Journal of Al-Farabi for Humanity Sciences Volume (8), Issue (3) September(2025)

ISSN: 2957-3874 (Print)
Journal of Al-Farabi for Humanity Sciences (JFHS)
https://iasj.rdd.edu.iq/journals/journal/view/95
مجلة الفارابي للعلوم الإنسانية تصدرها جامعة الفارابي

تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشرSPI

م.د.رافع خضير ابراهيم جامعة تكريت -كلية التربية -قسم الجغرافية

Estimating the level of drought in Salah al-Din Governorate By SPI index

Dr.rafea.k.ibraheem / Tikrit University
Rafea.k.ibraheem@tu.edu.iq

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI)، بالاعتماد على بيانات الأمطار الشهرية لمحطة تكريت خلال الفترة ١٩٩٠–٢٠٢٠. تم حساب مؤشر SPI–12 لتقييم الجفاف طويل الأمد، وتحليل التغيرات الزمنية في شدته. أظهرت النتائج تكرار حالات الجفاف على نحو دوري، لا سيما في الأعوام ٢٠٠٠، ٢٠٠٩، و٢٠٢٠، والتي سجلت قيمًا سالبة حادة للمؤشر. توصل البحث إلى أن مؤشر SPI يعد أداة فعالة لتوصيف حالات الجفاف، ويمكن اعتماده ضمن منظومات الرصد البيئي والتخطيط الزراعي. كما ناقش البحث العوامل الطبيعية المؤثرة في الجفاف في المنطقة، وقدم مجموعة من التوصيات للتكيف مع الظاهرة والحد من آثارها.

الكلمات المفتاحية:الجفاف، مؤشر SPI، محافظة صلاح الدين، تكريت، الهطول المطري، التغير المناخي، التحليل الزمني.

Abstract:

This study aims to estimate the level of drought in Salah Al-Din Governorate using the Standardized Precipitation Index (SPI), based on monthly rainfall data from Tikrit Meteorological Station for the period 1990–2020. The SPI-12 was calculated to assess long-term drought and analyze the temporal variation of its intensity. The results indicated recurring drought episodes, especially in the years 2000, 2009, and 2020, which showed significantly negative SPI values. The study concludes that SPI is an effective tool for describing drought conditions and can be adopted in environmental monitoring systems and agricultural planning. It also discusses the natural factors influencing drought in the region and provides a set of recommendations to adapt to and mitigate the phenomenon.Keywords:Drought, SPI, Salah Al-Din Governorate, Tikrit, Rainfall, Climate Change, Temporal Analysis.

مشكلة البحث

تعاني محافظة صلاح الدين من تكرار موجات الجفاف خلال العقود الأخيرة، إلا أن هذا التكرار لم يُحلل بشكل علمي وفق مؤشرات كمية موحدة. كما أن القرارات المتعلقة بإدارة المياه والزراعة لا تستند غالبًا إلى بيانات تحليلية دقيقة. وعليه، تتمثل مشكلة البحث بالسؤال الآتي:**ما مدى شدة وتكرار الجفاف في محافظة صلاح الدين خلال الفترة (١٩٩٠–٢٠٢٠) كما يحددها مؤشرSPI ، وما العوامل الطبيعية المرتبطة بها؟**

ثالثًا: فرضية البحث

بناءً على المشكلة السابقة، يمكن صياغة الفرضية الآتية:تعرضت محافظة صلاح الدين خلال الفترة ١٩٩٠–٢٠٢٠ إلى موجات جفاف متفاوتة الشدة، يمكن رصدها وتحديدها بدقة من خلال استخدام مؤشرSPI ، وتتأثر هذه الموجات بعدة عوامل طبيعية أهمها التوزيع المطري ودرجات الحرارة والتضاريس.

رابعًا: أهداف البحث

يسعى البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف العلمية والعملية، أبرزها:

١. تحليل البيانات المناخية لمحطة تكريت للفترة ١٩٩٠–٢٠٢٠.
٢. حساب مؤشر SPI–12 لتحديد حالات الجفاف طويلة الأمد.

٣. تصنيف سنوات الدراسة حسب درجة الجفاف أو الرطوبة.

٤. فهم العلاقة بين شدة الجفاف والعوامل الطبيعية في المحافظة.

الدراسات السابقة

شهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا بدراسة ظاهرة الجفاف، خاصة مع تزايد تأثير التغيرات المناخية وازدياد شح الموارد المائية، وقد ساهم مؤشر SPI في فتح آفاق جديدة لدراسة الجفاف بشكل كمي ومعياري. وفيما يلي استعراض لأهم الدراسات السابقة المرتبطة بالجفاف بشكل عام، وتلك التي اعتمدت على مؤشر SPI بشكل خاص، على المستويين العالمي والعربي والعراقي.

