

مؤشرات التغير المناخيّ الحاصلة في ظاهرة الجفاف

حسب دليل المطر القياسيّ SPI في محافظة واسط

بحث مستل لطالب الماجستير: عمر حمدان عبدالله الشُّجيريّ

بإشراف: أ. د. يوسف محمد علي الهذال

جامعة بغداد - كلية التربية/ابن رشد للعلوم الانسانية

الملخص:

عمد هذه البحث للكشف عن مؤشرات التغير المناخي الحاصلة في ظاهرة الجفاف في محافظة واسط ، اذ هدف البحث لبيان اثر تغير المناخ في تكرار تعاقب دورات الجفاف والرطوبة ، واختيرت عشر محطات مناخية موزعة اربعٍ منها لمنطقة الدراسة وأخرى ضابطة لأجل متابعة ورصد مؤشرات تغير ظاهرة الجفاف ، زمانياً اعتبرت مدة التسجيل المناخي (١٩٤١-٢٠١٣) ممثلاً لمؤشر التغير الحاصل في مدة الاتجاه العام ، واختيرت المدد المناخية لمقارنة هذه التغيرات .

وقد تم استخدام الأدلة المناخية لدراسة ظاهرة الجفاف ومنها دليل المطر القياسي Spi الاكثر تطوراً واستخداماً عالمياً في دراسة تغير المناخ وأثره في ظاهرة الجفاف، واستخدمت الوسائل الكاتوكرافية بتقنياتها البرمجية ، اذ اظهرت نتائج البحث وجود مؤشرات واضحة خلال مدة الاتجاه العام (١٩٤١-٢٠١٣) لتزايد تكرار السنوات الجافة لمحطات منطقة الدراسة والضابطة لها عدا محطتي الناصرية والعمارة اللتين اشارتا إلى تناقص تكرار السنوات الجافة ، أما المدد المناخية فأشارت المدة الاولى والثانية تعاقب لتكرار السنوات الرطبة والجافة مع وجود ترجيح لكفة السنوات الرطبة مشيرة لذلك خرائط النمذجة المكانية ، أما المدة الأخيرة فقد تضمنت مؤشرات التغير لتكرار سنوات الجفاف ، وإن أكثر تكرار للسنوات حسب SPI لدى غالب المحطات معتدل الجفاف مع سيادة تكرار سنوات الجفاف ، لتظهر تكراراتها بدورة للسنوات الجافة المتواصلة لاسيما العقد الأخير من مدة الدراسة الذي أشار فقط مؤشر تكرار السنوات الجافة مع وجود بعض السنوات المتطرفة الجفاف التي لم يسبق تكرارها منذ بداية التسجيل المناخي .

مقدمة :

تُعدُّ مؤشرات التغير المناخي مشكلة معاصرة وأخذت بالاهتمام بها العديد من دول العالم، بعد ما تركت آثارها الواضحة على نظم الحياه الطبيعية تزايد تكرار ظاهرة الجفاف، الذي عدّ الجفاف الخطر المناخي الزاحف على البيئة الطبيعية واهمها تأثيراً الموارد المائية التي تلقي بتأثيرها على القطاعات الطبيعية والبشرية الأخرى، إذ أصبح من الواضح لاسيما خلال العقدين الاخيرين زيادة لتكرار السنوات الجافة على مستوى العراق ومنطقة الدراسة، وبرزت مشكلة الجفاف التي تزامنت

مع ما يحمله المناخ من مؤشرات للتغير. لهذا مثلت هذه المشكلة وأثارها الواضحة دافعا لدراسة هذا الموضوع، انطلاقاً من حقيقته مفادها أنّ دراسة ظاهرة الجفاف وربطها بالتغيرات المناخية التغير من الدراسات الحديثة التي تنطلق أهميتها من أنّها تعالج مشكلة معاصرة فمن الممكن إن تكون الأكثر احتياجاً للمعالجة ثم تكون من بين الدراسات الأكثر نفعاً ، وهذا يقود إلى طرح مشكلة البحث في صياغة الأسئلة الآتية :

- مشكلة الدراسة :

- ١- ما أثر مؤشرات تغير المناخ في طبيعة واتجاه تكرار سنوات الجفاف والرطوبة خلال مدة اتجاهها العام .
- ٢- هل هناك مؤشرات لتزايد ظاهرة الجفاف خلال المدد المناخية المدروسة .

- فرضية البحث :

تستمد فرضية البحث من الأسئلة التي تم طرحها ضمن المشكلة ، حيث ذهبت الفرضية إلى تفسيرها وجواباً لمشكلة البحث الرئيسية وبما يأتي:

- ١- هناك أثر لتغير المناخ في تزايد اتجاه تكرار ظاهرة الجفاف خلال مدة الاتجاه العام .
- ٢- وجود تعاقب لتكرار سنوات الرطوبة والجفاف خلال المدد المناخية مع وضوح مؤشرات لتزايد سنوات الجفاف لاسيما خلال المدة الاخيرة .

- هدف البحث :

ارتكز البحث على عدد من الأهداف التي يمكن تلخيصها بما يأتي:

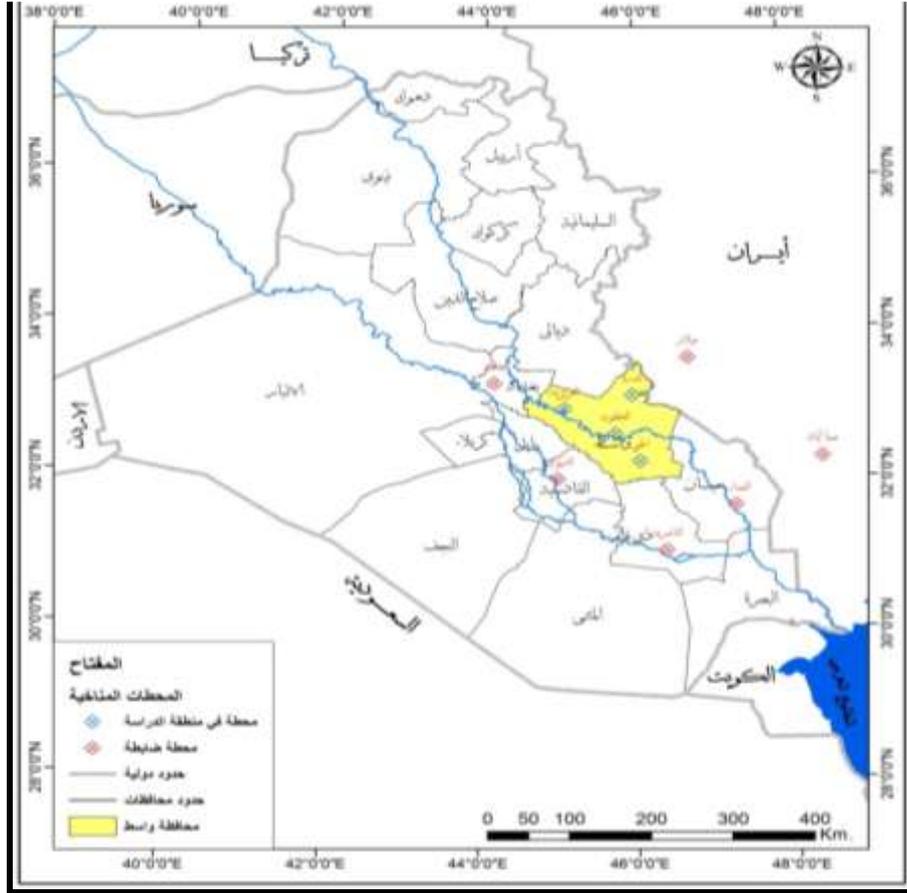
- ١- استعراض مؤشرات التغير المناخي الحاصلة في ظاهرة الجفاف عبر مدة اتجاهها العام ومدده المناخية والكشف عن التغيرات المكاني والزمني الحاصل بالاستناد إلى بيانات الأمطار المرصودة والنتائج المستحصل عليها من استخدام دليل spi .
- ٢- التعرف على مدى مساهمة مؤشرات تغير المناخ في تكرار ظاهرة الجفاف، وإمكانية التوقع بمستقبل اتجاه هذه الظاهرة على نطاق المحافظة المكاني.

- حدود البحث : تحدد البحث بالأبعاد الآتية :

- ١- **البعد المكاني** : تمثلت منطقة الدراسة ضمن الجزء الأوسط من العراق ، لتشغل الجزء الشمالي الشرقي من السهل الرسوبي، لتحدها من الشرق إيران ومن الشمال محافظة بغداد ومن الغرب محافظتا بابل والديوانية ومن الجنوب الغربي محافظة الناصرية والجنوب الشرقي محافظة ميسان، لهذا بلغت مساحتها (١٧١٥٣ كم^٢)^(١) ، وهذه تؤلف (٣.٩٤%) من مساحة العراق؛ لهذا تم اختيار عشر محطات مناخية موزعة أربع منها

ضمن منطقة الدراسة خريطة (٢) ، متمثلة بمحطة الحي ، الكوت ، العزيزية وبدرة ، وست محطات ضابطة موزعة مكانيا من شمال منطقة الدراسة محطة بغداد ومن الغرب محطة الديوانية ومن الجنوب الغربي محطة الناصرية ومن الجنوبي الشرقي محطة العمارة ومن الشرق محطتا عيلا ووصفا آباد في إيران .

