

التحليل الزمني والمكاني للجفاف باستخدام مؤشر هطول الأمطار القياسي للمنطقة الشمالية الغربية من العراق

عمر مقداد عبد الغني
o.agma@uomosul.edu.iq

عبدالوهاب محمد يونس
gazzal@uomosul.edu.iq

سماح محمد قاسم
sm4241559@gmail.com

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ القبول: 7/11/2020

تاريخ الاستلام: 17/9/2020

الخلاصة:

الغرض من الدراسة هو تحليل فترات الجفاف باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) في (9) محطات مناخية منتشرة في الجزء الشمالي الغربي من العراق وللفترة من 1981-2018. تم تحليل الجفاف عند فترات زمنية مختلفة ولعنتبات متباينة من قيم SPI. بينت الدراسة النسبة المئوية للسنوات الرطبة والجافة للعتبة صفر هي 48.54% و 51.46% لـ SPI-12 وعند الفترات الزمنية القصيرة لـ SPI-6(7-12) لتصل الى نسبة 59.94% و 40.06% على التوالي. كما ان تصنيف معتدل الرطوبة و الجفاف هو السائد خلال الدراسة لكل الفترات الزمنية فيما يظهر تصنيف الجفاف الشديد و الجفاف المتطرف بشكل جلي وواضح عند الفترات الزمنية القصيرة SPI-3 و SPI-6 عند العتبة I- وخاصة في محطات المجموعة (A) و(B).

الكلمات المفتاحية: دليل المطر القياسي ، الجفاف المتطرف ، الجفاف الشديد ، محطات ، سلاسل الامطار الزمنية، التجانس

<https://rengj.mosuljournals.com>

Email: alrafidain_engjournal1@uomosul.edu.iq

1- مقدمة:

المناخي والزراعي والبيدرولوجي والاقتصادي- الاجتماعي ، يحدث الجفاف المناخي نتيجة نقص هطول الامطار وانحرافها عن معدلها الطبيعي بالضافة الى عوامل مناخية اخرى مثل ارتفاع درجة الحرارة والرياح العالية والانخفاض النسبي للرطوبة . أن استمرار الجفاف سيؤدي إلى نقص رطوبة التربة وبالتالي يؤثر على إنتاجية المحاصيل وهذا سيولد الجفاف الزراعي ومع استمرار الجفاف المناخي يؤدي إلى نقص في الموارد المائية (السطحية وتحت السطحية) مثل الجريان في الانهار والبحيرات والبرك العذبة والجداول ، ومستويات الخزانات والمياه الجوفية وهذا سيولد الجفاف الهيدرولوجي ، ومع الاستمرار اخيرا" يظهر الجفاف الاقتصادي- الاجتماعي ويحدث عندما يكون الطلب على السلع أكثر من العرض كنتيجة لنقص الموارد المائية التي أدت إلى نقص الغذاء والاعلاف والحبوب، حيث تكون المياه غير كافية لتلبية احتياجات الانسان والحيوان.

ان فترات الجفاف الأخيرة التي مرت بالعراق أدت الى شحة الامطار والى نضوب المياه الجوفية في كثير من مناطق العراق [4] ناهيك عن التدني الكبير في مستويات تصريف الأنهار والتي ترجع الى الأسباب الطبيعية فضلا عن تحكم البلدان المجاورة بمنابعها وجوانبها من خلال بناء العديد من السدود والخزانات عليها مما زاد من تفاقم هذه المشكلة. إن حالات الجفاف تؤثر بشكل كبير على الموارد المائية والزراعية والاقتصاد في البلد، وبالتالي على الانسان وحياته.

يعتبر الجفاف ظاهرة من الظواهر الطبيعية التي تحصل في مناطق مختلفة من العالم، التي تكون مرتبطة بأسباب مناخية ، أن حدوث الجفاف لا يعتمد فقط على عوامل مناخية ولكن ايضا" على عوامل هيدرولوجية [1]، تختلف شدة وفترة الجفاف وقسوته من منطقة لأخرى ، حيث أن ظاهرة الجفاف تقامت وازداد تأثيرها بشكل واضح في العقود الأربعة الأخيرة في العالم وذلك بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري للكورة الأرضية مما أدى إلى حدوث تغيرات كثيرة في الأنماط المناخية في العالم والتي تعرف بالتغير المناخي يمتد الجفاف لفترة زمنية طويلة تستمر لعدة شهور او سنوات ينتج عنه عجز في الموارد المائية لمنطقة معينة خلال فترة زمنية ، ويعني سيادة الطقس الجاف لفترة طويلة أو قصيرة مما يؤثر على كميات المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة وهذا بدوره ينعكس سلبيًا على النظام البيئي والزراعي و(الاجتماعي - الاقتصادي).

أن تعريف الجفاف لا يقتصر فقط على كونه ظاهرة طبيعية بل يعتبر فعالية (Process) يمكن ان تتطور مع الزمن وتصبح أشد قسوة كلما طالت مدة تأثيرها [1]. لايد من تصحيح الخطأ الشائع بأن ظاهرة الجفاف مقترنة على المناطق الجافة وشبه الجافة. ولايوجد أية رقعة جغرافية مستنتاة من ظاهرة الجفاف غير أن تعريفها يختلف من منطقة الى اخرى. حسب التصنيف الأمريكي [3] ، صنف حالات الجفاف إلى اربعة مجموعات وكالتالي : الجفاف

التردد) للجفاف باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) ولفترات زمنية مختلفة وهي 1 و 2 و 3 و 6 و 9 و 12 و 24 شهر. استخدم الباحثون بيانات مناخية ومطرية شهرية لـ 30 محطة للأرصاد الجوية في ولاية NSW الأسترالية. استخدم [10] دليل المطر القياسي في دراسة خصائص الجفاف وتردده وأنواعه ضمن المناطق الواقعة وسط الأناضول من تركيا من خلال الاستعانة بالبيانات المناخية المسجلة في 6 محطات مناخية ضمن حوض خزان Hirifanli بينت الدراسة من خلال رسم خرائط الجفاف الموقعي مكانيا وزمنيا تكرر فترات الجفاف التي لها آثار سلبية على توزيع الحصص المائية. [11] قاموا باستخدام بيانات الأمطار المسجلة في 30 محطة للأناضول الجوية واقعة في الجزء الشمالي الشرقي من إيران وللفترة من 1965-2000 في دراسة خصائص الجفاف الإقليمي وصياغة منحنيات الشدة والمساحة والتردد وذلك من خلال استخدام دليل المطر القياسي ولفترة 12 شهر. أجرت [12] دراسة وتحليل فترات الجفاف لحوض نهر الزرقاء في الأردن لـ 24 محطة مناخية مسجلة للفترة الزمنية (1984-2015) باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) لتقدير شدة الجفاف من خلال تحليل سلاسل الأمطار الشهرية والسنوية ومن ثم استعانت ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لا نتاج الخرائط المطرية المساحية، أظهرت النتائج ان نسبة الجفاف لجميع المحطات المدروسة خلال فترة الدراسة بلغت 47.7% مع وجود خمس سنوات جافة تماما" ولجميع المحطات وفيما يتعلق بالتغيرات التي طرأت على التوزيع الجغرافي المطري فقد كانت ابرز النتائج تناقص مساحة المنطقة الرطبة خلال فترة الدراسة بنسبة 0.8%.

هناك العديد من الدراسات التي أجريت لدراسة الجفاف في العراق: [13] قام بتحليل فترات الجفاف في شمال العراق وذلك باستخدام دليل المطر القياسي SPI، لسلسلة بيانات الأمطار المسجلة لتسع محطات مناخية للفترة 1941_2002. وجد من خلالها خصائص الجفاف من حيث الشدة والاستدامة وأقصى وأدنى قيمة للجفاف ولكل محطة مطرية ضمن منطقة الدراسة، بعدها استخدم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لرسم خرائط رقمية توضح خصائص الجفاف في موقع الدراسة تبين من خلال البحث أن نسبة السنوات الجافة التي مرت بها المنطقة تشكل ما يقارب 56% من فترة الدراسة. [14] استخدموا دليل المطر القياسي في دراسة تردد الجفاف إقليمي وذلك باستخدام قيم شدة الجفاف القصوى السنوية (AMS) وقيم شدة الجفاف للفترة المتقطعة (PDS) وشملت الدراسة بيانات الأمطار المسجلة في 144 محطة انواء جوية واقعة في مناطق مختلفة من البرتغال ولفتره 90 سنة. [15] قدم دراسة وتحليل لكل من الجفاف المناخي والهيدرولوجي واستخدم نموذج ARIMA للتنبؤ بالقيم المستقبلية للجفاف المناخي لمنطقة شمال العراق. حيث استخدم دليلين لدراسة الجفاف المناخي وهما دليل المطر القياسي (SPI) ودليل الاشارة (Deciles) وبالاعتماد على بيانات الأمطار الشهرية لتسع محطات مناخية. [16] قدم دراسة وتحليل الخصائص الزمانية والمكانية للجفاف المناخي باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) بالاعتماد على سجلات الأمطار لعشر محطات رصد مناخية للفترة 1980-2011 في العراق، أظهرت النتائج انه تم تحديد أقصى قيمة للجفاف الشديد (S_{max}) خلال الفترة 2007-2011 لمعظم المحطات وعلى قيمة للجفاف المعتدل ظهر في المنطقة الشمالية الوسطى في مقياس SPI9 و SPI12 على التوالي وأن أعوام 1999 و 2008 و 2009 كانت أسوأ سنوات جفاف مرت في جميع انحاء العراق. [17] قدموا دراسة حول الجفاف في العراق، أذ استخدموا دليل المطر القياسي SPI في التحري عن الجفاف المناخي بالاعتماد على بيانات الأمطار الشهرية لـ 39 محطة مناخية مسجلة في منطقة الدراسة للفترة (1980-2010). أظهرت النتائج أن أسوأ سنوات الجفاف كانت سنة 2008، حيث أن 30% من المساحة كانت متأثرة بالصنف متطرف الجفاف، و 36% من المساحة تأثرت بالصنف شديد الجفاف، و 22% من المساحة ضمن صنف متوسط الجفاف، و 12% من المساحة كانت متأثرة بصنف معتدل الجفاف. وكانت أقصى استدامة للجفاف (32) شهرا"، استمرت من شهر ديسمبر 1998 إلى نوفمبر

