THI QAR ARTS JOURNAL
TQARTJ | VOL 2 NO. 49 MAR. 2025

The effect of climate change on the change of precipitation in northern Iraq for the dry and wet years

Asst. Prof. Dr. Abdul-Abbas Awad Lutfah
University of Thi-Qar – College of Arts
Abbasalwaily99@gmail.com

https://doi.org/10.32792/tqartj.v2i49.759

Received 03/02/2025, Accepted 27/03/2025 , Published 30/3/2025

Abstract

Climate change is currently the most important and urgent issue facing the international community. It is one of the most critical problems confronting the world today. Climate change has caused serious—and potentially permanent—alterations to the state of our planet, including climatic shifts that have led to hydrological and biological changes in ecosystems in general, and to reduced rainfall and water scarcity in particular.

Given the potentially severe future impacts of climate change—such as the drying up of rivers and lakes—this study addresses rainfall amounts over the meteorological stations of Erbil, Mosul, and Sulaymaniyah. It calculates dry and wet years for the period from 1989 to 2022 using the Standardized Precipitation Index (SPI) and standard deviation. The study also explores the implications of reduced rainfall on the surface water of the Tigris River and its tributaries in northern Iraq.

The findings indicate that recent decades have experienced lower rainfall levels across the study stations. The 33-year study period was characterized by a higher frequency of dry years compared to wet years.

Climate change occurs when the general average shifts, and the values of climatic elements begin to fluctuate around a new average that differs from the previous one for a period exceeding three decades, or even 100 years or thousands of years. It is a persistent change in the Earth's climate system that unfolds and endures over long-term time scales. It may have occurred in the past and is likely to occur in the future. Climate change is continuously evolving over time due to its internal dynamics and external influences.

Keywords: Rainfall variability, Standardized Precipitation Index (SPI), Climate change, Dry year, Wet year.

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

THI QAR ARTS JOURNAL
TQARTJ | VOL 2 NO. 49 MAR. 2025

أثر التغير المناخي في تغير التساقط المطري في شمالي العراق للسنوات الجافة والرطبة

أ.م.د عبد العباس عواد لفته الوائلي – جامعة ذي قار – كلية الآداب

الملخص:

يعد تغير المناخ هو القضية الأكثر أهمية والأكثر إلحاحا على المجتمع الدولي حاليا، فهي من أهم المشكلات التي يواجهها العالم في وقتنا الحالي .فقد تسبب التغير المناخي في حدوث تغيرات خطيرة وربما تكون دائمة في حالة كوكبنا منها تغيرات مناخية أدت الى تغيرات هيدرولوجية وبيولوجية في النظم البيئية بشكل عام ، وقلة التساقط المطري وشحة المياه بشكل خاص ونظر لما قد يسببه تغير المناخ من تأثيرات وتداعيات مستقبلية خطيرة، ليس أقلها جفاف بعض الأنهار والبحيرات فقد جاء هذا البحث ليتطرق الى كمية التساقط المطري فوق محطات أربيل والموصل والسليمانية وحساب السنوات الجافة والرطبة للمدة (١٩٨٩ ولغاية ٢٠٢٢) وفق مقياس مؤشر المطر القياسي(SPI) والانحراف المعياري ، وتداعيات قلة التساقط على المياه السطحية لنهر دجلة وروافده في شمالي العراق. فقد تبين ان العقود الاخيرة كانت اقل في كميات التساقط المطري فوق محطات البحث واتسمت مدة البحث(٣٣سنة) بان السنوات الجافة اكثر تكرارا من السنوات الرطبة.

يحدث التغير المناخي (climate change)عندما يتغير المعدل العام ، وتصبح قيم العناصر المناخية تتذبذب حول معدل جديد يختلف عن المعدل السابق لمدة اكثر من ثلاث عقود من السنين أو ١٠٠سنة أو الاف السنين . أو هو تغير راسخ في نظام مناخ الأرض يجري ويدوم وفقاً لمقاييس طويلة الأمد من الزمن، يحصل خلال مدة لا تقل عن ٣٣ سنة،أو عقود أو قرون عدة أو حتى آلاف من السنين، جرى في الماضي ولكنه من المحتمل أن يحدث في المستقبل.وهو في تطور دائم مع الزمن، وذلك تحت تأثير ديناميكيته الداخلية ونتيجة تأثيرات خارجية.

كلمات مفتاحية: التذبذب المطري، دليل المطر القياسي، التغير المناخي، السنة الجافة ، السنة الرطبة.

المقدمة:

يشير العلماء المهتمون بدراسة المُناخ، إن التغير في درجات الحرارة والمتجه نحو الارتفاع يؤدي إلى دفع بعض الأقاليم نحو موجة جفاف عظمى والمقصود بها مدة يستمر فيها الجفاف ٢٠ عاماً أو أكثر، مما يشكل مصدر قلق لكثير من الدول التي تعاني فعلاً من صعوبة في تلبية احتياجاتها المائية لاسيما تحت ظروف عصر التغير المناخي الذي اوجده وتسبب به الإنسان، إن مصطلح الجفاف لا يعني بالضرورة الوصول إلى حالة التصحر في المنطقة كما إن مصطلح الجفاف غير مرتبط ولا ينحصر فقط في المناطق الجافة من العالم ولكنه يعني حدوث

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

أي نقص في كمية الأمطار الساقطة على منطقة معينة عن المعدل العام للأمطار في هذه المنطقة، فإذا كان معدل سقوط الأمطار في منطقة ما يساوي ١٠٠٠ ملم ثم انخفض هذا المعدل إلى ٨٠٠ ملم فهذا مؤشر على حصول الجفاف في المنطقة على الرغم من أن كمية الأمطار ٨٠٠ ملم تكفي للزراعة والمحافظة على الغطاء النباتي في المنطقة.

يعد الجفاف حدث هيدرولوجي متطرف له تأثير مباشر على نمط الحياة والأنشطة البشرية والأنظمة البيئية المختلفة فهو يشير إلى النقص الحاصل في كمية المياه المتدفقة في الأنهار والجداول والعيون والآبار التي تؤدي إلى التغيير الكبير في حجم المياه السطحية والمخزون المائي للبحيرات والخزانات.

أولاً: مشكلة البحث: إن انخفاض كمية التساقط المطري فوق المنطقة الشمالية من العراق ادى الى انخفاض مستوى وكمية المياه والجريان السطحي في العراق بسبب تغير المناخ العالمي نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وتغير اتجاه المنظومات الضغطية السطحية المسببة للتساقط ومنها منخفضات البحر المتوسط .

