

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)
م.م منتظر كاظم خضير أ.د رافد عبد النبي الصائغ

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)*
Geographical analysis of climatic drought in Iraq according to the
Standard Rainfall Index (SPI)

م.م منتظر كاظم خضير أ.د رافد عبد النبي الصائغ
Ass. Lec. Muntadher Kadhem Khudhair Prof. Dr. Rafid Abdul Nabi Al-Sayegh

mq25.muntether@mu.edu.iq

abdrafid014@Gmail.com

جامعة المثنى/ كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية

Al-Muthanna University / College of Education for Humanities

رقم الموبايل/ 07809777898

Mobile number: 07809777898

المستخلص:

تناولت الدراسة التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق للمدة الزمنية المتمثلة بـ (33) موسم مطري يمتد من (1991/1990 لغاية 2023/2022) مقسمة الى ثلاث دورات مناخية صغرى طول كل دورة (11) سنة، إذ تم استعمال مؤشر المطر القياسي (SPI) بأستخدام برنامج (DrinC 1.7) الذي يعتمد على عنصر المطر فقط في تحديد الجفاف المناخي من خلال جمع بياناته الشهرية والسنوية من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في بغداد لست محطات مناخية مختارة من العراق، أذ تبين أن هناك تباين مكاني وزماني واضح في تكرار ونسب السنوات الرطبة والجافة في منطقة الدراسة، وهذه سمة بارزة يمتاز بها الجفاف المناخي، إذ سجلت الدورة المناخية الثانية اعلى تكرار للجفاف بمجموع (39) تكراراً، فيما سجلت الدورة المناخية الاولى اقل تكرار للجفاف المناخي بواقع (23) تكراراً، كما اتضح ان محطة الرطبة سجلت اعلى تكرار للسنوات الرطبة بلغت (19) سنة وبنسبة مقدارها (57.57) %، فيما سجلت محطة الناصرية اعلى تكرار للسنوات الجافة بلغت (18) سنة وبنسبة مقدارها (54.54) %، هذا يعتمد بشكل رئيسي على اختلاف كميات التساقط المطري في محطات الدراسة. الكلمات المفتاحية: تحليل جغرافي، الجفاف المناخي، مؤشر هطول المطر القياسي، SPI.

Abstract:

* بحث مستل من اطروحة دكتوراه.

The study examined the geographical analysis of climatic aridity in Iraq over a period of 33 rainy seasons, spanning from (1990/1991 to 2022/2023), divided into three minor climatic cycles, each lasting 11 years. The Standard Rainfall Index (SPI) was used with the DrinC 1.7 software, which relies solely on rainfall to determine climatic aridity. Monthly and annual data were collected from the General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring in Baghdad for six selected meteorological stations across Iraq. The study revealed a clear spatial and temporal variation in the frequency and proportions of wet and dry years in the study area, a prominent characteristic of climatic aridity. The second climatic cycle recorded the highest frequency of drought with a total of 39 occurrences, while the first climatic cycle recorded the lowest frequency of drought with 23 occurrences. Furthermore, the Rutba station recorded the highest frequency of wet years, at 19, representing a percentage of (57.57)%, while the Nasiriyah station recorded the highest frequency of dry years, which amounted to (18) years, with a percentage of (54.54)%. This mainly depends on the difference in rainfall amounts in the study stations.

Keywords: Geographical analysis, climatic aridity, Standard Rainfall Index, SPI.

المقدمة:

تمثل ظاهرة الجفاف المناخي مشكلة العصر الحالية فهي من أشد الظواهر المناخية على الإطلاق تطرفاً وتعقيداً، فهي عملية تفاعل معقدة لعدة عوامل طبيعية وبشرية في ظل ظاهرة التغيرات المناخية وتفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري والنقص المفاجئ في التساقط المطري، إذ تظهر هذه الظاهرة بصورة تدريجية بشكل غير محسوس مما يصعب عملية تحديد بدايتها ونهايتها مما يجعل اثارها طويلة المدى وواسعة الامتداد، يظهر ذلك واضحاً في العديد من دول العالم التي تعاني من هذه الظاهرة واتساع انطقتها بشكل مستمر مما يجعلها تهدد الامن الغذائي والمائي والاجتماعي على صعيد قطاعات الحياة المختلفة مثل الزراعة والصناعة والاقتصاد والسياسية.

ولاً: مشكلة الدراسة: تبرز مشكلة الدراسة الرئيسية من خلال السؤال الرئيسي الآتي:

(هل هناك تباين زمني ومكاني في انطقة الجفاف المناخي في العراق خلال مدة الدراسة؟)
ثانياً: فرضية الدراسة: تشمل فرضية الدراسة الإجابة على مشكلة الدراسة الرئيسية كما يأتي:
(هناك تباين مكاني وزماني واضح في انطقة الجفاف المناخي على العراق خلال مدة الدراسة
من حيث الاستدامة والحدة والشدة).

ثالثاً: هدف الدراسة: يتمثل الهدف العام لهذه الدراسة بتحليل التوزيع الجغرافي للجفاف المناخي في العراق من حيث تحديد تكرار الجفاف وحدته وشدته، ورسم خرائط لأنطقة الجفاف المناخي في العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بالاعتماد على مؤشر المطر القياسي (SPI).

رابعاً: منهج الدراسة: اعتمدت هذه الدراسة على منهجين رئيسيين هما المنهج الوصفي والمنهج التحليلي، إذ تم من خلالهما وصف وتحليل ظاهرة الجفاف المناخي في العراق وتحديد انطقته خلال مدة الدراسة، فضلاً عن استخدام الأسلوب الإحصائي (الكمي) بما يتضمنه من الوسائل الاحصائية والمعادلات الرياضية المناسبة في تحديد مؤشرات الجفاف المناخي وايجاد مقادير التغير في معدلاتها.

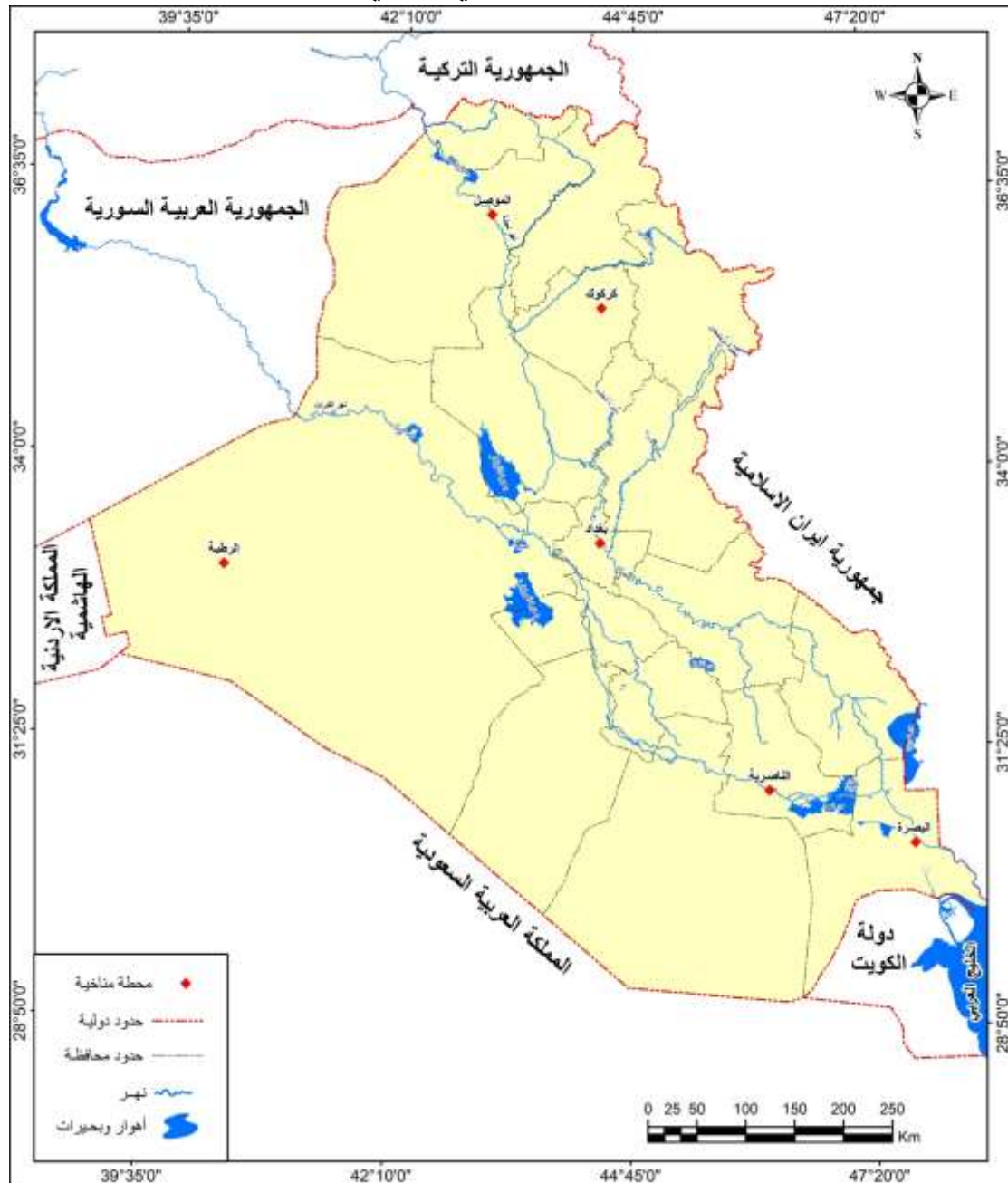
خامساً: حدود الدراسة:

1- البعد المكاني: يقع العراق في شمال شرق الوطن العربي المتمثل بالجزء الجنوبي الغربي من قارة اسيا، تحده من الشمال تركيا ومن الشمال الغربي سوريا ومن الغرب الاردن ومن الجنوب الغربي السعودية ومن الجنوب الكويت والخليج العربي ومن الشرق إيران، ينظر الخريطة (1).
يمتد بين دائرتي عرض ($6^{\circ}29^{\circ}$ - $37^{\circ}27^{\circ}$) شمالاً، وخطي طول (36° - 39° - 38°) شرقاً، إذ استخدمت الدراسة ستة محطات مناخية قسمت منطقة الدراسة على ضوئها الى ثلاث مناطق هي شمال العراق ووسطه وجنوبه، واختيرت محطتين مناخيتين لتمثيل كل منطقة موزعة بشكل يغطي معظم اجزاء العراق، ينظر الجدول (1).