فقد خلفت مشكلة الجفاف آثار بيئية واقتصادية واجتماعية عديدة، ولعل من أبرزها تقليص المساحات الزراعية وسيادة التصحر في مناطق مختلفة من العراق حاليا شكل لم يشهده القطر من قبل، كذلك هجرة السكان الريفيين من مناطقهم الى المدن والضغط السكاني والاقتصادي عليها وبالتالي على مواردها، الامر الذي سيولد أعباء كبيرة على الدولة لتلبية متطلبات السكان الغذائية بالدرجة الأولى ناهيك عن المتطلبات الأخرى، مما زاد من أهمية الموضوع الذي لم يعطى حقه في البحث والدراسة، لذا يستوجب دراسة موضوع الجفاف بشكل مكثف ومععمق.

لقد أجريت دراسات وبحوث كثيرة في العالم في الآونة الأخيرة حول هذا الموضوع لما لها من أهمية كبيرة متعلقة بحياة الإنسان، ولكن البحوث التي أجريت في العراق نادرة حول هذا الموضوع وهناك حاجة ملحة للعمل والبحث لدراسة هذه الظاهرة وتحليل مدى تأثيراتها السلبية على كميات المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة، وكذلك محاولة التنبؤ بحدوث هذه الظاهرة وشدة قسوتها وقيل فترة كافية لمحاولة درء تأثيراتها السلبية، وعلى الرغم من أن فترات الجفاف قد تستمر لسنوات عديدة، فإن فترة قصيرة من الجفاف الشديد قد تكون كفيلة بالحاق اضرار هائلة وانزال الخسائر في الاقتصاد الوطني.

تتعلق دراسة الجفاف الموقعي (Local Drought) بتحليل الجفاف بأنواعه ضمن محطة رصد معينة او عدد منها وكل على انفراد حيث يكون تأثير دراسة الجفاف للمنطقة المحيطة بالمحطة. أما دراسة الجفاف الإقليمي (Regional Drought) فتتميز عن دراسة الجفاف الموقعي باشمالها على دراسة الامتداد المكاني (Spatial Extent) للجفاف فضلا عن الامتداد الزمني لها (Temporal extent). ان تحليل الجفاف الإقليمي يوفر معلومات مهمة ومفيدة لإدارة الموارد المائية ضمن منطقة ما. يفترض حدوث الجفاف الإقليمي عندما تكون نسبة معينة من إجمالي مساحة المنطقة المدروسة خاضعة لظروف الجفاف، او بعبارة اخرى عندما يصل مجموع مساحة المناطق المتضررة من الجفاف الموقعي الى قيمة العتبة (Threshold) المحددة مسبقا [5].

ويمكن تعريف خواص الجفاف الإقليمي من خلال مدته وشدته والعجز المتراكم للمساحة المدروسة، حيث ان المدة هي طول الفترة الزمنية الذي يؤثر الجفاف فيها على المنطقة وشدة الجفاف الإقليمي هو نسبة العجز المتراكم الى مدة الجفاف، اما العجز المتراكم فهو مجموع العجز المائي في كل موقع. ان نظرية الحدوث المستمر يمكن ان تستخدم لوصف كل من الجفاف الموقعي والإقليمي. حيث يتم تحليل بيانات السقوط لمحطات الرصد المناخية او قيم دليل المطر القياسي (SPI) والتي يمكن حسابها للسلاسل الزمنية للأمطار ويفترات مختلفة مثل 1 و 3 و 6 و 9 و 12 و 24 و 48 شهرا. تم في هذه الدراسة استخدام كل من دليل الأمطار القياسي (SPI) ونظرية الحدوث المستمر (Theory of Runs) لإيجاد الجفاف المناخي الموقعي والإقليمي للعراق.

هناك الكثير من البحوث والدراسات التي أجريت لدراسة الجفاف في مناطق مختلفة من أنحاء العالم ومعظم هذه البحوث والدراسات تقوم بتحليل الجفاف باستخدام دلائل الجفاف والتي تعتبر من أكثر الدلائل المستخدمة شيوعا في تقدر كميات العجز واستدامتها وشدتها وتأثيرها على الموازنة المائية ويعتبر دليل المطر القياسي (Standard Precipitation Index (SPI)) من أكثر الدلائل المستخدمة حاليا في دراسات تقييم الجفاف المناخي الموقعي والإقليمي على سبيل المثال:

في تركيا قام [6] بدراسة وتحليل الخصائص الزمانية والمكانية للجفاف المناخي باستخدام دليل المطر القياسي SPI بالاعتماد على سجلات الأمطار لأربع محطات رصد مناخية للفترة 1991-1931. في إيطاليا استخدم [7] دليل المطر القياسي (SPI) في دراسة خصائص الجفاف من حيث كميات العجز والشدة والاستدامة. استخدم [8] دليل المطر القياسي في دراسة خصائص الجفاف باستخدام بيانات الأمطار الشهرية المسجلة في 50 محطة للأناضول الجوية واقعة في مقاطعة تيساليا في اليونان وللفترة من 1960-1993. أجرى [9] دراسة لصياغة منحنيات (الشدة-المساحة-

2- منطقة الدراسة وجمع البيانات المناخية:

يصنف مناخ العراق ضمن مناخ البحر المتوسط الذي يتميز بشتاء بارد وصيف شديد الحرارة من سماته الرطوبة النسبية العالية وساعات شمسية طويلة. الشكل (1) يمثل موقع المحطات الواقعة قيد الدراسة والبالغ عددها (9) محطات اما الجدول (1) يبين السمات الهيدرولوجية والإحصائية لتلك المحطات. ان المعدلات السنوية لتساقط الأمطار تتناغم مع تغير التضاريس في منطقة الدراسة حيث يصل أعلى معدل لتساقط الأمطار في محطة الموصل (350.0 ملم) ثم تبدأ قيم الأمطار المتساقطة بالانخفاض كلما اتجهنا غربا حيث تصل أدنى قيمة للمعدل في محطة النخيب وبمعدل سنوي قدره 73.9 ملم.

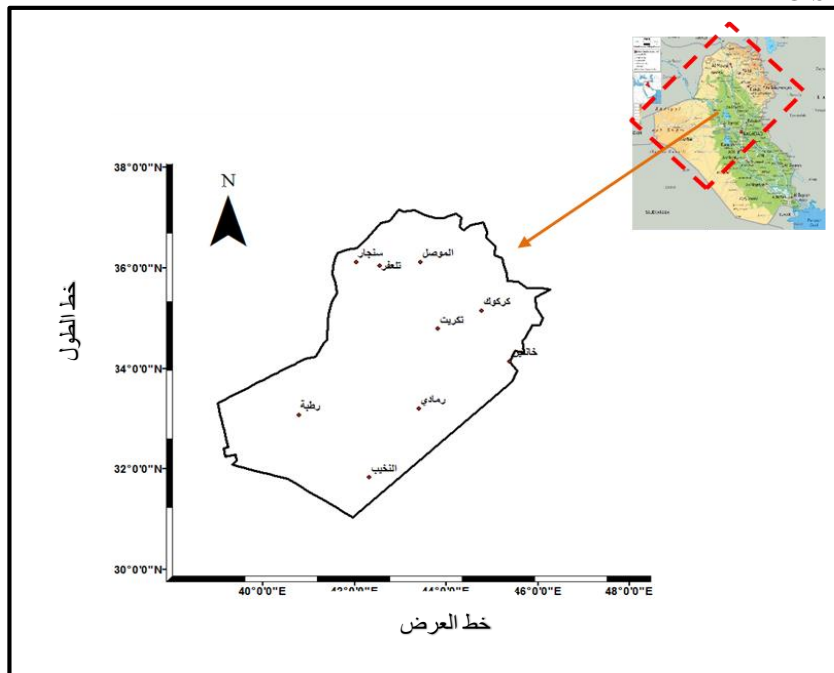
تم جمع البيانات الشهرية للأمطار من (9) محطات موزعة في مناطق مختلفة من شمال غرب وشرق العراق وللفترة من 1981-2018 والتي تبين من خلال معاينتها ان هنالك بيانات مطرية مفقودة في العديد من تلك المحطات ولأجل إجراء فحص التجانس فلا بد من إيجاد تلك البيانات المفقودة وذلك لإكمال السلسلة المطرية المشمولة بالفحص. تم تخمين البيانات المفقودة باستخدام الطرق الإحصائية الأكثر استخداما وشيوعا وهما كل من طريقة المتوسط الحسابي البسيط ((Arithmetic Average Method وطريقة النسبة الاعتيادية (Normal Ratio Method). بعد تخمين البيانات المفقودة لسجلات الأمطار الشهرية في المحطات الواقعة قيد الدراسة تم الاعتماد على بيانات المحطات المتجانسة في دراسة الجفاف كما في البحث المشار اليه [21].

