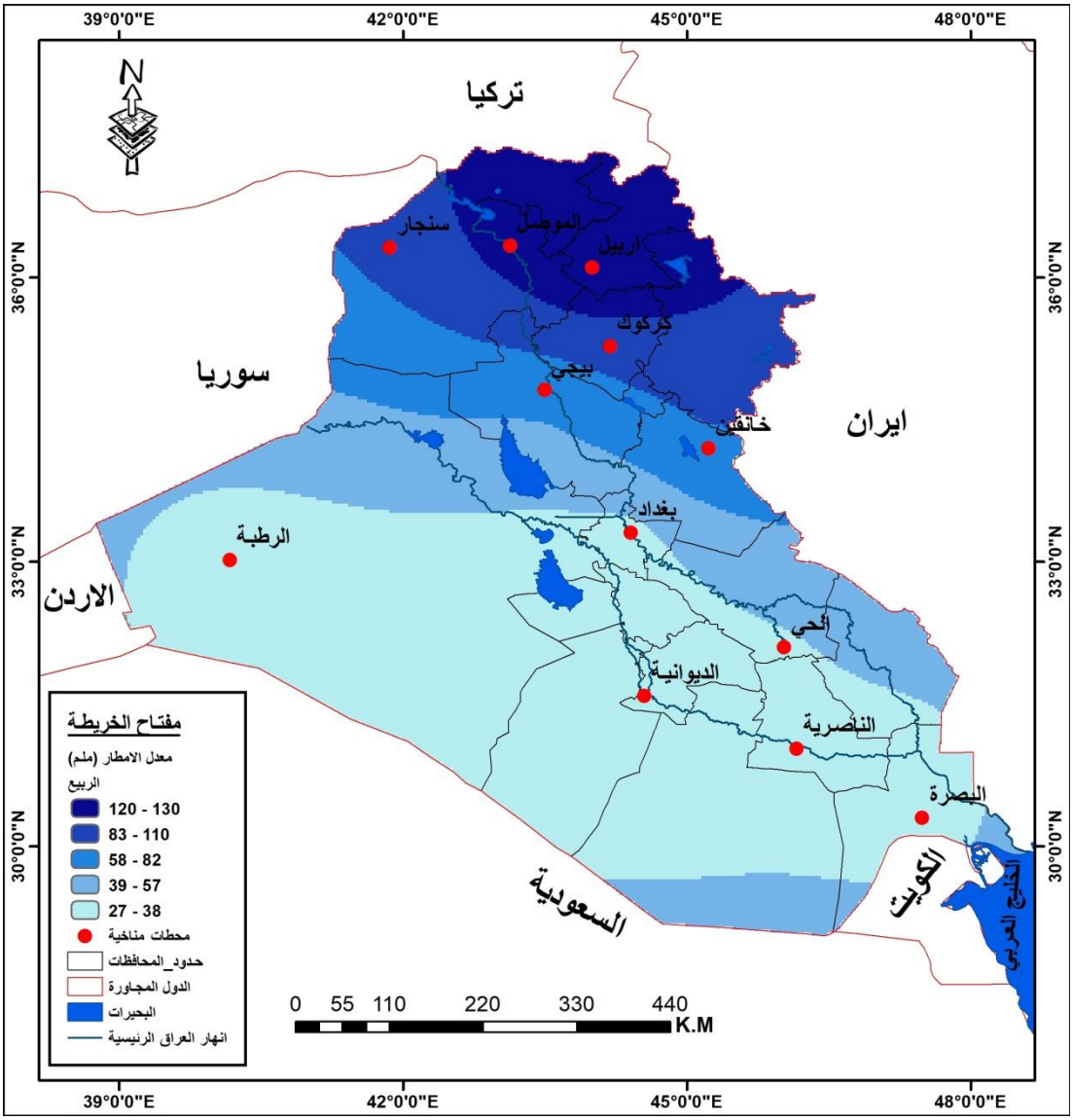
الموصل	سنجار	اربيل	كركوك	بيجي	خانقين	بغداد	الحي	الديوانية	الناصرية	الرطبة	البصرة	المجموع الفصلي/ ملم
118.5	90.7	134.1	94.2	64.4	77.6	33.13	36.2	28.3	36.7	30.23	32.3	776.36

المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على ملحق (١)

3.1تحليل المواسم الجافة باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI

توجد الكثير من المؤشرات التي تم تطويرها من قبل عدد من الباحثين في مجالات مختلفة خاصة في مجال المناخ، والهيدرولوجيا، والزراعة تهدف للوصول إلى تعريف واضح للفترة الجافة، أن مؤشرات الجفاف تتباين فيما بينها من حيث العناصر المناخية التي تدخل في حسابها فبعضها يقتصر على عنصر مناخي واحد وغالبا يكون التساقط وسيتم الاعتماد على هذه المؤشرات خلال الدراسة لاستخراج وتحليل السنوات الجافة والرطبة وتحديدا مؤشر دليل المطر القياسي Standardized precipitation index(SPI) الذي يعتمد على الامطار فقط لاستخراج السنوات الجافة والرطبة وبعضها يعتمد على اكثر من عنصر مناخي كالمطر والتبخر النتح والحرارة وغيرها

خريطة (٤)المجاميع الفصلية لمعدلات الامطار الشهرية لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة(1990–1991) – (2021–2022) خلال فصل الربيع



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Gis 10.8 , وبيانات الجدول (٤)

1.3.1 دليل المطر القياسي (SPI) Standardized precipitation index :

قدم معادلة مؤشر المطر القياسي ثلاثة باحثين وهم (T.B. McKee) ,(J. Kleist) (N.J Does ken) من جامعة ولاية كولورادو، الولايات المتحدة، وفي عام (2009م) اوصت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) باعتماد معادلة مؤشر الامطار القياسي كمؤشر رئيسي لقياس الجفاف في دول العالم(T.B. McKee, N.J. Doesken & J. Kleist,1993,p173) من مميزات هذا المؤشر انه سهل الاستخدام، كما يمكن الافادة من نتائجه للتنبوء بالجفاف ويتسم بالبساطة اذ يعتمد على عنصر المطر فقط في تقييم الجفاف وإن لم تتوفر بقية البيانات المناخية على العكس من المؤشرات الأخرى والتي تتطلب أكثر من عنصر مثل مؤشر بالمر الذي يعتمد على عناصر الحرارة والمطر ورطوبة التربة المحلية مما يجعله أكثر تعقيدا من مؤشر المطر القياسي , وهو أداة قوية تقدم خمسة أبعاد رئيسة من الجفاف وهي : مدة الجفاف وشدته وتكراره ومقداره وخطورته. يسمح للمقارنة بين مواقع مختلفة في مناخات مختلفة يمكن عن طريقه تحديد فترات الرطوبة والجفاف في نفس الوقت وبالتالي يمكن رصد السنوات الرطبة باستعمال مؤشر المطر القياسي SPI .

تَّم تطوير مؤشر المطر القياسي SPI لفهم تأثير نقص الأَمطار على خصائص رطوبة التربة والمياه الجوفية والخزانات السطحية وجريان الأنهار; لذلك صمم هذا المُؤشر; ليناسب عدَّة مقاييس زمنية لتحليل الأَمطار وفهم تأثير الجفاف على الأنواع المختلفة لمصادر المياه فالمؤشر يعتمد على فترات زمنية طويلة للأمطار لتحليل تغييرات تصاريف الأنهار ومناسيب المياه الجوفية بينما يحتاج لفترات زمنية قصيرة للأمطار لتحليل رطوبة التربة ومدى استجابتها لتغييرات الأَمطار; ولهذا يتم احتساب قيم SPI لفترات تبلغ 3 ، 6 ، 12 ، 24 شهراً حسب الغاية من التحليل تشير القيم الموجبة للـ S.P.I إلى تساقط الأمطار بقيم تزيد عن المعدل، في حين تشير القيم السالبة إلى تساقط أقل من المعدل، بمعنى آخر أن الجفاف يتضح عندما تكون قيم(S.P.I) سالبة، وينتهي عندما تصبح موجبة (الخاقاني , ٢٠١٦, ص٦٥) يُعد (SPI) دليل نسبي في تصنيف فترات الجفاف والرطوبة إذ يتعامل مع كلّ محطة مناخية بشكل منفرد، ويُمثل المعدل العام للمطر في تلك المحطة الحد الفاصل بين الرطوبة والجفاف، وبذلك فأنَّ مصطلح الجفاف لا يرتبط بالمحطات ذات معدلات المطر الواطئة كما لا يرتبط مصطلح الرطوبة بالمحطات ذات معدلات المطر العالية فعلى سبيل المثال إذا كانت كمية الأَمطار الساقطة في سنة ما على محطة مطرية ذات معدل (1000) ملم تساوي (900) ملم، تصنف هذه السنة على أنّها سنة جافة أمّا إذا سقطت كمية أمطار (120) ملم والمعدل العام كان (100) ملم تصنف هذه السنة على أنّها سنة رطبة ضمن السنوات الرطبة في تلك المحطة(جاسم , ٢٠١٢, ص٣٥٣) يستعمل مؤشر المطر القياسي (SPI) في الوقت الحالي في كثير من المراكز البحثية المتقدمة والجامعات والمراكز الوطنية للأرصاد الجوية(الشجيري , ٢٠١٥, ص١٣١) .