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة الجغرافي بالنسبة للعراق والمحطات المناخية



المصدر : وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠٠ ، خريطة محافظة واسط ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ ، ٢٠١٠ .

٢ - البعد الزمني : يحدد هذا البعد امتداد التسجيل المناخي ، فقد حدد بما يأتي :

- أ- مدة الاتجاه العام (١٩٤١ - ٢٠١٣) (٧٣ سنة)
- ب- المدة المناخية الأولى (١٩٤١ - ١٩٧١) (٣٠ سنة)
- ت- المدة المناخية الثانية (١٩٧١ - ١٩٩٤) (٢٣ سنة)
- ث- المدة المناخية الثالثة (١٩٩٤ - ٢٠١٣) (٢٠ سنة)

أولاً : ظاهرة الجفاف ودليل المطر القياسي SPI

١ - ظاهرة الجفاف مفهومها وأنواعها ومسبباتها :

توجد عدة تعاريف إلا إنه لا يوجد تعريف دقيق ومقبول عالمياً للجفاف ، لأن حدوث الجفاف غالباً ما يكون اعتبارياً يبيّن طبيعة الظروف المناخية السائدة في معظم الحالات ، ولهذا عادة ما ينظر إلى الجفاف كظاهرة اقليمية تختلف باختلاف الظروف المناخية للإقليم^(٢) . إذ عرف برنامج المناخ العالمي التابع لمنظمة الإحصاء الجوية العالمية (١٩٨٦) الجفاف بأنه إذا قل التساقط (مطر او ثلج) عن المعدل ٦٠ % أو أكثر لسنتين متعاقبتين ، وفوق ٥٠% من الامتداد المكاني للإقليم^(٣) . إذ يعد الجفاف ظاهرة مؤقتة تحدث عندما تسقط الأمطار أقل من المعدل ، أو عندما يكون سقوط الأمطار أقل فعالية من العناصر المناخية الأخرى مثل الحرارة وانخفاض الرطوبة وزيادة سرعة الرياح^(٤) . والجفاف ظاهرة طبيعية مناخية متكررة من الصعب التنبؤ بحدوثها او فترة دوامها وشدتها فكلها مرتبطة بعوامل كونية تتعلق بالغلغاف الغازي بأكمله^(٥) . ونحن عادة لا يمكن ان نرى الجفاف المقبل ونحدد ساعات تحذيره مثلما في الاعاصير والفيضانات ، إذ الجفاف لا يملك بداية واضحة ونهاية مثل الاعاصير والفيضانات ، إذ يبدأ وينتهي ببطء وغالباً ما نرى آثار الجفاف الا بعد مرور اسابيع أو اشهر أو سنوات ، ولهذا كثيراً ما نقول أن الجفاف الخطر المناخي الطبيعي الزاحف^(٦) . يتخذ الجفاف عدة انواع منها الجفاف المناخي والهيدرولوجي والجفاف الزراعي .

وللبحث في مسببات الجفاف يمكن إرجاعها إلى الأسباب الآتية:

أ- تأثير حزام الضغط العالي شبه المداري ويعدّ من أهم العوامل المسببة للجفاف في موقعين حول الكرة الارضية ما بين خطي عرض ١٥ - ٣٠ ش و ج خط الاستواء ، ويعود ذلك إلى أن الرياح الدافئة والماطرة والمشبعة ببخار الماء الماطر حول خط الاستواء تبدأ رحلتها باتجاه القطب الشمالي والجنوبي ، وبسبب دوران الأرض حول محورها وما تلبث هذه الكتل الهوائية أن تبرد فتنتقل وتهبط مسببه مرتفعات جوية حركية حول المناطق المذكورة آنفاً وتسبب هذه الكتل الهابطة منع الهواء المشبع ببخار الماء في تلك المناطق من الارتفاع لكي تزداد رطوبته النسبية ويتساقط على شكل مطر^(٧) .

ب- البعد عن المسطحات المائية وتحديدها لدرجة القارية وامتداد السلاسل الجبلية .

ت- مؤشرات التغير المناخي : ظهرت هذه المشكلة في العقود الأخيرة والأخطر في شموليتها للكثير من المناطق والناطقة بفعل انخفاض الامطار.

٢ - دليل المطر القياسي SPI:

للكشف عن اتجاه ظاهرة الجفاف ومعرفة مؤشرات التغير الحاصلة فيها ، تم استخدام أهم مقاييس الجفاف شيوعاً وأحدثها استخداماً عالمياً* . إذ خلال السنوات الأخيرة وضعت مؤشرات مختلفة لكشف ورصد الجفاف ومن بينها والأكثر شيوعاً spi^(٨) . وهو أسلوب طوره McKee (١٩٩٣) ^(٩) . في المركز المناخي في كولورادو من أجل تحديد ومتابعة حالات الرطوبة والجفاف ^(١٠) وهو أداة لقياس آثار الجفاف ومقارنه شدة الجفاف عبر الزمان والمكان ، وبواسطته يمكن الكشف عن الجفاف في المدى القصير والطويل التي لا يمكن الكشف عنها بالمؤشرات الأخرى ^(١١) .

١ - طريقة عمل دليل المطر القياسي :

تم تطوير SPI لفهم تأثير نقص الأمطار على خصائص رطوبة التربة والمياه الجوفية والخزانات السطحية ، لذلك صمم SPI ليناسب عدة مقاييس زمنية لتحليل الأمطار ^(١٢) . إذ تبين المقاييس الزمنية لدليل المطر القياسي SPI تأثير الفترات الجافة والرطوبة على توافر الموارد المائية المختلفة ، فشذوذ الامطار على نطاق قصير يؤثر في حالة رطوبة التربة ، بينما تبين حالات شذوذ الأمطار على نطاق زمني طويل تدفق الأنهار والمياه الجوفية ونقص الخزانات ^(١٣) . لهذا الأسباب احتسب (McKee at al) SPI لمدة (٣ - ٦ - ٩ - ١٢ - ٢٤ - ٤٨ شهراً) ^(١٤) يقوم مبدأ التحليل بواسطة SPI على توزيع كما لسلسلة البيانات إلى التوزيع الطبيعي ، لذلك تكون قيمة الوسط لبيانات SPI تساوي صفراً ^(١٥) . فالقيم الموجبة لل SPI تشير إلى تساقط الأمطار أكبر من المعدل ، في حين القيم السالبة تشير إلى تساقط أقل من المعدل ، ويحدث الجفاف عندما يكون SPI سالباً وينتهي عندما يصبح موجباً ^(١٦) . ويعدّ SPI دليلاً نسبياً في تصنيف فترات الجفاف والرطوبة ، إذ يتعامل مع كل محطة بشكل منفرد ، ويمثل المعدل العام الحد الفاصل بين تصنيف الجفاف والرطوبة ، وبذلك أن مصطلح الجفاف لا يرتبط بالمحطات ذات المطر العالية أو الواطئة ، فعلى سبيل المثال كمية الأمطار الساقطة في سنة ما على المحطة المطرية ذات المعدل المطري ١٠٠٠ ملم تساوي ٩٠٠ ملم تصنف هذه السنة بأنها جافة ، لكن إذا كانت الأمطار في سنة ما على المحطة ذات المعدل المطري ١٠٠ ملم تسوي ١٢٠ ملم تصنف هذه السنة ضمن السنوات الرطبة ^(١٧) . لهذا يحتاج SPI بيانات الأمطار الشهرية المستمرة لمدة ٣٠ سنة فأكثر وكلما كان ذلك كان أفضل ^(١٨) .

إذ كلما امتدت المدة أكثر أعطت صفة عن طبيعة الأمطار في الوقت السابق وطبيعة أمطاراً في الوقت الحالي ومنها يحدد المعدل العام ، وتظهر الفترات الأكثر أمطار رطبة والأقل جفافاً وهذا له فائدة في اخذ صورة واضحة عن طبيعة السنوات في الماضي والحاضر لاسيما في دراسة التغير

المناخي . ولحساب SPI يتبع خطوات حساب توزيع كاما ويتم استخدام بعض المعادلات الرياضية لتحويل قيم الاحتمالية التراكمية لكاما إلى التوزيع الطبيعي، كمتغير عشوائي (ZRandom Variable) يمثل قيم دليل المطر القياسي SPI^* ، وفي هذه الدراسة تم إيجاد spi باستخدام برنامج spi

ويحدد شدة الرطوبة الجفاف باستخدام فئات التصنيف التي وضعها (McKee et al) وهي الفئات تستخدم في الولايات المتحدة نفسها^(١٩) . وكما في الجدول الاتي :

جدول (١) تصنيف دليل المطر القياسي (SPI)

التصنيف	قيم SPI
شديد الرطوبة جداً	≥ 2
شديد الرطوبة	1.5 to 1.99
متوسط الرطوبة	1 to 1.49
معتدل الرطوبة	0 to 0.99
معتدل الجفاف	-0.99 to 0
متوسط الجفاف	-1.49 to -1
شديد الجفاف	-1.99 to -1.5
شديد الجفاف جداً	≤ -2

Source: McKee , T.B., Doesken , N.J., Kleist, J., The relationship of drought frequency and duration to time scales , Eighth Conference on Applied Climatology,1993, pp. 179 - 184 .