تم تقسيم منطقة الدراسة الى (4) مجاميع باستخدام فحص Analysis of Variance (ANOVA) الإحصائي الذي يضع المحطات التي تكون فيها قيم المعدل المطري متساوية او متقاربة في مجموعة واحدة وكما هو موضح في الجدول (2) وذلك لاجتيازها فحص اختبار (ANOVA) الذي يكون فيه قيمة ال-F المحسوبة اقل من قيمة F الحرجة.

2010 مع شدة جفاف 1.44 ملم/شهر. [18] قدموا دراسة وتحليل الجفاف المناخي في العراق باستخدام مؤشر الجفاف الاستطلاعي Reconnaissance Drought Index (RDI) بالاعتماد على البيانات المناخية لعشر محطات رصد مناخية للفترة 1980-2011 وتم استخدام كل من هطول الأمطار والتبخير النتج الكامن (ET₀) كمعبرين لغرض الدراسة والتحليل وأظهرت النتائج أن عام 2008 كان أسوأ عام جاف مر في جميع أنحاء العراق وشهدت معظم مناطق الدراسة في العراق أقوى حالات الجفاف خلال الفترة الماضية من 1999 إلى 2009 مقارنة بالفترات السابقة. أجرت [19] دراسة وتحليل لكل من الجفاف المناخي الموقعي الجفاف المناخي الإقليمي في العراق للفترة من 1970-2010 بالاعتماد على بيانات الأمطار الشهرية المسجلة في 22 محطة مناخية، إذ تم استخدام دليل المطر القياسي (SPI) ونظرية الحدث المستمر (Theory of Runs) لتحليل الجفاف المناخي وتقييم خصائص الجفاف ثم استعانت ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS في رسم خرائط توزيع معدلات الأمطار وشدة الجفاف بالاعتماد على قيم (SPI-12). [20] قدموا دراسة حول أستعراض مؤشرات الجفاف المناخي نحو الإدارة المتكاملة للموارد المائية في العراق تهدف الدراسة الى مراجعة وتوضيح العناصر والمؤشرات الرئيسية وتصنيف الجفاف والدراسات السابقة التي اجريت في العراق حول الجفاف، بينت دراستهم الى تركيز المزيد من الابحاث حول الإدارة المتكاملة للموارد المائية ليتم تنفيذها من قبل صناعات القرار في العراق.

من خلال الدراسات السابقة التي اجريت في العراق لحساب وتقييم قيم الجفاف باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) لم يتم إيجاد قيم الجفاف للفترة 2010-2018، وقد ركزت معظم الدراسات السابقة على تحليل الجفاف المناخي ولفترة زمنية وعلى ضوء ما درسه الباحثون السابقون وما توصلوا اليه من توصيات فإن اهداف الدراسة الحالية تتمثل بالنقاط التالية:

1. دراسة خصائص الجفاف للفترة من 1981-2018 لـ (9) محطات رصد مناخية موزعة في مناطق مختلفة من العراق باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) لفتترات زمنية متباينة (3,6,12,24) وذلك لدراسة التأثير الزمني على النسبة المئوية لأصناف الجفاف السائدة
2. الدراسة المكانية لشدة وفترة الجفاف باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS.



شكل (1) : يبين مواقع المحطات قيد الدراسة

جدول(1): يبين الخصائص الهيدرولوجية والاحصائية للمحطات قيد الدراسة

ت	اسم المحطة	المنسوب عن سطح البحر (متر)	خطوط الطول	دوائر العرض	المعدل السنوي (ملم)	الانحراف المعياري (ملم)	معامل الاختلاف	أدنى مجموع مطر سنوي (ملم)	أقصى مجموع مطر سنوي (ملم)
1	تلعفر	401	42°26'	36°22'	296.4	132.3	44.63	82.5	614.4
2	كركوك	316	44°18'	35°28'	335.8	122.5	36.49	134.9	669.4
3	سنجار	573	41°51'	36°19'	328.5	141.6	43.10	132.4	663
4	الموصل	270	43°07'	36°20'	352.0	123.7	35.34	146.9	633
5	رطبة	614	40°17'	33°02'	100.6	61.2	60.82	2.6	263.8
6	رمادي	59	43°17'	33°25'	97.3	56.8	58.34	2.5	241.1
7	النخيب	310	42°15'	32°02'	73.9	44.6	60.336	12.5	200.2
8	خانقين	182	45°23'	34°21'	279.2	88.6	51.35	144.2	492.1
9	تكريت	123	43°28'	34°31'	162.12	59.33	36.59	83.30	303.70

جدول(2) : يبين نتائج اختبار ANOVA للمحطات قيد الدراسة

المجموعة	اسم المحطة	المعدل mm	ANOVA Value-F	F Critical	نتيجة الفحص
A	الموصل تلعفر سنجار كركوك	352.3687 319.7037 352.4951 344.4229	0.62	2.66	F<F-crit.
B	النخيب الرطبة الرمادي	85.03435 105.5578 108.9226	2.47	3.07	F<F-crit.
C	تكريت	174.741	32.26	3.97	F>F-crit.
D	خانقين	260.053			

3- حساب قيم دليل المطر القياسي (SPI):

تم إيجاد قيم SPI-3 لأشهر (كانون الثاني - آذار) و(نيسان - حزيران) و (تشرين اول - كانون اول) وكذلك قيم SPI-6 للأشهر (كانون الثاني-حزيران) و (تموز-كانون اول) وكذلك قيم SPI-12 للأشهر (كانون ثاني-كانون الأول) إضافة الى قيم SPI-24 لفترة 24 شهرا وباستخدام برنامج Microsoft Office Excel 2010 تم حساب قيم كل من شدة المطر واستدامته وشدته عند فترات زمنية متباينة لكل محطة مشمولة بالدراسة وعند العتبة 0 و 1-.

يعتمد هذا الدليل على وجود سلسلة طويلة من بيانات الأمطار لا تقل عن 30 سنة حيث يتم في هذا الدليل تحويل سلسلة البيانات احصائياً على مبدأ توزيع كاما (gamma distribution probability) إلى التوزيع الطبيعي [22] تم حساب قيم (SPI) بمقاييس متباينة من السنة ويطول 3، 6، 12، 24 شهر وذلك بالاعتماد على بيانات الأمطار الشهرية للمحطات الواقعة ضمن منطقة الدراسة وللفترة من 1981-2018 وباستخدام طريقة المعدل الثابت حيث يستخدم هذا الدليل في حساب الجفاف أو النقص في كميات الأمطار المتساقطة ويعتبر من طرائق الانذار المبكر للتنبه عن الجفاف.

4- النتائج والمناقشة:

A. التحليل الزمني للبيانات باستخدام الـSPI:

نستنتج على ضوء ما ورد انفا ان المحطات الواقعة في المجموعة (A) والتي تمتاز بمعدلات تساقط مطري عالي مقارنة مع باقي محطات المجاميع الأخرى إضافة الى انها تمثل المساحة العظمى التي تغذي بعض الروافد والوديان التي تصب في نهر دجلة داخل العراق تتأثر تأثيرا كبيرا بالتغيرات المناخية وخصوصا بسنوات الجفاف التي ينخفض فيها عمق المطر بشكل كبير. وبالتالي فإن عند أي مستوى من SPI يكون مقدار العجز المطري في المحطات ذات المعدلات العالية من سقوط الأمطار أكبر من كمية العجز المطري في المحطات التي تكون فيها كميات الامطار المتساقطة منخفضة.