2- البعد الزمني: تمثلت المدة الزمنية بالمواسم المطرية الممتدة من الموسم (1991/1990) لغاية الموسم (2023/2022) أي لمدة (33) سنة، مقسمة الى ثلاث دورات مناخية صغرى يبلغ طول كل دورة (11) سنة، تبدأ الدورة الاولى من (1991/1990 لغاية 2001/2000)، فيما تبدأ الدورة الثانية من (2002/2001 لغاية 2012/2011)، اما الدورة الثالثة تبدأ من (2013/2012 لغاية 2023/2022).

سادساً: هيكلية الدراسة: تناولت هذه الدراسة اربع محاور مهمة في دراسة الجفاف المناخي في العراق، تضمن المحور الاول دراسة الاطار المفاهيمي للجفاف المناخي، فيما تناول المحور الثاني دراسة تحليل تكرار موجات الجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI، فيما تناول المحور الثالث دراسة شدة واستدامة الجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI، اما المحور الرابع تناول دراسة النمذجة الخرائطية لشدة الجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI، واختتمت الدراسة بمجموعة من الاستنتاجات.

خريطة (1) الموقع الجغرافي والفلكي لمحطات الدراسة



المصدر: 1- وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الادارية، بمقياس (1:1000000)، بغداد، 2023.

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)
م.م منتظر كاظم خضير
أ.د رافد عبد النبي الصائغ

ت	المحطة المناخية	رقم المحطة CODE.	دائرة العرض LAT.	خط الطول LONG.	الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م) ALT.
1	الموصل	608	°36 32 ⁻	°43 15 ⁻	223
2	كركوك	621	°35 47 ⁻	°44 40 ⁻	331
3	بغداد	650	°33 23 ⁻	°44 23 ⁻	34
4	الربطبة	642	°33 03 ⁻	°40 28 ⁻	630
5	الناصرية	676	°31 05 ⁻	°46 23 ⁻	3.1
6	البصرة	689	°30 34 ⁻	°47 78 ⁻	2.4

2- بيانات جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2023.

جدول (1) المحطات المناخية المشمولة في الدراسة

المصدر: بيانات جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2023.

المحور الاول: الاطار المفاهيمي للجفاف المناخي

1- الجفاف المناخي: (Climate drought)

الجفاف المناخي هو ظاهرة مناخية مؤقتة تنتج عند انخفاض هطول الأمطار عن المستويات التي تعتبر طبيعية، وعندما تستمر الظاهرة موسماً كاملاً أو لفترة أطول، يكون هطول الأمطار غير كاف لتلبية الاحتياجات البيئية والأنشطة البشرية، ويجب اعتبار الجفاف حالة نسبية أكثر مما هي مطلقة، اي إنها ظاهرة ذات نطاق إقليمي لأنه لكل منطقة خصائص مناخية خاصة بها، كما تعد درجة الحرارة والرياح والرطوبة النسبية والغطاء النباتي من العوامل المهمة في تحديد خصائص الجفاف.⁽¹⁾ واختلفت تعريفات الجفاف المناخي، إذ عرفته منظمة أوكساد (المنظمة العربية للتنمية الزراعية) بأنه ظاهرة مؤقتة طبيعية وغير دورية، قد تطول فترة دوامها لسنوات أو عقد من الزمن، يكون فيها معدل التساقط المطري دون القيمة الوسطية، فالجفاف استناداً لهذا التعريف يمكن أن يحدث في أي إقليم مناخي.⁽²⁾ كما وعرفته منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) بأن الجفاف المناخي يتكون عندما يقل التساقط (المطر أو الثلج) عن معدل بنسبة (60%) أو أكثر لسنتين متتاليتين، وفوق (50%) من الامتداد المكاني للإقليم، كذلك عرفته الموسوعة البريطانية بأنه النقص الحاصل في كميات الأمطار عن معدلها العام لمدة طويلة أو قصيرة.⁽³⁾

يتم أحياناً تحديد نسبة مئوية معينة من المعدل تمثل (درجة حدية) لتحديد الفترات الجافة والرطوبة، فإذا قلت كمية الأمطار عنها تعد الفترة جافة والعكس صحيح، فعلى سبيل المثال تعد السنة جافة في الولايات المتحدة إذا قلت معدلات الأمطار عن (75%) من المعدل العام، في حين تنخفض هذه النسبة في أستراليا إلى (50%)، وفي أحيان أخرى يتم الاعتماد على عدد الأيام الممطرة لتحديد تلك الفترات، فمثلاً تحدد (منظمة الأمطار البريطانية) الدرجة الحرجة بـ (55) يوم ممطر، ومع ذلك فإن تحديد مثل تلك الدرجات الحدية غير قابل للتعميم على مختلف المناطق لاختلاف خصائصها المناخية.⁽⁴⁾ وفي العراق تتحدد السنة قليلة أو غزيرة الأمطار من خلال مقارنة امطار سنة معينة مع المعدل العام للأمطار، فإذا كانت السنة المعنية ذات مجموع مطري اقل من المعدل العام للأمطار (وبدون تحديد نسبة الانخفاض) اعتبرت تلك السنة قليلة الامطار، وإذا زادت او تساوت مع المعدل العام عدت سنة غزيرة المطر.⁽⁵⁾

2- مؤشر المطر القياسي SPI: (Standardized precipitation-Index)

قام علماء الأرصاد الجوية وعلماء المناخ في مختلف أنحاء العالم على مر السنين بوضع واستخدام مؤشرات عديدة للجفاف المناخي، تراوحت هذه المؤشرات بين المؤشرات البسيطة من مثل مؤشر النسبة المئوية للأمطار، ومؤشرات أكثر تعقيداً مثل مؤشر بالمر لشدة الجفاف. غير أن علماء المناخ في الولايات المتحدة الأمريكية أدركوا أن المؤشر ينبغي أن يكون بسيطاً، ويسهل حسابه، بالإضافة إلى فهم وإدراك حقيقة دوره في تحديد الجفاف المناخي الناتج عن نقص التساقط المطري بشكل دقيق لما له من تأثيرات مختلفة على المياه الجوفية ومستودعات تخزين المياه ورطوبة التربة وتدفق المجاري المائية مما دفع العلماء الأمريكيين (McKee، Kleist، Doesken) لوضع المؤشر المعياري للهطول (SPI) في عام 1993.⁽⁶⁾ وسرعان ما أصبح مؤشراً شائعاً جداً للجفاف ويتم استخدامه ودراسته على نطاق واسع، ومن أسباب استعماله أنه من السهل حسابه وفهمه وتفسيره، ويقاس الجفاف من حيث مدته وشدته وتكراره، كما أن البيانات الوحيدة التي يتطلبها مؤشر (SPI) هي إجمالي هطول الأمطار الشهري.⁽⁷⁾ ويمكن ان تحسب لعدد من الفترات الزمنية تتراوح من شهر واحد إلى 48 شهراً أو أكثر لسلسلة الزمنية لا تقل عن 30 عاماً من البيانات على الأقل، فكلما كانت السلسلة الزمنية طويلة كلما كانت نتائج التوزيع الاحتمالي أكثر قوة بسبب تضمين اكبر عدد من الفترات الرطبة والجافة.⁽⁸⁾ يتم تركيب التوزيع الاحتمالي على هذه السلسلة الطويلة من القراءات ثم تحويلها باستخدام توزيع جاما إلى توزيع طبيعي للمتوسط (معدل SPI) ليكون صفر، يتم استخراج القيم عن طريق برنامج (DrinC 1.7) كما في الشكل (1)، إذ تشير القيم الموجبة لمؤشر (SPI) إلى ارتفاع

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)
م.م منتظر كاظم خضير
أ.د رافد عبد النبي الصائغ