ثانياً: هدف البحث: يهدف البحث الى تحليل كمي ووصفي للتساقط المطري فوق محطات البحث ومعرفة هل التغير المناخي ادى الى تغير كمية الأمطار الساقطة فوق المنطقة الشمالية من العراق وتحديد السنوات الجافة والرطبة وما سيصبح عليه طقس العراق ومناخه.

ثالثاً: فرضية البحث: إن للتغير المناخي دور كبير في انخفاض كمية التساقط المطري، مما ادى الى نقص في الموارد المائية فوق العراق وتحديدا مياه نهر دجلة. وبالتالي أصبح من المناطق الجافة أو شبه الجافة.

رابعاً: أهمية البحث: ان انخفاض كمية التساقط في العقود الاخيرة، هو مؤشر خطير في الموازنة المائية، لذا باشر الباحثون كل بحسب تخصصه سواءً في مجال المُناخ أو الهيدرولوجيا أو الزراعة في وضع العديد من القرائن والمؤشرات لغرض تحديد المدد الجافة أو الرطبة سواءً على المستوى الشهري أو الفصلي أو السنوي من خلال وضع وصف حسابي للجفاف واستخدامه لحساب شدته ومراقبته.

خامساً: منهجية وطريقة العمل: دراسة وتحليل عناصر المناخ ومنها درجات الحرارة العظمى والصغرى وايجاد الفرق أو مقدار التغير بين دورتين مناخيتين صغرى(دورة شواب وأمدها ١١ سنة) باستخدام مقدار التغير (معدل الدورة الثانية – معدل الدورة الاولى /معدل الدورة الاولى) وكمية الامطار على المستوى السنوي واستنباط التغيرات الحاصلة على عليهم باعتماد مجموعة من المقاييس الإحصائية لقياس هذه التغيرات وتحديد اتجاه العناصر المناخية خلال مدة زمنية محددة بثلاثة وثلاثين عاماً بعد تحديد السنوات الجافة والرطبة خلال هذه المدة المحددة بـ (١٩٨٩/١٩٩٠-٢٠٢١/٢٠٢٢) للمحطات المناخية المتمثلة بمحطة (السليمانية، أربيل ، الموصل).

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

سادساً: حدود الدراسة: تتحد منطقة البحث فلكياً شمال العراق بين دائرتي عرض ٣٥ْ شمالا –٣٧ْ,٣ْ شمالا ، وجغرافيا تضم ثلاث محافظات هي السليمانية وأربيل والموصل ،وزمانيا فان مدة البحث حددت للمدة (١٩٨٩/١٩٩٠–٢٠٢١/٢٠٢٢).

١–تحديد مقدار التغير في درجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطات البحث:

يتبين من تحليل الجدول (١) والشكل (١) ما يأتي:

هناك اتجاه موجب نحو الارتفاع في درجات الحرارة العظمى ولجميع المحطات، ويتضح ان أعلى اتجاه في التغير قد سجل في محطة السليمانية كان في شهر حزيران أذ بلغ (+٠.٥) بينما سجل في محطة أربيل أعلى اتجاه موجب نحو الارتفاع في شهر (كانون الثاني) وبلغ (+٠.٢) وكذلك لمحطة الموصل فقد سجلت أعلى اتجاه موجب نحو الارتفاع بمقدار (+٠,٠٣) في شهر آذار.

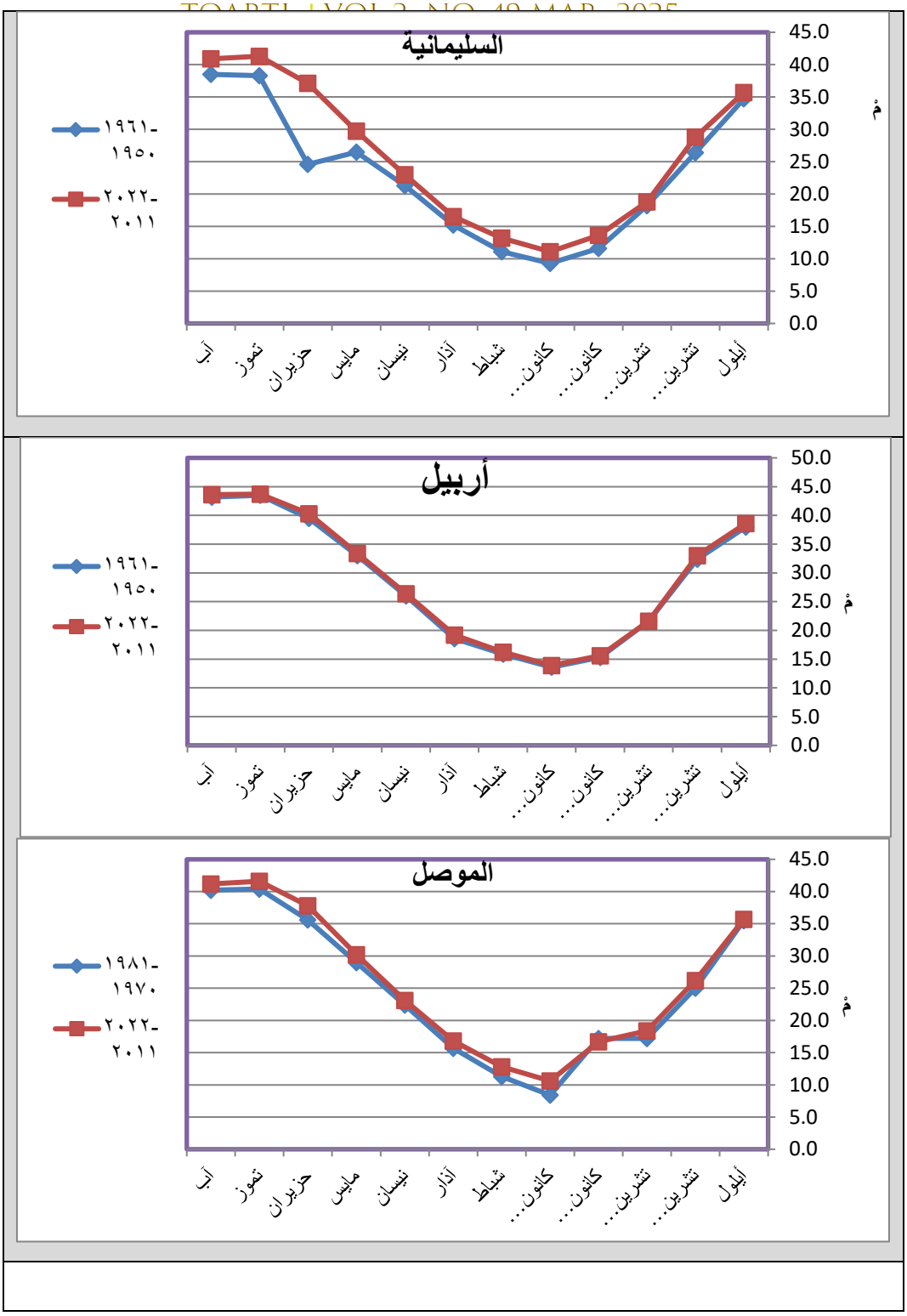
جدول (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى ومقدار تغيرها فوق محطات البحث للمدة (١٩٥٠/١٩٦١ – ٢٠١١/٢٠٢٢)