ان معدل الجفاف السنوي يقصد به مقدار العجز السنوي من المطر عن المعدل السنوي للمطر المتساقط في تلك المحطة فاذا كان معدل شدة الجفاف في محطة كركوك على سبيل المثال 84.0 ملم /سنة فان معدل المطر في تلك السنة هو 251.8 ملم بدلا من المعدل العام الذي مقداره 335.8 ملم. نستنتج من مما تقدم ان العقدين الاوليين من القرن الحالي وخاصة الأعوام 2007 و2008 و2012 شهدت اغلب حالات الجفاف التي تمثل بدورها حالات العجز المطري المتراكم في هذه المحطات. الجدول (3) يمثل القيمة القصوى للجفاف واستدامة وشدته في كل مجموعة عند العتبة صفر لـ SPI-12 و SPI-24 للمحطات المختارة ضمن منطقة الدراسة.

تبين من خلال النتائج التي تم الحصول عليها وعند العتبة (صفر) لـ SPI-12 ان قيم شدة الجفاف كانت اكبر في محطات المجموعة (A) مقارنة مع باقي المحطات اذ سجل اقصى عجز متراكم في كميات الامطار المتساقطة عند محطة كركوك وبعمق 751.6 ملم ولفترة جفاف استمرت (6.0) سنوات للفترة من 2007-2012 تلتها محطة تلعفر وسنجان وبعمق 700.8 و670.2 ملم على التوالي. اما عند العتبة (صفر) لـ SPI-24 فكان اقصى عجز متراكم في محطة تلعفر من المجموعة (A) وبعمق 1392.1 ملم ولفترة جفاف استمرت (8) سنوات للفترة من 2005-2012.

فيما سجل ادنى اقصى عجز متراكم عند نفس العتبة (صفر) في محطة خانقين من المجموعة (D) وبعمق 277.5 ملم ولفترة جفاف استمرت (4) سنوات للفترة من 2009-2012. كذلك بينت نتائج الدراسة ان معدلات شدة الجفاف في محطات المجموعة (A) عند العتبة (صفر) لـ SPI-12 و SPI-24 اكبر من معدلات شدة الجفاف في محطات المجاميع الأخرى اذ سجلت اعلى شدة جفاف في محطة سنجان والموصل وتلعفر وكركوك وبمقدار 95.6 و95.3 و90.5 و84.0 ملم/سنة على التوالي عند العتبة صفر لـ SPI-12 وجميع هذه المحطات تقع في المجموعة (A).

الجدول (3): يمثل القيمة القصوى للجفاف واستدامة وشدته في كل مجموعة عند العتبة

SPI-12=0 و SPI-24=0 للمحطات المختارة ضمن منطقة الدراسة

SPI-12=0						
المجموعة	أسم المحطة	اقصى قيمة SPI<0	M mm	L years	I mm/year	الفترة الزمنية (سنة)
A	كركوك	-6.694	751.6	6.0	125.3	2007-2012
B	الرطوبة	-7.2	330.7	6.0	55.1	2004-2009
C	نكريت	-5.8	311.6	6.0	51.9	2007-2012
D	خانقين	-4.3	295.8	4.0	73.9	2008-2011
SPI-24=0						
A	تلعفر	-8.9	1392.1	8.0	174.0	2005-2012
B	الرطوبة	-9.2	712.7	9.0	79.2	2004-2012
C	نكريت	-10.6	838.6	12.0	69.9	2003-2014
D	خانقين	-4.3	277.5	4.0	69.4	2009-2012

الجدول (4) يمثل القيمة القصوى لمعدل الجفاف واستدامة شدته في كل مجموعة عند العتبة

SPI-12=0,-1 للمحطات المختارة ضمن منطقة الدراسة

SPI-12=0						
المجموعة	اسم المحطة	اقصى قيمة لمعدل الـ SPI	M mm	L years	I mm/year	الفترة الزمنية (سنة)
A	كركوك	-0.668	241.4	2.9	84.0	SPI-12=0
B	الرطبة	-0.574	88.3	2.3	37.9	SPI-12=0
C	تكريت	-0.857	98.3	2.1	46.8	SPI-12=0
D	خانقين	-0.806	104.2	1.8	57.9	SPI-12=0
SPI-12=-1						
A	كركوك	-1.459	50.1	1.3	38.5	SPI-12=-1
B	رطبة	-2.373	34.1	1.0	34.1	SPI-12=-1
C	تكريت	-1.277	14.5	1.3	11.3	SPI-12=-1
D	خانقين	-1.356	19.6	1.0	19.6	SPI-12=-1

الجدول (5) يمثل القيمة القوي لمعدل الجفاف واستدامة شدته في كل مجموعة عند العتبة

SPI-24=0,-1 للمحطات المختارة ضمن منطقة الدراسة

SPI-24=0						
المجموعة	اسم المحطة	اقصى قيمة لمعدل SPI	M mm	L years	I mm/year	الفترة الزمنية (سنة)
A	موصل	-0.291	578.1	3.0	192.7	SPI-24=0
B	رطبة	-0.751	204.9	3.3	62.1	SPI-24=0
C	تكريت	-0.860	244.1	3.6	67.8	SPI-24=0
D	خانقين	-0.787	95.9	1.8	53.3	SPI-24=0
SPI-24=-1						
A	تلعفر	-1.599	229.9	3.0	76.6	SPI-24=-1
B	رطبة	-1.514	34.4	1.3	26.5	SPI-24=-1
C	تكريت	-1.435	48.6	1.8	27.8	SPI-24=-1
D	خانقين	-1.365	19.5	1.0	19.5	SPI-24=-1

الجدول (6): يمثل القيمة القصوى لمعدل للجفاف واستدامة شدته في كل مجموعة

عند العتبة SPI-3=0,-1 للمحطات المختارة ضمن منطقة الدراسة

SPI-6=-0						
المجموعة	اسم المحطة	SPI Average	M mm	L years	I mm/year	الفترة الزمنية (سنة)
A	كركوك	-1.1309	146.5	1.8	81.4	SPI-6(7-12)=0

SPI-6(1-6)=0	31.6	1.3	41.1	-0.773	رطبة	B
SPI-6(7-12)=0	48.5	2.0	97	-1.075	تكريت	C
SPI-6(7-12)=0	63.2	2.0	126.4	-0.852	خانقين	D
SPI-6=-1						
SPI-6(1-6)=-1	33.7	1.5	50.5	-1.574	سنجار	A
SPI-6(1-6)=-1	10.3	1.3	13.4	-1.555	رمادي	B
SPI-6(1-6)=-1	11.6	1.6	18.6	-1.454	تكريت	C
SPI-6(1-6)=-1	19.2	1.3	24.9	-1.539	خانقين	D

SPI-3=0						
المجموعة	اسم المحطة	SPI Average	M mm	L years	I mm/year	الفترة الزمنية (شهر)
A	كركوك	-1.106	143.8	1.8	82.2	SPI-3(10,11,12)=0
B	النخيب	-0.764	56.3	3.3	16.9	SPI-3(4,5,6)=0
C	تكريت	-1.062	95.5	2.0	47.8	SPI-3(10,11,12)=0
D	خانقين	-0.853	126.5	1.9	63.3	SPI-3(10,11,12)=0
SPI-3=-1						
A	كركوك	-1.484	36.8	1.8	20.4	SPI-3(1,2,3)=-1
B	رمادي	-1.537	16.9	1.2	14.1	SPI-3(1,2,3)=-1
C	تكريت	-1.830	12.6	1.2	10.5	SPI-3(1,2,3)=-1
D	خانقين	-1.741	23.6	1.2	19.7	SPI-3(1,2,3)=-1

من تموز - كانون اول في محطتي كركوك وخانقين على التوالي عند العتبة $SPI-6=0$. بشكل مختصر نلاحظ من نتائج الجفاف في منطقة الدراسة ان نمط توزيع الجفاف يتغير بالاعتماد على المجموع السنوي للأمطار ويظهر هذا التباين والاختلاف جليا عند استخدام البيانات المطرية كل 3 او 6 أشهر .