1.1.3.1 النموذج الرياضي لمعادلة مؤشر المطر القياسي :-

يقوم مبدأ تحليل النموذج الرياضي لمعادلة مؤشر المطر القياسي SPI ، اعتمادا على مبدأ توزيع كاما (gamma distribution) لسلسلة البيانات إلى التوزيع الطبيعي، ولذلك تكون قيمة الوسط الحسابي لبيانات دليل المطر القياسي تساوي صفرا، بينما تعني القيم الموجبة لنتائج المؤشر وجود زيادة في كميات الأَمطار الساقطة عن معدلها العام، مما يدل على ان هذه السنوات هي سنوات رطبة ، أما القيم السالبة لنتائج المؤشر فتعني وجود نقص في كمية الأَمطار الساقطة عن معدلها العام، أي انها سنوات جافة، وهكذا يتم حساب مدة الجفاف وشدته وتكراره ومقداره وخطورته وذلك من خلال التحليل الجغرافي لهذه المدلولات الرقمية ، ولحساب معيار مؤشر الأَمطار القياسي SPI يتم أولاً حساب توزيع كاما لسلسلة بيانات الأَمطار لكل محطة مناخية كما في المعادلة الآتية : (Isabella Bordi& others, vol 44 , no 516 , 2001 , p968-869)

يتم استعمال المعادلات الآتية لتحويل; قيم الاحتمالية التراكمية لكاما إلى التوزيع الطبيعي كمتغير عشوائي .

$$Z= SPI = - \left[t - \frac{C_0+C_1t+C_2t^2}{1+ d_1t+ d_2t^2 + d_3t^3}\right] \quad for \quad 0 < H(x) \leq 0.5 \quad ....(1)$$

$$Z= SPI = + \left[t - \frac{C_0+C_1t+C_2t^2}{1+ d_1t+ d_2t^2 + d_3t^3}\right] \quad for \quad 0.5 < H(x) < 1 \quad ....(2)$$

إذ أَنَّ co , c1 , c2 , d1 , d2 , d3 هي ثوابت

.....(3)

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \qquad for \quad 0 < H(x) \leq 0.5$$

.....(4)

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{1-(H(x))^2}\right)} \qquad for \quad 0.5 < H(x) < 1$$

وتجدر الاشارة ان القيم السالبة لمؤشر المطر القياسي SPI تمثل السنوات الجافة. في حين القيم الموجبة تُمثل السنوات الرطبة. ففي الحالة الأولى يمثل الفرق بين قيمة المطر ومعدل المطر السنوي يمثل العجز المطري ، في حين الزيادة المطرية هي الفرق بين قيمة المطر ومعدل المطر السنوي في حالات كانت قيم الـ SPI موجبة

صنف العالم مكي (Mckee) نتائج المؤشر على ثمانية أصناف تصف حالة المطر ما بين الجفاف والرطوبة ومثلما هو مبين في الجدول الآتي :-

جدول (٥) فئات معيار مؤشر الأَمطار القياسي SPI

قيم SPI	التصنيف
≥2	شديد الرطوبة جدا(extremely wet)
1.5 to 1.99	شديد الرطوبة(severely wet)
1 to 1.49	متوسط الرطوبة(moderately wet)
0 to 0.99	معتدل الرطوبة(mild wet)
-0.99 to 0	جاف معتدل(mild drought)
-1.49 to -1	جاف متوسط(moderately drought)
-1.99 to -1.5	شديد الجفاف(severely drought)
≤-2	شديد الجفاف جدا(extremel drought)

Source: Mckee,, T.B., Doksen, N.J. and Kleist, J. "The relationshipof drouht fiquenncy and duration to tim scale preprints". Eight Conf. on Applied Climatolagy (Anaheim, Calfornia, USA) 1993.

فضلا عن النموذج الرياضي لمؤشر المطر القياسي، يوجد برنامج حاسوبي (تطبيق) خاص بهذا المعيار يمكن استعماله للحصول على النتائج بدِّقة علمية وبسرعة أَكبر، وهو برنامج DrinC 1.7 إذ يتم التعامل مع البيانات المطلوبة (المدخلة) بدقة ومهارة علمية عالية ويمكنك الحصول على النتائج بصيغة رقمية يمكن تحويلها الى اشكال بيانية وخرائط كمية تساعد وبشكل كبير في اعطاء صورة داعمة لطبيعة الجفاف في المنطقة من حيث شدّته ومدّته لاحظ الشكل (١) بيئة عمل برنامج Drin C 1.7 .

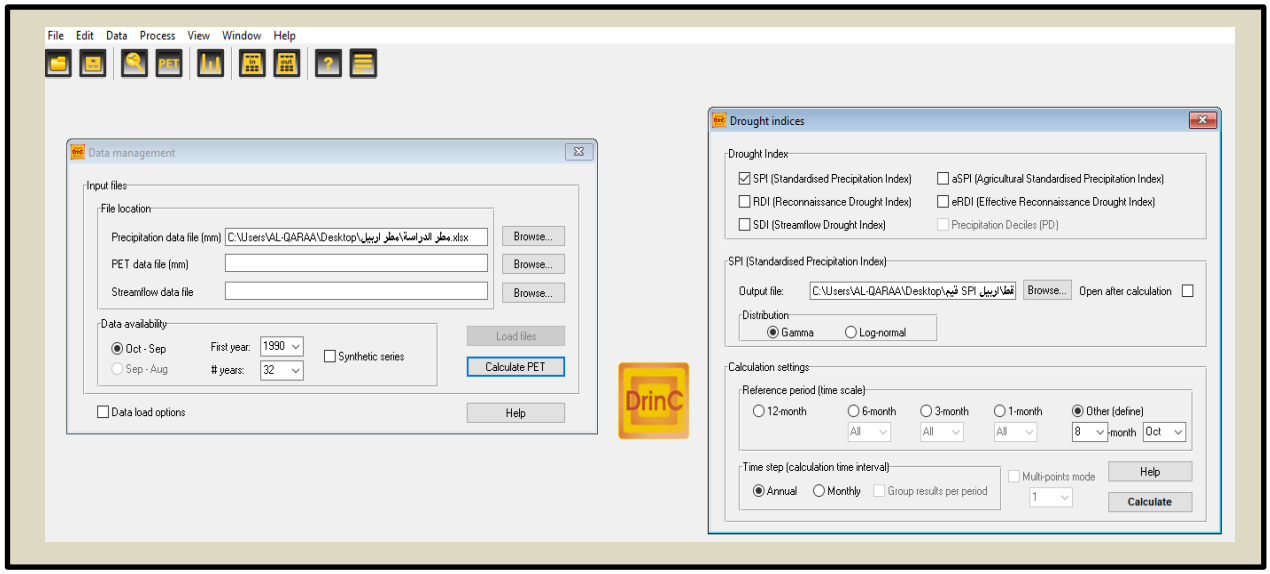
2.3.1 المواسم الرطبة والجافة حسب مؤشر دليل المطر القياسي SPI لمحطات منطقة الدراسة للمواسم المطرية الممتدة (1990-1991) – (2021-2022) خلال الفصول (الخريف , الشتاء , الربيع)

1.2.3.1 الخريف

بعد تطبيق معادلة مؤشر المطر القياسي (SPI) على جميع محطات الدراسة خلال فصل الخريف ومن خلال تحليل الجدول (٦) والشكل (٢) وشكل (٣) يلحظ الاتي :

- ان نسبة المواسم الرطبة اكبر من المواسم الجافة خلال هذا الفصل حيث بلغت نسبتها ٥٥٪ من مجموع مواسم الامطار بينما بلغت نسبة المواسم الجافة ٤٥٪ من مجموع مواسم الامطار ويلحظ وجود تباين في المواسم الرطبة والجافة بين المحطات المدروسة اذ بلغت نسبة المواسم الرطبة اكبر من الجافة في محطات (الموصل , كركوك , بيجي , خانقين , الرطبة , الحي , الديوانية , الناصرية , البصرة) في حين بلغت نسبة المواسم الجافة اكبر من الرطبة في محطات (اربيل , سنجار , بغداد) كما يوجد تباين بين محطات الدراسة في مجموع تكرار المواسم المتدرجة من (الشديدة الرطوبة جدا) الى المواسم ذات (الجفاف الشديد جدا) وكالاتي:

شكل (١) بيئة عمل برنامج DrinC 1.7



Sources: Tigkas, D., Vangelis, H. & Tsakiris, G. DrinC: a software for drought analysis based on drought indices. Earth Sci Inform 8, 697–709 (2015) https://doi.org/10.1007/s12145-014-0178-y

- (المواسم المعتدلة الرطوبة) حققت النسبة الاكبر بين الفئات الاخرى في جميع محطات الدراسة اذ سجلت ٣٨٪ من مجموع المواسم خلال هذا الفصل وهذا الامر طبيعي بسبب موقع العراق القاري وبعده عن البحار والمحيطات الواسعة اذ تصدرت محطة الرطبة والناصرية محطات الدراسة بتسجيلها (١٨) موسماً من فئة المواسم المعتدلة الرطوبة لكل منهما تليها في المرتبة الثانية محطة البصرة اذ كان نصيبها (١٣) موسماً من نفس الفئة تليها محطات (الموصل , سنجار , بغداد) اذ حصدت هذه المحطات تكرار متساويا وهو (١٢) موسما لكل من المحطات الثلاث ثم محطات (خانقين , الحي) التي سجلت هي الاخرى ايضا تكرارات متشابهة من المواسم المعتدلة الرطوبة وهو (١١) موسماً لكل منها اما المحطات المتبقية وهي (الديوانية , اربيل , كركوك) فقد سجلت تكرارا هو الاقل بين محطات الدراسة وهو (١٠ , ٨ , ٧) موسما لكل منهم على التوالي .