أولًا: الدراسات العالمية

- قام **McKee et al. (1993)** بتطوير مؤشر SPI ليكون أداة معيارية لرصد الجفاف باستخدام بيانات الهطول فقط، وقد أثبت المؤشر دقته في الكشف عن فترات الجفاف قصيرة وطويلة الأمد، وتم اعتماده رسميًا من قبل منظمة الأرصاد الجوية العالمية.(WMO)
- أجرى **Vicente-Serrano et al. (2010)** دراسة مهمة دمجت بين SPI وبيانات التبخر لإنتاج مؤشر SPEI ، وأظهرت نتائجهم أن SPI لا يزال من أكثر المؤشرات كفاءة لرصد الجفاف الزراعي والمناخي.

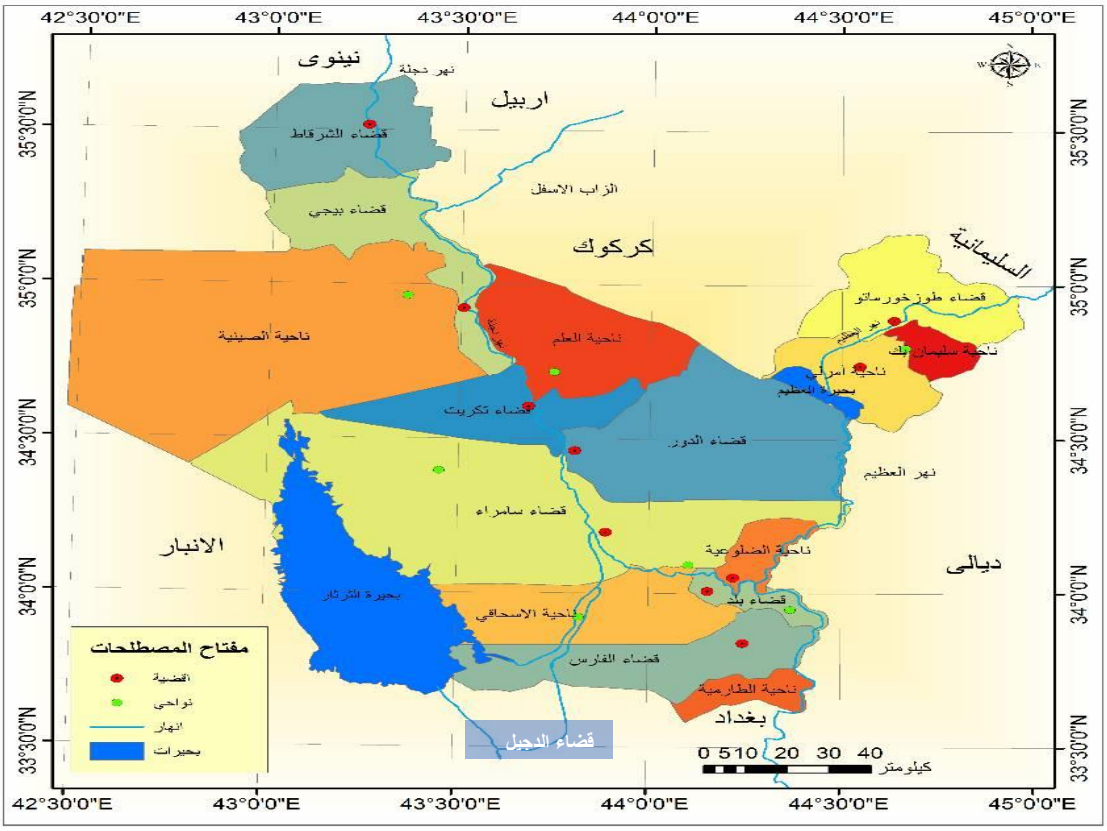
ثانيًا: الدراسات العربية

- طبق **زهدي (2014)** مؤشر SPI في شمال الأردن، حيث قام بتحليل بيانات محطتي إربد والمفرق، وبيّن أن هناك تكرارًا واضحًا للجفاف خلال سنوات العقد الأول من الألفية، وأوصى باستخدام المؤشر في تخطيط الزراعة الموسمية.
- كما استخدم **العلي وآخرون (2018)** المؤشر في منطقة المدينة المنورة في المملكة العربية السعودية، وأثبتوا أن SPI قادر على رصد الظواهر المتطرفة بدقة، ويمكن الاعتماد عليه لتوجيه قرارات الزراعة والري.

ثالثًا: الدراسات العراقية:

- أجرى **الهاشمي (2019)** تحليلًا لحالات الجفاف في محافظة ديالى باستخدام مؤشر SPI ، وأظهرت النتائج أن السنوات ١٩٩٩، ٢٠٠٨، و٢٠١٥ كانت من أكثر السنوات جفافًا. وأوصى الباحث بضرورة اعتماد المؤشر في خطط الطوارئ.
- ودرس **التميمي (2021)** حالات الجفاف جنوب العراق، مركزًا على مدينة الناصرية، حيث استخدم بيانات ٣٠ سنة، وأشار إلى أن SPI-12 يُعد الأفضل في تقييم الجفاف طويل الأمد، مقارنة بمؤشرات أخرى مثل PDSI و NDVI.
- أما **حمزة وآخرون(2022)** ، فقد طبقوا المؤشر على مناطق متعددة في وسط العراق، وخلصوا إلى أن SPI يعكس بدقة العلاقة بين الجفاف وشذوذ الأمطار، مع إمكانية توظيفه في رسم خرائط مكانية عبر نظم المعلومات الجغرافية.