تبين من خلال تحليل النتائج ان معظم حالات الجفاف للمنطقة المشمولة بالدراسة تقع ما بين الصنفين معتدل الرطوبة ومعتدل الجفاف بموجب تصنيف SPI وتبين من تحليل النتائج ان نسبة السنوات الرطبة والجافة كانت متقاربة جدا عند جميع الفترات الزمنية لدليل المطر القياسي كذلك تبين اختلاف عدد مرات حدوث الجفاف في كل صنف من أصناف SPI فكانت النسبة المئوية للسنوات الرطبة والجافة عند العتبة صفر لـ $SPI-12$ هي 48.54% و 51.46% على التوالي وعند الفترات الزمنية القصيرة لـ $SPI-6(7-12)$ تصل الى 59.94% و 40.06% على التوالي، باستخدام العتبة صفر لـ $SPI-12$ كانت نسبة تصنيف معتدل الجفاف 35.96% بينما كان معدل نسبة السنوات الجافة لتصنيف متوسط الجفاف 10.82% ونسبة تصنيف شديد الجفاف ومتطرف الجفاف هو 3.51% و 1.17% على التوالي اما بخصوص تصنيف متطرف الجفاف والذي يعتبر من اسوء أنواع الجفاف تبين من خلال النتائج ان 4 محطات من اصل 9 محطات والتي تشكل نسبة 44.44% من مجموع المحطات الواقعة تحت الدراسة سجلت جفافا متطرفا عند العتبة صفر لـ $SPI-12$ وتقع هذه المحطات في مناطق مختلفة من العراق وتشمل محطات كركوك والموصل من المجموعة A وجميع محطات المجموعة B

يتبين من الجداول (4) الى (7). ان المحطات الواقعة في المجموعة A و D تميزت بقيم ومعدلات جفاف اعلى من باقي المناطق عند جميع الفترات الزمنية (3,6,12) شهر باستثناء الـ 24 شهر كانت اعلى قيم الجفاف مسجلة في المجموعة A و C ويعود السبب في ذلك الى معدلات وكميات الامطار الساقطة في تلك المناطق أكبر من معدلات وكميات الامطار الساقطة في المناطق الأخرى التي تقع ضمنها المحطات في المجاميع الأخرى.

يتبين من الجداول (6) و (7) ان درجة التباين في معدلات الجفاف خلال ستة اشهر تظهر بشكل أوضح عند استخدام البيانات المطرية كل ثلاثة اشهر على الرغم انه من الصعب تحديد الأشهر الثلاثة الأكثر جفافا او رطوبة الا ان قيم SPI تظهر ان الأشهر من كانون الثاني الى اذار تمتاز بمعدل مطري اكبر مقارنة مع بقية اشهر السنة وعند استخدام البيانات المطرية لكل ستة اشهر تبين وجود فروقات واضحة عند حساب قيم SPI بسبب درجات الحرارة العالية وخاصة عند استخدام المجموع من تموز الى كانون اول حيث بشكل عام تكون معدلات الامطار الساقطة في تلك الأشهر من السنة في عموم العراق اقل بكثير من بقية الأشهر

ان معدلات الجفاف باستخدام بيانات الامطار كل 3 أشهر تكون اعلى في الأشهر للفترة من نيسان الى كانون اول لجميع المحطات واقصاها حدثت في محطة كركوك كما نلاحظ ان معدلات الجفاف باستخدام بيانات الامطار النصف سنوية تكون اعلى للفترة من كانون الثاني-حزيران وتقريبا لجميع المحطات مع بعض الاستثناءات وكانت أقصاها في محطتي سنجار وخانقين على التوالي عند العتبة $SPI-6=-1$ بينما سجل اعلى معدل جفاف للفترة

عام 2017 وهذا المعدل مقارب للمعدل المطري للسنوات الشديدة الجفاف في المحطات الواقعة ضمن المجموعة. اما محطتي تكريت وخانقين ف سجلتا جفاف شديدا مقداره 91.44 و 114.76 ملم عند معدل مطري مقداره 83.26 و 145.35 في عامي 1998 و 2017 على التوالي.

B. التحليل المكاني للبيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS:

تم رسم الخرائط المكانية التي تمثل معدل دليل المطر القياسي عند قياسات زمنية مختلفة ولعبارات متباينة من دليل المطر القياسي يتبين من الخرائط المكانية ان اصناف الجفاف متباينة من منطقة الى أخرى اعتمادا على قيمة دليل المطر القياسي والمقياس الزمني المعتمد للأمطار في التحليل فنجد في الشكل (3) ان التصنيف السائد في جميع المحطات قيد الدراسة هو تصنيف الجفاف المعتدل عند العتبة صفر لـ $SPI(3,6,12,24)$ وبشدهات متقاربة حيث يتبين ان محطات النخيب اكثر تأثرا بهذا التصنيف عند العتبة صفر لـ $SPI-12$ فيما تكون غالبية محطات المجموعة B اكثر تأثرا عند $SPI-24$ اما عند $SPI-6$ نجد ان محطات تكريت وخانقين وكركوك والرماذي اكثر تأثرا بهذا الصنف من الجفاف مقارنة مع المحطات الأخرى.

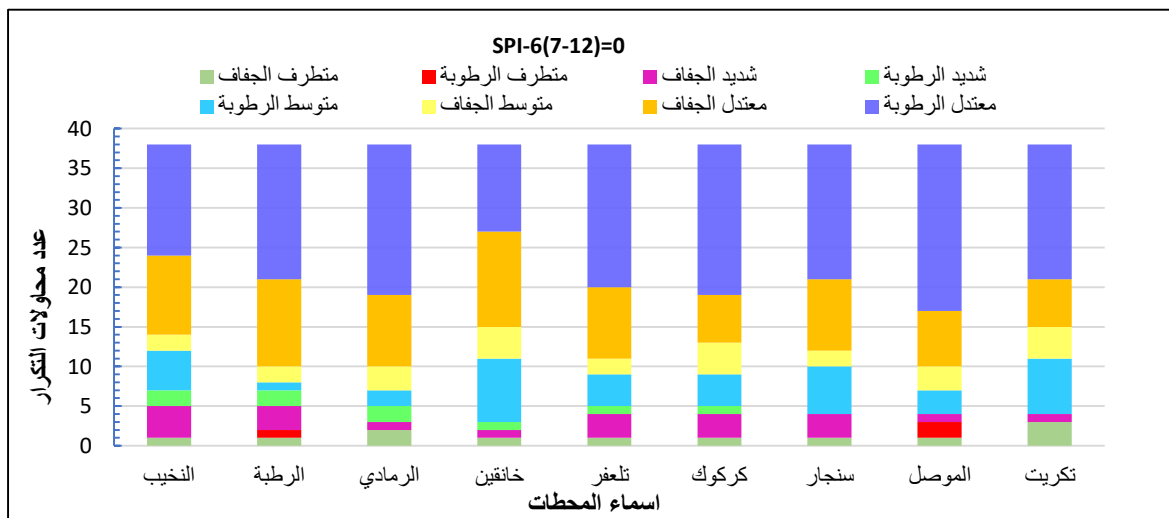
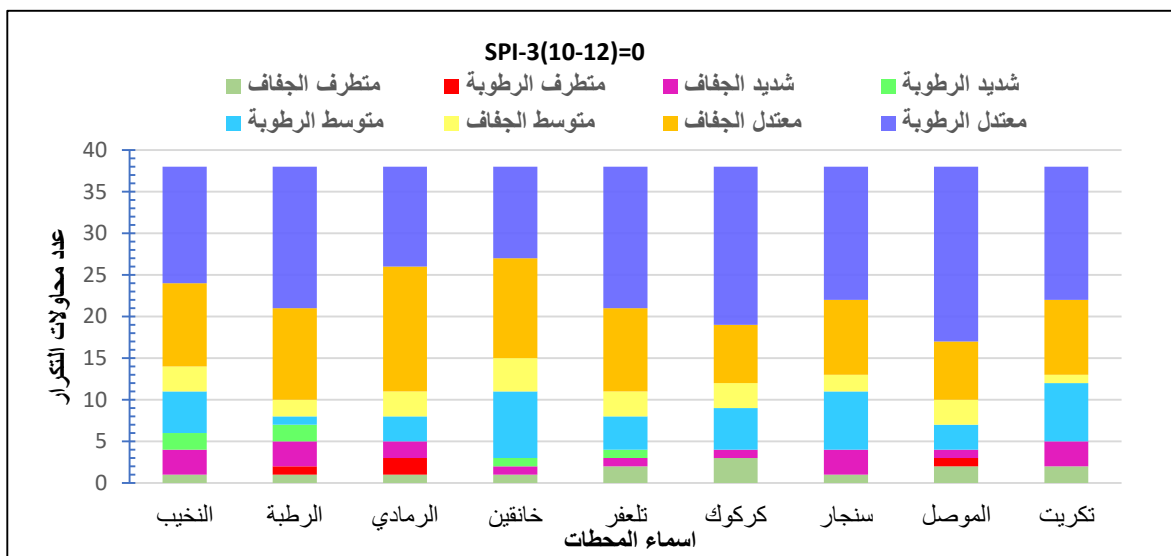
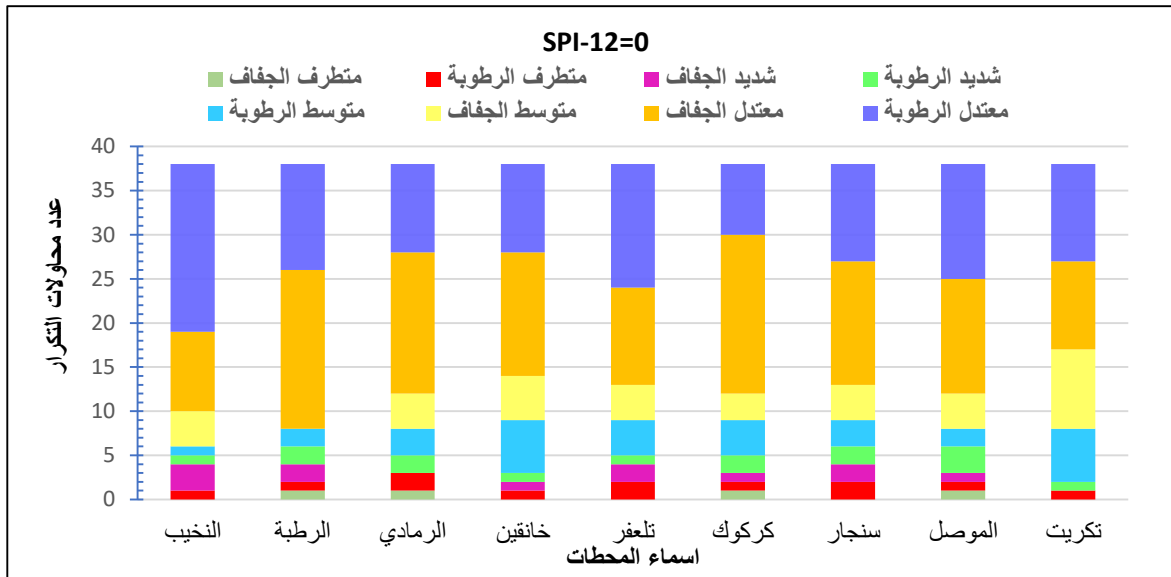
فيما نجد في الشكل (4) ان صنف المناخ المتوسط الجفاف هو الأكثر تأثيرا على محطات المجموعة A عند العتبة صفر لـ $SPI-6$ للفترة من تموز الى كانون الأول ولـ $SPI-3$ للفترة من كانون الثاني الى اذار. اما عند العتبة 1- لـ $SPI-24$ نجد ان المناخ المتوسط الجفاف هو السائد في غالبية محطات المجموعة B ومحطات منتخبة من مختلف المجموعات عند دليل مطر مقياس بفترة زمنية مختلفة ويكون الصنف الشديد الجفاف هو الصنف الاكثر تأثيرا في محطات سنجار وتلعفر وتكريت وخانقين والرطوبة عند العتبة 1- لـ $SPI-3$ للفترة من نيسان الى حزيران لـ $SPI-3$ للفترة من كانون الثاني الى اذار وللترات الزمنية $SPI(3,6,12)$ شهر ، فيسود تصنيف الجفاف المتطرف وشديد الجفاف الا ان صنف الجفاف المتطرف هو اكثر تأثيرا على محطة الرطوبة فيما يسود التصنيف الشديد الجفاف على باقي المحطات عند مختلف قيم SPI أنفة الذكر .