المحطات	الدورات المناخية	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
السليمانية	1961-1950	34.7	26.4	18.2	11.6	9.3	11.1	15.2	21.3	26.5	24.6	38.3	38.5
	2022-2011	35.7	28.8	18.8	13.6	11.1	13.2	16.5	23.0	29.7	37.1	41.3	40.9
	مقدار التغير	**0.0**	**0.1**	**0.0**	**0.2**	**0.2**	**0.2**	**0.1**	**0.1**	**0.1**	**0.5**	**0.1**	**0.1**
أربيل	1981-1970	35.5	25.0	17.2	17.2	8.4	11.3	15.7	22.4	29.0	35.6	40.4	40.2
	2022-2011	35.7	26.2	18.4	16.7	10.6	12.8	16.8	23.1	30.2	37.8	41.6	41.2
	مقدار التغير	**0.01**	**0.05**	**0.07**	**-0.03**	**0.26**	**0.13**	**0.07**	**0.03**	**0.04**	**0.06**	**0.03**	**0.02**
الموصل	1961-1950	38.0	32.4	21.6	15.3	13.6	15.9	18.6	26.0	33.0	39.5	43.5	43.2
	2022-2011	38.6	33.0	21.6	15.6	13.9	16.2	19.2	26.4	33.4	40.3	43.7	43.6
	مقدار التغير	**0.02**	**0.02**	**0.00**	**0.02**	**0.02**	**0.02**	**0.03**	**0.02**	**0.01**	**0.02**	**0.00**	**0.01**

المصدر عمل الباحث: جمهورية العراق ، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، بغداد ، قسم المناخ،٢٠٢٢ ، بيانات غير منشورة.

شكل (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى لمحطات البحث

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (١)

*لعدم توفر بيانات الدورة الاولى لمحطة اربيل لسنة ١٩٥٠-١٩٦١ ، تم الاستعانة بالدورة (١٩٧٠-١٩٨١).

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

يتضح من تحليل الجدول (٢) والشكل (٢) لدرجات الحرارة الصغرى ما يأتي:

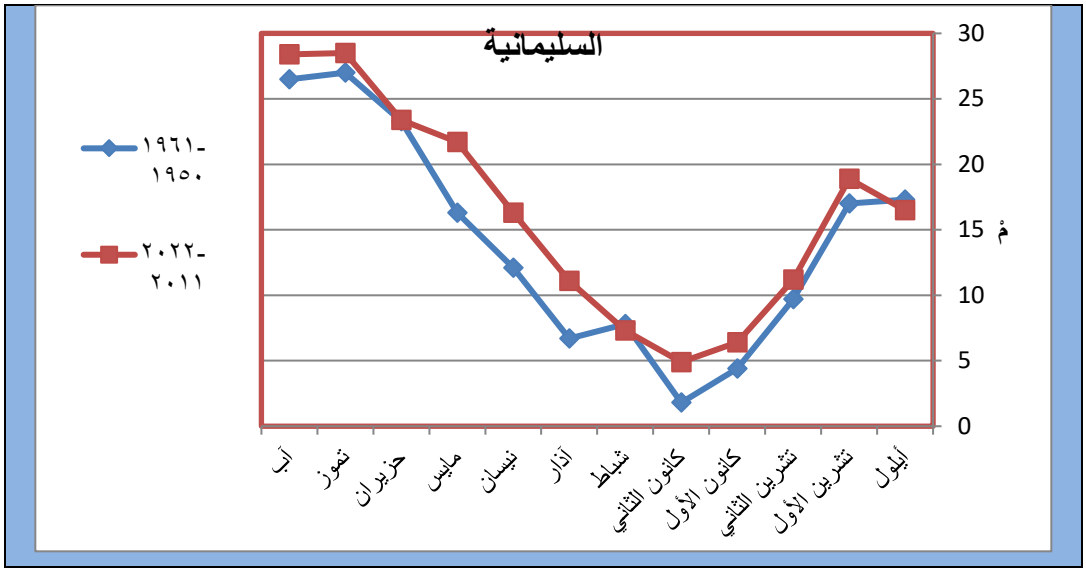
أن هناك اتجاه موجب نحو الارتفاع في درجات الحرارة الصغرى للمحطات (السليمانية وأربيل والموصل) فقد سجلت محطة السليمانية اعلى مقدار لتغير الاتجاه في شهر كانون الثاني اذ بلغ (+١.٧) كما سجلت محطة أربيل اعلى مقدار للتغير فيها في شهر شباط بمقدار (+١.٤) وكذلك محطة الموصل في شهر كانون الاول إذ بلغ اعلى مقدار للتغير فيها بمقدار (+٠.٩)

جدول (٢)المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى(مْ) ومقدار تغيرها لمحطات البحث للمدة (١٩٦١/١٩٥٠ -٢٠٢٢/٢٠١١)