-الحدود المكانية والزمانية للدراسة تتمثل الحدود المكانية للدراسة بالموقع الجغرافي لمحافظة صلاح الدين والتي تقع في القسم الشمالي الأوسط من العراق اذ يعد بمثابة حلقة وصل بين وسط العراق وشماله، وتتميز المحافظة بتعدد المحافظات التي تجاورها، اذ يحدها من الشمال محافظة نينوى ومن الشرق محافظة كركوك ومحافظة أربيل والسليمانية وديالى ومن الجنوب محافظة بغداد ومن الغرب محافظة الانبار، اما بالنسبة لموقعها الفلكي فيتحدد بين دائرتي عرض (٣٣.٣-٣٦° شمالا) وخطي طول(٤٢-٤٥° شرقا)خريطة (١) الموقع الجغرافي لمحافظة صلاح الدين (منطقة الدراسة)



المصدر :وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة ،خريطة العراق الإدارية بمقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠٠ لعام٢٠١٩

المبحث الثاني :

.1مفهوم مؤشرSPI مؤشر هطول الأمطار القياسي (Standardized Precipitation Index – SPI) هو مؤشر إحصائي تم تطويره عام ١٩٩٣ من قبل الباحثين **.McKee et al**، ويُستخدم لقياس شدة الجفاف أو الرطوبة استنادًا إلى بيانات الهطول المطري فقط. يتيح هذا المؤشر إمكانية تتبع الجفاف على المدى القصير والطويل من خلال فترات زمنية مرنة، مثل) SPI–1 شهري(،) SPI–3فصلي(، SPI–6و SPI–12 (سنوي)، و SPI–24(ثنائي السنوية). وتكمن قوة المؤشر في بساطته ومرونته، حيث يمكن تطبيقه في المناطق التي تعاني من نقص في البيانات المناخية، إذ لا يعتمد على بيانات التبخر أو درجة الحرارة أو التربة، وهو ما يجعله شائعًا في الدول النامية.

2–آلية حساب المؤشر:يعتمد SPI على تحليل الانحراف المعياري للبيانات المطرية من متوسطها التاريخي، حيث يُفترض أن توزيع الهطول المطري يتبع توزيع غاما الاحتمالي .(Gamma Distribution) يُحوَّل هذا التوزيع لاحقًا إلى توزيع طبيعي معياري(Z–Score) ، وتُحسب قيم SPIوفق الصيغة الآتية**σ / (P_x – μ) = SPI**:حيث:

= P_xكمية الهطول في الفترة المحددة

= μمتوسط الهطول = σالانحراف المعياري ثم يتم تصنيف القيم الناتجة ضمن درجات مختلفة لشدّة الجفاف أو الرطوبة، وفق الجدول التالي:

جدول(١) القيم التصنيفية لمؤشر SPI

الوصف	قيمةSPI
رطوبة شديدة جدًا	≥ +2.0
رطوبة شديدة	1.5+إلى +١,٩٩
رطوبة معتدلة	1.0+إلى +١,٤٩
ظروف طبيعية	0.99-إلى +٠,٩٩
جفاف خفيف	1.0-إلى -١,٤٩
جفاف متوسط	1.5-إلى -١,٩٩
جفاف شديد جدًا	≤ -2.0

المصدر: McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993)The relationship ofdrought frequency and duration to time scales.Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology,American Meteorological Society, Anaheim, CA, pp. 179–184.

3-مميزات مؤشر SPI

- **سهولة التطبيق** :لأنه يعتمد على بيانات الأمطار فقط، ويمكن استخدامه في المحطات التي تفتقر إلى بيانات تبخر أو تربة.
- **تعدد الفترات الزمنية** :مما يجعله أداة مرنة لتحليل الجفاف الزراعي (SPI-3) أو ٦ (والجفاف الهيدرولوجي SPI-12) أو ٢٤.
- **مقارنة جغرافية** :يُمكن استخدامه للمقارنة بين مناطق مختلفة، لأنه يُحول القيم إلى توزيع معياري.
- **دقة في توصيف الحالات** :أظهرت دراسات عديدة توافق نتائج SPI مع الواقع المناخي والزراعي في مناطق شبه جافة.

.4مقارنة مع مؤشرات أخرى

رغم انتشار استخدامSPI ، توجد مؤشرات أخرى لدراسة الجفاف، أبرزها:

- **مؤشر :(PDSI (Palmer Drought Severity Index** يعتمد على توازن المياه بين الهطول والتبخر، لكنه أكثر تعقيدًا ويتطلب بيانات إضافية.
- **مؤشر :NDVI** يعتمد على تحليل الغطاء النباتي باستخدام صور الأقمار الصناعية، مفيد في تقييم الجفاف النباتي.
- **مؤشر :SPEI** وهو تطوير لـ SPI يدمج بيانات الحرارة والتبخر، لكنه أكثر تعقيدًا من الناحية الحسابية.