باستثناء محطة النخيب وتزيد نسبة الجفاف المتطرف كلما كانت الفترة الزمنية لحساب SPI قصيرة فوجد عند العتبة صفر لـ $SPI-(10-12)$ ان محطات كركوك والموصل وتلعفر وتكريت اكثر تطرف في الجفاف من باقي المحطات الأخرى وسجلت اعلى نسبة للسنوات ذات التصنيف المتطرف الجفاف وبنسبة %4.09 وكان لمحطة كركوك النصيب الأكبر من هذه النسبة كما هو واضح من خلال الشكل (2).

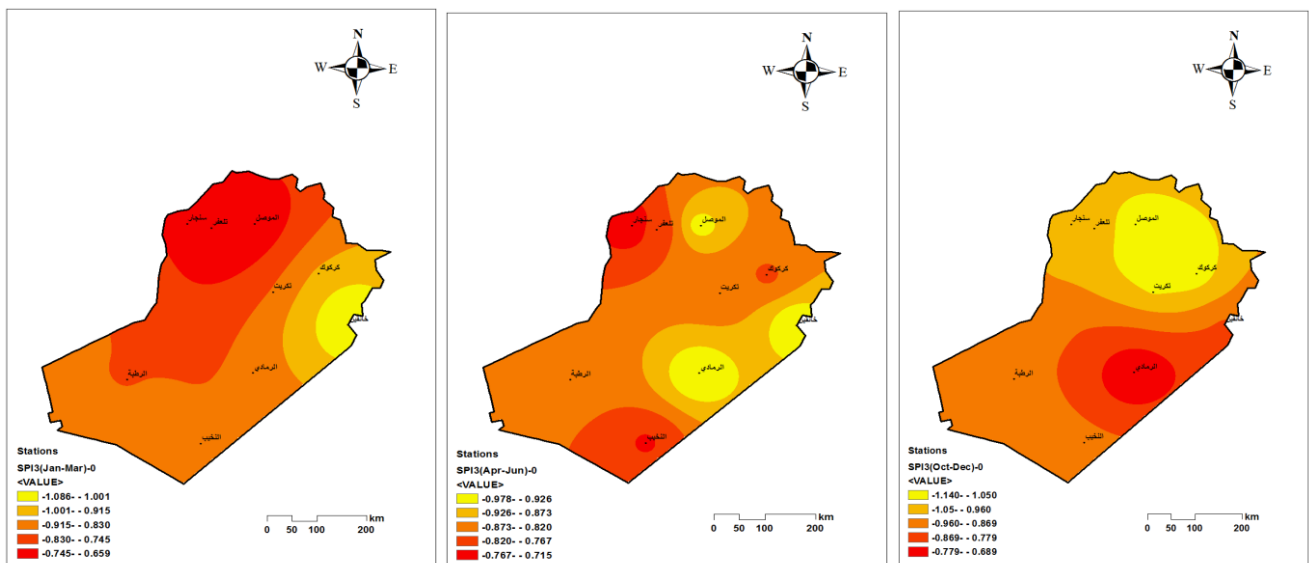
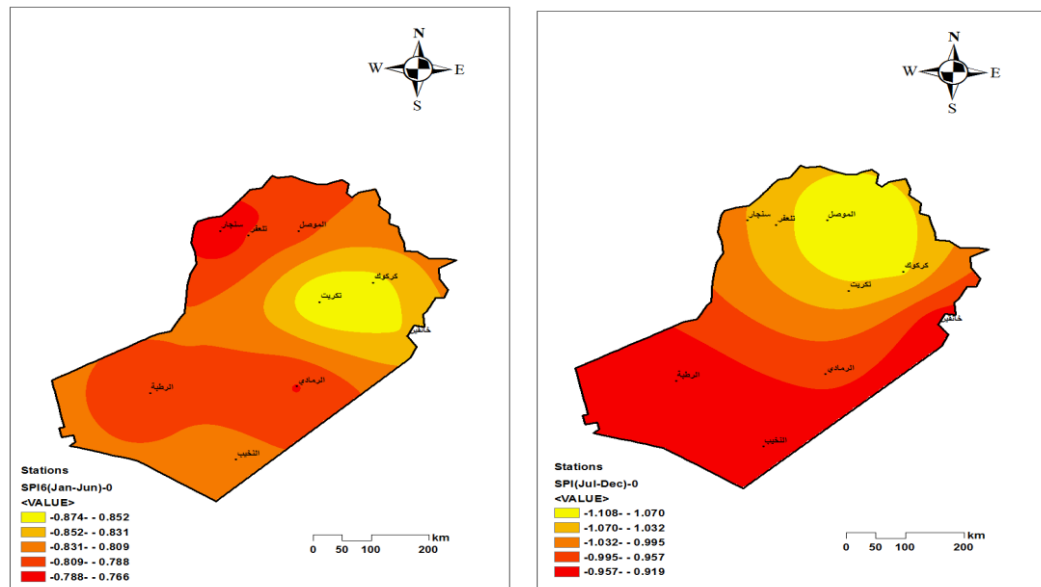
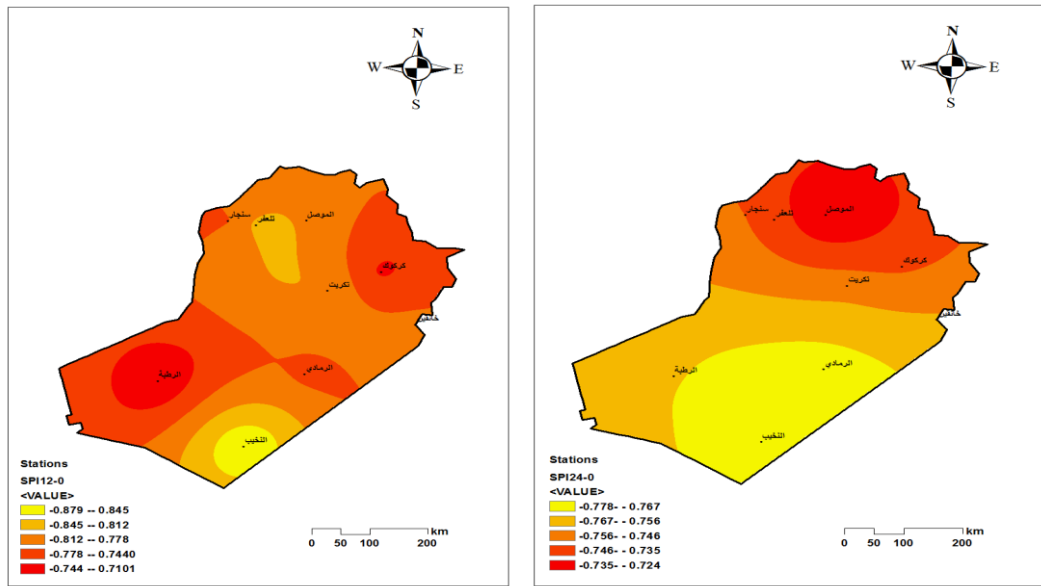
استنادا الى قيم SPI القصوى في التصنيف $SPI-12=0$ في المجموعة A سجلت محطة كركوك اشد تطرفا عام 2008 بعجز مائي مقداره 209.51 ملم وبمعدل مطري سنوي قدره 134.98 ملم مقارنة مع باقي محطات المجموعة وسجلت محطة الرطوبة عام 2004 عجزا قدره 100.56 ملم عند معدل مطري مقداره 5.04 وهو الأقل من بين جميع المحطات الواقعة قيد الدراسة عند دليل مطر قياسي ($SPI=-3.307$) وهو اعلى قيمة مسجلة مقارنة بقيم المحطات الأخرى. فيما لم تسجل كل من محطة تكريت وخانقين أي تطرف خلال الفترة من 1981-2018.