الأمطار أعلى من المتوسط، فيما تشير القيم السالبة إلى انخفاض الأمطار أقل من المتوسط.⁽⁹⁾
يعتمد استخراج القيمة المعيارية لهذا المؤشر من خلال تطبيق المعادلة الآتية:⁽¹⁰⁾

$$SPI=(X_i-X_m)/S_i$$

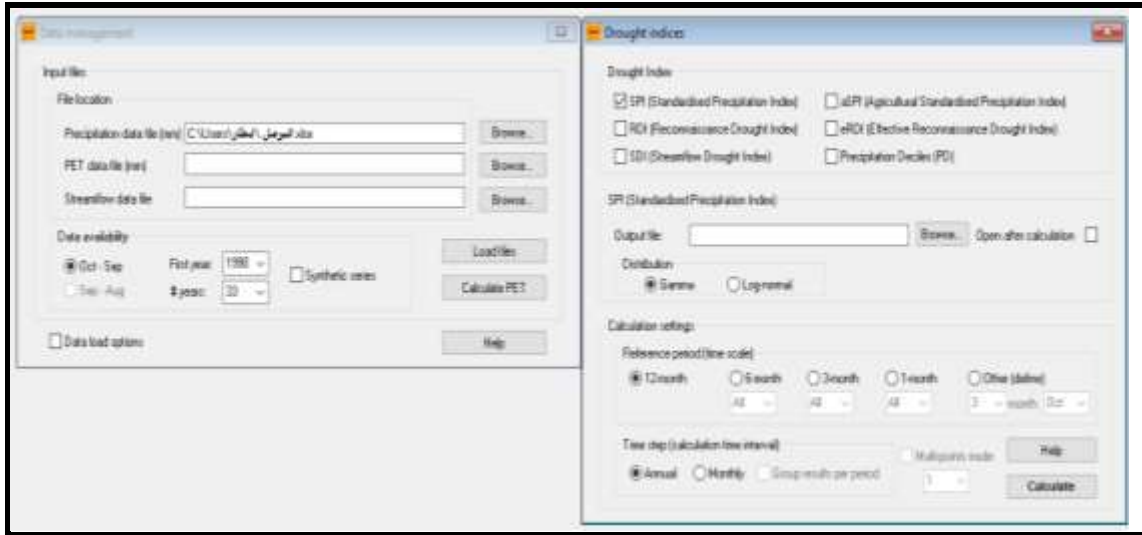
X_i = مجموع الامطار لسنة او فصل او شهر ما (ملم).

X_m = متوسط الامطار الموسمي او الفصلي او الشهري (ملم).

S_i = الانحراف المعياري للأمطار.

شكل (1) واجهة ومدخلات برنامج DrinC 1.7 لقياس موجات الجفاف المناخي حسب

مؤشر SPI



المصدر: برنامج DrinC 1.7 لقياس المطر القياسي SPI.

استخدم McKee وآخرون (1993) نظام تصنيف خاص للجفاف المناخي جدول (2)،
يحدد مدى شدة الجفاف الناتج عن المؤشر المعياري للهطول (SPI)، كما حددوا المعايير
الخاصة بظاهرة الجفاف على أي من النطاقات الزمنية، وتحدث ظاهرة الجفاف حينما يكون
المؤشر المعياري للمطر سلبياً، وتنتهي الظاهرة حين يصبح المؤشر إيجابياً.⁽¹¹⁾

يتعامل مؤشر (SPI) مع بيانات امطار كل محطة مناخية على انفراد من المحطات
الأخرى، إذ يكون مجموع المطر الحد الفاصل في المحطة بين الرطوبة والجفاف، لذا فمصطلح
الجفاف المناخي لا يرتبط بالمحطات المناخية ذات المجموع المطر الواطي، كما لا يرتبط
مصطلح الرطوبة في المحطات ذات مجاميع الامطار العالية، فمثلاً إذا كانت كمية الأمطار
الهائلة في عام ما على محطة مطرية ذات معدل (1000) ملم تساوي (900) ملم يصنف هذا
العام على أنه عام جافاً، فيما قد تسجل محطة اخرى ذات معدل (100) ملم كمية امطار في

مقدارها (120) ملم في عاماً ما يصنف هذا العام ضمن الاعوام الرطبة لهذه المحطة.⁽¹²⁾ يعد من أكثر مؤشرات الجفاف انتشاراً وقبولاً في العالم، ففي عام (2009) اختارت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) مؤشر المطر القياسي (SPI) كأفضل مؤشر لقياس الجفاف المناخي.⁽¹³⁾

جدول (2) تصنيف دليل المطر القياسي SPI

التصنيف المناخي	قيم SPI
شديد الرطوبة جداً	$\geq +2$
شديد الرطوبة	+1.5 الى +1.99
متوسط الرطوبة	+1 الى +1.49
معتدل الرطوبة	0 الى +0.99
معتدل الجفاف	0 الى -0.99
متوسط الجفاف	-1 الى -1.49
شديد الجفاف	-1.5 الى -1.99
شديد الجفاف جداً	≥ -2

Source: Mckee, T.B., Doesken, N. J. & Kleist, J.(1993), "The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints". Eight conf. On Applied .Climatology (Anaheim, California, USA), p.179.

المحور الثاني: تحليل تكرار موجات الجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI

يتضح من الجدول (3) ان هناك تباين مكاني بين محطات الدراسة في تكرار ونسب السنوات الرطبة والجافة خلال مدة الدراسة، إذ سجلت محطة الرطبة اعلى تكرار للسنوات الرطبة بلغت (19) سنة وبنسبة مقدارها (57.57)% لتسجيلها اعلى تكرارات ومدد بقاء للمنخفضين الجويين السوداني والمندمج فضلاً عن تأثرها بالمنخفض الجبهي المتوسطي لقرتها من جهات دخول تلك المنخفضات الى العراق والتي تساهم بشكل كبير في تساقط الامطار على البلاد. فيما سجلت محطة الناصرية اعلى تكرار للسنوات الجافة بلغت (18) سنة بنسبة مقدارها (54.54)% يعود ذلك لمناخها الصحراوي المتأثر بالمنخفضات الحرارية كالمخفض الجوي شبه المداري ومنخفض شبه الجزيرة العربية فضلاً عن تأثير بالضوابط الثابتة كبعدها عن التأثيرات البحرية. كما يلحظ ان هناك تباين بين محطات الدراسة في فئات مؤشر المطر القياسي (SPI) خلال مدة الدراسة، هذا التباين يعود الى اختلاف تأثير محطات الدراسة بالضوابط المتحركة المتمثلة بالمنظومات الضغطية بجميع مستوياته والضوابط الثابتة ك(الموقع الفلكي، الموقع بالنسبة

للمسطحات المائية، التضاريس) التي يتباين تأثيرها من محطة لأخرى مما انعكست تلك التأثيرات على الخصائص المناخية لاسيما الامطار لكل محطة من محطات الدراسة، فضلاً عن ان مؤشر المطر القياسي (SPI) يعتمد على معدلات الامطار وانحرافها المعياري لكل محطة مناخية على انفراد مما جعل تلك الفئات تظهر بهذه الصورة، إذ توزعت الفئات الرطبة والجافة حسب شدتها على النحو التالي:

جدول (3) تكرار فئات السنوات الرطبة والجافة ونسبها حسب مؤشر المطر القياسي SPI في

منطقة الدراسة للمدة من (1991/1990-2023/2022)

المحطة		الموصل		كركوك		بغداد		الربطبة		الناصرية		البصرة	
الفئات	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار
شديد الرطوبة جداً	2	6.06	1	3.03	0	0	2	6.06	1	3.03	1	3.03	1
شديد الرطوبة	0	0	2	6.06	4	12.12	0	0	2	6.06	1	3.03	1
متوسط الرطوبة	0	0	1	3.03	3	9.09	2	6.06	3	9.09	2	6.06	2
معتدل الرطوبة	16	48.48	14	42.42	9	27.27	15	45.45	9	27.27	13	39.39	13
معتدل الجفاف	10	30.30	9	27.27	11	33.33	7	21.21	13	39.39	9	27.27	9
متوسط الجفاف	2	6.06	2	6.06	2	6.06	5	15.15	3	9.09	4	12.12	4
شديد الجفاف	2	6.06	3	9.09	3	9.09	2	6.06	2	6.06	3	9.09	3
شديد الجفاف جداً	1	3.03	1	3.03	1	3.03	0	0	0	0	0	0	0
السنوات الرطبة	18	54.54	18	54.54	16	48.48	19	57.57	15	45.45	17	51.51	17
السنوات الجافة	15	45.45	15	45.45	17	51.5	14	42.42	18	54.54	16	48.48	16
المجموع	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على ملحق (1) باستعمال برنامج (DrinC 1.7).

أ- الفئات الرطبة:

- 1- سجلت فئة (معتدل الرطوبة) اعلى تكرار في محطة الموصل بلغ (16) سنة بنسبة مقدارها (48.48) %، فيما سجلت محطتي بغداد والناصرية ادنى تكرار بلغ (9) سنة بنسبة مقدارها (27.27) % لكل منهما.
- 2- سجلت فئة (متوسط الرطوبة) اعلى تكرارات لها في محطتي بغداد والناصرية بلغت (3) سنة بنسبة مقدارها (9.09) % لكل منهما، فيما لم تسجل محطة الموصل أي تكرار لهذه الفئة خلال مدة الدراسة.
- 3- سجلت فئة (شديد الرطوبة) اعلى تكرار في محطة بغداد بلغ (4) سنة بنسبة مقدارها (12.12) %، فيما لم تسجل محطتي الموصل والرطوبة أي تكرار لهذه الفئة خلال مدة الدراسة.