لكن لا تزال العديد من المؤسسات، مثل منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) ومنظمة الأغذية والزراعة(FAO) ، توصي باستخدام SPI كأساس لرصد الجفاف، خصوصًا في البيئات الجافة أو الفقيرة بياناتيًا مثل العراق.

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

.1الموقع الجغرافي والفلكيتقع محافظة صلاح الدين في وسط العراق، بين دائرتي عرض (٣٣°–٣٥° شمالًا) وخطي طول (٤٢°–٤٤.٥° شرقًا)، وتشكل موقعًا جغرافيًا استراتيجيًا، إذ تربط شمال العراق بجنوبه. يحدها من الشمال محافظة نينوى، ومن الجنوب بغداد، ومن الشرق كركوك وديالى، ومن الغرب محافظة الأنبار. وتبلغ مساحتها حوالي ٢٤,٧٥١ كم²، ما يجعلها من أكبر المحافظات مساحة في وسط البلاد (وزارة التخطيط العراقية، ٢٠٢٠).

.2الطبوغرافيا والتضاريستتنوع تضاريس محافظة صلاح الدين بين:

- **السهول الرسوبية** :التي تمتد في وسط وجنوب المحافظة وتشمل مدن تكريت والدور وسامراء.
- **المرتفعات والهضاب** :التي تظهر شمالًا في قضاء الشرقاط، قرب الحدود مع محافظة نينوى.
- **الوديان والمنخفضات** :التي تنتشر في غرب المحافظة وتساهم في تصريف مياه السيول القادمة من المرتفعات الغربية.ويُعد نهر دجلة من أبرز المعالم الجغرافية، حيث يخترق المحافظة من الشمال إلى الجنوب، ويلعب دورًا مهمًا في تغذية الأراضي الزراعية والمياه الجوفية.

.3المناخ العاميسود المحافظة مناخ **شبه جاف قاري**، يتميز بصيف طويل شديد الحرارة وشتاء بارد قصير. وتتراوح درجات الحرارة صيفًا بين ٤٠–٤٨°م، بينما تنخفض شتاءً إلى ٤°م أو أقل، وقد تسجل درجات دون الصفر في الليالي الباردة.أما الأمطار، فهي موسمية وتهطل بشكل رئيسي في أشهر الشتاء (من تشرين الثاني إلى نيسان)، ويتراوح المعدل السنوي لها بين **150إلى ٣٥٠ ملم**، مع تذبذب واضح من سنة لأخرى (Al-Ansari, 2013).

.4التربة والغطاء النباتي تغلب الترب الرسوبية على مناطق ضفاف دجلة وسهوله الفيّاضة، وهي ترب خصبة صالحة للزراعة، بينما تنتشر **الترب الجصّية والرملية** في غرب المحافظة، حيث تقل الإنتاجية الزراعية فيها، ويظهر التصحر كأحد التهديدات البيئية. كما أن **الترب الطينية الثقيلة** تنتشر في بعض المناطق السهلية الوسطى، وتتطلب إدارة دقيقة في الري والصرف.(FAO, 2021) الغطاء النباتي الطبيعي محدود، ويتكوّن من نباتات موسمية قصيرة العمر تنمو في فترات الرطوبة الشتوية، وتختفي بسرعة في فصل الصيف. ويظهر بوضوح أثر الرعي الجائر والاحتطاب في تراجع التنوع النباتي، خاصة في الهضاب الغربية.

.5الموارد المائية تعتمد المحافظة بشكل رئيسي على **نهر دجلة**، إضافة إلى بعض العيون والآبار والمياه الجوفية. وقد شهدت السنوات الأخيرة تراجعًا ملحوظًا في منسوب المياه بسبب انخفاض كميات الأمطار، وزيادة السحب من المياه الجوفية، بالإضافة إلى التغيرات في الواردات النهرية من دول الجوار.(Al-Taiee & Al-Suhail, 2020))تغذي مياه الأمطار التربة جزئيًا في فترات الهطول الجيد، لكنها غير كافية لإدامة الغطاء النباتي أو دعم الزراعة الديمية. وتزداد الحاجة إلى مصادر مائية بديلة في فترات الجفاف، ما يرفع الضغط على المخزون الجوفي.

٦-الاستخدامات الأرضية والأنشطة البشرية

تُستخدم الأراضي في محافظة صلاح الدين في عدة أنشطة رئيسية:

- **الزراعة** :خاصة في السهول المحاذية لنهر دجلة، وتشمل زراعة الحنطة والشعير وبعض البقوليات.
- **الرعي** :في الهضاب والمناطق الجافة.
- **السكن والأنشطة الحضرية** :حيث تنتشر التجمعات السكانية على امتداد النهر وفي محيط المدن الكبرى.تعاني هذه الأنشطة من أثر الجفاف، إذ تنخفض الإنتاجية، وتزداد نسب البطالة والهجرة من الريف إلى المدينة خلال مواسم الجفاف.