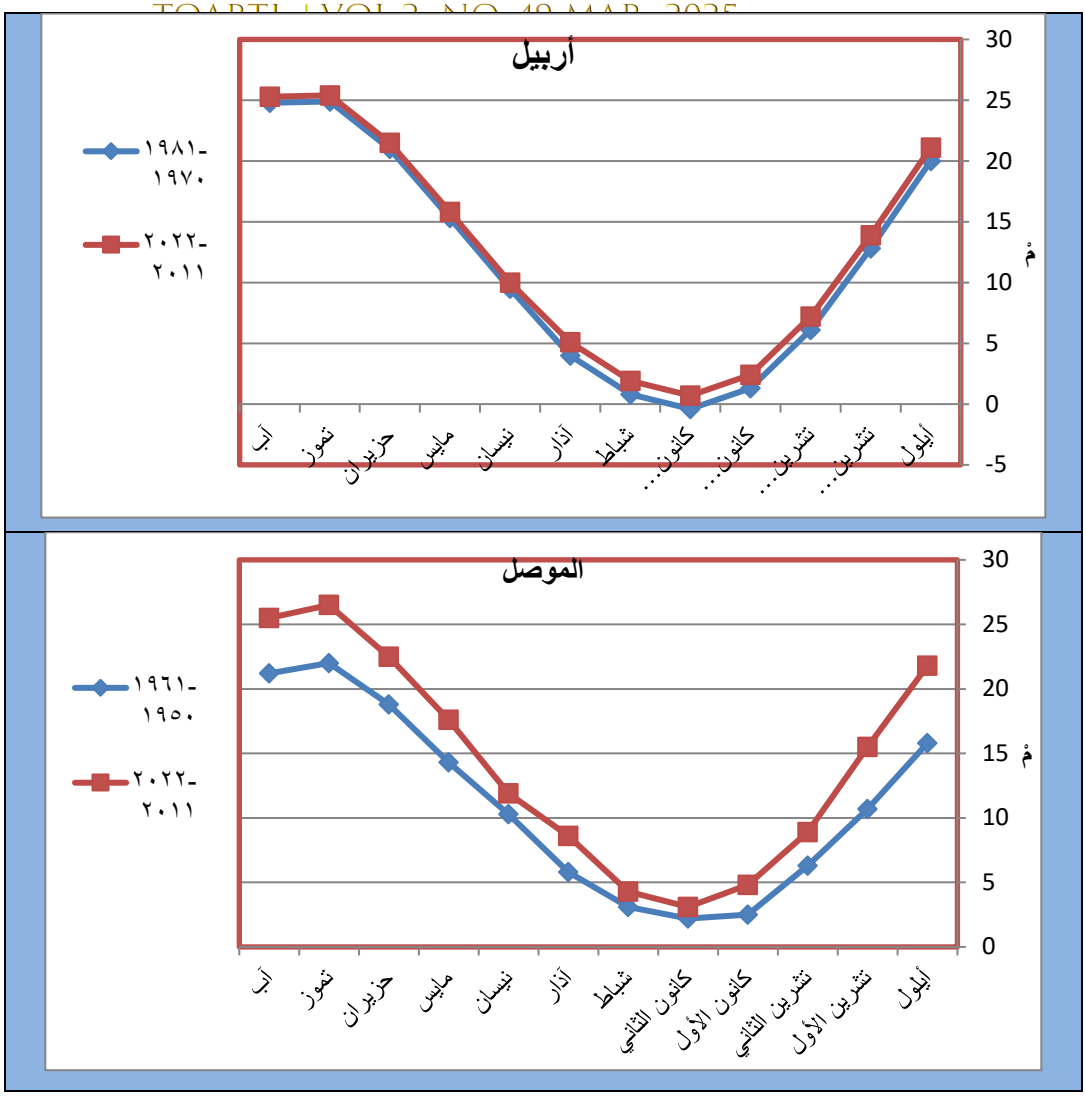
المحطات	الدورات المناخية	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
السليمانية	1961-1950	17.3	17	9.7	4.4	1.8	7.8	6.7	12.1	16.3	23.3	27	26.5
	2022-2011	16.5	18.9	11.2	6.4	4.9	7.3	11.1	16.3	21.7	23.4	28.5	28.4
	مقدار التغير	**0.03**	**0.1**	**0.2**	**0.5**	**1.7**	**-0.1**	**0.7**	**0.3**	**0.3**	**0.0**	**0.1**	**0.1**
أربيل	1981-1970	20	12.8	6.1	1.3	-0.4	0.8	4	9.5	15.3	21	24.9	24.8
	2022-2011	**21.1**	**13.9**	**7.2**	**2.4**	**0.7**	**1.9**	**5.1**	**10**	**15.8**	**21.5**	**25.4**	**25.3**
	مقدار التغير	**0.1**	**0.1**	**0.2**	**0.8**	**-2.8**	**1.4**	**0.3**	**0.1**	**0.03**	**0.02**	**0.02**	**0.02**
الموصل	1961-1950	15.8	10.7	6.3	2.5	2.2	3.1	5.8	10.3	14.3	18.8	22	21.2
	2022-2011	21.8	15.5	8.9	4.8	3.1	4.3	8.6	11.9	17.6	22.5	26.5	25.5
	مقدار التغير	**0.4**	**0.4**	**0.4**	**0.9**	**0.4**	**0.4**	**0.5**	**0.2**	**0.2**	**0.2**	**0.2**	**0.2**

المصدر عمل الباحث: جمهورية العراق ، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، بغداد ، قسم المناخ،٢٠٢١ ، بيانات غير منشورة

شكل (٢) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى(مْ) لمحطات البحث



THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE



المصدر من عمل الباحث اعتمادا على جدول (٢)

٢- تحديد المواسم الجافة والرطبة خلال مدة البحث

توجد دلائل عدة لتحليل الأمطار في العالم بعضها يستخدم على منطقة معينة ولا يستخدم على أخرى والبعض الأخر عام ممكن أن يطبق على أي موقع ومنطقة في العالم، وهذه المؤشرات بعضها قد يكون مناخي أو هيدرولوجي أو زراعي كما إن المؤشرات المناخية هي الأخرى تتباين فيما بينها ، فمنها ما يقتصر في تطبيقه على عنصر مناخي واحد الذي عادةً يكون التساقط المطري كما هو الحال في مؤشر معامل المطر القياسي SPI(Standardized Precipitation Index) ومنها ما يعتمد على عنصرين أو أكثر ، كما إن بعض هذه المؤشرات تعتمد نتائجها في القياس على معيار واحد إما يكون جافاً أو رطباً والبعض الأخر من المؤشرات تكون نتائجها أكثر دقة في القياس فتعطي جدولاً ذو فئات متعددة للقياس، وقد تم اعتماد أكثر من طريقة وبرنامج احصائي لتحليل سجلات الأمطار وتحديد السنوات الجافة والرطبة ضمن تلك السجلات للمحطات المدروسة التابعة لمنطقة البحث، ولقياس الجفاف تم اعتماد مؤشر المطر القياسي SPI باستخدام برنامج (DrinC)،

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

ومعادلة الانحراف المعياري في استخراج السنوات الجافة والرطبة. يعتمد تصنيف الجفاف من المنظور المناخي على درجة الجفاف (طبيعية، متوسطة، عالية جداً) وعلى مدة الجفاف وهي خصائص مناخية ترتبط بموقع معين أو منطقة معينة من سطح الأرض وتمثل الأمطار العنصر الأساس فيها.