4- سجلت فئة (شديد الرطوبة جداً) اعلى تكرار في محطتي الموصل والرطبة بلغ (2) سنة بنسبة مقدارها (6.06)% لكل منهما، فيما لم تسجل محطة بغداد أي تكرار لهذه الفئة خلال مدة الدراسة.

يتضح مما تقدم وعلى الرغم من هذا التباين في الفئات الرطبة الا انه جدير بالذكر ان محطة الرطبة سجلت اعلى معدلات تكرار للفترات الرطبة ب (19) سنة تأتي بعدها محطتي الموصل وكركوك ب (18) سنة لكل منهما ثم محطة البصرة ب (17) سنة تأتي بعدها محطة بغداد ب (16) سنة وفي المرتبة الاخيرة محطة الناصرية ب (15) سنة حسب دليل تصنيف مؤشر المطر القياسي (SPI) خلال مدة الدراسة.

ب- الفئات الجافة:

1- سجلت فئة (معتدل الجفاف) اعلى تكرار في محطة الناصرية بلغ (13) سنة بنسبة مقدارها (39.39)%، فيما سجلت محطة الرطبة ادنى تكرار بلغ (7) سنة بنسبة مقدارها (21.21)%.

2- سجلت فئة (متوسط الجفاف) اعلى تكرار في محطة الرطبة بلغ (5) سنة بنسبة مقدارها (15.15)%، فيما سجلت محطات الموصل وكركوك وبغداد ادنى تكرار لهذه الفئة خلال مدة الدراسة بلغ (2) سنة وبنسبة مقدارها (6.06)% لكل منهما.

3- سجلت فئة (شديد الجفاف) اعلى تكرار في محطات كركوك وبغداد والبصرة بلغ (3) سنة بنسبة مقدارها (9.06)% لكل منهما، فيما سجلت محطات الموصل والرطبة والناصرية ادنى التكرارات لهذه الفئة بلغ (2) سنة بنسبة مقدارها (6.06)% لكل منهما.

4- سجلت فئة (شديد الجفاف جداً) اعلى تكرارات لها في محطات الموصل وكركوك وبغداد بلغ (1) سنة بنسبة مقدارها (3.03)% لكل منهما، فيما لم تسجل بقية محطات الدراسة أي تكرار لهذه الفئة خلال مدة الدراسة.

يتضح مما تقدم ان هناك تباين بين محطات في الفئات الجافة خلال مدة الدراسة، إذ جاءت محطة الناصرية بالمرتبة الاولى في تكرار الفترات الجافة ب (18) سنة تأتي بعدها محطة بغداد ب (17) سنة ثم محطة البصرة ب (16) سنة تأتي بعدها محطتي الموصل وكركوك ب (15) سنة لكل منهما وفي المرتبة الاخيرة محطة الرطبة ب (14) سنة حسب دليل تصنيف مؤشر المطر القياسي (SPI) خلال مدة الدراسة.

خلاصة القول ان فئتي (معتدل الرطوبة ومعتدل الجفاف) سجلت اعلى معدلات تكرار خلال مدة الدراسة، من الجدير بالذكر ان بعض محطات الدراسة سجلت سنوات رطبة اعلى من السنوات الجافة وهذا يناقض الواقع الذي يعيشه العراق والذي يعاني من عجز مائي وجفاف شديد كالجفاف الزراعي والهيدرولوجي الذي انعكس بشكل سلبي على جميع قطاعات الحياة المختلفة، وسبب ذلك يعود الى ان اكثر السنوات الرطبة هي من فئة (معتدل الرطوبة) التي يتراوح فيها

مؤشر المطر القياسي (SPI) حول المعدل (صفر)، كما ان هذه الفترات الرطبة لو استغلت بشكل الصحيح من خلال استعمال تقنية حصاد المياه في خزانات خاصة لما رأينا الجفاف بهذه الحدة. كما اننا نتحدث هنا عن الجفاف المناخي الذي يعرف بأنه تناقص كميات الامطار عن معدلها العام لفترات طويلة او قصيرة، إذ يعتمد مؤشر المطر القياسي (SPI) في حساب الجفاف المناخي على المجموع الموسمي للأمطار ومعدلها العام وانحرافها المعياري والتي تختلف من محطة لأخرى حسب عامل التذبذب الذي يميز امطار العراق.

المحور الثالث: شدة واستدامة الجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI

يتم قياس شدة الجفاف (Drought Intensity) من خلال تحليل نمط وتكرار موجات الجفاف او ما يسمى باستدامة الجفاف (Drought Duration) وقسمتها على حدة الجفاف (Drought Severity) التي تمثل مجموع قيم مؤشر الجفاف المستعمل مثلاً مؤشر (SPI) خلال مدة معينة⁽¹⁴⁾. إذ اتضح من التحليل الموسمي والفصلي ان هناك تباين مكاني وزماني في شدة واستدامة الجفاف المناخي حسب مؤشر SPI، إذ يتضح من الجدول (4) الذي يبين هناك تبايناً زمنياً في شدة واستدامة الجفاف المناخي خلال الدورات المناخية الثلاثة، أذ سجلت الدورة المناخية الثانية اعلى تكرار للجفاف بمجموع (39) تكراراً، فيما سجلت الدورة المناخية الاولى اقل تكرار للجفاف المناخي بواقع (23) تكراراً. كذلك الحال بالنسبة لحدة الجفاف المناخي فقد سجلت الدورة الثانية اعلى حدة بواقع (-37.27) موجة جفاف، فيما سجلت الدورة الاولى اقل حدة بواقع (-16.82) موجة جفاف. اما شدة الجفاف المناخي فقد سجلت الدورة الثانية اعلى حدة بواقع (-5.81) درجة، فيما تأتي الدورة الثالثة اقل حدة بواقع (-4.63) درجة.

كما يتضح من الجدول (4) ان هناك تبايناً مكانياً في شدة واستدامة الجفاف المناخي بين المحطات المدروسة، إذ سجلت محطة بغداد خلال الدورة الاولى اعلى تكرار للجفاف المناخي بلغ (7) سنة، فيما سجلت محطتي الناصرية والبصرة اعلى تكرار للجفاف المناخي خلال الدورة الثانية بلغ (8) سنة لكل منهما، اما خلال الدورة الثالثة سجلت محطة الموصل اعلى تكرار بلغ (7) سنة. اما بالنسبة لحدة الجفاف المناخي فقد سجلت محطة بغداد اعلى حدة للجفاف خلال الدورة الاولى بواقع (-4.85) موجة جفاف، فيما سجلت محطة البصرة اعلى حدة خلال الدورة الثانية بواقع (-8.57) موجة جفاف، وفي الدورة المناخية الثالثة سجلت محطة الناصرية اعلى حدة للجفاف المناخي بواقع (-5.34) موجة جفاف. اما شدة الجفاف المناخي

فقد سجلت محطة الموصل اعلى شدة خلال الدورة الاولى بواقع (-1.55) درجة وهي ضمن فئة شديد الجفاف حسب فئات مؤشر SPI، فيما سجلت محطة كركوك اعلى شدة للجفاف المناخي خلال الدورة الثانية بواقع (-1.14) درجة ضمن فئة متوسط الجفاف حسب فئات مؤشر SPI،

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)
 م.م منتظر كاظم خضير
 أ.د رافد عبد النبي الصائغ

جدول (4) شدة وتكرار موجات الجفاف المناخي وفقاً لمؤشر SPI في منطقة الدراسة

مدة الدراسة (2023/2022-1991/1990)			الدورة المناخية الثالثة (2023/2022-2013/2012)			الدورة المناخية الثانية (2012/2011-2002/2001)			الدورة المناخية الاولى (2001/2000-1991/1990)			الدورة المحطة
الشدة Intensity	الحدة Severity	الاستدامة Duration	الشدة Intensity	الحدة Severity	الاستدامة Duration	الشدة Intensity	الحدة Severity	الاستدامة Duration	الشدة Intensity	الحدة Severity	الاستدامة Duration	
-0.81	-12.14	15	-0.60	-4.22	7	-0.81	-4.83	6	-1.55	-3.09	2	الموصل
-0.86	-12.94	15	-0.76	-4.56	6	-1.14	-5.7	5	-0.67	-2.68	4	كركوك
-0.79	-13.36	17	-0.65	-3.24	5	-1.05	-5.27	5	-0.69	-4.85	7	بغداد
-0.90	12.58	14	-1.0	-2.99	3	-1.0	-6.99	7	-0.65	-2.6	4	الربطبة
-0.76	-13.65	18	-0.89	-5.34	6	-0.74	-5.91	8	-0.6	-2.4	4	الناصرية
-0.88	-14.14	16	-0.73	-4.37	6	-1.07	-8.57	8	-0.6	-1.2	2	البصرة
-5	78.81	95	-4.63	-24.72	33	-5.81	-37.27	39	-4.76	-16.82	23	المجموع

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على ملحق (1) باستخدام برنامج (DrinC 1.7).

ما خلال الدورة الثالثة سجلت محطة الرطوبة اعلى شدة للجفاف المناخي بواقع (-1.0) درجة وهي ضمن فئة متوسط الجفاف حسب فئات مؤشر SPI.