٢- خصائص دليل المطر القياسي ومميزاته:

أ- يعدّ spi من القرائن التي تعتمد على عنصر مناخي واحد^(٢٠) . إذ يقوم spi على عنصر الأمطار وحده، ويتم تقييم الجفاف حتى لو لم تتوافر بعض بيانات الأنواء الجوية والهيدرولوجية^(٢١) .

ب- يعدّ اعتماد spi على عنصر الأمطار ، من منطلق أن الجفاف يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالأمطار ، فهو يبدأ عند انقطاعها وينتهي بسقوطها ، لهذا تعدّ دراسة تغيرات الأمطار الزمانية والمكانية وتكرارها من الأسس المهمة في دراسة الجفاف^(٢٢) .

- ت- توضح قيم spi خصائص تعاقب فترات الرطوبة والجفاف للمحطة المطرية تاريخياً ، وبذلك يمكن ملاحظة أيّ تغير غير طبيعي في خصائص المطر في تلك المحطة ولاسيما للفترات الحديثة مما يعطي استنتاجاً بوجود أو عدم وجود تغير مناخي في ذلك الموقع من العالم (٢٣) .
- ث- يعدّ (SPI) أقل تعقيد من دليل بالمر (PDSI) * لشدة الجفاف (٢٤) . إذ يتطلب بالمر palmar عدة عناصر مناخية رئيسة وهي الأمطار ودرجة الحرارة ومحتوى التربة من الرطوبة والتبخّر -نح محسوباً بطريقة ثورنثويت ، كل هذا وأنه لا يصلح للتطبيق في مناطق تمتاز بتباين أمطارها وجريانها السطحي (٢٥)
- ج- يعدّ spi دليلاً بسيطاً نستطيع تحويل به بيانات الأمطار المرصودة إلى مؤشر، لاستخدامه في البحوث على شكل سلاسل زمنية متعددة تسمح المرونة الزمنية في تقييم ظروف الأمطار وامدادات المياه بواسطته (٢٦) .
- ح- يقدم spi القدرة القياسية على رصد الظروف المناخية على مدى واسع من السلاسل الزمنية لغرض مقارنة الفترات الرطبة والجافة في مواقع مختلفة (٢٧) .
- خ- Spi اداة قوية لا تتطلب سوى بيانات الأمطار في حسابها ، وتقدم خمسه أبعاد رئيسة من الجفاف وهي : مدة الجفاف وشدته وتكراره ومقداره وخطورة (٢٨) .
- د- يمكن استخدام المجاميع المتراكمة للسلاسل الزمنية ومن القيم السالبة لل spi كمقياس لشدة الجفاف (٢٩) .
- ذ- من المميزات التي يتمتع بها spi أنه يمكن حسابه لسلاسل زمنية متعددة (٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ ، ٢٤ ، ٤٨ شهرا) مما يسمح بالمقارنة بين الفترات الزمنية ، ويمكن ان تكون هذه السلاسل الزمنية المختلفة مفيدة في تقييم الآثار المترتبة على مختلف مكونات النظام الهيدرولوجي على سبيل المثال (تدفق الأنهار ، مستويات الخزانات ، ومنسوب المياه الجوفية) (٣٠) .
- ر- Spi ليس مجرد متوسط الأمطار مقسوماً على الانحراف المعياري ، وإنما يتم تطبيق تساقط الأمطار باستخدام التوزيع الاحتمالي ، بحيث ينظر إلى spi كما في الانحراف المعياري عن المتوسط (٣١) .

ثانياً : مؤشرات التغير المناخي الحاصلة في ظاهرة الجفاف حسب دليل المطر

القياسي SPI

تقدم هذه الفقرة من هذا المبحث تحليل نتائج SPI لخصائص الجفاف ومؤشر التغير الحاصل به الزماني والمكاني ، إذ تم تطبيق SPI للسجلات المطرية لمحطات منطقة الدراسة والضابطة لها وللمدة (١٩٤١-٢٠١٣) لمدة ٧٣ موسماً مطرياً ، وشمل التطبيق أيضاً المحطات ذات السجل المطري القصير ، ولتعاقب فترات الجفاف والرطوبة لكل محطة تم احتساب SPI السنوية في

موسم مطري* لمدة ٨ اشهر . وهذا ما يطلبه SPI ففي رطوبة التربة يتم احتساب حالات المطر الشاذة على نطاق قصير وفي المياه الجوفية وتدفق الأنهار يتم احتساب قيم الأمطار على نطاق طويل ولهذا احتسب SPI McKee et al لمدد ٣، ٦، ٩، ١٢ شهرا (٣٢) .

١- التغيرات الحاصلة في تكرار سنوات الجفاف والرطوبة عبر اتجاهها العام :

أن توزيع سنوات الجفاف والرطوبة بالنسبة للمحطات المناخية لا يتبع نسقاً معيناً ، فهي مرتبطة بكمية الأمطار ، والواقع أن عنصر الأمطار لا يأخذ نمطا محدداً في كميته سواء فيما يتعلق بالخصائص الجغرافية او التضاريسية أو المواقع الفلكية (٣٣) . أضف إلى ذلك طبيعة الخصائص الشمولية (الساينوبتكية) ودورها في تكرار ومدته بقاء المنخفضات الجوية المسببة للأمطار . بتطبيق تحليل دليل المطر القياسي spi على محطات منطقة الدراسة والضابطة لها ، تم تحديد تكرار السنوات الرطبة والجافة على حد سواء ، ومما يظهره جدول (٣) ولمدة الاتجاه العام (١٩٤١-٢٠١٣) يظهر أن سنوات الجفاف والرطوبة حسب دليل spi كانت موزعة عبر هذه الاتجاه ، إلا أنها تأخذ اتجاهها معيناً يماش اتجاه عنصر الأمطار ، إذ تتخذ كل المحطات المناخية اتجاه تزايد تكرار سنوات الجفاف ماعدا محطتي الناصرية والعمارة إذ أشارت حسب معامل اتجاهها إلى تناقص للجفاف جدول (٢) . ويتبين ان تصنيف الجفاف حسب دليل spi واستنادا إلى جدول (٣) بأنه يقع ضمن فئة معتدل الجفاف على الغالب ، ماعدا محطتي العمارة والناصرية إذ تقع الفئة الأكبر ضمن معتدل الرطوبة . لهذا يلاحظ من جدول (٤) أن عدد ونسبة السنوات الجافة شكلت نسبة أكبر من السنوات الرطبة ، إذ بلغت عدد السنوات الجافة (٣٨ ، ٣٩ ، ٣٧ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ١٩ ، ١٧ سنة) لمحطة الحي والكوت وبغداد والديوانية والناصرية والعمارة وعيلام على التوالي ، وينسب (٥٢ ، ٥٣ ، ٥١ ، ٤٨ ، ٤٩ ، ٤٤ ، ٤٠ %) للمحطات السابق ذكرها على التوالي.

جدول (٢) اتجاه تكرار سنوات الرطوبة والجفاف * لمحطات منطقة الدراسة والضابطة لها حسب

اتجاهها العام ومددها الثلاث

المدد المناخية	الاتجاه العام (١٩٤١-٢٠١٣)		المدة المناخية الاولى (١٩٧١-١٩٤١)		المدة المناخية الثانية (١٩٧١-١٩٩٤)		المدة المناخية الثالثة (١٩٩٤-٢٠١٣)	
المحطة المناخية	معامل الاتجاه B	الاتجاه	معامل الاتجاه B	الاتجاه	معامل الاتجاه B	الاتجاه	معامل الاتجاه B	الاتجاه
الحي	-٠.٠٠٧	تزايد	٠.٠١٦٧	تناقص	٠.٠٠٢٥	تناقص	-٠.٠٤٩	تزايد
الكوت	-٠.٠٠٢	تزايد	٠.٠٤١	تناقص	٠.٠٢٣٨	تناقص	-٠.٠٧٦٨	تزايد
بغداد	-٠.٠١٢	تزايد	٠.٠٢٨٦	تناقص	-٠.٠٢٦٦	تزايد	-٠.٠٠٢٣	تزايد
الديوانية	-٠.٠٠٧٨	تزايد	٠.٠١٣٤	تناقص	-٠.٠٠٣	تزايد	-٠.٠٩٣٢	تزايد

الناصرية	٠.٠٠١٢	تناقص	-٠.٠٠١٢	تزايد	٠.٠١٧	تناقص	-٠.٠٥١٤	تزايد
العمارة	٠.٠٠٣٣	تناقص	----	----	٠.٠٠٧	تناقص	-٠.٠٣٨٧	تزايد
عيلام	-٠.٠١٣٨	تزايد	----	----	٠.٠١٢٢	تناقص	-٠.٠٣٧٧	تزايد
العزيفية	----	----	----	----	----	----	-٠.٠٣٥	تزايد
بدره	----	----	----	----	----	----	-٠.٠٨٢	تزايد
صفا اباد	----	----	----	----	----	----	-٠.٠٤٦٣	تزايد

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على :

١- نتائج spi ضمن الملاحق المرفقة (٢٥)(٢٦)(٢٧)(٢٨)(٢٩)(٣٠)(٣١)(٣٢).