٢-١ دليل المطر القياسي SPI

يعد من المؤشرات المهمة والأكثر دقة في قياس شدة الجفاف واستمراريته مع تقدير امتداده المكاني، ولكون هذا المؤشر قياسي لذلك فهو يسمح بمقارنة الجفاف في مختلف المناطق من سطح الأرض مهما كان التباين كبيراً في معدلات التساقط المطري فيها، وهو مؤشر مرن وبسيط في الحساب ويعد التساقط المطري المطلب الوحيد لهذا المؤشر (ميشيل و مثبوت، ٢٠١٠).

يستخدم دليل المطر القياسي SPI لتقييم العجز في التساقط هذا المؤشر من قبل (McKee Teal) وطور من أجل فهم تأثير النقص في الأمطار على رطوبة التربة والخزانات السطحية والجريان المائي في الأنهار والجداول ليناسب عدة مقاييس زمنية لتحليل بيانات الأمطار ودراسة تأثير الجفاف على مصادر المياه المختلفة من خلال احتساب قيم SPI لمدد تبلغ (٣، ٦، ١٢، ٢٤) شهراً وذلك بحسب الهدف والغاية من التحليل (McKee.T.B & Kleist, 1993).

يمثل مؤشر SPI دليلاً نسبياً في تصنيف مدد الجفاف والرطوبة وهو يتعامل مع كل محطة مناخية بشكل مستقل عن المحطات الأخرى، ويعتمد على المعدل العام للأمطار للمحطة والذي عد الحد الفاصل بين الرطوبة والجفاف، وبذلك فإن مصطلح الجفاف لا يرتبط بالمحطات ذات معدلات الأمطار المنخفضة، كما لا يرتبط وصف الرطوبة بالمحطات ذات معدلات الأمطار المرتفعة، فقد تكون مثلاً كمية الأمطار الساقطة في سنةٍ ما على محطة مطرية ذات معدل مطري (١٠٠٠) ملم تساوي (٩٠٠) ملم وتصنف ضمن هذا المؤشر على إنها سنة جافة، في حين تصنف السنة رطبةً بكمية أمطار تصل إلى (١٢٠) ملم والمعدل كان (١٠٠) ملم في تلك المحطة (رشيد، ٢٠١٠). لذلك يمكن الاستفادة والانتفاع من إمكانيات دليل أو مؤشر المطر القياسي في متابعة تأثيرات التغيرات المناخية على أي منطقة من العالم من خلال الاستفادة من سجلات البيانات المطرية لتلك المنطقة، حيث تبين قيم مؤشر المطر القياسي خصائص تعاقب مدد الجفاف والرطوبة للمحطة المطرية عبر تأريخها الزمني وبذلك يمكن ملاحظة أي تغير غير طبيعي أو استثنائي في خصائص الأمطار في تلك المحطة ولاسيما المدد الحديثة مما يشير إلى وجود أو عدم وجود تأثيراً للتغير المناخية في خصائص الأمطار في تلك المنطقة من العالم.

يمكن تطبيق هذا الدليل القياسي للجفاف على أنظمة الحاسب الألي وبحسب برنامج (DrinC) المعد لغرض احتساب قيم مؤشر المطر القياسي، وقد أوضح McKee Teal من خلال جدولاً خاصاً بقيم مؤشر SPI وصفاً مناخياً لتلك القيم التي تقوم على مبدأ توزيع كاما لسلسلة البيانات إلى التوزيع الطبيعي لذلك تكون قيم الوسط

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

لبيانات مؤشر المطر القياسي SPI تساوي صفراً، بينما تظهر الجفاف ووجود النقص في الأمطار عن المعدل العام للتساقط المطري عندما تكون سالبة أي سنة جافة وتصل أشدها عند (-٢)، في حين تنتهي مدة الجفاف عندما تكون القيم موجبة الذي يشير إلى وجود زيادة في الأمطار عن المعدل العام أي سنوات رطبة، هذا يعني أن مدة الجفاف لها بداية ونهاية، ويتطلب في احتساب قيم SPI عدم وجود بيانات مفقودة في السلسلة الزمنية وأن تكون مدة البحث لا تقل عن (٣٠) سنة (الشجيري، ٢٠١٥). وذلك بحسب المعادلة الآتية:.

1- ..... $G^X = \frac{1}{\beta a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-x/B}$ $^{\beta}\Delta$ for $x > 0$

2- ..... $r(a) = \int_0^{\infty} y^{a-1} e^{y}$ dy

إذ إن:

Γ(a)= دالة كاما

X = قيمة المطر أو التساقط التي يراد تقييم التوزيع عندها

a= معلمة الشكل للتوزيع ولها قيمة أكبر من الواحد

β = معلمة القياس للتوزيع ولها قيمة أكبر من الواحد

بحسب العلاقات التالية يتم احتساب قيم a و **β**:

3-..... $a= \frac{1}{4A}\left(1+\sqrt{1+\frac{4A}{3}}\right)$

4-..... $\beta = \frac{\bar{(x)}}{a}$

إذ إن

5-..... $A = \ln \bar{(x)} - \frac{\sum In(x)}{n}$

n = عدد الاحداثيات المطرية في سجل الأمطار.