- المواسم (الشديدة الرطوبة جداً) نادرة جدا في منطقة الدراسة اذ سجلت ١٪ فقط من مجموع المواسم المطرية اذ لم يظهر هذا الصنف الا في اربعة مواسم في اربع محطات مختلفة وهي (اربيل , الرطبة , بغداد , الحي) اما بقية محطات الدراسة فلم تسجل اي تكرارا لهذا الصنف خلال مدة الدراسة البالغة ٣٢ موسماً مطرياً

- المواسم (الشديدة الجفاف جداً) هي ايضا نادرة في منطقة الدراسة اذ سجلت نسبة ١٣٪ من مجموع المواسم حيث لم تظهر هذه الفئة الا في اربع محطات اذ سجلت محطة بغداد تكرار هو الاعلى بين محطات الدراسة بمجموع (٤)مواسم من هذه الفئة ثم محطة الرطبة التي سجلت تكرار بمجموع موسمين من فئة المواسم ذات الجفاف المتطرف اما محطتي (الموصل , خانقين) فقد سجلت تكرارا قدره (١) موسم لكل منها من هذه الفئة والسبب في ندرة المواسم ذات الجفاف المتطرف هو وقوع منطقة الدراسة في الحافة الشمالية من العروض شبه المدارية وهذا يجعلها قليلة التأثر (نسبياً) بالجفاف الذي يصيب قلب هذه العروض ومن جهة اخرى فان وقوع العراق في الحافة الجنوبية للعروض الوسطى حيث ينعكس ذلك على تاثره بالمنخفضات الجوية الرطبة القادمة من تلك العروض والسبب الاخر يرجع الى تأثره بأنواع عديدة من المنخفضات الجوية خلال الفصل المطير كالمنخفض السوداني والمتوسطي والمندمج . لو كانت منطقة الدراسة تتعرض لمنظومة ضغط خفيف واحدة لكان الجفاف اكثر تأثراً وشدة (الدزيي , ٢٠٢١, ص٦٥)

- المواسم ذات الهطول الشديد (شديد الرطوبة) لم تسجل هذه الفئة تكرارات كبيرة في معظم محطات الدراسة فقد شكلت نسبة ٣.٥٪ من مجموع مواسم الامطار وتوزعت هذه التكرارات بين تسعة من محطات الدراسة في حين لم تحظى محطات (كركوك ,الديوانية , البصرة) بتكرار من هذه الفئة وقد سجلت محطة سنجار اعلى تكرار من هذه الفئة بمجموع (٤) مواسم تليها محطتي (خانقين , الناصرية) بتكرار قدره (٢) موسم لكل منهما اما محطات (اربيل ,الموصل , بيجي , الرطبة , بغداد ,الحي) فقد حظيت بتكرارات متساوية قدرها (١)

موسم لكل منها وبهذا الشكل يكون مجموع التكرارات من هذه الفئة لكل محطات الدراسة خلال هذا الفصل قد بلغ (١٤) موسماً من مجموع المواسم المطرية البالغة (٣٢) موسماً مطرياً لكل محطة مناخية .

- المواسم ذات (الجفاف الشديد) هي الاخرى لم تحظى بنصيب كبير من التكرار ضمن منطقة الدراسة فقد سجلت نسبة ٥.٧٥٪ من مجموع مواسم الامطار وارتفعت تكرارات هذه الفئة في المحطات الواقعة في السهل الرسوبي التي سجلت تكرارا بمجموع (١٥) موسماً من مجموع التكرارات البالغة (٢٣) موسماً لهذه الفئة في معظم محطات الدراسة وذلك بسب ظروف المناخ الصحراوي الجاف اذ تصدرت محطة الديوانية النسبة الاكبر في تكرارات هذه الفئة بين محطات الدراسة بمجموع (٨) مواسم تليها محطة الناصرية التي سجلت تكرار قدره (٤) مواسم ثم محطة البصرة التي كان نصيبها مساوياً لمحطة كركوك في المنطقة المتموجة بمجموع (٣) مواسم لكل منهما في حين سجلت محطة (سنجار) تكراراً قدره (٢) موسم وسجلت محطات (اربيل ,الموصل , بيجي) في المنطقة المتموجة نسباً منخفضة من تكرارات هذه الفئة بسب قربها من تأثيرات المنخفضات الجبهوية المتوسطية وتأثرها كذلك بظروف المناخ الجبلي الذي تقع على هامشه وكان نصيبها (موسماً) واحداً فقط لكل منهم اما بقية محطات الدراسة وهي(خانقين ,الرطبة ,بغداد ,الحي) فلم يسجل فيها اي تكرار من هذه الفئة خلال فصل الخريف .

- المواسم ذات الهطول المتوسط (متوسط الرطوبة) كان نصيبها من النسبة المئوية لتكرارات فئات المواسم الاخرى هو ١٣٪ من مجموع مواسم الامطار اذ ارتفعت نسبها المئوية في المنطقة المتموجة من منطقة الدراسة اذ سجلت محطات هذه المنطقة تكرارا قدره (٢٨) موسماً مطرياً اي ما يعادل نسبة مئوية بلغت ٥٣٪ من مجموع مواسم الامطار وتوزعت هذه التكرارات بين محطات كركوك التي تصدرت النسبة الاكبر بين محطات المنطقة المتموجة بتسجيلها تكرار قدره (٧) مواسم تليها محطة بيجي بتكرار قدره (٥) مواسم ثم محطات (اربيل ,الموصل , سنجار , خانقين) التي حظيت بتكرارات متساوية من هذه الفئة بمجموع (٤) مواسم لكل منهم وسجلت محطة الرطبة في الهضبة الغربية النسبة الاقل بين محطات الدراسة بتكرار قدره (١) موسم فقط وذلك بسبب ظروف الجفاف وقلة كميات التساقط المطري بالإضافة الى قلة الغطاء النباتي والمصادر المائية في هذه المنطقة اما محطات السهل الرسوبي فقد جاءت بالمرتبة الثانية بعد المنطقة المتموجة اذ سجلت تكرار بلغ (٢٣) موسماً من فئة المواسم ذات الهطول المتوسط اي ما نسبته ٤٤٪ من مجموع مواسم الامطار وحظيت محطة الديوانية بالمرتبة الاولى بين محطات الدراسة عامة ومحطات السهل الرسوبي خاصة بتسجيلها تكرارا قدره (٨) مواسم تليها محطة البصرة بتكرار قدره (٧) مواسم ثم محطتي (بغداد , الحي) التي كان نصيبها (٣) مواسم لكل منهما ثم محطة (الناصرية) التي سجلت تكراراً بلغ (٢) موسم فقط .

- المواسم ذات (الجفاف المعتدل) هي الاكثر تكرار في منطقة الدراسة بعد المواسم المعتدلة الرطوبة حيث كانت نسبها المئوية مرتفعة من مجموع الفئات الاخرى اذ سجلت ٢٧.٧٥٪ من مجموع مواسم الامطار وذلك بسب ظروف المناخ القاري لمنطقة الدراسة وسيطرة المناخ الصحراوي على القسم الاكبر من مساحتها وتصدرت محطة اربيل المرتبة الاولى بين محطات الدراسة من مجموع تكرار هذه الفئة التي سجلت ما مقداره (١٣) موسماً تليها محطات (الموصل , سنجار , بغداد) في المرتبة الثانية بتكرار قدره (١٢) موسماً لكل منهم ثم محطات (خانقين , الحي) بتكرار بلغ (١١) موسماً لكل منهما اما محطتي (بيجي , الديوانية) فكانت متساوية ايضا بتكرار قدره (٨) مواسم لكل منهما وكذلك الحال في محطات (كركوك , الرطبة , البصرة) التي حصدت تكراراً متساوياً قدره (٧) مواسم لكل منها وفي المرتبة الاخيرة كانت محطة الناصرية بتكرار قدره (٣) مواسم فقط