المحور الرابع: النمذجة الخرائطية لشدة الجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI

أدت النمذجة المكانية حسب شدة الجفاف المناخي الى تقسيم منطقة الدراسة الى خمسة فئات تمثلت تلك الفئات في محطات الدراسة ما بين (الجاف، معتدل الجفاف، متوسط الجفاف، شديد الجفاف، شديد الجفاف جداً)، إذ يتضح من الخريطة (2) وجود تباين مكاني واضح في مستويات شدة الجفاف المناخي خلال مدة الدراسة (1991/1990-2023/2022)، إذ جاءت محطتي الرطوبة والبصرة في المرتبة الاولى ضمن الفئة الشديدة الجفاف جداً التي تتراوح بين (-0.88⁻ -0.90⁻) درجة، فيما جاءت محطة كركوك في المرتبة الثانية ضمن فئة شديد الجفاف التي تتراوح ما بين (-0.85⁻ -0.87⁻) درجة، وفي المرتبة الثالثة جاءت محطة الموصل ضمن الفئة معتدل الجفاف التي تتراوح ما بين (-0.79⁻ -0.81⁻) درجة، وفي المرتبة الاخيرة جاءت محطة الناصرية ضمن الفئة الجافة التي تتراوح ما بين (-0.76⁻ -0.78⁻) درجة.

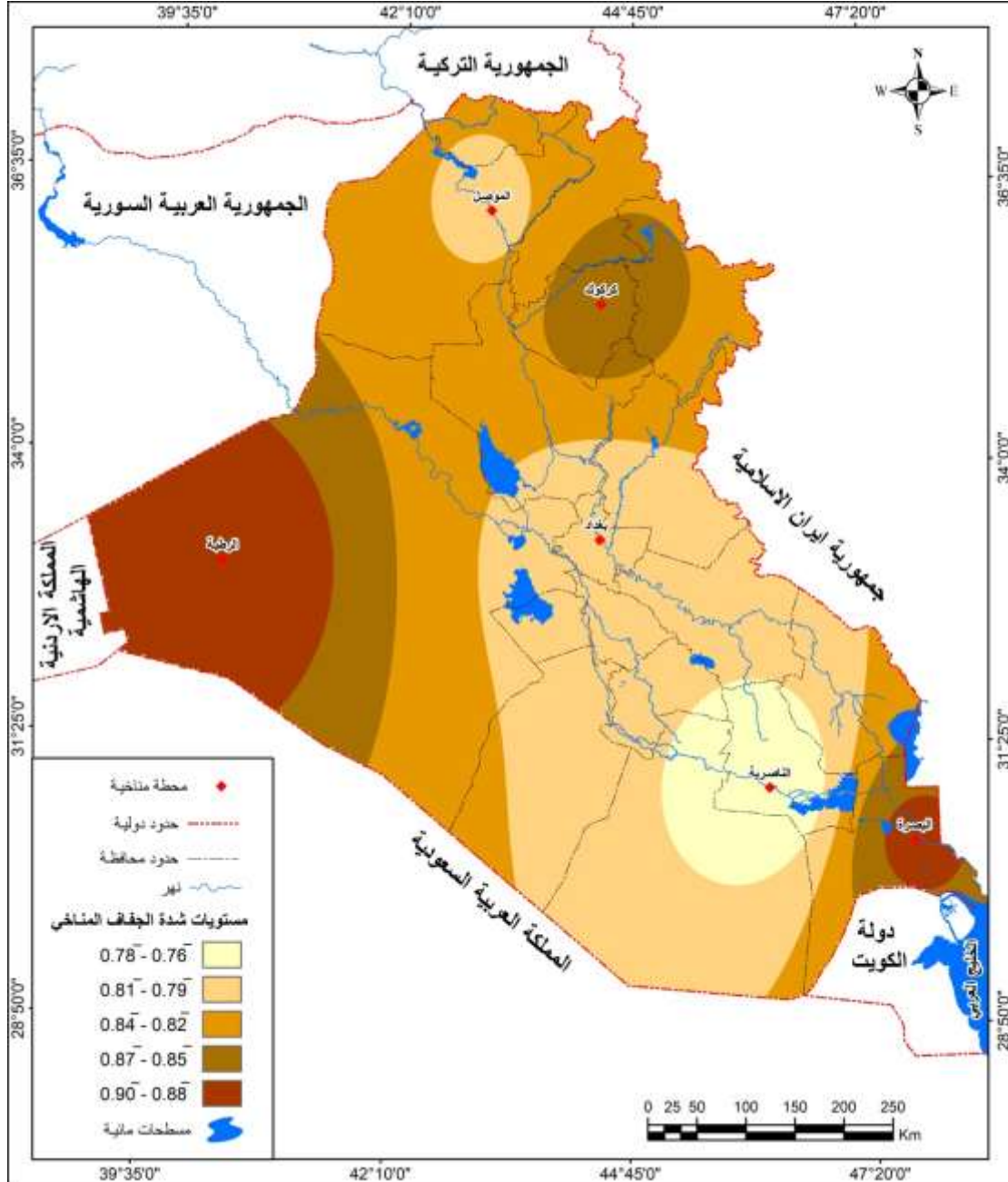
اما بالنسبة للمدد المناخية يتضح من الخريطة (3) للدورة المناخية الاولى (1991/1990-2001/2000) ان محطة الموصل جاءت في المرتبة الاولى ضمن الفئة شديد الجفاف جداً التي تتراوح بين (-1.37⁻ -1.55⁻) درجة، فيما جاءت بقية محطات الدراسة ضمن الفئة الجافة التي تتراوح درجاتها بين (-0.6⁻ -0.79⁻) درجة.

اما خلال الدورة المناخية الثانية (2001/2001-2012/2011) يتضح من خريطة (4) ان محطتي كركوك والبصرة جاءت في المرتبة الاولى ضمن الفئة الشديدة الجفاف جداً التي تتراوح درجاتها بين (-1.07⁻ -1.14⁻) درجة، فيما جاءت محطتي بغداد والرطوبة في المرتبة الثانية ضمن فئة شديد الجفاف التي تتراوح ما بين (-0.901⁻ -0.79⁻) درجة، في حين جاءت محطتي الموصل والناصرية ضمن الفئة الجافة التي تتراوح درجاتها ما بين (-0.74⁻ -0.82⁻) درجة. اما خلال الدورة المناخية الثالثة (2012/2012-2023/2022) يتضح من خريطة (5) جاءت محطة الرطوبة بالمرتبة الاولى ضمن الفئة الشديدة الجفاف جداً التي تتراوح درجاتها ما بين (-0.921⁻ -1.0⁻) درجة، فيما جاءت محطة الناصرية ضمن الفئة الثانية الشديدة الجفاف التي تتراوح درجاتها ما بين (-0.841⁻ -0.92⁻) درجة، في حين جاءت محطتي كركوك والبصرة في المرتبة الثالثة ضمن الفئة معتدلة الجفاف التي تتراوح درجاتها ما بين (-0.681⁻ -0.76⁻) درجة، واخيراً جاءت محطتي الموصل وبغداد ضمن الفئة الجافة التي تتراوح ما بين (-0.6⁻ -0.68⁻) درجة.

يتبين مما تقدم ان حالة الجفاف المناخي ليست حالة ثابتة بل متغيرة جغرافياً، فعند المقارنة بين هذه الخرائط نجد خلال المدة الاولى ان الجفاف مركزاً في الشمال بالتحديد في محطة الموصل، فيما كانت

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)
م.م منتظر كاظم خضير
أ.د رافد عبد النبي الصائغ