٢- برنامج Excel لاستخراج معامل الاتجاه .

٢- التغيرات الحاصلة في تكرار سنوات الجفاف والرطوبة عبر مددها الثلاث :

يظهر من جدول (٢) ان تكرار سنوات الجفاف خلال المدة الأولى (١٩٤١-١٩٧١) تتجه نحو تناقص سنوات الجفاف في جميع المحطات المناخية ماعدا محطة الناصرية والمتجهة نحو الزيادة الضئيلة ، بمعنى أن تكرار السنوات الرطبة هي الصفة المميزة لهذه المدة ، وهذا واضح من بيانات نتائج جدول (٣) اذ شهدت محطة بغداد سنة شديدة الرطوبة جدا بلغت شدة رطوبتها (٢.٢٠) حسب تقنية دليل المطر القياسي spi وكانت ضمن الموسم المطري ١٩٥٨ ملحق (٢٧). وتشهدت هذه المدة أيضا تكرار سنوات شديدة الرطوبة توزعت على المحطات وضمن المواسم الآتية ، إذ كانت في محطة الحي ضمن الموسم المطري ١٩٦٨ وفي محطة بغداد ضمن الموسم المطري ١٩٥٥ والديوانية ضمن الموسم المطري ١٩٥٨ ، ملحق (٢٥)(٢٧)(٢٨) وشكلت فئة معتدل الرطوبة غالبية السنوات ضمن هذه المدة فكان أعلى تكرار لها ضمن محطة بغداد بواقع (١٨ سنة) جدول (٤) . وشكل تكرار السنوات الرطبة على العموم أكثر من السنوات الجافة ، فمن جدول (٤) بلغ تكرار السنوات الرطبة أعلى مستوى ، حيث وقد تصدرت محطة بغداد غالبية المحطات المناخية إذ بلغ تكرار السنوات الرطبة (٢٢ سنة) و (٨ سنة) جافة ، لهذا بلغت نسبة السنوات الرطبة ضمن المحطة المشار إليها (٧٣ %) وهذه الحالة تنطبق على بعض المحطات الأخرى وهذا واضح من شكل (٢) .

خلال المدة المناخية (١٩٧١- ١٩٩٤) ومن اتجاهها ضمن جدول (٢) المتناقص في تكرار سنوات الجفاف لغالبية المحطات المناخية ، وتزايد تكرار سنوات الرطوبة ضمن أربع محطات الكوت والديوانية والناصرية والعمارة وعيلام ماعدا محطتي بغداد والديوانية أشارتا إلى تزايد سنوات الجفاف ، فمن ما يظهره جدول (٣) أن تكرار السنوات الرطبة مرتفع ، وهذا واضح إذ شكلت فئة معتدلة الرطوبة الأكثر لمحطة الحي والناصرية والعمارة وعيلام (١٢ ، ١٠ ، ١١ ، ١٦ سنة) على التوالي ، في حين كانت فئة معتدل الجفاف الغالبة ضمن محطة الكوت بالرغم

من اتجاهها نحو تناقص الجفاف وبغداد والديوانية بواقع (١١ ، ١٤ ، ١٢ سنة) على التوالي ، لهذا فمن جدول (٤) نجد نسبه وعدد وتكرار السنوات الرطبة هي الأكثر فمن التي شهدت الاكثر تكرارا لسنوات الرطوبة تمثلت محطة عيلام والحي الأكثر بنسبة تكرار السنوات الرطبة (٧٠ ، ٦٥ %) .

في حين مثلت نسبة السنوات الجافة الأكثر ضمن المحطات التي شهدت الأعلى تكراراً للسنوات الجافة وتصدرت محطة بغداد والديوانية بنسبة (٦١ %) لتكرار السنوات الجافة لكل منهما على التوالي ، إلا أن مما يلفت الانتباه أن أغلب المحطات التي اشارت إلى تزايد تكرار سنوات الجفاف ضمن الجدول (٢) ، سجلت أعلى تكرار للسنوات الرطبة ويحدث العكس بالنسبة للمحطات التي أشارت الى تناقص الجفاف ونرجع هذا الامر بطبيعة الحال إلى أن المحطات التي سجلت اعلى تكرار في سنوات الرطوبة تكررت فيها سنوات جافة ضمن مدتها الاخيرة وانعكست على قيمة معامل الاتجاه ويحدث العكس للمحطات التي سجلت الأكثر جفافا والاتجاه نحو الرطوبة وهذا واضح من شكل (١).

إلى المدة الأخيرة (١٩٩٤-٢٠١٣) ومن جدول (٢) الذي يشير الى اتجاه الجفاف المتزايد ولكل المحطات حتى ذات السجل المناخي القصير ، إذ يظهر من جدول (٣) أن ظاهرة الجفاف اصبحت الأكثر شيوعا والأكثر تكراراً في كل المحطات المناخية ، إذ شكلت فئة السنوات المعتدلة الجفاف هي الأكثر في كل المحطات فكانت الأكثر ضمن محطتي الكوت وبغداد (١٢ سنة) على التوالي ، بل وتزامن ضمن هذه المدة تكرار للسنوات المتطرفة الجفاف ، فتمثلت بفئة متوسط الجفاف و شديدة الجفاف وشديد الجفاف جدا جدول (٣) ، إذ سُجل تعاقب تكرارها حسب المحطات ، إذ سُجلت سنة ٢٠٠٤ ضمن محطة الحي فئة شديد الجفاف (١.٥٠-) وسنة ٢٠٠٨ سجلت محطة عيلام والديوانية فئة متوسط الجفاف (١.١٠- ، ١.٤٨-) للمحطتين على التوالي ، وتأتي سنة ٢٠٠٩ لتسجل خلالها فئة شديد الجفاف (١.٥٥- ، ١.٧٩- ، ١.٨٨-) لمحطة محطة بغداد والديوانية وصفا آباء على التوالي ، شديد الجفاف (١.٥٠-) ، أما سنة ٢٠١٢ فقد سجلت فئة شديد الجفاف جداً التي لم تشهدها كل المحطات منذ بداية تسجيلها لتكون (٢.٠٠- ، ٢.١٣- ، ٢.٠٢-) لمحطة الحي والكوت وبدره على التوالي ، أما باقي المحطات وضمن السنة نفسها سجلت فئة متوسط وشديد الجفاف (١.٤٠- ، ١.٦٤- ، ١.٥٠- ، ١.٦٢-) لمحطة بغداد والديوانية والعمارة والعريزية على التوالي (٣٤).