وبتعويض قيم a و **β** تكون دالة توزيع كاما كما مبين في المعادلة الآتية:

6-..... $G(x)= \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta a \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{a-1} e^{-x/\beta} dx$

وعند افتراض قيمة **β** /x= t يمكن صياغة دالة كاما كما في المعادلة (٧):

7-..... $G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{a-1} e^{-1}$ dt

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

وبما أن دالة توزيع كاما تكون غير معرفة عند قيم الصفر وسجلات الأمطار تحتوي على قيم الصفر لذلك استنباط هذه المعادلة للقيم الصفرية لأجل احتساب احتمالية التراكمية لتوزيع كاما:

8-..... $H(x) = q + (1 - q)G(x)$

حيث إن q احتمالية القيم الصفرية وتحسب من المعادلة (٩):

9-..... $q=\frac{m}{n}$

حيث إن m= عدد القراءات الصفرية في سلسلة بيانات الأمطار

10- ..... $Z= SPI =-[t - \frac{C0+C1t+c2t2}{1+d1+d2t2+d3t3}]$ for $0<H(x) \leq 0.5$

11-..... $Z = SPI =+[t - \frac{C0+C1t+c2t2}{1+d1+d2t2+d3t3}]$ for $0.5 <H(x)<1$

إذ إن:

12-..... $t= \sqrt{\ln[\frac{1}{(H(x))2}]}$ for $0<H(x) \leq 0.5$

13-..... $t= \sqrt{\ln[\frac{1}{1-(H(x))_2}]}$ for $0.5 <H(x)<1$

تم اعتماد مؤشر المطر القياسي SPI في كثير من مراكز البحوث العلمية المتقدمة والجامعات والمراكز الوطنية وفي العديد من الدول الأوربية وكذلك الولايات المتحدة الأمريكية وأبرزها المركز الوطني للتخفيف من آثار الجفاف في الولايات المتحدة الأمريكية (National Drought Mitigation Center (NDMC))، ويظهر في الجدول(٣) الفئات الثمان التي حددها العالم Make etall تصف حالة المطر ما بين الجفاف والرطوبة وفقاً لقيم (McKee.T.B & Kleist, 1993) & ,McKee, Doesken.

جدول (٣) فئات مؤشر المطر القياسيSPI

قيم المؤشر SPI	التصنيف
2≤	شديد الرطوبة جداً Extremely Wet
1.50 _ 1.99	شديد الرطوبة Severely Wet
1 _ 1.49	متوسط الرطوبة Moderately Wet
0 _ 0.99	معتدل الرطوبة Mild Wet

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

معتدل الجفاف Mild Drought	-0.99 _ 0
متوسط الجفاف Moderately Drought	-1 _ -1.49
شديد الجفاف Severely Drought	-1.50 _ -1.99
شديد الجفاف جداً Extremely Drought	≤ - 2

Source: McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993) The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, 17-22 January 1993, 179-184.

من خلال الجدول (٣) والجدول (٤) والشكل (٣)، (٤)، (٥) الذي يظهر مخرجات التقييم الإحصائي للأمطار باستخدام برنامج (DrinC) الذي يقوم باحتساب مؤشر المطر القياسي SPI، يتضح أن المواسم الجافة بأصنافها المختلفة عامةً الأكثر تكراراً خلال مدة البحث من المواسم الرطبة، حيث بلغت نسبتها (٤٢، ٥٥، ٥١) في كل من محطة الموصل وأربيل وسليمانية على التوالي، توزعت هذه النسبة بحسب شدتها بين أصناف السنوات الجافة (شديدة ومتوسطة ومعتدلة الجفاف) بتكرار (٥ ، ٣ ، ١٠) سنة لمحطة الموصل على التوالي، (٢، ٤، ١٠) سنة لمحطة أربيل على التوالي، (١، ٧، ١٠) سنة لمحطة السليمانية على التوالي، وبذلك يكون مجموع نصيب المحطات المناخية من السنوات الجافة بشكل عام (١٨، ١٦، ١٨) سنة جافة لكل من محطة الموصل، أربيل، سليمانية على التوالي، الشكل (٣) يظهر وصف السنة الجافة والرطبة لكل محطة خلال مدة البحث.

يقابل ذلك بلغت نسبة تكرار السنوات الرطبة التي شهدتها محطة الموصل، أربيل، سليمانية(٤٥، ٥٢، ٤٥) على التوالي، توزعت هذه النسبة بين السنوات الرطبة بحسب شدتها (شديدة ومتوسطة ومعتدلة الرطوبة) بتكرار (١، ٤، ١٠ سنة) لمحطة الموصل على التوالي، (٠ ، ٤ ، ١٣ سنة) لمحطة أربيل على التوالي، (٢، ٤، ١٠ سنة) لمحطة السليمانية على التوالي، بهذا كان مجموع نصيب المحطات من السنوات الرطبة بشكل عام ،(١٥، ١٧، ١٥) سنة رطبة لكل من محطة الموصل، أربيل، سليمانية على التوالي، الشكل (٣)، (٤)، (٥).

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

جدول (٤) مؤشر المطر القياسي SPI لمحطات منطقة البحث للمدة (٨٩/ ١٩٩٠-٢٠٢٢/٢١)