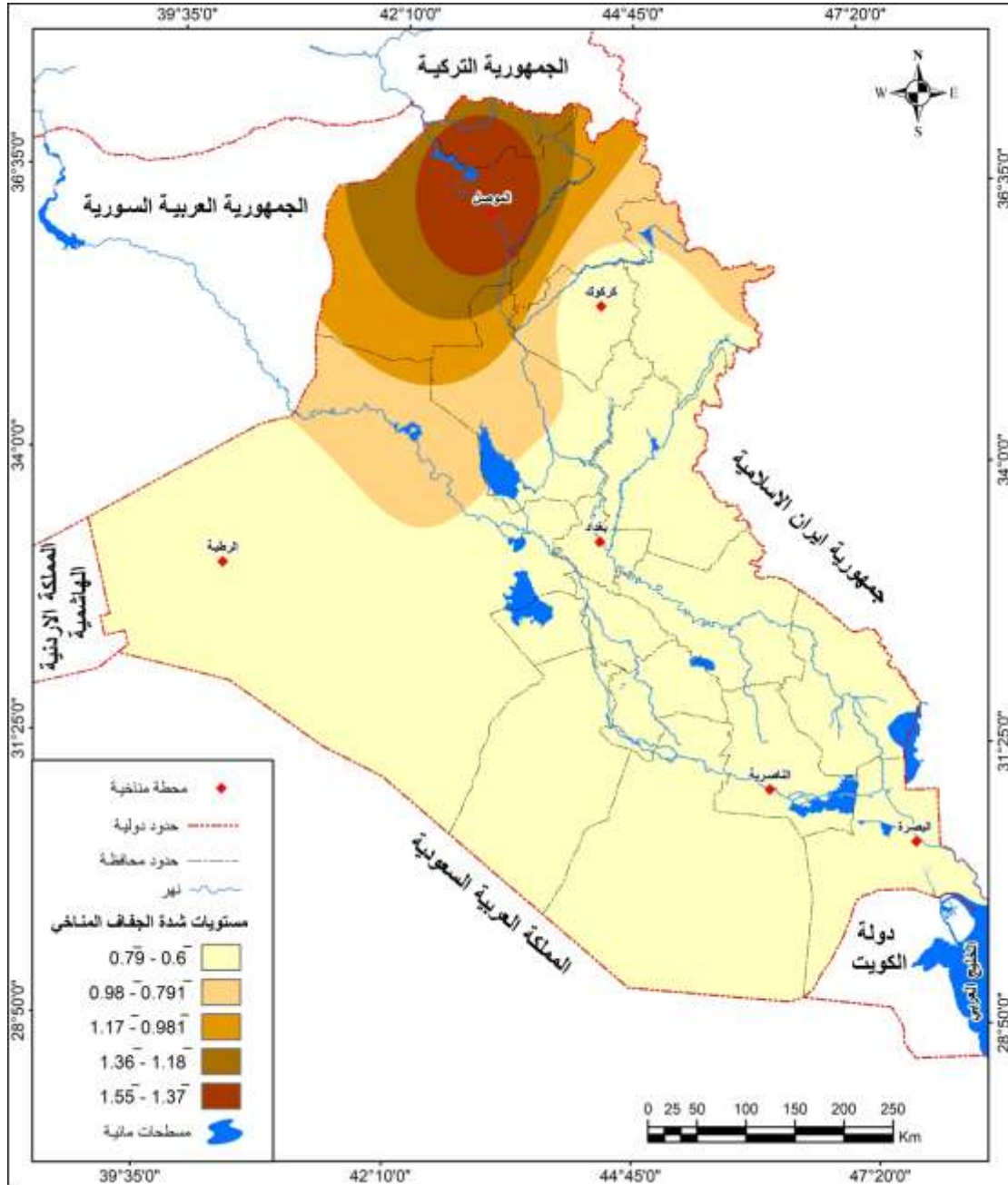
خريطة (2) التباين المكاني للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI خلال مدة الدراسة
(1991/1990 - 2023/2022)



بقية محطات الدراسة تنعم بشدة جفاف اقل مقارنة بالمدد الثانية والثالثة والتي بدأ فيها الجفاف بالتوسع والانتشار في ليغطي معظم مساحة العراق، كما نلاحظ حصول تفاوت في فئات الجفاف، إذ تحسنت

بعض المحطات مقارنة بالمدد السابقة وهذا يعتمد بشكل رئيسي على اختلاف كميات التساقط المطري في كل محطة من محطات الدراسة.

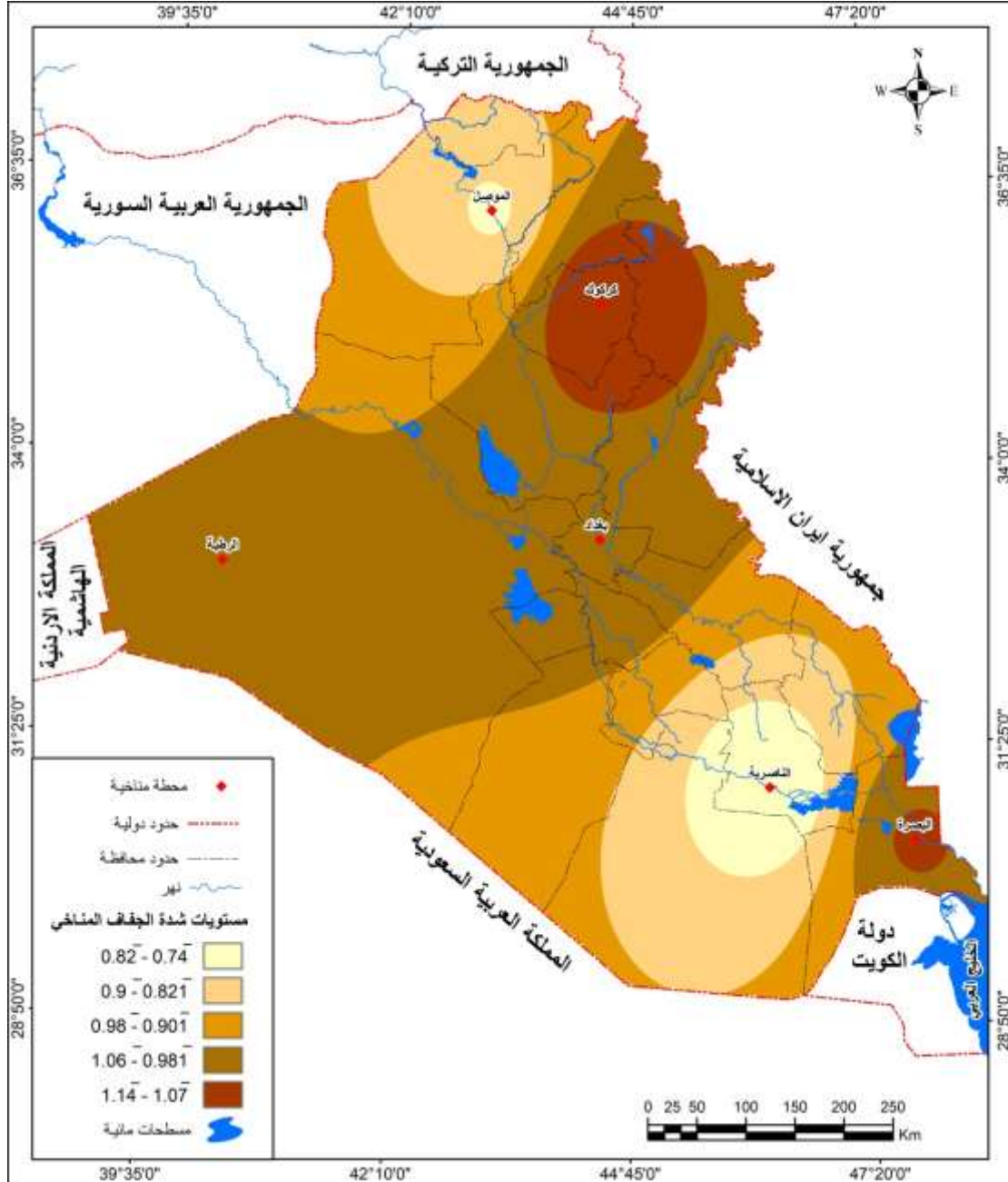
خريطة (3) التباين المكاني للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI خلال الدورة المناخية الاولى (1991/1990 - 2001/2000)



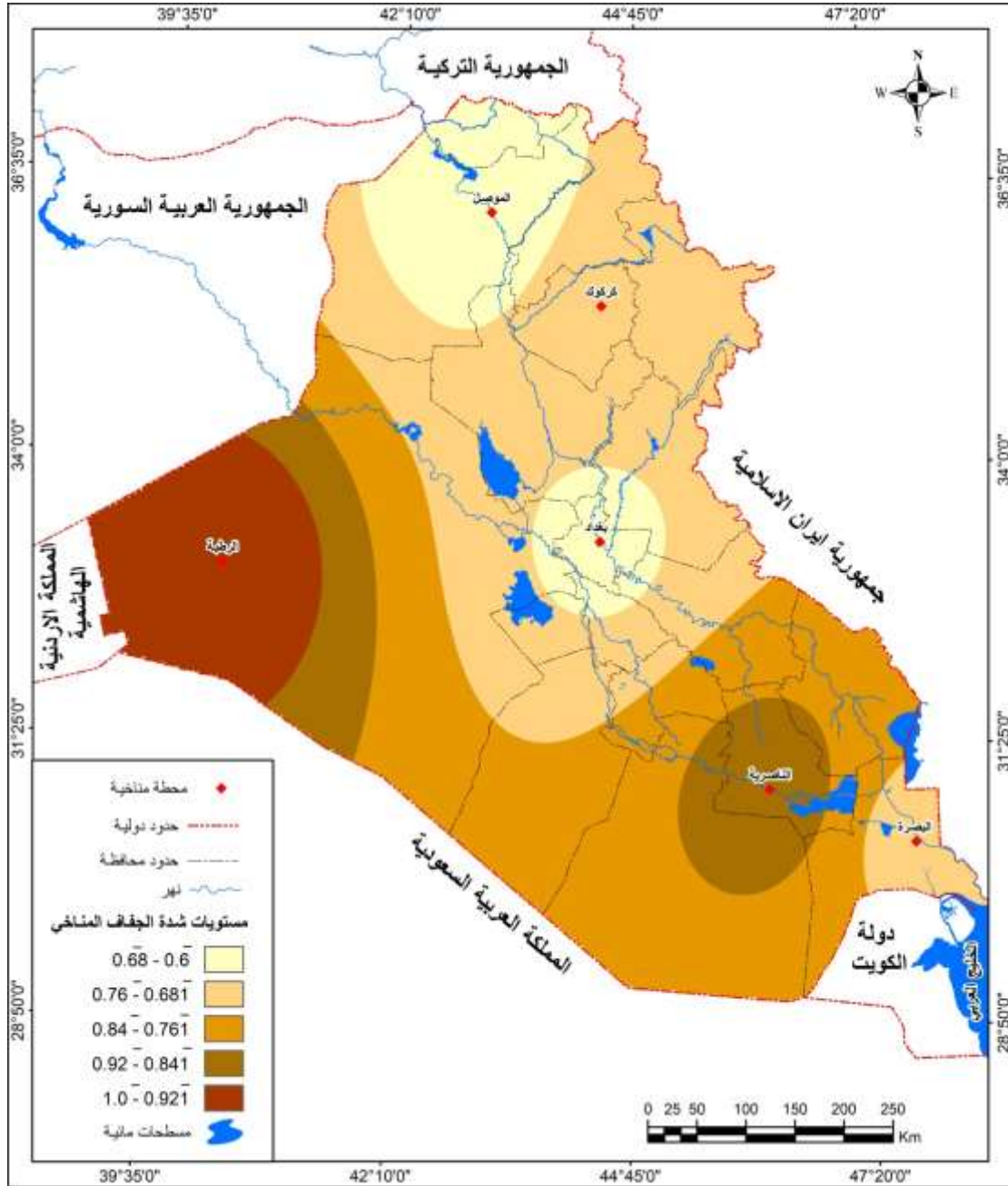
المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (4) وبرنامج Arc Gis 10.8.