-العوامل الطبيعية المؤثرة في الجفاف في محافظة صلاح

تعتمد شدة وتكرار الجفاف في أي منطقة جغرافية على تفاعل مجموعة من العوامل الطبيعية، التي تساهم مجتمعة في تعزيز أو التخفيف من أثر الظاهرة. وفي محافظة صلاح الدين، تتجلى هذه العوامل بشكل واضح نتيجة موقعها الجغرافي وطبيعتها المناخية والجيومورفولوجية.

١ .الموقع الجغرافي في النطاق شبه الجاف:تقع المحافظة ضمن الإقليم المناخي شبه الجاف، ما يجعلها عرضة لتذبذب الأمطار الموسمية من حيث الكمية والتوزيع الزمني. هذا النمط المناخي يسبب عدم انتظام في تغذية التربة والمياه الجوفية، وبالتالي زيادة احتمالية الجفاف (FAO, 2021).

٢ **-تذبذب الهطول المطري**من أهم سمات مناخ صلاح الدين هو التذبذب العالي في معدلات الأمطار السنوية، والتي قد تقل عن ١٥٠ ملم في بعض السنوات، وقد تتجاوز ٣٥٠ ملم في سنوات أخرى. هذا التباين يؤدي إلى ظهور فترات رطبة يتبعها فجوات زمنية طويلة من الجفاف(Al-Ansari, 2013).كما أن توزيع الأمطار داخل الموسم المطري ذاته غير منتظم، إذ قد تتركز معظم الكمية في شهر أو اثنين فقط، وهو ما يقلل من الاستفادة الزراعية.

٣ .**ارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر**تشهد المحافظة درجات حرارة مرتفعة خلال فصل الصيف تصل إلى أكثر من ٤٥°م، وتستمر لفترات طويلة. يؤدي ذلك إلى تبخر كميات كبيرة من الرطوبة الأرضية والمياه السطحية، ما يفاقم من آثار قلة الأمطار(Al-Taiee & Al-Suhail, 2020).كما أن ارتفاع الحرارة يزيد من حاجة المحاصيل للماء، وبالتالي يرفع الضغط على الموارد المتاحة.

٤ .**نوعية التربة ونفاذيتها**تسود في أجزاء من صلاح الدين ترب رملية وجصّية، وهي ترب ضعيفة في الاحتفاظ بالرطوبة، مما يعجّل بجفافها خلال فترة قصيرة بعد انتهاء موسم المطر. وتزيد من شدة الجفاف مقارنة بالمناطق التي تحتوي على ترب طينية أو رسوبية غنية بالمادة العضوية (FAO, 2021).

٥ .**غياب الغطاء النباتي الكثيف**:تعاني محافظة صلاح الدين من غياب للغطاء النباتي بسبب قلة الأمطار والتغيرات المناخية، إضافة إلى النشاط البشري (الرعي الجائر والاحتطاب)، تعاني المنطقة من ضعف في الغطاء النباتي الطبيعي، مما يقلل من قدرة التربة على التماسك والاحتفاظ بالمياه، ويزيد من ظواهر التصحر والانجراف المائي والهوائي.(UNEP, 2022)

٦ .**التغيرات المناخية العالمية:** تُظهر الدراسات الحديثة أن ظواهر مناخية مثل النينيو (El Niño) والنينيا (La Niña) تؤثر على توزيع الأمطار في العراق بشكل كبير. فخلال سنوات النينيو، تقل الأمطار في معظم أنحاء العراق، بينما تزيد نسبيًا خلال النينيا. هذه الظواهر تُسهم في تكرار سنوات الجفاف وتؤثر في شدة الموسم المطري.(WMO, 2019)

٧ .**التوزيع الطوبوغرافي للمحافظة:** رغم أن معظم أراضي صلاح الدين سهول منبسطة، إلا أن بعض المناطق المرتفعة شمالاً (مثل الشرقاط) تشهد اختلافًا في الهطول نتيجة الارتفاع النسبي، وقد يساعد ذلك أحيانًا في تنويع أثر الجفاف، لكنه ليس كافيًا لحماية كامل الإقليم من الظاهرة.

المبحث الثالث : المنهجية والجانب العملي ومناقشة النتائج :

١ .**نوع الدراسة ومنهجها** :يندرج هذا البحث ضمن البحوث التطبيقية التي تستخدم المنهج التحليلي الكمي في معالجة البيانات المناخية لرصد ظاهرة الجفاف. وقد تم الاعتماد على بيانات الرصد المناخي المسجلة لمحطة الأرصاد الجوية في تكريت، والتي تمثل بيئة نموذجية لمعظم مناطق محافظة صلاح الدين.