المحطة	الموصل		أربيل		السليمانية	
السنة	SPI	الوصف	SPI	الوصف	SPI	الوصف
1989-1990	-0.60	جفاف معتدل	0.03	رطوبة معتدلة	-1.78	جفاف شديد
1990-1991	-0.60	جفاف معتدل	0.59	رطوبة معتدلة	0.01	رطوبة معتدلة
1991-1992	1.31	رطوبة متوسطة	0.14	رطوبة معتدلة	0.77	رطوبة معتدلة
1992-1993	0.63	رطوبة معتدلة	0.53	رطوبة معتدلة	0.16	رطوبة معتدلة
1993-1994	0.49	رطوبة معتدلة	1.31	رطوبة متوسطة	1.78	رطوبة شديدة
1994-1995	-1.25	جفاف متوسط	- 0.21	جفاف معتدل	- 0.99	جفاف معتدل
1995-1996	1.17	رطوبة متوسطة	- 0.12	جفاف معتدل	0.18	رطوبة معتدلة
1996-1997	0.52	رطوبة معتدلة	0.4	رطوبة معتدلة	0.67	رطوبة معتدلة
1997-1998	-1.60	جفاف شديد	-0.8	جفاف معتدل	- 0.66	جفاف معتدل
1998-1999	-1.27	جفاف متوسط	-1.73	جفاف شديد	- 1.3	جفاف متوسط
1999-2000	-0.19	جفاف معتدل	- 1.42	جفاف متوسط	- 0.29	جفاف معتدل
2000-2001	-1.58	جفاف شديد	- 1.19	جفاف متوسط	- 0.58	جفاف معتدل
2001-2002	-0.61	جفاف معتدل	- 1.95	جفاف شديد	1.22	رطوبة متوسطة
2002-2003	-0.58	جفاف معتدل	0.04	رطوبة معتدلة	- 1.3	جفاف متوسط
2003-2004	0.42	رطوبة معتدلة	0.53	رطوبة معتدلة	0.78	رطوبة معتدلة
2004-2005	0.06	رطوبة معتدلة	0.85	رطوبة معتدلة	- 0.83	جفاف معتدل
2005-2006	1.55	رطوبة شديدة	- 0.73	جفاف معتدل	0.71	رطوبة معتدلة
2006-2007	-1.89	جفاف شديد	1.13	رطوبة متوسطة	- 1.13	جفاف متوسط
2007-2008	-0.62	جفاف معتدل	-1.11	جفاف متوسط	- 1.22	جفاف متوسط
2008-2009	-1.02	جفاف متوسط	- 0.75	جفاف معتدل	- 0.3	جفاف معتدل
2009-2010	-1.06	جفاف شديد	- 0.58	جفاف معتدل	- 1.31	جفاف متوسط
2010-2011	-1.06	جفاف شديد	0.14	رطوبة معتدلة	- 1.02	جفاف متوسط
2011-2012	-0.24	جفاف معتدل	0.53	رطوبة معتدلة	0.25	رطوبة معتدلة
2012-2013	1.28	رطوبة متوسطة	0.85	رطوبة معتدلة	0.79	رطوبة معتدلة
2013-2014	-0.1	جفاف معتدل	- 0.73	جفاف معتدل	- 0.08	جفاف معتدل
2014-2015	0.07	رطوبة معتدلة	1.13	رطوبة متوسطة	1.07	رطوبة متوسطة
2015-2016	-0.13	جفاف معتدل	- 1.11	جفاف متوسط	- 0.43	جفاف معتدل
2016-2017	0.42	رطوبة معتدلة	- 0.75	جفاف معتدل	0.58	رطوبة معتدلة
2017-2018	1.42	رطوبة متوسطة	- 0.58	جفاف معتدل	1.19	رطوبة متوسطة
2018-2019	0.6	رطوبة معتدلة	1.57	رطوبة متوسطة	1.17	رطوبة متوسطة
2019-2020	0.56	رطوبة معتدلة	0.14	رطوبة معتدلة	- 0.33	جفاف معتدل
2020-2021	-0.99	جفاف معتدل	- 0.99	جفاف معتدل	- 0.99	جفاف معتدل
2021-2022	0.68	رطوبة معتدلة	0.50	رطوبة معتدلة	0.20	جفاف متوسط

المصدر :اعتماداً على مخرجات برنامج DrinC

جدول (٥) تكرار السنوات الجافة والرطبة بحسب مؤشر المطر القياسي SPI خلال مدة البحث

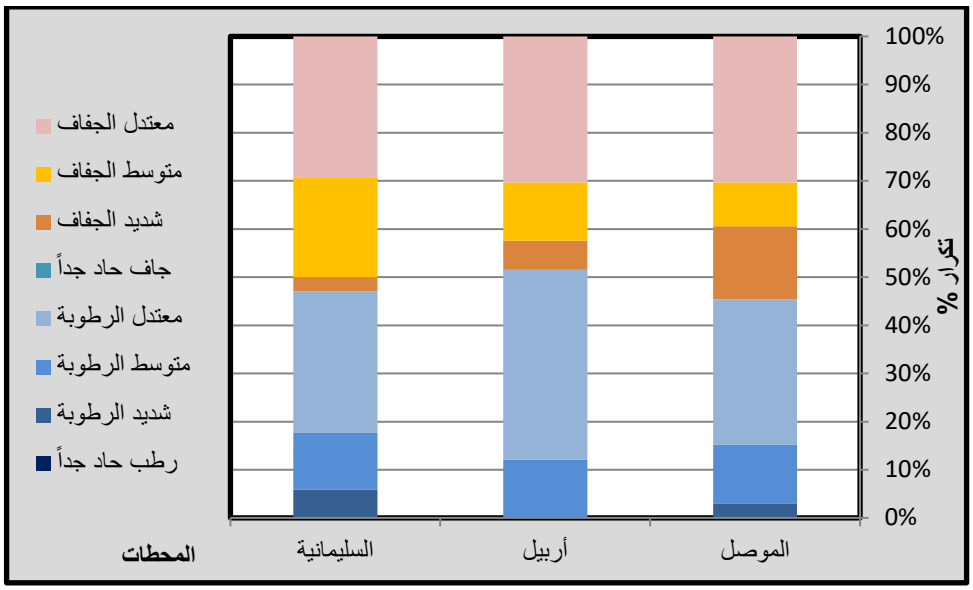
وصف السنة	الموصل	أربيل	السليمانية
رطب حاد جداً	٠	٠	٠
شديد الرطوبة	١	٠	٢
متوسط الرطوبة	٤	٤	٤
معتدل الرطوبة	١٠	١٣	١٠
جاف حاد جداً	٠	٠	٠

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

شديد الجفاف	٥	٢	١
متوسط الجفاف	٣	٤	٧
معتدل الجفاف	١٠	١٠	١٠
عدد السنوات الرطبة	١٥	١٧	١٥
نسبتها المئوية (%)	٤٥	٥٢	٤٥
عدد السنوات الجافة	١٨	١٦	١٨
نسبتها المئوية (%)	٥٥	٤٨	٥٥

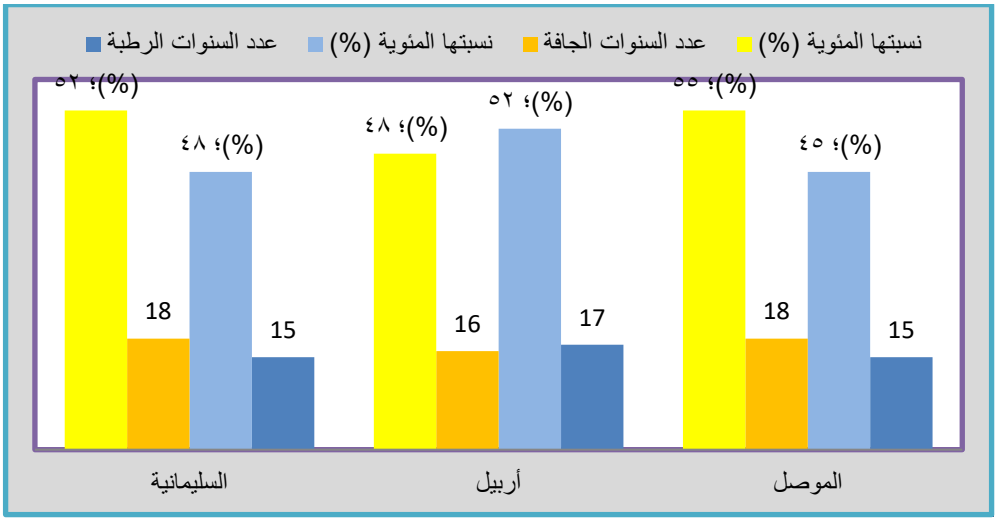
المصدر : اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