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)
م.م منتظر كاظم خضير
أ.د رافد عبد النبي الصائغ

خريطة (4) التباين المكاني للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI خلال الدورة المناخية الثانية (2002/2001 - 2012/2011)



خريطة (5) التباين المكاني للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر SPI خلال الدورة المناخية الثالثة (2012/2013 - 2022/2023)



الاستنتاجات:

- 1- هناك تباين مكاني وزماني واضح بين محطات الدراسة في تكرار ونسب السنوات الرطبة والجافة خلال مدة الدراسة، إذ سجلت محطة الرطبة اعلى تكرار للسنوات الرطبة بلغت (19) سنة ونسبة مقدارها (57.57) %، فيما سجلت محطة الناصرية اعلى تكرار للسنوات الجافة بلغت (18) سنة بنسبة مقدارها (54.54) %.
- 2- سجلت فنتي (معتدل الرطوبة ومعتدل الجفاف) اعلى معدلات تكرار خلال مدة الدراسة، إذ سجلت محطة الموصل اعلى تكرار في فئة (معتدل الرطوبة) بلغ (16) سنة بنسبة مقدارها (48.48) %، فيما سجلت محطة الناصرية اعلى تكرار في فئة (معتدل الجفاف) بلغ (13) سنة بنسبة مقدارها (39.39) %.

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)

م.م منتظر كاظم خضير

أ.د رافد عبد النبي الصائغ

3- هناك تبايناً زمنياً في شدة واستدامة الجفاف المناخي خلال الدورات المناخية الثلاثة، أذ سجلت الدورة المناخية الثانية اعلى تكرار للجفاف بمجموع (39) تكراراً، فيما سجلت الدورة المناخية الاولى اقل تكرار للجفاف المناخي بواقع (23) تكراراً.

4- هناك تبايناً مكانياً في شدة واستدامة الجفاف المناخي بين المحطات المدروسة، إذ سجلت محطة بغداد خلال الدورة الاولى اعلى تكرار للجفاف المناخي بلغ (7) سنة، فيما سجلت محطتي الناصرية والبصرة اعلى تكرار للجفاف المناخي خلال الدورة الثانية بلغ (8) سنة لكل منهما، اما خلال الدورة الثالثة سجلت محطة الموصل اعلى تكرار بلغ (7) سنة.

5- اتضح من خلال النمذجة الخرائطية ان هناك تباين مكاني في مستويات شدة الجفاف المناخي، إذ جاءت محطة الموصل خلال الدورة الاولى ضمن الفئة شديد الجفاف جداً التي تتراوح بين (1.37⁻ - 1.55⁻) درجة، اما خلال الدورة الثانية جاءت محطتي كركوك والبصرة ضمن الفئة الشديدة الجفاف جداً التي تتراوح درجاتها بين (1.07⁻ - 1.14⁻) درجة، فيما جاءت محطة الرطبة ضمن الفئة الشديدة الجفاف جداً التي تتراوح درجاتها ما بين (0.921⁻ - 1.0⁻) درجة خلال الدورة الثالثة، وان حالة الجفاف المناخي ليست حالة ثابتة بل متغيرة فخلال المدة الاولى كان الجفاف مركزاً في الشمال بالتحديد في محطة الموصل من ثم بدأ فيها الجفاف المناخي بالتوسع والانتشار ليغطي معظم مساحة العراق.

الهوامش:

(1) Bendjema L., Baba-Hamed K. Bouanani A, 2019, Characterization of the climatic drought indices application to the Mellah catchment, North-East of Algeria, Journal of Water and Land Development, No. 43, P. 28.

(2) عمار مجيد مطلق العزاوي، تحليل أثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة الجفاف في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة تكريت، كلية التربية للعلوم الانسانية، 2019، ص18.

(3) عمر حمدان عبدالله الشجيري، أثر الذبذبات الضغظية في تغير انماط الجو العليا وعلاقتها بالجفاف المناخي في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية تربية ابن رشد، 2019، ص78.

(4) أنور فتح الله إسماعيل، الجفاف المناخي، الطبعة الاولى، الوطنية لنشر وتوزيع الكتب والمطبوعات، طرابلس، ليبيا، 2014، ص13.

(5) سالار علي خضر الدزبي، الجفاف المناخي في العراق الماضي والحاضر، الطبعة الاولى، دار الآداب للطباعة والنشر والتوزيع، بغداد، 2021، ص26.

(6) World Meteorological Organization, (2012), Standardized Precipitation Index User, Guide M. Svoboda, M. Hayes and D. Woodywmo No. 1090, Geneva, p.3.

(7) Britt A. Parker, et al, 2023, Drought Assessment in a Changing Climate: Priority Actions and Research Needs, U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), p.80.

(8) World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), (2016), Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2, Geneva, p.13.

(9) Bendjema L., Baba-Hamed K., Bouanani A., Op Cit, p.33.

(10) علي مخلف سبع، اشواق عبد الكريم محمد، التحليل الاحصائي لأثار الجفاف والتنبؤ به وتصنيفه في محافظة صلاح الدين، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد (11)، العدد (26)، 2019، ص241.

(11) World Meteorological Organization, Op Cit, p.4.

(12) خليل كاظم جاسم العيساوي، تحليل اثر نوبات الجفاف المناخي على الغطاء النباتي باعتماد مؤشر SPI وقرينة NDVI في محافظة الانبار (اقليم الجزيرة) باستخدام GIS، المجلة العراقية لدراسات الصحراء، المجلد 1، العدد 10، 2020، ص2023.

(13) Ryan McGehee and Puneet Srivastava, Triggers and Indicators: Tools for Identifying and Managing Drought, Alabama A&M and Auburn Universities National Integrated Drought Information System (NIDIS) in partnership with.p.7.

(14) عمار مجيد مطلق العزاوي وآلاء ذاکر عذاب، تحليل اتجاهات الجفاف المناخي بأستخدام مؤشر الجفاف الاستطلاعي (RDI) وأثرها في الغطاء النباتي في العراق، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد (32)، العدد (3) الجزء الخامس، 2025، ص49.
المصادر باللغة العربية:

1. إسماعيل، أنور فتح الله، الجفاف المناخي، الطبعة الاولى، الوطنية لنشر وتوزيع الكتب والمطبوعات، طرابلس، ليبيا، 2014.
2. بيانات جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2023.
3. الذبيبي، سالار علي خضر، الجفاف المناخي في العراق الماضي والحاضر، الطبعة الاولى، دار الآداب للطباعة والنشر والتوزيع، بغداد، 2021.
4. سبع، علي مخلف، اشواق عبد الكريم محمد، التحليل الاحصائي لأثار الجفاف والتنبؤ به وتصنيفه في محافظة صلاح الدين، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد (11)، العدد (26)، 2019.
5. الشجيري، عمر حمدان عبدالله، أثر الذبذبات الضغطية في تغير انماط الجو العليا وعلاقتها بالجفاف المناخي في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية تربية ابن رشد، 2019.
6. العزاوي، عمار مجيد مطلق، آلاء ذاکر عذاب، تحليل اتجاهات الجفاف المناخي بأستخدام مؤشر الجفاف الاستطلاعي (RDI) وأثرها في الغطاء النباتي في العراق، مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، المجلد (32)، العدد (3) الجزء الخامس، 2025.
7. العزاوي، عمار مجيد مطلق، تحليل أثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة الجفاف في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة تكريت، كلية التربية للعلوم الانسانية، 2019.
8. العيساوي، خليل كاظم جاسم، تحليل اثر نوبات الجفاف المناخي على الغطاء النباتي باعتماد مؤشر SPI وقرينة NDVI في محافظة الانبار (اقليم الجزيرة) بأستخدام GIS، المجلة العراقية لدراسات الصحراء، المجلد 1، العدد 10، 2020.
9. وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الادارية، بمقياس (1:1000000)، بغداد، 2023.
المصادر باللغة الانكليزية:

1. Bendjema L., Baba-Hamed K. Bouanani A, 2019, Characterization of the climatic drought indices application to the Mellah catchment, North-East of Algeria, Journal of Water and Land Development, No. 43.
2. Britt A. Parker, et al, 2023, Drought Assessment in a Changing Climate: Priority Actions and Research Needs, U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
3. Mckee, T.B., Doesken, N. J. & Kleist, J.(1993), "The relationship of drought frequency and duration to time scales, Preprints", Eight canf, On Applied Climatology (Anaheim, California, USA).
4. Ryan McGehee and Puneet Srivastava, Triggers and Indicators: Tools for Identifying and Managing Drought, Alabama A&M and Auburn Universities National Integrated Drought Information System (NIDIS) in partnership with.
5. World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), (2016), Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2, Geneva.
6. World Meteorological Organization, (2012), Standardized Precipitation Index User, Guide M. Svoboda, M. Hayes and D. Woodywmo No. 1090, Geneva.