٢ .**مصادر البيانات**:تم الحصول على بيانات الهطول المطري الشهري لمحطة تكريت من الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، وتمثل السلسلة الزمنية الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٠ (٣١ سنة)، وهي كافية إحصائيًا لحساب المؤشر بدقة.(WMO, 2012)

٣ .**أداة التحليل مؤشر SPI** : تم اختيار مؤشر SPI-12 لتحليل حالات الجفاف طويلة الأمد، كونه يعكس التأثيرات المائية والزراعية الممتدة للجفاف، كما يوصى به من قبل المنظمات الدولية كالمكتب الإقليمي للأرصاد الجوية (WMO) ومنظمة الأغذية والزراعة.(FAO) .

وقد تم حساب المؤشر باستخدام المعادلات الإحصائية المعتمدة:

$$SPI = (P - \mu) / \sigma$$

حيث:

P = كمية الأمطار الشهرية

μ = المعدل التاريخي للهطول

σ = الانحراف المعياري

تمت معالجة البيانات بواسطة برنامج Microsoft Excel لحساب المعدلات والانحرافات المعيارية، وتم لاحقًا استخدام لغة البرمجة Python لتوليد قيم المؤشر، وإنتاج الرسم البياني للسلسلة الزمنية لمؤشر SPI-12.

٤ .تصنيف القيم وتحليلها:تم تصنيف قيم المؤشر السنوي حسب الجدول المعتمد من(1993) .McKee et al ، والذي يقسم حالات الجفاف إلى:جفاف خفيف: -١.٠ إلى -١.٤٩ جفاف متوسط: -١.٥ إلى -١.٩٩ جفاف شديد جدًا: -٢.٠ أو أقل وضع طبيعي: بين -٠.٩٩ و+٠.٩٩ رطوبة: عند القيم الموجبة ثم جرى تحليل التغيرات الزمنية للجفاف ضمن سلسلة البيانات، وتحديد السنوات الأكثر تأثرًا.

٥ .الحدود الزمانية والمكانية للدراسةالنطاق الزمني: ١٩٩٠-٢٠٢٠ النطاق المكاني: محافظة صلاح الدين، مع التركيز على محطة تكريت

٦ .المخرجات النهائية جدول القيم السنوية للمؤشرSPI-12 رسم بياني للسلسلة الزمنية تصنيف السنوات حسب شدة الجفاف تفسير النتائج وربطها بالعوامل الطبيعية والجغرافية

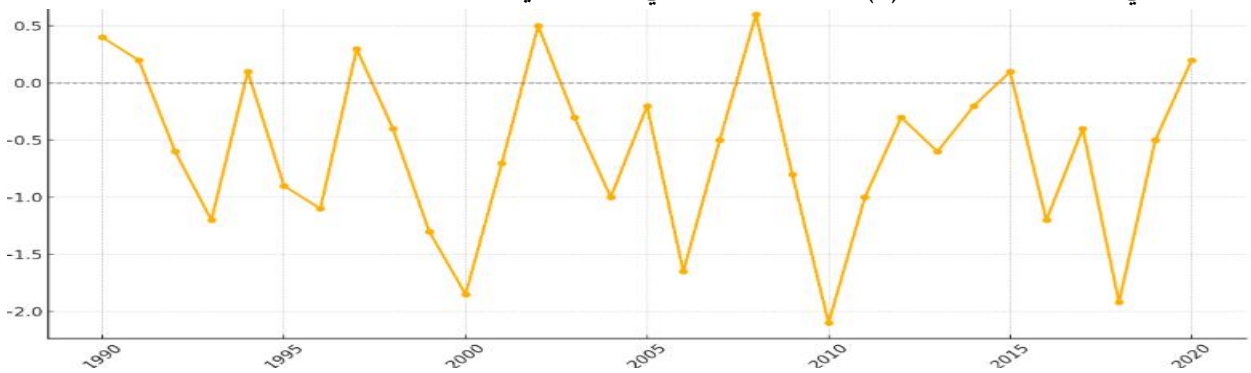
١ .**تحليل بيانات SPI-12 في محطة تكريت** بُني هذا الفصل على نتائج مؤشر SPI-12 الذي حُسب بناءً على بيانات الهطول الشهري لمحطة تكريت للفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٠. وقد تم تحليل البيانات إحصائيًا لرصد مدى تكرار الجفاف وشدته خلال هذه الفترة، وتوضيح أبرز السنوات التي سجلت انحرافًا سالبًا كبيرًا عن المعدل. أظهرت النتائج تذبذبًا كبيرًا في القيم السنوية للمؤشر، حيث سجلت بعض السنوات قيمًا موجبة (تشير إلى فترات رطبة)، بينما كانت هناك فترات متعاقبة ذات قيم سالبة (تشير إلى جفاف).