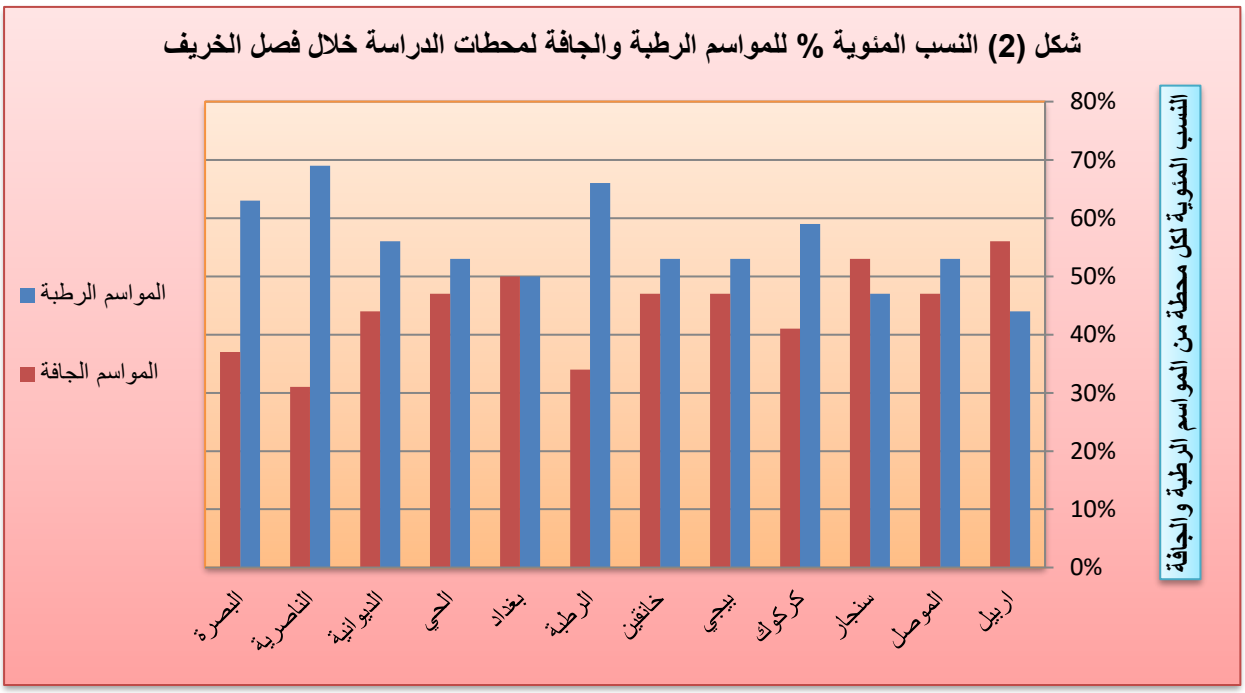
- (المواسم ذات الجفاف المتوسط) حققت هذه الفئة نسبة مئوية بلغت ٨٪ من مجموع مواسم الامطار وقد بلغ مجموع تكرار هذه الفئة في جميع محطات الدراسة (٣١) موسماً موزعة على (١٠) محطات فقط من محطات الدراسة في حين لم تسجل المحطات المتبقية وهي محطتي (بغداد , الديوانية) اي تكرار من هذه الفئة خلال هذا الفصل وتصدرت محطة بيجي المحطات الـ (١٠) في مجموع تكرار هذه الفئة بحصدها (٦) مواسم تليها محطتي (اربيل , الحي) بمجموع قدره (٤)مواسم لكل منهما ثم جاءت محطات (سنجار, كركوك, خانقين ,الناصرية) بمجاميع تكرار متشابهة وهي (٣) مواسم لكل منهم .

جدول (٦) تكرار قيم مؤشر الامطار القياسي SPI لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1990–2022) خلال فصل الخريف

الفئات / المحطة	شديد الرطوبة جدًا	شديد الرطوبة	متوسط الرطوبة	معتدل الرطوبة	جاف معتدل	جاف متوسط	شديد الجفاف	شديد الجفاف جدًا	عدد المواسم الرطبة	عدد المواسم الجافة	نسب المواسم الرطبة%	نسب المواسم الجافة %
اربيل	1	1	4	8	13	4	1	0	14	18	%44	%56
الموصل	0	1	4	12	12	1	1	1	17	15	%53	%47
سنجار	0	4	4	7	12	3	2	0	15	17	%47	%53
كركوك	0	0	7	12	7	3	3	0	19	13	%59	%41

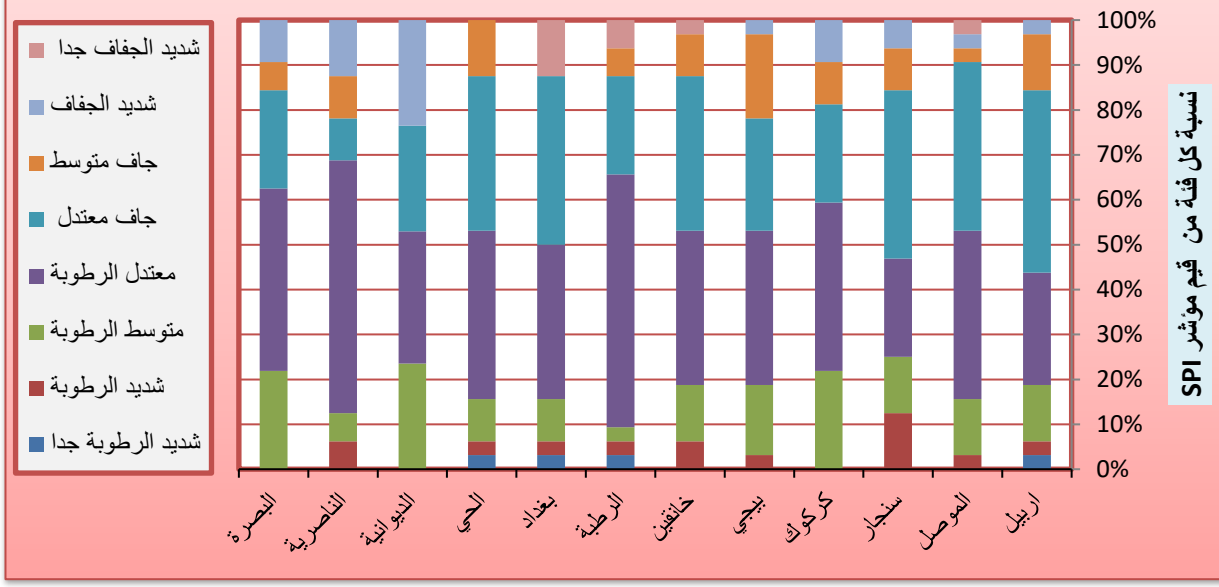
بيجي	0	1	5	11	8	6	1	0	17	15	%53	%47
خانقين	0	2	4	11	11	3	0	1	17	15	%53	%47
الرطبة	1	1	1	18	7	2	0	2	21	11	%66	%34
بغداد	1	1	3	11	12	0	0	4	16	16	%50	%50
الحي	1	1	3	12	11	4	0	0	17	15	%53	%47
الديوانية	0	0	8	10	8	0	8	0	18	14	%56	%44
الناصرية	0	2	2	18	3	3	4	0	22	10	%69	%31
البصرة	0	0	7	13	7	2	3	0	20	12	%63	%37
نسبة كل فئة %	1	4	13	37	29	8	6	2	55	45	ـــــ	ـــــ

المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج مؤشر "SPI"



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Ecxel2010 , وبيانات الجدول (٦)

شكل (3) النسب المئوية لاصناف دليل المطر القياسي SPI لمحطات الدراسة خلال فصل الخريف



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Ecxel2010 , وبيانات الجدول (٦)

2.2.3.1 فصل الشتاء

بعد تطبيق مؤشر "SPI" على السلاسل الزمنية لأمطار محطات الدراسة خلال فصل الشتاء للمدة (1990–2022) ومن خلال تحليل الجدول (٧) والشكل (٤) والشكل (٥) يتضح الاتي :

- ان نسبة المواسم الرطبة خلال هذا الفصل اكبر من المواسم الجافة اذا حققت المواسم الرطبة نسبة مئوية بلغت ٥٣٪ من مجموع مواسم الامطار خلال هذا الفصل بينما سجلت المواسم الجافة ٤٧٪ من مجموع مواسم الامطار وتفاوتت محطات الدراسة في نسبها المئوية بالنسبة لعدد المواسم الرطبة والجافة لكل محطة خلال هذا الفصل وكما هو موضح في الجدول (٧) والشكل (٣) وكالاتي :

- المواسم ذات الهطول الاعتيادي (معتدل الرطوبة) تشكل النسبة الاكبر من بين المواسم الاخرى اذ حققت نسبة مئوية بلغت ٣٨٪ من مجموع مواسم الامطار واحتلت محطة بيجي المرتبة الاولى بأكبر تكرار من هذه الفئة هو (١٨) موسماً تليها محطة الرطبة التي حققت تكرار قدره (١٧) موسماً ثم محطة خانقين التي سجلت تكرارا بلغ (١٦) موسماً والمتبقي من محطات المنطقة المتموجة (الموصل , سنجار) كان تكرارها متساويا اذ بلغ (١١) موسماً لكل منهما في حين سجلت محطتي (كركوك , اربيل) تكرارات متقاربة هي (١٠, ٩)

موسما على التوالي اما محطات السهل الرسوبي (الناصرية , والديوانية , والبصرة , الحي , بغداد) فقد سجلت تكرارات تراوحت: (١٤, ١٣, ١٢, ٩, ٨) موسما على التوالي