ويتضح أن أغلب المحطات شهدت تكراراً لسنوات الجفاف المعتدل في الغالب إلى شديد الجفاف الاقل تكراراً . وتتسم المنطقة العربية ومنها منطقة الدراسة بسرعة التأثير بالتغير المناخي نتيجة

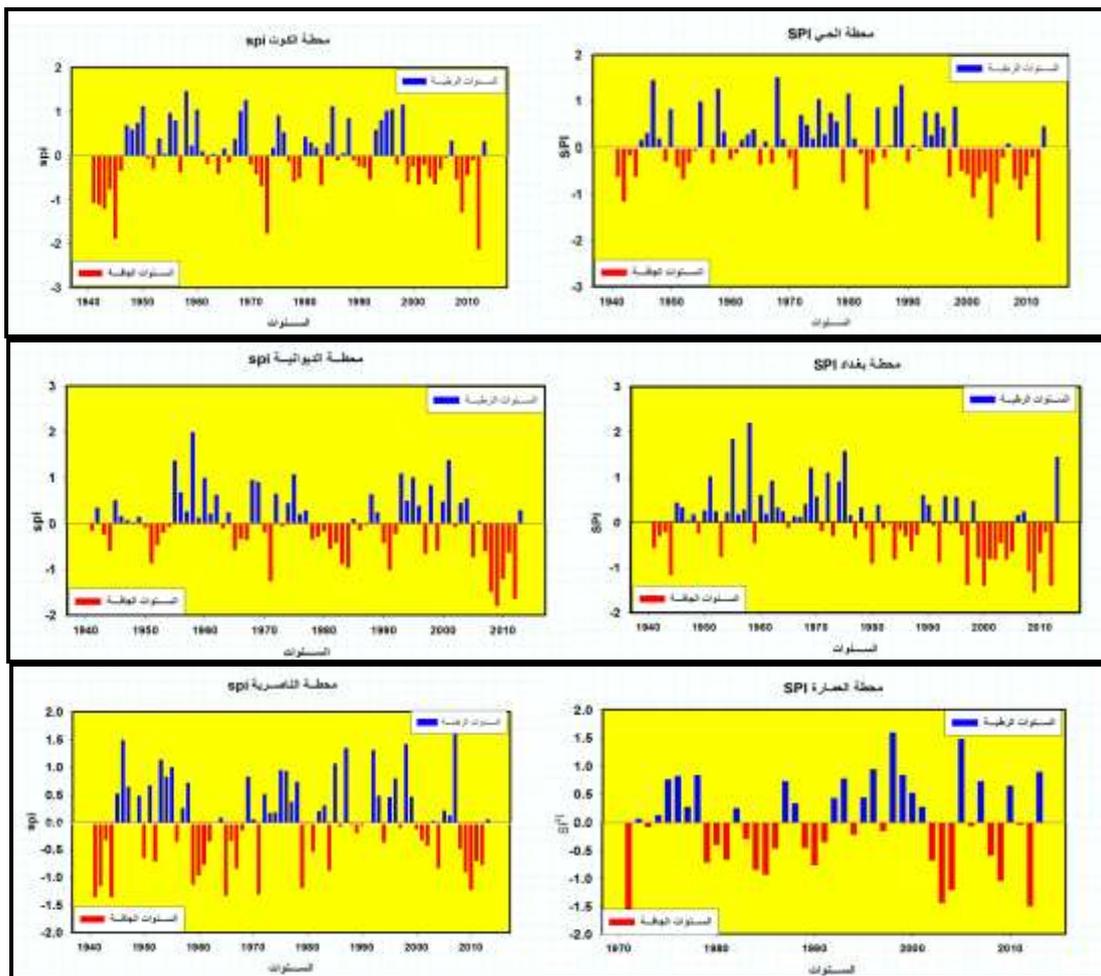
لمشكلة ندرة المياه التي تعاني منها أساساً وارتفاع تواتر حالات الجفاف وتغير دورات الجفاف . ففي منطقة الدراسة تزايدت حالات الجفاف وتكرر سنواته من سنة واحدة لكل قرابة خمس سنوات إلى سنوات متكررة الاتجاه لاسيما خلال العقد الأخير من مدة الدراسة . وأن لتغير المناخ ومؤشراته الواضحة في تكرر ظاهرة الجفاف وشدتها ومدتها آثارها الآتية والمستقبلية في واقع الموارد المائية ضمن منطقة الدراسة، إذ يتضح من أشكال السلاسل الزمنية لتكرار دورات الجفاف ضمن المدة الأخيرة أنها تظهر على شكل مجاميع من سنوات الجفاف المتراكمة. إذ يتم تحديد شدة الجفاف باستخدام المجاميع المتراكمة للقيم السلبية SPI كمقياس لشدة الجفاف^(٣٥). ويمكن أن نحدد اتجاهها ومدى تكرارها وهذا له فائدته في تقويم الأثر الحقيقي الذي تتركه سنوات الجفاف المستمرة على واقع الموارد المائية .

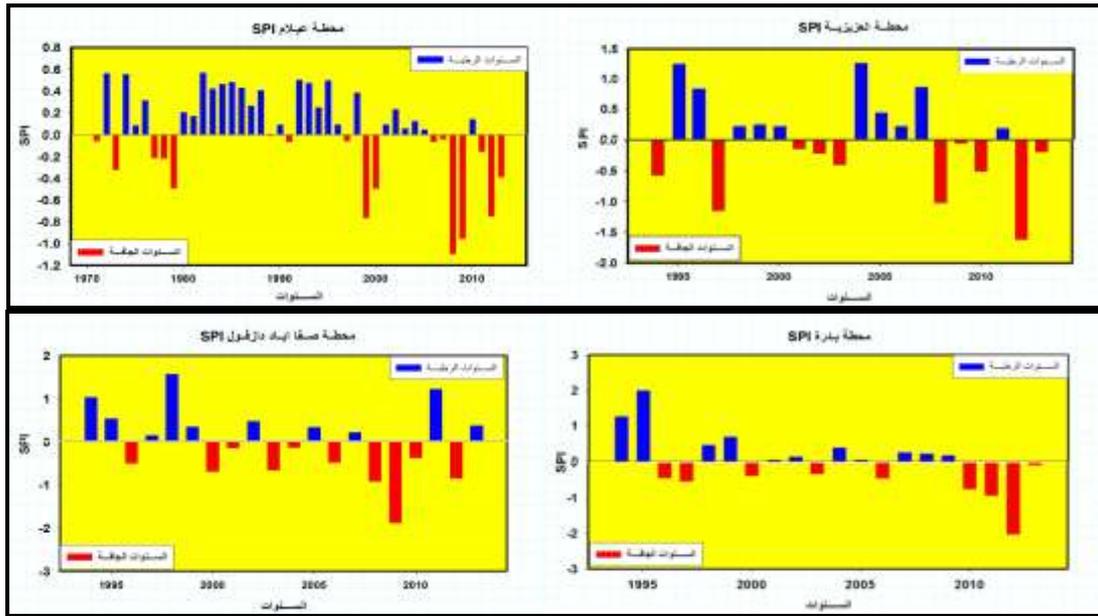
جدول (٣) تكرار السنوات الرطبة والجافة حسب دليل المطر القياسي SPI ومعيار تقسيمها لمحطات منطقة الدراسة والضابطة لها

تكرار سنوات الرطوبة الجفاف حسب دليل المطر القياسي SPI ومعيار تقسيمها								المحطة المناخية	عدد سنوات المدة	المدد المناخية
شديد الجفاف جدا	شديد الجفاف	متوسط الجفاف	معتدل الجفاف	معتدل الرطوبة	متوسط الرطوبة	شديد الرطوبة	شديد الرطوبة جدا			
١	١	٣	٣٣	٢٩	٥	١	٠	الحي	٧٣	الاتجاه العام -١٩٤١ (٢٠١٣)
١	١	٥	٣٢	٢٥	٩	٠	٠	الكوت		
٠	١	٥	٣١	٢٩	٤	٢	١	بغداد		
٠	٢	٤	٣١	٢٩	٦	١	٠	الديوانية		
٠	٠	٧	٢٨	٢٩	٨	١	٠	الناصرية		
٠	٢	٣	١٧	١٩	١	١	٠	العمارة	٤٣	الاتجاه العام -١٩٧١ (٢٠١٣)
٠	٠	١	١٦	٢٦	٠	٠	٠	عيلام		
٠	٠	١	١٥	١١	٢	١	٠	الحي	٣٠	المدة المناخية الأولى ١٩٤١ - (١٩٧١)
٠	١	٣	٩	١٢	٥	٠	٠	الكوت		
٠	٠	١	٧	١٨	٢	١	١	بغداد		
٠	٠	٠	١٣	١٤	٢	١	٠	الديوانية		
٠	٠	٥	١٠	١٢	٣	٠	٠	الناصرية		
٠	٠	١	٧	١٢	٣	٠	٠	الحي	٢٣	المدة المناخية الثانية ١٩٧١ - (١٩٩٤)
٠	١	٠	١١	١٠	١	٠	٠	الكوت		
٠	٠	٠	١٤	٧	١	١	٠	بغداد		
٠	٠	٢	١٢	٧	٢	٠	٠	الديوانية		
٠	٠	٢	٨	١٠	٣	٠	٠	الناصرية		
٠	١	٠	١١	١١	٠	٠	٠	العمارة		
٠	٠	٠	٧	١٦	٠	٠	٠	عيلام		
١	١	١	١١	٦	٠	٠	٠	الحي	٢٠	المدة المناخية الثالثة
١	٠	١	١٢	٣	٣	٠	٠	الكوت		
١	٠	١	١٢	٣	٣	٠	٠	بغداد		

٠	٢	٢	٦	٨	٢	٠	٠	الديوانية		١٩٩٤ (٢٠١٣)
٠	٠	١	١٠	٧	١	١	٠	الناصرية		
٠	١	٣	٦	٨	١	١	٠	العمارة		
٠	٠	١	٩	١٠	٠	٠	٠	عيلام		
٠	١	١	٨	٨	٢	٠	٠	العزيفية		
١	٠	٠	٨	٩	١	٠	١	بدره		
٠	١	٠	٩	٧	٢	١	٠	صفا آباد		

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الملحق (٢٥)(٢٦)(٢٧)(٢٨)(٢٩)(٣٠)(٣١)(٣٢).