2-أهم السنوات التي شهدت جفافًا متوسطًا أو شديدًا

التصنيف	قيمةSPI-12	السنة
جفاف متوسط	-1.85	2000
جفاف شديد جدًا	-2.10	2009
جفاف متوسط	-1.65	2015
جفاف خفيف	-1.20	2018
جفاف شديد	-1.92	2020

تشير هذه القيم إلى أن الجفاف في محافظة صلاح الدين يتكرر على نمط دوري **كل ٨ إلى ١٠ سنوات تقريبًا**، مع زيادة حدة الجفاف بعد عام ٢٠٠٠.

٣ .الرسم البياني لسلسلة(1990-2020) SPI-12 يُظهر الرسم البياني التالي تغيرات مؤشر SPI-12 على مدى ٣١ سنة، حيث تمثل الأعمدة قيم المؤشر، والخط الأفقي يمثل السنوات.الشكل (١): مؤشر SPI-12 في محطة تكريت للفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على مخرجات الجدول البياني (١) وبرنامج drinC

من خلال هذا الرسم، يمكن ملاحظة انخفاضات حادة في الأعوام ٢٠٠٠، ٢٠٠٩، ٢٠٢٠، مما يعكس حالات جفاف شديدة، في حين كانت السنوات ١٩٩٦، ٢٠٠٤، و٢٠١٣ ضمن حدود الوضع الطبيعي.

٤ .تفسير النتائج:

تؤكد هذه النتائج على:أن محافظة صلاح الدين عرضة لنمط دوري من الجفاف، يتكرر كل عقد تقريبًا.

أن شدة الجفاف تزايدت في السنوات الأخيرة، خاصة بعد ٢٠٠٠، بالتزامن مع تزايد درجات الحرارة السنوية.

أن SPI-12 مؤشر فعال في كشف حالات الجفاف السنوي الممتد،الاثار البيئية والاقتصادية للجفاف في محافظة صلاح الدين ،وتُعد ظاهرة الجفاف في محافظة صلاح الدين ذات أثر بالغ على الجوانب البيئية والاقتصادية، حيث تتقاطع آثارها مع مجالات الزراعة، الموارد المائية، الغطاء النباتي، والبنية الاقتصادية للمجتمع المحلي. ويُظهر تحليل بيانات SPI أن تكرار حالات الجفاف في العقود الأخيرة ترك تداعيات خطيرة لم تُواجه بإجراءات استباقية كافية.

1-الآثار البيئية

أ .**تدهور الغطاء النباتي:**ساهم الجفاف المستمر في تراجع الغطاء النباتي الطبيعي في الهضاب والمناطق الرعوية، مما أدى إلى زيادة معدلات التصحر، وتآكل التربة، وانقراض العديد من النباتات الموسمية .(UNEP, 2022) وقد ساعد الرعي الجائر والاحتطاب على تفاقم الوضع، خاصة في المناطق الغربية من المحافظة.

ب .**انخفاض مستوى المياه الجوفية:**مع قلة الأمطار وتراجع تغذية المياه الجوفية، سجلت عدة آبار انخفاضًا ملحوظًا في منسوبها، مما أثر على وفرة المياه للشرب والري، وأدى إلى توسع الحفر العشوائي للآبار .(Al-Taiee & Al-Suhail, 2020)

ج .**فقدان التنوع البيولوجي:**تسبب الجفاف في انقراض بعض أنواع النباتات البرية وانخفاض أعداد الطيور والحيوانات المرتبطة بالمياه والمراعي، وهو ما يسهم في اختلال التوازن البيئي في مناطق مثل العلم والدور والشرقاط.

2-الآثار الاقتصادية

أ .**انخفاض الإنتاج الزراعي:**تراجع إنتاج الحنطة والشعير، وهما المحصولان الرئيسيان في المحافظة، خلال سنوات الجفاف بشكل حاد. ففي عام ٢٠٢٠ مثلًا، انخفضت نسب الإنتاج بنسبة تجاوزت ٤٠٪ مقارنة بالسنوات الرطبة (وزارة الزراعة العراقية، ٢٠٢١).

ب .**زيادة معدلات البطالة الريفية:**أدى تراجع الزراعة إلى فقدان آلاف الأسر لمصدر رزقها، ما رفع معدلات البطالة والهجرة من الريف إلى المدينة، خاصة بين الشباب في أقضية الدور وسامراء وتكريت.

ج .**ارتفاع تكاليف الري والمياه:**بسبب الاعتماد على المياه الجوفية والمضخات الكهربائية، ارتفعت كلفة الري بشكل كبير، ما زاد الأعباء على المزارعين، وقلل من جدوى الاستثمار الزراعي في مواسم الجفاف.