- المواسم ذات (الجفاف المعتدل) جاءت في المرتبة الثانية بين فئات مؤشر المطر القياسي(SPI)٠ لمحطات الدراسة خلال فصل الشتاء اذ حققت نسبة مئوية قدرها ٣٥٪ من مجموع مواسم الامطار واحتلت محطة الحي في السهل الرسوبي الصدارة بجموع تكرار من هذه الفئة قدره (١٦) موسماً في حين سجلت بقية محطات السهل الرسوبي تكرارات متقاربة لكل من محطات (بغداد , الديوانية , الناصرية , البصرة) التي تراوحت تكراراتها : (١٤, ١١, ١٠) موسماً على التوالي وحصدت محطة الرطبة في الهضبة الغربية تكراراً قدره (٨) مواسم وسجلت محطات المنطقة المتموجة تكرارات متقاربة لكل من محطة سنجار التي كان نصيبها تكرار قدره (١٤) موسماً وسجلت محطة الموصل تكراراً قدره (١٣) موسماً اما محطتي (كركوك , واربيل) فقد حققتا تكراراً قدره (١٢,١١) موسماً على التوالي اما محطتي (بيجي , خانقين) فقد سجلتا تكراراً مختلفا عن بقية محطات المنطقة المتموجة بمجموع تكرار قدره (٧, ٥) موسم على التوالي وتبين من خلال ما سبق من حيث التكرارات التي حققتها كل محطة من محطات الدراسة اذ سجلت محطات المنطقة المتموجة تكرارات عالية من فئة المواسم ذات الجفاف المعتدل بالرغم من معدلات الامطار العالية التي تمتلكها مقارنة مع بقية محطات الدراسة وذلك لأنه عند اي مستوى في مؤشر (SPI) يكون مقدار العجز المطري في المحطات ذات معدلات الامطار العالية اكبر من كمية العجز المطري في المحطات ذات معدلات الامطار المنخفضة (الهضبة الغربية , السهل الرسوبي) (رشيد , ٢٠١٠, ص٦٨)

- المواسم (الشديدة الرطوبة) ذات تكرارات نادرة في منطقة الدراسة اذ سجلت نسباً مئوية منخفضة بلغت ٢٪ فقط من مجموع مواسم الامطار حيث ظهرت هذه الفئة بمعدل تكرار موسم واحد وفي سبع محطات مختلفة فقط وهي محطات (اربيل , سنجار , كركوك , الرطبة , بغداد , الحي , الديوانية) .

- المواسم (شديدة الجفاف جداً) هي ايضا نادرة في منطقة الدراسة خلال هذا الفصل ولكن سجلت تكراراً اكبر من الفئة السابقة اذ سجلت نسبة مئوية قدرها ٤٪ من مجموع مواسم الامطار وكانت محطة بيجي الاكثر تكراراً في نسب هذه الفئة بين باقي محطات منطقة الدراسة حيث سجلت تكراراً قدره (٣) مواسم متتالية تليها محطات (كركوك, الرطبة البصرة) بمجموع تكرار هو (٢) موسم لكل منهم اما محطات الدراسة المتبقية وهي (اربيل , الموصل, سنجار , خانقين , بغداد , الحي , الديوانية , الناصرية) فقد حصلت على تكرارات متساوية بمجموع (١) موسم لكل منهم .

- المواسم (الشديدة الرطوبة) لم تبتعد كثيرا بنسبها المئوية عن الفئة التي سبقتها (شديدة الجفاف جداً) اذ حققت نسبة مئوية بلغت ٥٪ من مجموع مواسم الامطار وكان النصيب الاكبر من مجموع تكرار هذه الفئة عائد الى محطات المنطقة المتموجة اذ حققت تكرارات بلغت (١٢) موسم من مجموع تكرارات هذه الفئة البالغة (١٨) موسماً موزعة على عشرة محطات فقط اذ لم تحظى محطة الرطبة في الهضبة الغربية بأي تكرار من هذه الفئة فضلاً عن محطة الديوانية التي لم تسجل اي تكرار يذكر من نفس الفئة خلال فصل الشتاء وتوزعت هذه التكرارات على محطات الدراسة بنسب متفاوتة اذ تصدرت محطة الموصل اكبر تكرار بين محطات الدراسة قدره (٤) مواسم في حين سجلت محطات (اربيل , سنجار , خانقين , بغداد , الحي) تكراراً متساوياً قدره (٢) موسمان لكل منها وكان نصيب محطات (كركوك , بيجي , الناصرية , البصرة) تكرار قدره (١) موسم لكل منها .

- المواسم ذات (الجفاف الشديد) حققت نسبة ٢٪ من مجموع مواسم الامطار اذ سجلت تكرارات هذه الفئة خلال تسعة مواسم موزعة على ست محطات فقط حيث حصدت محطتي (خانقين , بغداد) تكراراً قدره (موسمان) لكل منهما وسجلت محطات (سنجار, الرطبة , البصرة) تكراراً قدره (١) موسم لكل منها .

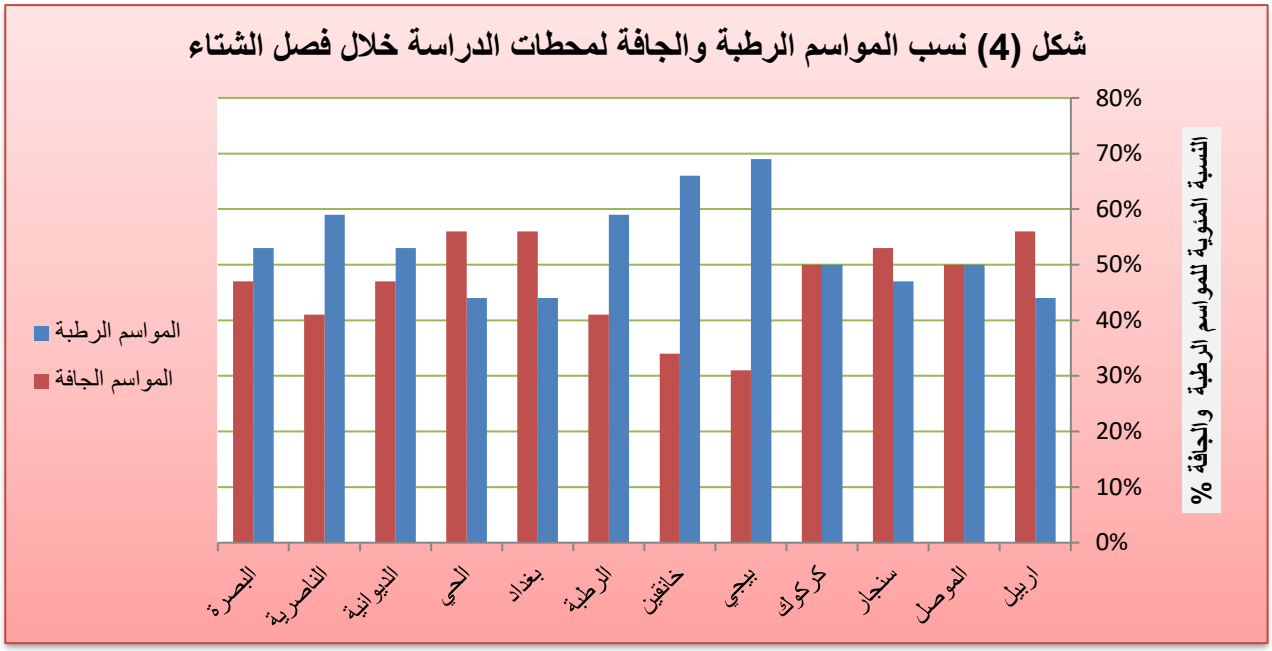
- المواسم (المتوسطة الرطوبة) سجلت نسبة مئوية بلغت ٨٪ من مجموع مواسم الامطار بمجموع تكرار قدره (١٣) موسماً ضمن محطات المنطقة المتموجة مقابل (١٥) موسماً ضمن محطات السهل الرسوبي و(موسماً واحداً) في محطة الرطبة ضمن الهضبة الغربية

- المواسم ذات (الجفاف المتوسط) حققت نسبة اقل من المواسم المتوسط الرطوبة اذ شكلت ٦٪ من مجموع مواسم الامطار وكانت محطة اربيل تحتل المرتبة الاولى بمجموع تكرار قدره (٦) مواسم من مجموع تكرار مقداره (٢٢) موسماً من تكرارات هذه الفئة ضمن جميع محطات الدراسة اما بقية المحطات فقد سجلت نسباً متفاوتة تراوحت كالاتي : محطتي (خانقين , الديوانية) جاءت بتكرار بلغ (٣) مواسم لكل منهما ثم محطات (الموصل , كركوك , الرطبة , البصرة) بمجموع تكرار قدره (موسمان) لكل منها في حين كان نصيب محطات (سنجار , بغداد , الحي) تكراراً قدره (موسماً) واحداً لكل منها ولم تحظى محطتي (بيجي , الناصرية) بأي تكرار من هذه الفئة