شكل (١) تكرار سنوات الجفاف والرطوبة حسب دليل المطر القياسي SPI لمحطات منطقة الدراسة والضابطة لها

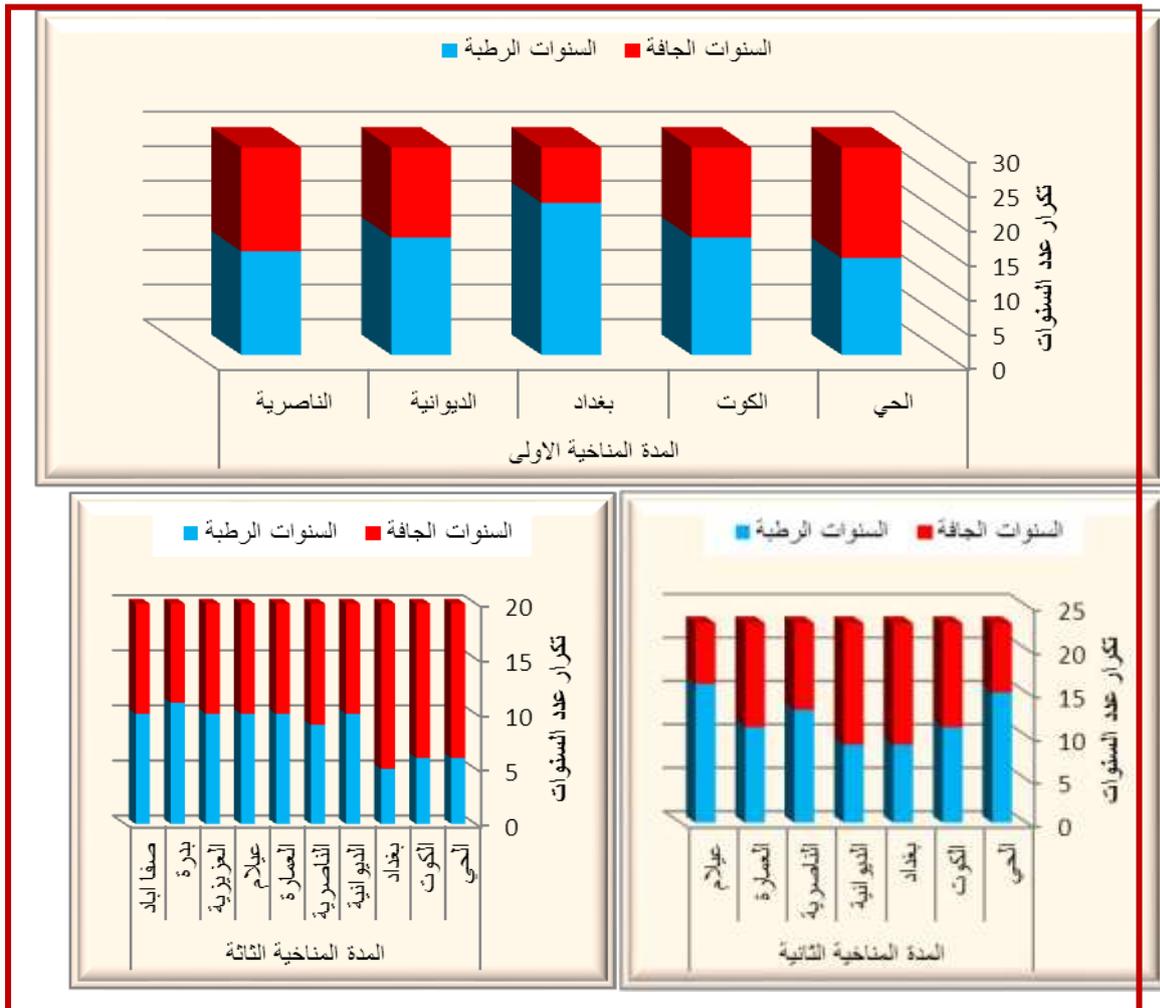
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على نتائج SPI، الملحق (٢٥) (٢٦) (٢٧) (٢٨) وبرنامج SigmaPlot 12.0 .

جدول (٤) السنوات الجافة والرطوبة ونسب تكرارها حسب نتائج دليل المطر القياسي SPI

المدد المناخية	المحطة المناخية	عدد سنوات المدد	عدد السنوات الرطبة	عدد السنوات الجافة	نسبة السنوات الرطبة (%)	نسبة السنوات الجافة (%)
الاتجاه العام (١٩٤١-٢٠١٣)	الحي الكوت	٧٣	٣٥	٣٨	٤٨	٥٢
	بغداد	٧٣	٣٦	٣٧	٤٩	٥١
	الديوانية	٧٣	٣٨	٣٥	٥٢	٤٨
	الناصرية	٧٣	٣٧	٣٦	٥١	٤٩
	العمارة	٤٣	٢٤	١٩	٥٦	٤٤
الاتجاه العام (١٩٧١-٢٠١٣)	عيلاص	٤٣	٢٦	١٧	٦٠	٤٠
	الحي الكوت	٣٠	١٤	١٦	٤٧	٥٣
	بغداد	٣٠	٢٢	٨	٧٣	٢٧
	الديوانية	٣٠	١٧	١٣	٥٧	٤٣
	الناصرية	٣٠	١٥	١٥	٥٠	٥٠
المدة المناخية الثانية (١٩٧١-١٩٩٤)	الحي الكوت	٢٣	١٥	٨	٦٥	٣٥
	بغداد	٢٣	١١	١٢	٤٨	٥٢
	بغداد	٢٣	٩	١٤	٣٩	٦١

٦١	٣٩	١٤	٩	٢٣	الديوانية	المدة المناخية الثالثة (١٩٩٤ - ٢٠١٣)
٤٣	٥٧	١٠	١٣	٢٣	الناصرية	
٥٢	٤٨	١٢	١١	٢٣	العمارة	
٣٠	٧٠	٧	١٦	٢٣	عيلام	
٧٠	٣٠	١٤	٦	٢٠	الحي	
٧٠	٣٠	١٤	٦	٢٠	الكويت	
٧٥	٢٥	١٥	٥	٢٠	بغداد	
٥٠	٥٠	١٠	١٠	٢٠	الديوانية	
٥٥	٤٥	١١	٩	٢٠	الناصرية	
٥٠	٥٠	١٠	١٠	٢٠	العمارة	
٥٠	٥٠	١٠	١٠	٢٠	عيلام	
٥٠	٥٠	١٠	١٠	٢٠	العزيزية	
٤٥	٥٥	٩	١١	٢٠	بدره	
٥٠	٥٠	١٠	١٠	٢٠	صفا آباد	

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على : الملحق (٢٥)(٢٦)(٢٧)(٢٧)(٢٨)(٢٩)(٣٠)(٣١)(٣٢).



شكل (٢) تكرار عدد السنوات الرطبة والجافة حسب قيم SPI وعبر مددها الثلاث .
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤٨) .

٣- التغيرات الحاصلة في تكرار سنوات الجفاف والرطوبة عبر النمذجة المكانية :

تظهر هذه الفقرة خرائط النمذجة المكانية للجفاف حسب دليل SPI ، وقد اختيرت من كل مدة سنة ممثلة لطبيعتها وكان ذلك قائماً على طبيعة السنة التي تشترك فيها جميع المحطات ولتكن ممثلاً ، وبإسقاط قيم SPI على الخرائط ، خريطة (٢) وللمدة الأولى اختيرت سنة ١٩٥٨ إذ كانت رطبة لدى كل المحطات وتسبقها سنوات رطبة ، إذ ظهرت هيئتها المكانية بأربع فئات مثلت الأولى معتدل الرطوبة لتشغل مساحة (١٦٦٤.١ كم^٢) ونسبة مساحة (١٠.٣ %) وهي تمتد ضمن الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية ، في حين مثلت الفئة الثانية متوسط الرطوبة للجهات الشرقية ولجنوب وسط المحافظة ممثلة بمساحة (٦٩٠١.٦ كم^٢) ونسبة (٤٠.٢ %) . أما الفئة الثالثة شديد الرطوبة فتظهر هيئتها المكانية بأكثر مساحة (٧١٤٣.٧ كم^٢) ونسبة (٤١.٦ %) وتغطي مساحيا وسط المحافظة ، في حين مثلت الفئة الأخيرة شديد الرطوبة جداً شمالي شرق المحافظة وبأقل مساحة (١٣٤٣.٥ كم^٢) ونسبة (٧.٨ %) ، وهكذا يبرز أن هذه المدة مثلت بتكرار السنوات الرطبة وبدليل تغطي المحافظة بفئات معتدلة الرطوبة الى الشديدة الرطوبة جداً ولتبيّن ما كان عليه واقع الموارد المائي سابقاً .