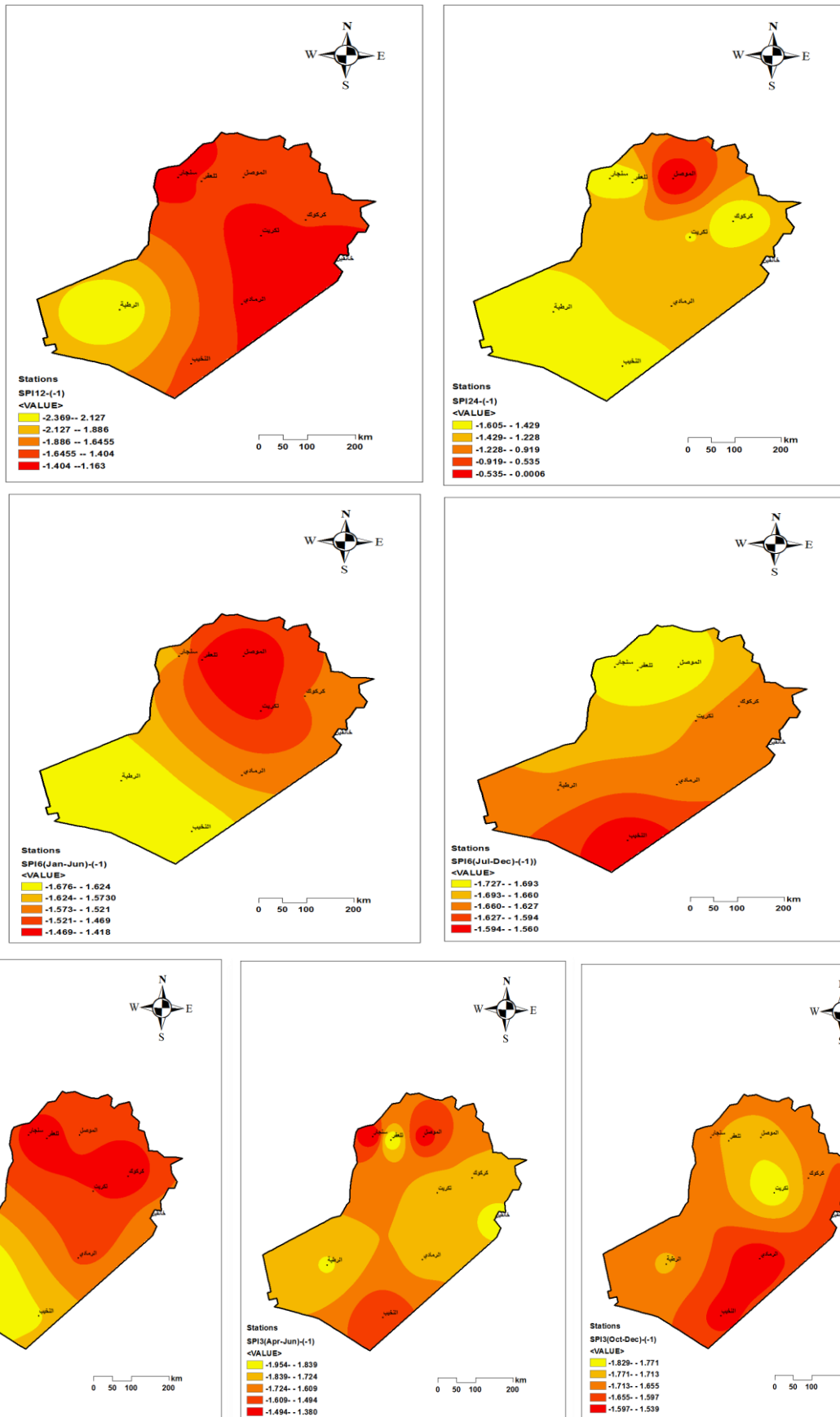
كذلك بينت الدراسة ان جميع المحطات سجلت جفافا شديدا متباينا في قيمة وتاريخ وقوعه وفترات تكراره وكما نوهنا انفا بان السنوات الشديدة الجفاف تشكل نسبة %3.51 من مجموع السنوات الجافة وتتوزع هذه النسبة بواقع %57.00، %29.00 و %14 على محطات المجموعة A و B و D على التوالي كما هو واضح من الشكل (2) عند $SPI-12=0$ وبالرجوع الى قيم SPI القصوى الواقعة ضمن تصنيف المناخ الشديد الجفاف نجد ان محطة تلعفر في المجموعة A سجلت عام 2007 جفاف شديدا بعجز مقداره 162.61 ملم عند معدل مطري يساوي 157.1 ملم. وبين الجدول ان المحطات الواقعة في الجزء الشمالي الغربي والشرقي من البلاد والمتمثلة بمحطات المجموعة A هي من أكثر المحطات تأثر بالجفاف الشديد نتيجة انخفاض معدلات تساقط الامطار خلال السنوات الجافة حيث انخفض معدل المطر فيها دون 179.52 ملم وهذا يؤثر بدورة على الموازنة المائية وزراعة المحاصيل الاستراتيجية وخاصة الحنطة والشعير وخاصة اذا ما علمنا ان تلك المنطقة تعتبر المورد الرئيسي لتلك المحاصيل في العراق.

اما في المجموعة B كان الجفاف شديدا في محطة الرطوبة مسجلا عجزا قدره 83.76 ملم عند معدل مطري يساوي 21.84 ملم



شكل (2) : يبين توزيع أصناف حدوث الجفاف لمنطقة الدراسة عند قياسات زمنية مختلفة $SPI(24,12,6,3)=0$





شكل (4) يبين توزيع أصناف حدوث الجفاف لمنطقة الدراسة عند قياسات زمنية مختلفة $SPI(24,12,6,3)=-1$

5- الاستنتاجات:

- الجفاف %35.96 بينما كان معدل نسبة السنوات الجافة لتصنيف متوسط الجفاف 10.82% ونسبة تصنيف شديد الجفاف ومتطرف الجفاف هو %3.51 على التوالي .7 ان جميع المحطات سجلت جفافا شديدا متباينا في قيمة وتاريخ وقوعه وفترات تكراره وكانت نسبة السنوات الشديدة الجفاف %3.51 من مجموع السنوات الجافة وتوزع هذه النسبة بواقع %50.00، %50.00 على محطات المجموعة A,B, على التوالي .
8. في المجموعة B كان الجفاف شديدا في محطة الرطبة مسجلا عجزا قدره 83.76 ملم عند معدل مطري يساوي 21.84 ملم عام 2017. اما محطتي تكريت وخانقين فسجلنا جفافا شديدا مقداره 91.44 و 114.76 ملم عند معدل مطري مقداره 83.26 و 145.35 ملم في عامي 1998 و 2017 على التوالي.
9. بخصوص تصنيف متطرف الجفاف والذي يعتبر من اسوء أنواع الجفاف تبين من خلال النتائج ان 4 محطات من اصل 9 محطات والتي تشكل نسبة %44.44 من مجموع المحطات الواقعة تحت الدراسة سجلت جفافا متطرفا عند العتبة صفر لـ SPI-12 تقع هذه المحطات في مناطق مختلفة من العراق وتشمل محطات كركوك والموصل من المجموعة A وجميع محطات المجموعة B باستثناء محطة النخيب وتزيد نسبة الجفاف المتطرف كلما كانت الفترة الزمنية لحساب SPI قصيرة
10. استنادا الى قيم SPI القصوى عند العتبة صفر لـ SPI-12=0 في المجموعة A سجلت محطة كركوك اشد تطرفا عام 2008 بعجز مائي مقداره 209.51 ملم وبمعدل مطري سنوي قدره 134.98 ملم مقارنة مع باقي محطات المجموعة وسجلت محطة الرطبة عام 2004 عجزا قدره 100.56 ملم عند معدل مطري مقداره 5.04 وهو الأقل من بين جميع المحطات الواقعة قيد الدراسة عند دليل مطر قياسي (SPI=-3.307) وهو اعلى قيمة مسجلة مقارنة بقيم المحطات الأخرى. فيما لم تسجل كل من محطة تكريت وخانقين أي تطرف خلال الفترة من 1981-2018.