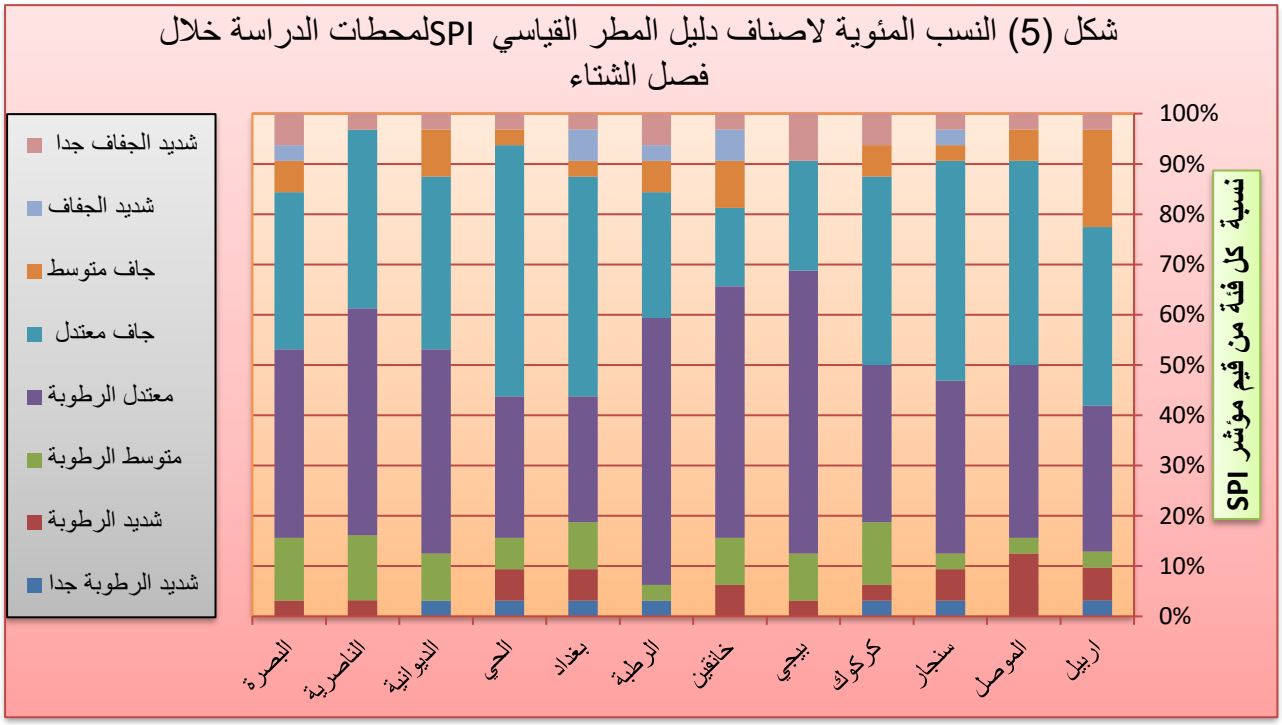
جدول (٧) تكررا قيم مؤشر المطر القياسي SPI لمحطات الدراسة للمدة (١٩٩٠– ٢٠٢٢) خلال فصل الشتاء

الفئات / المحطة	شديد الرطوبة جداً	شديد الرطوبة	متوسط الرطوبة	معتدل الرطوبة	جاف معتدل	جاف متوسط	شديد الجفاف	شديد الجفاف جداً	عدد المواسم الرطبة	عدد المواسم الجافة	نسب المواسم الرطبة%	نسب المواسم الجافة %
اربيل	1	2	1	9	11	6	0	1	14	18	%44	%56
الموصل	0	4	1	11	13	2	0	1	16	16	%50	%50
سنجار	1	2	1	11	14	1	1	1	15	17	%47	%53
كركوك	1	1	4	10	12	2	0	2	16	16	%50	%50
بيجي	0	1	3	18	7	0	0	3	22	10	%69	%31
خانقين	0	2	3	16	5	3	2	1	21	11	%66	%34
الرطبة	1	0	1	17	8	2	1	2	19	13	%59	%41
بغداد	1	2	3	8	14	1	2	1	14	18	%44	%56
الحي	1	2	2	9	16	1	0	1	14	18	%44	%56
الديوانية	1	0	3	13	11	3	0	1	17	15	%53	%47
الناصرية	0	1	4	14	11	0	0	1	19	13	%59	%41
البصرة	0	1	4	12	10	2	1	2	17	15	%53	%47
نسبة كل فئة %	2	5	8	38	35	6	2	4	53	47	____	____

المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج مؤشر SPI



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٧)



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٧)

3.2.3.1 فصل الربيع

بعد تطبيق مؤشر المطر القياسي على محطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠٢٢) خلال فصل الربيع ومن خلال تحليل الجدول (٨) والشكل (٦) و(٧) يتضح الاتي :

- بلغت نسبة المواسم الرطبة ٥٣٪ من مجموع مواسم الامطار في حين شكلت المواسم الجافة النسبة الاقل حيث بلغت ٤٧٪ من مجموع مواسم الامطار وكانت هذه النسبة متفاوتة ما بين محطة واخرى في عدد كل من المواسم الرطبة والجافة لكل محطة والنسبة المئوية التي شكلتها خلال هذا الفصل وايضا من حيث فئة المواسم التي سجلت تكرارا اكبر بين الفئات الثمانية الاخرى اذ كانت محطات (سنجار , كركوك , خانقين , الرطبة , الحي , بغداد , الديوانية , الناصرية) نسبة المواسم الرطبة فيها تفوق نسبة المواسم الجافة اذ شكلت هذه المحطات نسبا مئوية بلغت (٥٣٪ , ٥٣٪ , ٥٣٪ , ٥٣٪ , ٥٩٪ , ٦٣٪ , ٥٣٪ , ٥٣٪) من مجموع مواسم الامطار على التوالي اما محطات (اربيل بيجي , البصرة) فقد كانت نسبة مواسمها الجافة اكبر من الرطبة اذ شكلت نسبة المواسم الرطبة فيها ٤٧٪ من مجموع مواسم الامطار لكل منها على التوالي اما المواسم الجافة

فقد شكلت ٥٣٪ من مجموع مواسم الامطار لكل محطة في حين سجلت محطة الموصل نسبة متساوية في عدد المواسم الرطبة والجافة حيث انقسمت الى (١٦) موسماً رطباً و(١٦) موسماً جافاً .

- (المواسم المعتدلة الرطوبة) شكلت النسبة الاكبر بين المواسم المطرية الاخرى اذ حققت ٣٨٪ من المجموع الكلي وكانت نسبتها متفاوتة بين محطات الدراسة اذ سجلت كل من محطات (كركوك , بغداد , الحي) النسبة الاكبر بين المحطات بتحقيقها تكرارا قدره (١٦) موسما لكل منها ثم محطة خانقين في المرتبة الثانية بتسجيلها تكرارا قدره (١٥) موسماً بينما حصدت محطتي (بيجي , الديوانية) تكرارا قدره (١٣) موسماً لكل منهما اما محطات (الموصل , سنجار , , الرطبة , الناصرية , البصرة) فقد حققت تكرارات متقاربة تراوحت بين (١٠, ١٢ , ١١) موسماً على التوالي وجاءت محطة اربيل في المرتبة الاخيرة بتسجيلها تكرار منخفضا من هذه الفئة بلغ (٣) موسم فقط .

- المواسم ذات (الجفاف المعتدل) احتلت المرتبة الثانية بتسجيلها نسبة مئوية شكلت ٣٣٪ من مجموع المواسم المطرية وجاءت محطتي (اربيل , البصرة) في المرتبة الاولى بين محطات الدراسة بتسجيلها اكبر تكرارا من هذه الفئة قدره (١٤) موسماً لكل منهما وجاءت محطة بيجي في المرتبة الثانية بتسجيلها تكرار بلغ (١٣) موسماً اما بقية المحطات فقد جاءت بتكرارات متباينة ومتقاربة الى حد كبير فقد سجلت كل من محطات (الموصل , خانقين , سنجار , كركوك , الديوانية) تكرارات قدرها (١٢ , ١١, ١٠) موسماً على التوالي

وسجلت محطات (الحي ,الناصرية , الرطبة , بغداد) النسبة الاقل بين محطات الدراسة من تكرارات هذه الفئة بحصدها تكرارات قدرها (٩, ٨, ٧) مواسم على التوالي

- المواسم ذات (الرطوبة الشديدة جداً) لم يختلف الحال كثيرا خلال هذا الفصل عما هو عليه في الفصليين السابقين اذ لم تسجل هذه المواسم تكرارات كبيرة واقتصرت على نسبة ٣٪ من مجموع المواسم المطرية اذ لم تسجل هذه الفئة الا في ست محطات فقط وهي محطة الموصل وبيجي بتكرار قدره (٢) موسم فقط لكل منهم اما المحطات الاربع المتبقية وهي (كركوك , خانقين , الديوانية , الناصرية) فقد كان نصيبها تكراراً قدره(١) موسم لكل منها.

- المواسم ذات (الجفاف الشديد جداً) هي الاخرى نادرة الوجود ايضا خلال المواسم المطرية في منطقة الدراسة اذ شكلت نسبة اكبر بقليل من سابقتها (المواسم الشديدة الرطوبة جداً) بلغت ٥٪ من مجموع مواسم الامطار وتوزعت هذه النسبة على جميع محطات الدراسة باستثناء محطتي (الموصل , الديوانية) لم تسجل اي تكرار من هذه الفئة بينما سجلت محطتي(خانقين , الحي) التكرار الاعلى بين بقية المحطات اذ كان نصيبهما تكراراً بلغ (٣) مواسم لكل منهم اما بقية المحطات (سنجار , كركوك , بغداد) فقد حصدت تكراراً قدره (٢) موسم لكل منها بينما محطات (اربيل , بيجي , الرطبة , الناصرية , البصرة) فقد كان نصيبها تكراراً قدره (١) موسم لكل منها .