ملحق (1) المعدلات السنوية لقيم الجفاف المناخي بحسب مؤشر المطر القياسي SPI لمحطات الدراسة للمدة (1990-2023)

المحطات	الموصل		كركوك		بغداد		الربطية		الناصرية		البصرة	
	قيمة	مستوى	قيمة	مستوى	قيمة	مستوى	قيمة	مستوى	قيمة	مستوى	قيمة	مستوى
السنوات	SPI	الجفاف	SPI	الجفاف	SPI	الجفاف	SPI	الجفاف	SPI	الجفاف	SPI	الجفاف
-1990	0.09	معتدل	-0.33	معتدل	0.24	معتدل	-0.29	معتدل	0.46	معتدل	0.82	معتدل
1991		الرطوبة		الجفاف		الرطوبة		الجفاف		الرطوبة		الرطوبة
-1991	0.92	معتدل	1.74	شديد	-0.71	معتدل	0.66	معتدل	0.33	معتدل	1.38	متوسط

التحليل الجغرافي للجفاف المناخي في العراق حسب مؤشر المطر القياسي (SPI)

أ.د. رافد عبد النبي الصائغ

م.م. منتظر كاظم خضير

الرطوبة		الرطوبة		الرطوبة		الجفاف		الرطوبة		الرطوبة		1992
شديد الرطوبة	1.70	معتدل الرطوبة	0.77	معتدل الرطوبة	0.65	شديد الرطوبة	1.16	شديد الرطوبة جداً	2.12	شديد الرطوبة جداً	2.07	-1992 1993
متوسط الجفاف	-1.04	معتدل الجفاف	-0.94	معتدل الجفاف	-0.43	معتدل الجفاف	-0.40	معتدل الرطوبة	0.62	معتدل الرطوبة	0.75	-1993 1994
معتدل الرطوبة	0.91	معتدل الرطوبة	0.78	شديد الرطوبة جداً	2.68	معتدل الرطوبة	0.52	معتدل الرطوبة	0.73	معتدل الرطوبة	0.57	-1994 1995
شديد الرطوبة جداً	2.12	متوسط الرطوبة	1.09	معتدل الرطوبة	0.16	معتدل الجفاف	-0.08	معتدل الرطوبة	0.11	معتدل الرطوبة	0.63	-1995 1996
معتدل الرطوبة	0.97	معتدل الجفاف	-0.56	معتدل الرطوبة	0.20	شديد الجفاف	-1.57	معتدل الرطوبة	0.41	معتدل الرطوبة	0.20	-1996 1997
معتدل الرطوبة	0.49	شديد الرطوبة	1.83	شديد الرطوبة جداً	2.06	معتدل الرطوبة	0.69	متوسط الرطوبة	1.36	معتدل الرطوبة	0.33	-1997 1998
معتدل الرطوبة	0.41	معتدل الرطوبة	0.12	متوسط الجفاف	-1.27	متوسط الجفاف	-1.05	متوسط الجفاف	-1.06	شديد الجفاف	-1.84	-1998 1999
معتدل الرطوبة	0.87	معتدل الجفاف	-0.70	معتدل الجفاف	-0.61	معتدل الجفاف	-0.91	متوسط الجفاف	-1.07	متوسط الجفاف	-1.25	-1999 2000
معتدل الجفاف	-0.16	معتدل الجفاف	-0.20	متوسط الرطوبة	1.01	معتدل الجفاف	-0.13	معتدل الجفاف	-0.22	معتدل الرطوبة	0.14	-2000 2001
معتدل الرطوبة	0.49	معتدل الجفاف	-0.29	متوسط الجفاف	-1.10	معتدل الجفاف	-0.49	معتدل الرطوبة	0.40	معتدل الرطوبة	0.22	-2001 2002
معتدل الجفاف	-0.94	معتدل الجفاف	-0.98	معتدل الرطوبة	0.43	معتدل الرطوبة	0.08	معتدل الرطوبة	0.47	معتدل الجفاف	-0.17	-2002 2003
معتدل الجفاف	-0.39	معتدل الجفاف	-0.21	معتدل الجفاف	-0.76	شديد الرطوبة	1.65	معتدل الرطوبة	0.54	معتدل الرطوبة	0.51	-2003 2004
معتدل الجفاف	-0.46	معتدل الرطوبة	0.31	معتدل الجفاف	-0.07	معتدل الرطوبة	0.83	معتدل الرطوبة	0.04	معتدل الرطوبة	0.23	-2004 2005
معتدل الرطوبة	0.40	معتدل الرطوبة	0.54	شديد الجفاف	-1.72	معتدل الرطوبة	0.33	معتدل الرطوبة	0.69	معتدل الرطوبة	0.86	-2005 2006
معتدل الرطوبة	0.97	متوسط الرطوبة	1.46	معتدل الرطوبة	0.27	معتدل الرطوبة	0.13	معتدل الجفاف	-0.54	معتدل الجفاف	-0.16	-2006 2007
معتدل الجفاف	-0.93	متوسط الجفاف	-1.13	متوسط الجفاف	-1.41	شديد الجفاف	-1.54	شديد الجفاف	-1.86	شديد الجفاف	-2.30	-2007 2008

									جداً			
شديد الجفاف	-1.96	معتدل الجفاف	-0.84	معتدل الجفاف	-0.66	متوسط الجفاف	-1.14	شديد الجفاف	-1.70	معتدل الجفاف	-0.87	-2008 2009
معتدل الجفاف	-0.54	معتدل الجفاف	-0.65	معتدل الرطوبة	0.26	معتدل الجفاف	-0.28	معتدل الرطوبة	0.39	معتدل الرطوبة	0.01	-2009 2010
شديد الجفاف	-1.73	معتدل الجفاف	-0.52	معتدل الرطوبة	0.26	معتدل الرطوبة	0.07	معتدل الجفاف	-0.74	معتدل الجفاف	-0.10	-2010 2011
شديد الجفاف	-1.62	متوسط الجفاف	-1.29	متوسط الجفاف	-1.27	شديد الجفاف	-1.82	معتدل الجفاف	-0.86	متوسط الجفاف	-1.23	-2011 2012
معتدل الرطوبة	0.20	معتدل الرطوبة	0.30	معتدل الرطوبة	0.01	شديد الرطوبة	1.53	معتدل الرطوبة	0.61	معتدل الرطوبة	0.81	-2012 2013
معتدل الرطوبة	0.25	شديد الرطوبة جداً	2.34	متوسط الرطوبة	1.46	شديد الرطوبة	1.64	معتدل الجفاف	-0.18	معتدل الجفاف	-0.20	-2013 2014
معتدل الرطوبة	0.27	معتدل الجفاف	-0.83	معتدل الرطوبة	0.12	معتدل الجفاف	-0.69	معتدل الرطوبة	0.07	معتدل الجفاف	-0.09	-2014 2015
معتدل الجفاف	-0.30	معتدل الجفاف	-0.13	معتدل الجفاف	-0.06	متوسط الرطوبة	1.15	معتدل الرطوبة	0.66	معتدل الرطوبة	0.28	-2015 2016
معتدل الجفاف	-0.35	شديد الجفاف	-1.50	متوسط الجفاف	-1.29	معتدل الجفاف	-0.22	معتدل الجفاف	-0.02	معتدل الجفاف	-0.82	-2016 2017
معتدل الجفاف	-0.94	متوسط الجفاف	-1.03	معتدل الرطوبة	0.34	معتدل الرطوبة	0.80	معتدل الجفاف	-0.36	معتدل الجفاف	-0.23	-2017 2018
معتدل الرطوبة	0.72	شديد الرطوبة	1.85	معتدل الرطوبة	0.98	متوسط الرطوبة	1.14	شديد الرطوبة	1.49	شديد الرطوبة جداً	2.76	-2018 2019
متوسط الجفاف	-1.06	معتدل الجفاف	-0.15	معتدل الرطوبة	0.03	معتدل الجفاف	-0.23	معتدل الجفاف	-0.13	معتدل الرطوبة	0.73	-2019 2020
معتدل الجفاف	-0.68	معتدل الرطوبة	0.19	معتدل الرطوبة	0.09	معتدل الجفاف	-0.08	شديد الجفاف جداً	-2.02	شديد الجفاف	-1.31	-2020 2021
متوسط الجفاف	-1.04	شديد الجفاف	-1.70	شديد الجفاف	-1.64	شديد الجفاف جداً	-2.02	شديد الجفاف	-1.85	معتدل الجفاف	-0.99	-2021 2022
متوسط الرطوبة	1.18	متوسط الرطوبة	1.14	معتدل الرطوبة	0.72	متوسط الرطوبة	1.42	معتدل الرطوبة	0.51	معتدل الجفاف	-0.58	-2022 2023

المصدر: عمل الباحث باستعمال برنامج (DrinC 1.7).