إلى المدة الثانية وبممثلتها سنة ١٩٧٥ يظهر ان فئة شديد الرطوبة جداً لم يظهر لها وجود ، الا أن الفئات الرطبة هي التي تغطي المحافظة لكن اختلفت هيئاتها المكانية إذ اتسعت لتشغل جنوب ووسط وشرقي المحافظة بعد ما كانت في المدة السابقة تظهر الى جنوب المحافظة وتشغل أكبر مساحة (٨١٨٩ كم^٢) ونسبة مساحية (٤٧.٧ %) ، أما الفئة الثانية متوسط الرطوبة فهي الأخرى تقلصت لتشغل أقل مساحة (٤٢٨٦ كم^٢) ونسبة (٢٥ %) بعد ما كانت سابقا تمثل نسبة (٤٠ %) ، وأظهرت الخريطة أن فئة شديد الرطوبة الممتدة من وسط المحافظة إلى شمالها قد تقلص نطاق امتدادها وتشغل مساحة شديد الرطوبة جدا التي زالت ولبتبلغ مساحتها (٤٦٧٨ كم^٢) ونسبة (٢٧.٣ %) .

أما المدة الأخيرة فممثلتها سنة ٢٠١٢ التي بينت بما يحصل للمناخ ، إذ تمثلت هذه المدة بأربع فئات الا أنها من فئات spi الجافة ولينحسر نطاق الرطوبة تماماً بحلول الفئات الجافة ، ولتمثل الفئة الأولى شديد الجفاف جداً أعلى نطاق مساحي (١١٧١٥.٣ كم^٢) ونسبة مساحة (٦٨.٣ %) ممتدة من شرقي المحافظة إلى وسطها والجنوب أما فئة شديد الجفاف (٤٢٧٢.٣ كم^٢) ممثلة بنسبة (٢٤.٩ %) وتشغل المنطقة الشمالية للمحافظة مع لسان يمر عند جنوبها ،

في حين شغلت الفئتين الأخيرة متوسط الجفاف ومعتدل الجفاف بأقل امتداد مكاني ممثلة بجنوبي شرقي المحافظة لتكن بمساحة (٤٦٦.٢ ، ٦٩٩.٢ كم^٢) بنسبة مساحية (٢.٤ ، ٤.١ %) على التوالي .

ونستنتج أن هذه السنة توضح صفة الجفاف المسيطر على أغلب المحطات ، وأن زوال فئات الرطوبة واتساع فئات الجفاف لاسيما فئة شديد الجفاف جداً ماهي الا مؤشرات تنذر بتفاهم ظاهرة الجفاف . اذ تحمل مؤشرات التغير المناخي حالات الجفاف المتطرف Severe Drought ولتعد أكثر درجات الجفاف قسوة ، إذ تشتمل آثاره على المياه والتربة ، فيقل أو يندم التساقط* وتتدنى مستويات المياه الجوفية وتستنفذ رطوبة التربة^(٣٦)

خريطة (٢) مؤشر تغير ظاهرة الجفاف spi حسب ممثلات المدد الثلاث

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على ملحق (٢٥)(٢٦)(٢٧)(٢٨)(٢٩)(٣٠)(٣١)(٣٢) وبرنامج ARC GIS .

جدول (٥) مؤشر تغير الجفاف حسب دليل المطر القياسي SPI والنمذجة المكانية

السنة	فئة جفاف SPI	المساحة التي يغطيها كم ^٢	نسبتها من المحافظة (%)
١٩٥٨	معتدل الرطوبة	١٧٦٤.١	١٠.٣
	متوسط الرطوبة	٦٩٠١.٧	٤٠.٢
	شديد الرطوبة	٧١٤٣.٧	٤١.٦
	شديد الرطوبة جدا	١٣٤٣.٥	٧.٨
١٩٧٥	معتدل الرطوبة	٨١٨٩	٤٧.٧
	متوسط الرطوبة	٤٢٨٦.٠	٢٥.٠
	شديد الرطوبة	٤٦٧٨.٠	٢٧.٣
٢٠١٢	شديد الجفاف جداً	١١٧١٥.٣	٦٨.٣
	شديد الجفاف	٤٢٧٢.٣	٢٤.٩
	متوسط الجفاف	٤٦٦.٢	٢.٧
	معتدل الجفاف	٦٩٩.٢	٤.١

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ARC GIS وخريطة (١٠) .

الاستنتاجات والتوصيات

توصل البحث إلى مجموعة من الاستنتاجات كان من أهمها :

- ١- اتضح من مؤشرات التغير الحاصلة في ظاهرة الجفاف حسب دليل المطر القياسي SPI أنّ السنوات الرطبة والجافة اختلفت تكرارها زمنياً ومكانياً .
- ٢- دلت نتائج تكرار سنوات الجفاف والرطوبة حسب مقياس SPI المستخدم عالمياً لدراسة ومتابعة تغيرات الجفاف ، على أنّ سنوات الجفاف وخلال مدة الاتجاه العام (١٩٤١ - ٢٠١٣)(١٩٧١-٢٠١٣) تحضى بمؤشر تزايد تكرارها لمحطات منطقة الدراسة والضابطة لها عدا محطتي الناصرية والعمارة اللتين أشارتا إلى تناقص .
- ٣- سجّلت غالبية المحطات خلال مدة الاتجاه العام (١٩٤١-٢٠١٣) أكثر تكرار للسنوات حسب دليل SPI معتدلة الجفاف عدا محطة الناصرية والعمارة وعيلا م معتدلة الرطوبة ، لتسجل نسبة السنوات الجافة الأكثر لمحطة الكوت (٥٣%) والرطوبة لمحطة عيلا م (٦٠%) .
- ٤- أشارت نتائج SPI للمدة الاولى (١٩٤١-١٩٧١) إلى أكثر تكرار للسنوات حسب SPI معتدل ومتوسط الرطوبة مع وجود تكرار لشديد الرطوبة وشديد جداً ، تظهر تكراراتها بدورة

للسنوات الرطبة مع وجود بعض السنوات المعتدلة والمتوسطة الجفاف ، لتُسجل نسبة السنوات الرطبة الأكثر لمحطة بغداد (٧٣%) ، ولتظهر خريطة النمذجة المكانية للسنة ١٩٥٨ المنتخبة ان المحافظة تغطي كلياً بالفئات الرطبة .

٥- اشارت نتائج SPI للمدة الثانية (١٩٧١-١٩٩٤) إلى أن أكثر تكرار للسنوات حسب SPI لدى غالب المحطات معتدل الرطوبة ومعتدل الجفاف مع ترجيح كفة الرطوبة ، ولتظهر تكراراتها بدورة للسنوات الرطبة مع وجود بعض السنوات المعتدلة والمتوسطة الجفاف ، لتُسجل نسبة السنوات الرطبة الأكثر لمحطة عيلام والحي (٧٠ ، ٦٥%) على التوالي ، والجافة (٦١%) لمحطة بغداد والديوانية على التوالي، ولتظهر خريطة النمذجة المكانية للسنة المنتخبة ١٩٧٥ أن المحافظة تغطي كلياً بالفئات الرطبة مع تراجع للفئة شديد الرطوبة وتقدم لمتوسط ومعتدل الرطوبة .

٦- أشارت نتائج SPI للمدة الثالثة (١٩٩٤-٢٠١٣) إلى أن أكثر تكرار للسنوات حسب SPI لدى غالب المحطات معتدل الجفاف مع سيادة تكرار الجفاف ، ولتظهر تكراراتها بدورة للسنوات الجافة المتواصلة لاسيما العقد الاخير من مدة الدراسة الذي اشار فقط مؤشر تكرار السنوات الجافة مع وجود بعض السنوات المتطرفة الجفاف التي لم يسبق لتكرارها منذ بداية التسجيل المناخي ، لتُسجل نسبة السنوات الجافة ضمن هذه المدة هي الأكثر لمحطة بغداد والحي والكوت (٧٥ ، ٧٠%) على التوالي ، مظهرة ذلك خريطة النمذجة المكانية للسنة المنتخبة ٢٠١٢ أن المحافظة تغطي كلياً بالفئات الجافة والمتطرفة الجفاف مع انحسار تام الفئات الرطبة التي لم يذكر تكرارها ضمن هذه المدة .

٧- ينطبع تأثير تكرار سنوات الجفاف لاسيما خلال المدة الأخيرة (١٩٩٤-٢٠١٣) على البيئة الطبيعية ومنها الموارد المائية التي ستعاني في مثل هذه الظروف قلة في امداداتها وكثرة الطلب المتزايد عليها بمحصلة ذلك يحصل الإجهاد المائي .