- (المواسم ذات الرطوبة الشديدة) حققت نسبا متقاربة للمواسم الشديدة الرطوبة جدا اذ شكلت تكراراتها من هذه الفئة خلال فصل الربيع نسبة قدرت بـ ٤٪ من مجموع المواسم المطرية وحصدت محطتي (اربيل , الناصرية) المرتبة الاولى بتسجليها مجموع تكرار هو الاكبر بين محطات الدراسة هو (٣) مواسم لكل منهما ثم محطتي (سنجار , البصرة) بتكرار قدره (٢) موسم لكل منهما اما بقية المحطات وهي (الموصل , الرطبة , بغداد , الديوانية) فقد كان نصيبها تكرارا قدره (١) موسم لكل منها اما محطات (كركوك , بيجي ,خانقين ,الحي) لم تسجل اي تكرار من هذه الفئة .

- (المواسم ذات الجفاف الشديد) حققت نسبة مئوية متساوية مع معظم فئات الجفاف ضمن الجدول (٨) باستثناء فئة الجفاف المعتدل التي انفردت عن هذه الفئات بنسبة مرتفعة جداً بلغت ٣٣٪ من مجموع المواسم المطرية اما هذه الفئة (الجفاف الشديد) مع بقية الفئات (الجفاف المتوسط) و(الجفاف الشديد جداً) فقد حظيت كلا منهم بنسبة ٥٪ من مجموع المواسم المطرية وتوزعت بين محطات الدراسة بنسب متفاوتة ومتقاربة جدا فقد حققت محطة الديوانية التكرار الاكبر بتسجيلها مجموعاً قدره (٣) مواسم اما محطات (اربيل , الموصل ,كركوك , الرطبة , الناصرية , البصرة) فحصدت تكراراً قدره (موسمان) لكل من المحطات الست

المذكورة وكان نصيب محطات (سنجار , بيجي , بغداد) تكراراً قدره (١) موسم لكل منها في حين لم تحظى محطتي (خانقين , الحي) بأي تكرار من هذه الفئة

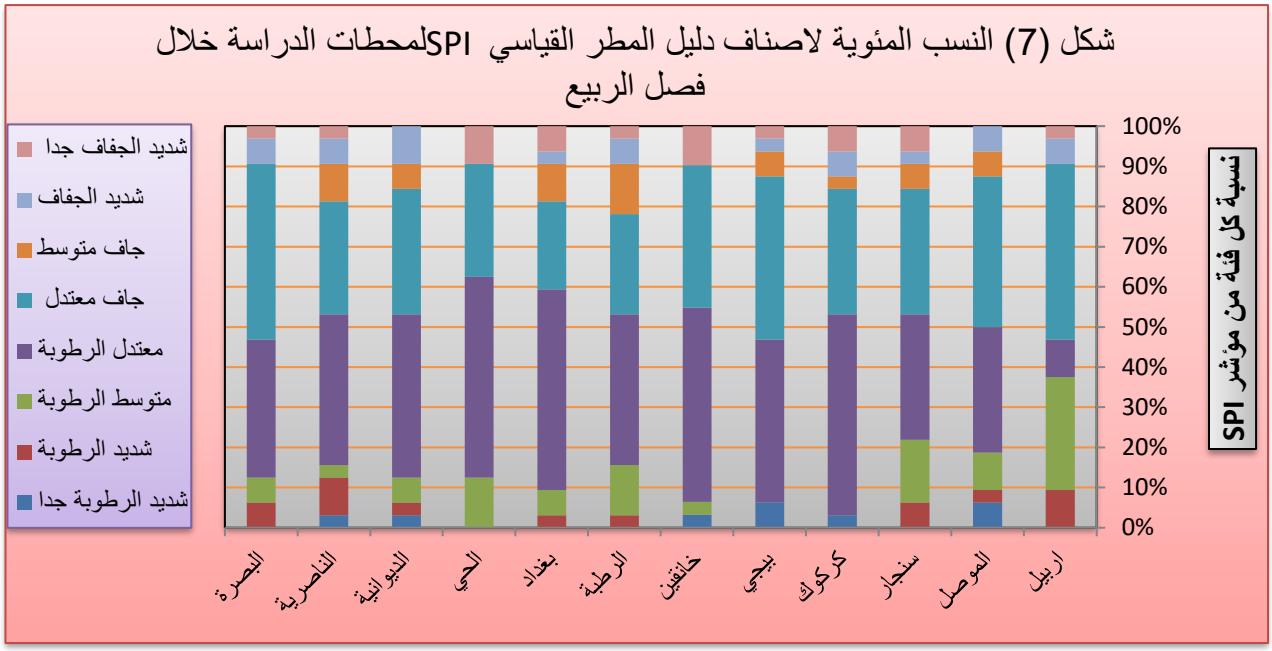
- المواسم ذات (الرطوبة المتوسطة) حققت نسبة ٩٪ من مجموع المواسم المطرية حيث حققت نسباً اعلى ضمن محطات المنطقة المتموجة بتكرار بلغ (١٨) موسماً من اصل التكرارات البالغة (٣٢) موسماً موزعة على محطات الدراسة ضمن هذه الفئة (المواسم المتوسطة الرطوبة) تصدرت فيه محطة اربيل المرتبة الاولى بين محطات الدراسة بتسجيلها تكرار قدره (٩) مواسم ثم محطة سنجار بتسجيلها تكرار قدره (٥) مواسم وحصدت محطتي (الرطبة , الحي) تكراره قدره (٤) مواسم لكل منهما وسجلت محطة الموصل تكراراً بلغ (٣) مواسم اما محطات (بغداد , الديوانية , البصرة) سجلت تكراراً قدره (٢) موسم لكل منها وحصدت محطتي (خانقين , الناصرية) تكراراً قدره (١) موسم لكل منهما في حين لم تسجل محطتي (كركوك , بيجي) اي تكرار من هذه الفئة .

- المواسم ذات (الجفاف المتوسط) سجلت نسبة ٥٪ من مجموع مواسم الامطار خلال هذا الفصل اذ جاءت محطة الرطبة ضمن الهضبة الغربية في المرتبة الاولى بين محطات الدراسة من حيث تكرارات هذه الفئة اذ حظيت بتكرار قدره (٤) مواسم وجاءت محطتي (الحي , الديوانية) في المرتبة الثانية بتكرار قدره (٣) مواسم لكل منهما وسجلت محطات (الموصل , سنجار , بيجي , الديوانية) تكرارات مشابهة قدرها (٢) موسم لكل منها وكان نصيب محطة كركوك تكراراً قدره (١) موسم بينما لم تسجل محطات (اربيل , خانقين , الحي , البصرة) اي تكرار من المواسم ذات الجفاف المتوسط .

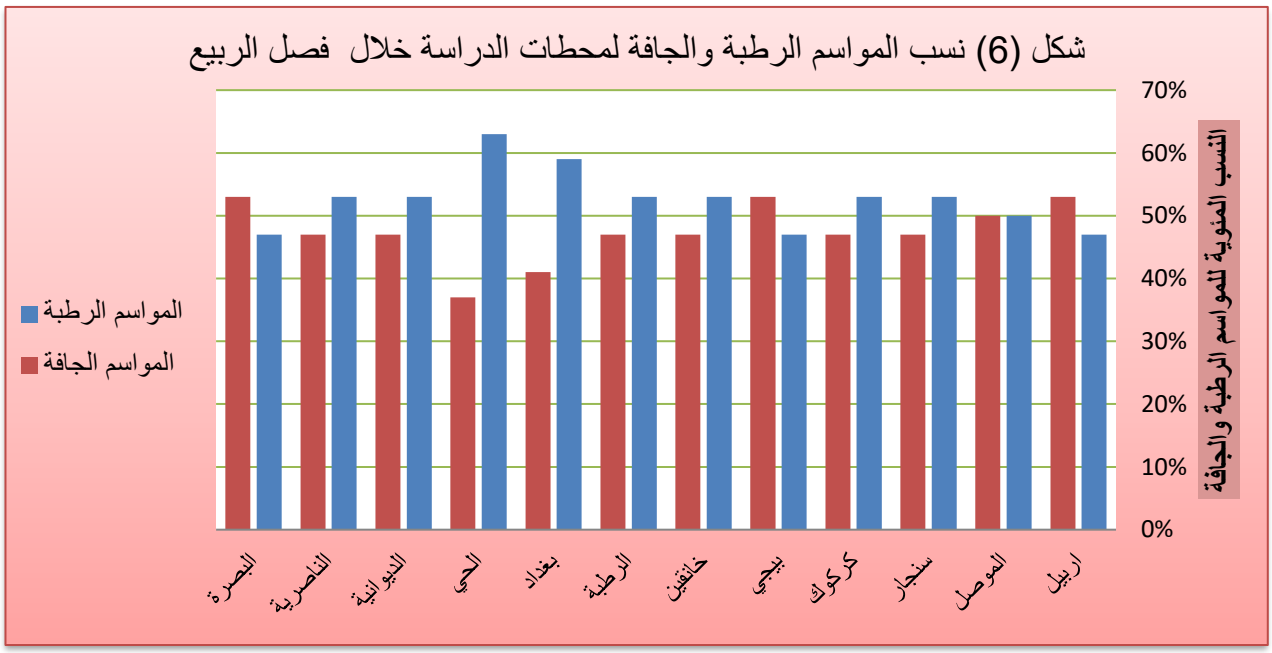
جدول (٨) تكرار قيم مؤشر المطر القياسي SPI لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠ –٢٠٢٢) خلال فصل الربيع