1. تبين من خلال النتائج التي تم الحصول عليها وعند العتبة صفر لـ SPI-12 ان قيم شدة الجفاف كانت اكبر في محطات المجموعة (A) مقارنة مع باقي المحطات اذ سجل اقصى عجز مترام في كميات الامطار المتساقطة عند محطة كركوك وبعمرق 751.6 ملم ولفترة جفاف استمرت (6) سنوات للفترة من 2007-2012 تلتها محطة تلعفر وسنجار وبعمرق 700.8 و 670.2 ملم على التوالي .
2. اما عند العتبة صفر لـ SPI-24 فكان اقصى عجز مترام في محطة تلعفر من المجموعة (A) وبعمرق 1392.1 ملم ولفترة جفاف استمرت (8) سنوات للفترة من 2005-2012 فيما سجل ادنى اقصى عجز مترام عند نفس العينة في محطة خانقين من المجموعة (D) وبعمرق 277.5 ملم ولفترة جفاف استمرت (4) سنوات للفترة من 2009-2012 .
3. بينت نتائج الدراسة ان معدلات شدة الجفاف في محطات المجموعة (A) عند العتبة صفر لـ SPI-12 و SPI-24 اكبر من معدلات شدة الجفاف في محطات المجاميع الأخرى وذلك لكون الفترتين الزميتين 12 و 24 طويلة الأجل والتي تعكس الجفاف الهيدرولوجي .
4. ان المحطات الواقعة في المجموعة A و D تميزت بقيم ومعدلات جفاف اعلى من باقي المناطق عند جميع الفترات الزمنية (3، 6، 12) شهر باستثناء 24 شهر كانت اعلى قيم الجفاف مسجلة في المجموعة A و C ويعود السبب في ذلك الى معدلات وكميات الامطار الساقطة في تلك المناطق أكبر من معدلات وكميات الامطار الساقطة في المناطق الأخرى التي تقع ضمنها المحطات في المجاميع الأخرى.
5. كانت النسبة المئوية للسنوات الرطبة والجافة عند العتبة صفر لـ SPI-12=0 هي %48.54 و %51.46 على التوالي وتحسنت النسبة عند الفترات القصيرة 0 = SPI-6(7-12) لتصل لنسبة %59.94 و %40.06 على التوالي.
6. أن معظم السنوات الجافة كانت تنتمي الى صنف معتدل الجفاف عند مختلف الفترات الزمنية من دليل المطر القياسي، عند العتبة صفر لـ SPI-12=0 كانت نسبة تصنيف معتدل

References:

- [1] A. K. Mishra, and V. P. Singh, "A review of drought concepts", Journal of hydrology, 391:202-216, 2010.
- [2] K. A. Al-Mohseen, "Drought Assessment for Fatha Region using Fuzzy Logic Approach", Proceedings of the Georgia Water Resources Conference, University of Georgia. Athens, Georgia, 27-29 April, 2009.
- [3] , D. A. White & M. H. Glantz, "Understanding of the drought phenomenon: the rule and definition". Water Int. 10, PP. 111-120, 1985.
- [4] C. Walter, "Qantas of Iraq", UNESCO-UNEP Induction Training, World Heritage Nomination Process of the Iraqi Marshlands, 29 June 2009.
- [5] A. A. Paulo, L. S. Pereira, and P. G. Matais, "Analysis of local and regional droughts in southern Portugal using the theory of runs and the standardized precipitation index", in G. Rossi, et al. (eds), Tools for Drought Mitigation in the Mediterranean Regions, Kluwer Academic Publishing, Dordrecht, Kluwer, 55-78, 2003.
- [6] S. Sirda & S. Zekai, "Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region", Turkey. IAHS Publ. No. 5. Vol. 48. PP. 809-820, 2003.
- [7] G. Rossi, "An integrated approach to drought mitigation in Mediterranean Regions", in Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions, edited by G. Rossi et al., Dordrecht (the

- Netherlands), Kluwer Academic Publishers, PP. 3-18, 2003.
- [8] A. Loukas, and L.Vasiliades, "Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in Thessaly region, Greece", Natural Hazards and Earth System Sciences, 4: 719-731, 2004.
- [9]. A.Osti, G.Wong, A.Metcalf, and M.Lambert, "Drought severity-area-frequency curves for NSW", 30th Hydrology and Water Resources Symposium, 4-7 December, Launceston, Australia, 2006.
- [10]. O.Yildiz, "Assessing temporal and spatial characteristics of drought in the Hirfanli dam basin, Turkey", Scientific Research and Essay, Vol. 4 (4): 249-255, 2009.
- [11]. R.Akhtari, S. R.Bandarabadi, and B.Saghafian, "Spatio-temporal pattern of drought in northeast of Iran", Options Méditerranéennes, Series A, No. 80, pp. 71-77, 2008.
- [12] Y. Alhusban, and M. Zugul, "Analysis of Drought Periods in the Zarqa basin, Using Standard Precipitation Index (SPI) and geographic information system (GIS) during 1984-2015", <https://www.researchgate.net/publication/328852497>, Jan. (2018).
- [13]. رشيد، انس محمود ، "تحليل فترات جفاف الأمطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسي SPI"، مجلة هندسة الرافدين، المجلد (18) ، العدد (2) ، ص 60-72، 2009.
- [14]. J. F.Santos, M. M.Portela, and I.Pulido-Calvo, "Regional frequency analysis of droughts in Portugal", Water Resources Management, 25(4): 3537-3558, 2011.
- [15]. كليانا، معد ماجد ، "نمذجة وتحليل الجفاف في شمال العراق"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة/ جامعة الموصل، 2013.
- [16].O. Agha, N. Şarlak, "Spatial and Temporal Analysis of Droughts in Iraq Using the Standardized Precipitation Index", IOSR Journal of Applied Physics, Vol.8, PP. (19-25), 2016.
- [17]. AM. AL-Salihi, YK. AL-Timimi, AM. AL-Lami, "The Homogeneity Analysis of Rainfall Time Series for Selected Meteorological Stations in Iraq", Diyala Journal for pure Sciences, Vol.10, No.2, PP.(66-70), 2014.
- [18]. O. Agha, N. Şarlak, "Analysis of meteorological Drought in Iraq using the Reconnaissance Drought Index (RDI), No. 5(3), Issu: 2320-5407, PP. (473-479), 2017.
- [19]. جاسم، انسام عصام ، "تقييم خصائص الجفاف الإقليمي في العراق"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة/ جامعة الموصل، 2017.
- [20]. O. Agha, N. Şarlak, "A Review of Meteorological Drought Based Indices Forwards Integrated Water Resources Management in Iraq", Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, Vol.17, NO. 2-3, PP. (663-672).
- [21]. S. Kasim, A.Youns, O. Agha, "Testing of the Homogeneity of Precipitation Time Series in Selected Regions of Iraq", Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ), Vol. 25, Issue: 1, PP. (126-137), 2020.
- [22]. T. B.McKee, N. J.Doesken, & J.Kleist, "The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints". Eight Conf. on Applied Climatology (Anaheim, California, USA), PP. 179-184, 1993.

Temporal and Spatial Analysis of Drought Using the Standard Precipitation Index for the Northwestern Region of Iraq

Samah Mohammed Kasim Abdulwahab Mohammad Youns Omar M , A, Mahmood Agha
sm4241559@gmail.com gazzal@uomosul.edu.iq o.gha@uomosul.edu.iq

Dams and Water Resources Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

Abstract:

The purpose of the study is to meteorological drought analysis using a standard precipitation index (SPI) in (9) climatic stations spread over the northwestern part of Iraq for the period from 1981 to 2018. Analysis was done at different time intervals and different SPI thresholds. The study showed that the percentage for wet and dry years is 48.54% and 51.46%, respectively, when rated $SPI-12 = 0$, and this percentage improves for short periods of time to reach 59.94% and 40.06 for wet and dry years respectively when rated $SPI-6 (7-12) = 0$. It was found that the classification of moderate humidity and moderate dryness is prevalent during that period and at all classifications and time periods, while the classification of severe dryness and extreme drought appears clearly and clearly in short time periods, especially in the stations of group (A) and (B).

Key words: Standard precipitation index; extremely drought Sever drought, Heterogeneity, Stations,

Rainfall time series