التوصيات :

- ١- ضرورة التكيف مع موجات الجفاف في كل القطاعات الطبيعية لاسيما قطاع المياه .
- ٢- استخدام أساليب ري حديثة لتقنين المياه ولمواجهة الشحة المائية والطلب المتزايد كأسلوب الرش في مزارع القمح السائد في محافظة واسط .
- ٣- استخدام تقنية حصاد المياه ضمن الأماكن التي تتميز بإمكانيات متاحة لاسيما شرقي المحافظة لتقليل الشحة المائية الناتجة من الجفاف المرجح تكراره .

الهوامش:

- (١) وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية لسنة ٢٠١٢-٢٠١٣ ، ص ١ .
- (٢) انور فتح الله اسماعيل ، الجفاف المناخي ، ط ١ ، الوطنية لنشر وتوزيع الكتب والمطبوعات ، طرابلس ، ٢٠١٤ ، ص ٩ .
- (٣) المصدر نفسه ، ص ١٣ .
- (٤) Attia Mahmoud Mohamed El-Tantawi , Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain "Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques", Doctorate Degree Thesis (Unpublished), Der Johannes Gutenberg-University in Mainz 2005 , P. 3.
- (٥) الياس جبور ، الكوارث المناخية في الجمهورية العربية السورية - الجفاف ، ط ١ ، دار الرضا للنشر ، دمشق ، ٢٠٠٣ ، ص ٣٠ .
- (٦) المصدر نفسه ، ط ٢٤ .
- (٧) عبد الملك عبد الرحمن ال الشيخ ، استراتيجيات مقاومة التصحر في ظل التغيرات المناخية : المملكة العربية السعودية انموذجا ، معهد الامير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، دون سنة نشر ، ص ٤ .
- *يستخدم SPI في الوقت الحالي في الكثير من المراكز البحثية المتقدمة وبرزها المركز الوطني لتخفيف الجفاف في الولايات المتحدة الأمريكية (NDMC) National Drought Mitigation Center ، اذ يقوم هذا المركز برصد ظاهرة الجفاف اسبوعيا وشهريا وسنوياً ويظهر توزيعها الزمني والمكاني على شكل نماذج من الخرائط ، للمزيد يراجع الموقع : <http://drought.unl.edu> Retrieved from :
- (٨) B.Bonaccorso ,et al ., Spatial Variability Of Drought an Analysis of the Spi Sicily , Water Resources Management ,Kluwer Academic Publishers , Printed in the Nether lands , Vol:17., 2003 ,p. 274.
- (٩) انور فتح الله اسماعيل ، مصدر سابق ، ص ١٩ .
- (١٠) B.H. Narendre, "Drought Monitoring Using Rainfall Data and Spatial Soil Moisture Modeling", M.A. Theis, Faculty of Geography, GanjahMada University,2008 , P.6.
- (١١) M . Skaf& S . Mathbout , Drought Changes Over last Five Decades in Syria , Options Mediterraneennes , No . 95 , 2010 , p . 108.
- (١٢) Anass M. M. Rasheed , Analysis Of Rainfall Drought Periods in the North of Iraq Using Standard Precipitation Index (SPI) , Al- Rafidain Engineering , VOL 18 , NO2 , 2010 , P.61 .
- (١٣) M. A. Khan & M. S . Gadiwala , A study of Drought Over Sindh – Pakistan : using Standardized Precipitation Index (spi) , Pakistan Journal of Meteorology , Vol : 9 Issus 18 , 2013 , p. 18 .
- (١٤) Brian . Fuchs , Using the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPIEI) , National Drought Mitigation Center , University of Nebraska _ Lincoln ,(Caribbean drought workshop may 22-24), 2012 , p. 6 .
- (١٥) Anass M. M. Rasheed , Op .Cit., P 62..

- (16) Yaseen Kadhim Abbas AL-Timimi , Assessment of Drought in Iraq Using Standardized Precipitation Index (SPI) , Doctorate Degree Thesis (Unpublished) , Department of Atmospheric Sciences , College of Science , Al-Mustansiriya University, 2012 , P. 18.
- (17) Anass M. M. Rasheed , Op .Cit., P 61.
- (18) Brian . Fuchs , Op .Cit., p. 3 .
- * للاطلاع على الصياغة الرياضية لهذه المعادلات يراجع :
- Anass M . M . Rasheed , Op .Cit., P .62-63 .
- Yaseen Kadhim Al-Timimi , , Op .Cit., p 20-22.
- (19) M.A.Khan & M.S.Gadiwala,Op. Cit. ,p17.
- (20) انور فتح الله اسماعيل ، مصدر سابق ، ص ١٩ .
- (21) B.Bonaccorso , et al ., Op .Cit., p. 274.
- (22) الياس جبور ، مصدر سابق ، ص ٢٧ .
- (23) Anass M. M. Rasheed , Op .Cit., P 61
- * Palmar Drought Severity Index .
- (24) Brian . Fuchs , Op .Cit., p. 5 .
- (25) انور فتح الله اسماعيل ، مصدر سابق ، ص ٢٨ .
- (26) R . Richard & Jr . Heim , Description of the standardized precipitation index (spi) , National Drought Mitigation Center (global drought assessment workshop – 21 April) , Asheville . NC , USA , 2010 , P . 3.
- (27) B.Bonaccorsi , at al ., Op .Cit., p. 274.
- (28) M.A .Khan & M.S . Gadiwala , , Op .Cit., p .15.
- (29) Yaseen Kadhim Al-Timimi , , Op .Cit., p . 19.
- (30) M. V. K . Sivakumar & D . A. Wilhite , Drought Preparedness and Drought Management , World Metrological Organization – Geneva , National Drought Mitigation Center – University of Nebraska- Lincoln ,P . 10 .
- (31) Brian . Fuchs , Op .Cit., p. 2 .
- * مثلت قيم SPI في موسم مطري لمدة ٨ أشهر ممتد من شهر تشرين الاول ولغاية شهر مايس ، فمثلا قيمة SPI لسنة ٢٠١٣ هي متكونة من الموسم المطري للأشهر الثلاث الاخيرة من سنة ٢٠١٢ والأشهر الخمس الاولى من سنة ٢٠١٣ .
- (32) Brian . Fuchs ,Op .Cit. ,p .5 .
- (33) ابو زيد ، خصائص الامطار في الجزء الاوسط من غربي المملكة العربية السعودية ، مصدر سابق ، ص ٢١٢ .
- * تشير كلمة تناقص الى تناقص سنوات الجفاف وتزايد الرطوبة ، وتشير كلمة تزايد الى تزايد سنوات الجفاف وتناقص الرطوبة ، اما كلمة تزايد والاشارة سالب فذلك حسب معيار SPI اذ المقياس السالب نحو الجفاف .
- (34) يراجع : ملاحق SPI (٢٥) (٢٦) (٢٧) (٢٨) (٢٩) (٣٠) (٣١) (٣٢) .
- (35) Yaseen Kadhim Al-Timimi , Op .Cit., p. 1٩ .
- * وصل انخفاض كمية الامطار لمحطة بدرية التي تستلم اعلى كمية للأمطار بالنسبة لمحطات منطقة الدراسة بمعدل عام (١٩٠٠.٤ ملم) ولتبلغ ضمن موسم المطر ٢٠١٢ (٣٣.٨ ملم) ، بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية .
- (36) انور فتح الله اسماعيل ، مصدر سابق ، ص ١٠ .

The Indicators of Weather Changes in The Phenomena of Dryness

According to the Regular Guide of Rain SPI in Wasat

M. A, Student Amar Hamdan Abdullah Al-Shajari

**Supervised by: Prof. Dr. Yousif Mohammed Ali Al-Hathal
University of Baghdad/ College of Education /Bin Rashad**

Abstract

The intention of this research is to detect the climate change indicators occurring in the drought areas of Wasit governorate, Iraq. The ultimate goal of the research is to reveal the effect of climate change in the recurrence of drought and humidity in that particular area. In order to present that thoroughly, ten climate stations have been selected. These climate stations are distributed in the target study area and the other six are ancillary to it to survey the drought phenomenon indicators. Additionally, the research focused on the period between 1941 and 2013 to represent the general climate change tendency with some specific times specified to draw the comparisons.

The Standardized Precipitation Index (SPI) has been used as one of the indicators of the drought phenomenon. This indicator is popular worldwide to measure the climate change and its effect on the drought phenomenon. Furthermore, cartographic advanced programming technology has been adopted to reveal the salient indicators that the years between 1941 and 2013 showed high recurrence of drought in the target studied climate stations and the secondary ones except Alnassiriya and Amara's stations. These aforementioned stations indicated that there is a drop down in the years of drought. As for the two periods, they show that there was an alternation of humidity and drought with preponderate humidity periods as shown in the locational maps included in the study.

Finally, the last period of study included some indicators to the alternation of drought. For example, the SPI indicator shows that drought has been moderate with prevalence of its recurrence in the last decade of the target period of study. However, according to the SPI indicator, there have been extreme drought periods that have set a record since the beginning of climate change observation.