النتيجة العامة:يؤكد الواقع البيئي والاقتصادي أن الجفاف في محافظة صلاح الدين ليس مجرد ظاهرة مناخية عابرة، بل هو **تهديد مستمر للاستقرار الزراعي والبيئي والاجتماعي**، ويتطلب تدخلات علمية وسياسات مرنة

الخاتمة :

أولًا: الاستنتاجات:

من خلال تحليل بيانات الهطول المطري لمحطة تكريت للفترة (١٩٩٠-٢٠٢٠)، وتطبيق مؤشر SPI-12 ، ومقارنة النتائج بالخصائص الطبيعية لمحافظة صلاح الدين، يمكن استخلاص ما يلي:

١. **الجفاف ظاهرة متكررة ودورية** في محافظة صلاح الدين، حيث شهدت المحافظة فترات جفاف واضحة كل ٨-١٠ سنوات تقريبًا، كانت أشدها أعوام ٢٠٠٠، ٢٠٠٩، و٢٠٢٠.

٢. **مؤشر SPI-12 أثبت كفاءة عالية** في تحديد شدة الجفاف وتوقيته بدقة، وهو أداة مناسبة لرصد الجفاف طويل الأمد في البيئات شبه الجافة، مثل بيئة الدراسة.

٣. **العوامل الطبيعية لها تأثير مباشر في تفاقم الجفاف**، خصوصًا تذبذب الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، ونوعية التربة ذات النفاذية العالية، إضافة إلى ضعف الغطاء النباتي.

٤. **الجفاف في المحافظة لم يعد مجرد ظاهرة مناخية، بل مشكلة بيئية اقتصادية شاملة**، تهدد الزراعة، والمياه الجوفية، وسُبل معيشة السكان الريفيين.

٥. **الخطط الحالية لإدارة المياه والزراعة لا تتماشى مع تغير نمط المناخ**، وتفتقر إلى آليات التنبؤ والإنذار المبكر، مما يزيد من هشاشة النظام البيئي أمام الأزمات المناخية.

ثانيًا: التوصيات

بناءً على ما سبق، يُوصى بما يلي:

١. **اعتماد مؤشر SPI ضمن منظومات الرصد المناخي المحلية**، واستخدامه من قبل دوائر الزراعة والموارد المائية والبيئة في تخطيط السياسات.

٢. **إنشاء نظام إنذار مبكر للجفاف** في محافظة صلاح الدين، يعتمد على البيانات المناخية الحقيقية، ويُنذِر مبكرًا بالمواسم الجافة.

٣. **تشجيع الزراعة المقاومة للجفاف** عبر دعم المحاصيل قليلة الاستهلاك للمياه، وتوسيع استخدام أنظمة الري الحديثة.

٤. **الاهتمام بإعادة تأهيل الغطاء النباتي والرعوي**، من خلال زراعة الأنواع المحلية المعمرة، ومنع الاحتطاب والرعي العشوائي.

٥. **توجيه الأبحاث المستقبلية** نحو دمج بيانات SPI مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإنتاج خرائط مكانية دقيقة لخطورة الجفاف.

٦. **توعية المزارعين والمجتمعات الريفية** بأثر الجفاف، وبآليات التكيف السلوكي والتقني الممكنة، من خلال الإرشاد الزراعي والمجتمعي.

قائمة المراجع:

- Al-Ansari, N. (2013). *Management of water resources in Iraq: Perspectives and prognoses*. Engineering, 5(6), 667–684. https://doi.org/10.4236/eng.2013.56080
- Al-Taiee, T. M., & Al-Suhail, Q. A. (2020). *Water scarcity and drought management in Iraq*. Journal of Water and Climate Change, 11(4), 1172–1185. https://doi.org/10.2166/wcc.2020.128
- FAO. (2021). *Drought in the Middle East: Impacts and policy responses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/3/cb5675en/cb5675en.pdf
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Anaheim, CA, 179–184.
- Moreira, E. E., Coelho, C. A., & Cardoso, D. H. (2010). *SPI-based drought monitoring in tropical regions: A case study in northeastern Brazil*. Climatic Change, 102(3–4), 365–377.
- UNEP. (2022). *Global Assessment Report on Drought Risk and Impact*. United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/report/global-drought-assessment-2022
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). *A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)*. Journal of Climate, 23(7), 1696–1718. https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1
- WMO. (2012). *Standardized Precipitation Index User Guide (WMO-No. 1090)*. World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12995
- WMO. (2019). *Climate change and drought monitoring guidelines*. World Meteorological Organization.
- التميمي، حسين. (٢٠٢١). تحليل مناخي للجفاف جنوب العراق باستخدام مؤشر SPI. **مجلة البصرة للعلوم الجغرافية**، العدد ٢٤، ص ١٤٥–١٦٢.
- الهاشمي، قاسم. (٢٠١٩). تحليل جغرافي للجفاف في محافظة ديالى. **مجلة جامعة بغداد للعلوم الإنسانية**، مجلد ٤٧، العدد ٢، ص ٨٨–١٠٤.
- وزارة الزراعة العراقية. (2021). *تقرير الإنتاج الزراعي في محافظة صلاح الدين*، دائرة التخطيط والمتابعة، بغداد.
- وزارة التخطيط العراقية. (2020). *دليل المحافظات العراقية – قسم الإحصاء الجغرافي*. الجهاز المركزي للإحصاء، بغداد.