الفئات / المحطة	شديد الرطوبة جدا	شديد الرطوبة	متوسط الرطوبة	معتدل الرطوبة	جاف معتدل	جاف متوسط	شديد الجفاف	شديد الجفاف جدا	عدد المواسم الرطبة	عدد المواسم الجافة	نسب المواسم الرطبة %	نسب المواسم الجافة %
اربيل	0	3	9	3	14	0	2	1	15	17	47%	53%
الموصل	2	1	3	10	12	2	2	0	16	16	50%	50%
سنجار	0	2	5	10	10	2	1	2	17	15	53%	47%
كركوك	1	0	0	16	10	1	2	2	17	15	53%	47%
بيجي	2	0	0	13	13	2	1	1	15	17	47%	53%
خانقين	1	0	1	15	11	0	0	3	17	15	53%	47%
الرطبة	0	1	4	12	8	4	2	1	17	15	53%	47%
بغداد	0	1	2	16	7	3	1	2	19	13	59%	41%
الحي	0	0	4	16	9	0	0	3	20	12	63%	37%
الديوانية	1	1	2	13	10	2	3	0	17	15	53%	47%
الناصرية	1	3	1	12	9	3	2	1	17	15	53%	47%
البصرة	0	2	2	11	14	0	2	1	15	17	47%	53%
نسبة كل فئة%	3	4	9	38	33	5	5	5	53	47	____	____

المصدر / من عمل الباحث اعتمادا على ملحق (١)



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٨)



المصدر / من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٨)

الاستنتاجات

- تباين معدلات التساقط بين محطات الدراسة وخلال الفصول (الخريف , الشتاء , الربيع) اذ كانت معدلات التساقط هي الاعلى خلال فصل الشتاء باعتباره فصل التركز المطري لمنطقة الدراسة واحتلت محطة اربيل المرتبة الاولى بين محطات الدراسة بمعدلات التساقط الشهرية بسبب تأثرها بظروف المناخ الجبلي بينما سجلت محطة الرطبة اقل معدلات للتساقط خلال فصلي الشتاء والربيع بسب ظروف المناخ الصحراوي الذي تقع تحت تأثيره وسجلت محطة البصرة المرتبة الاخيرة بين محطات الدراسة من حيث معدلات التساقط الشهرية خلال فصل الخريف .
- اختلاف تكرارات قيم مؤشر المطر القياسي SPI بين محطات الدراسة خلال الفصول (الخريف , الشتاء , الربيع) اذ سجلت فئة المواسم المعتدلة الرطوبة والمواسم ذات الجفاف المعتدل النسبة الاكبر بين فئات المواسم المطرية اذ شكلت المواسم المعتدلة الرطوبة خلال فصل الخريف٣٧٪ وخلال فصل الشتاء٣٨٪ وخلال فصل الربيع ايضا ٣٨٪ بينا سجلت المواسم ذات الجفاف المعتدل نسبة٢٩٪ خلال موسم الخريف ونسبة٣٥٪ خلال موسم الشتاء ونسبة٣٣٪ خلال فصل الربيع وكانت المواسم المتطرفة الرطوبة والجفاف هي المواسم الاندر تكرار بين فئات المواسم الاخرى خلال الفصول (الخريف , الشتاء , الربيع) بتسجيلها (١٪ , ٢٪ , ٣٪) على التوالي بالنسبة للمواسم الشديدة الرطوبة جدا اما المواسم الشديدة الجفاف جدا فقد سجلت (٢٪ , ٤٪ , ٥٪) على التوالي خلال الفصول .
- من خلال تحليل نتائج مؤشر المطر القياسي SPI تبين ان عدد المواسم الرطبة والجافة هو الاخر متباين بين محطة واخرى بين محطات الدراسة ولكن كانت النسبة الاكبر للمواسم الرطبة التي شكلت نسبة٥٥٪ خلال فصل الخريف مقابل نسبة٤٥٪ للمواسم الجافة لنفس الفصل بينما سجلت المواسم الرطبة٥٣٪ خلال فصل الشتاء والمواسم الجافة نسبة٤٧٪ لنفس الفصل وكذلك الحال خلال فصل الربيع الذي شهد هو الاخر تفوقا ايضا في نسبة المواسم الرطبة التي بلغت ٥٣٪ بينما سجلت المواسم الجافة نسبة٤٧٪ خلال الفصل المذكور.
- أظهرت النتائج لمؤشر (SPI) ان المحطات التي تسجل معدلات تساقط مرتفعة كان تكرار المواسم الجافة فيها اكبر من المحطات ذات المعدلات المنخفضة وهذا بسبب اعتماد مؤشر الجفاف (SPI) على المعدل كمعيار للتصنيف لذا فان المحطات في شمال وشرق منطقة الدراسة تعاني عجزا مائياً يفوق محطات الوسط والجنوب من منطقة الدراسة .

قائمة المراجع :

- انس محمود محمد رشيد , تحليل فترات جفاف الامطار شمال العراق باستخدام مؤشر الامطار القياسي SPI , مركز بحوث السدود والموارد المائية , جامعة الموصل , مجلة هندسة الرافدين , مجلد (٢٨) , عدد (٢) , ٢٠١٠م.
- راضية عبدالله جاسم ، التحليل الجغرافي لظاهرة الجفاف وأثرها على الموارد المائية في اقليم كردستان العراق ,رسالة ماجستير(غير منشورة)، جامعة صلاح الدين ,اربيل ,٢٠١٢ م .
- سالار علي خضر الدزيي, الجفاف المناخي في العراق الماضي والحاضر , دار الاداب للطباعة والنشر والتوزيع ,ط١ , بغداد ,٢٠٢١م .
- سرى بدر حسين النجماوي, الترابط المكاني للهطول المطري شمال دائرة عرض 36° في العراق , اطروحة دكتوراة (غيرمنشورة) , جامعة الموصل , ٢٠٠٨م .
- عمر حمدان عبد الله الشجيري , مؤشرات التغير المناخي واثرها في الواقع المائي في محافظة واسط , رسالة ماجستير , كلية التربية ابن رشد , جامعة بغداد , ٢٠١٥م .
- نادية رحمن محمد الخاقاني , دراسة وتحليل الجفاف في المنطقتين الوسطى والجنوبية باستخدام مؤشر الامطار القياسي, رسالة ماجستير (غير منشورة) , كلية التربية للبنات , جامعة الكوفة , ٢٠١٦م .

- The analysis of the standardized precipitation Index in the Mediterranean area : Large – scale patterns , Isabella Bordi and others , Annali DI Geofisica , vol 44 , no 516 , 2001 , p968-869 .
- Mckee,, T.B., Doksen, N.J. and Kleist, J. "The relationship of drouht fiquenncy and duration to time scale preprints". Eight Conf. on Applied Climatolagy (Anaheim, Calfornia, USA) 1993
- T.B. McKee, N.J. Doesken and J. Kleist, The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society. 1993

Bibliography of Arabic References (Translated to English)

- Anas Mahmoud Mohammed Rashid, Analysis of Rain Dry Periods in Northern Iraq Using the Standard Rainfall Index (SPI), Dams and Water Resources Research Center, University of Mosul, Journal of Rafidain Engineering, Volume (28), Issue (2), 2010.
- Radhia Abdullah Jassim, Geographical Analysis of the Drought Phenomenon and Its Impact on Water Resources in the Kurdistan Region of Iraq, Master's Thesis (Unpublished), University of Salahuddin, Erbil, 2012.
- Salar Ali Khader Al-Dazii, Climatic Drought in Iraq Past and Present, Dar Al-Adab for Printing, Publishing and Distribution, 1st ed., Baghdad, 2021.
- Suri Badr Hussein Al-Najmawi, Spatial Correlation of Rainfall North of Latitude 36 in Iraq, PhD Thesis (Unpublished), University of Mosul, 2008.
- Omar Hamdan Abdullah Al-Shajri, Climate change indicators and their impact on the water reality in Wasit Governorate , Master's thesis, Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 2015.
- Nadia Rahman Muhammad Al-Khaqani, Study and analysis of drought in the central and southern regions using the standard rainfall index, Master's thesis (unpublished), College of Education for Girls, University of Kufa, 2016.
- The analysis of the standardized precipitation Index in the Mediterranean area : Large – scale patterns , Isabella Bordi and others , Annali DI Geofisica , vol 44 , no 516 , 2001 , p968-869 .
- The relationship of drouht fiquenncy and duration to time scale preprints". Mckee, T.B., Doksen, N.J. and Kleist, J. Eight Conf. on Applied Climatolagy (Anaheim, Calfornia, USA) 1993.
- The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. T.B. McKee, N.J. Doesken and J. Kleist, Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society, 1993.