الشكل (٣) تكرار السنوات الجافة والرطبة بحسب شدتها في المحطات المناخية خلال مدة البحث



المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٥)

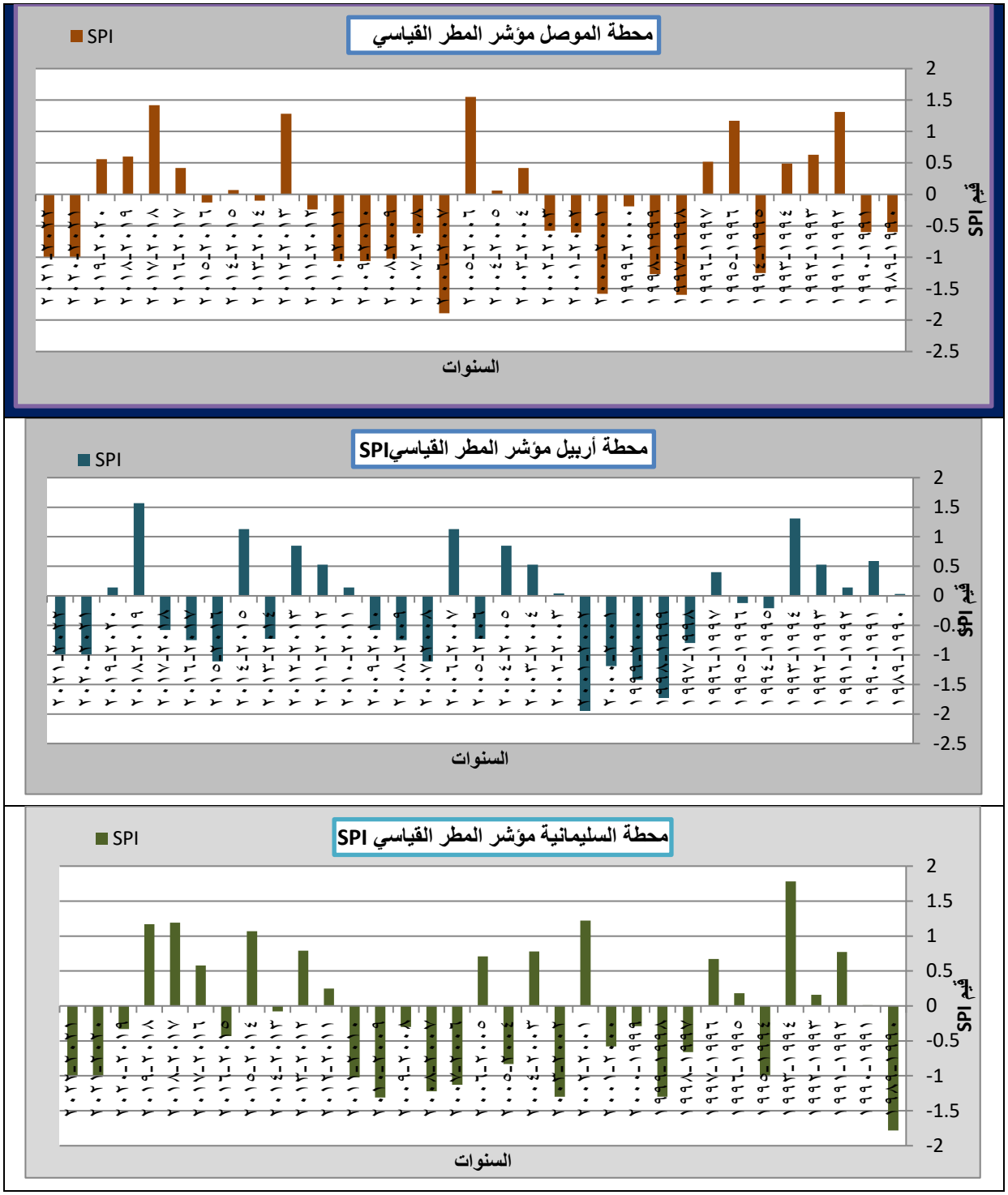
شكل (٤) نسبة وعدد السنوات الرطبة والجافة لمحطات البحث (١٩٨٩/١٩٩٠-٢٠٢١/٢٠٢٢)



THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٥)

شكل (٥) مؤشر المطر القاسية والاتجاه SPI لمحطات البحث للمدة (١٩٨٩/١٩٩٠-٢٠٢١/٢٠٢٢)



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على الجدول (٤)

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

٢-٢ :طريقة الانحراف المعياري لاستخراج السنوات الجافة والرطبة

سيتم تحديد السنوات الجافة والرطبة باستخدام طريقة الانحراف المعياري واعتماداً على معيار السنة الجافة التي تُعرف بأنها السنة التي يقل فيها المجموع السنوي للأمطار عن المعدل العام للتساقط بنصف انحراف معياري أو أقل كما في العلاقة الأتية (الحسني و الصحاف، ١٩٩٠):

$$DY = R - (0.5 - S.d)$$

إذ أن Whereas

y.D : السنة الجافة مناخياً Drought Year

R: المعدل العام للأمطار Rain

S.d: الانحراف المعياري Standard Deviation

من خلال تطبيق هذا المعيار على جميع السنوات المحددة للدراسة للمحطات المناخية المنتخبة، فإن كل سنة تقل أمطارها عن المتوسط بنصف انحراف معياري تكون سنة جافة، أما إذا زادت عنه فعندها تكون سنة رطبة، ويتطلب ذلك إتباع الخطوات الإحصائية الأتية:

- احتساب المجموع المطري لسنوات البحث لكل محطة.
- احتساب الوسط الحسابي لكل السنوات.
- استخراج الانحراف المعياري للتساقط المطري خلال مدة البحث.
- استخراج قيمة نصف الانحراف المعياري وطرحه من المجموع المطري لكل سنة.

جاءت نتائج التحليل الإحصائي لتحديد السنوات الجافة والرطبة للمدة (١٩٨٩/١٩٩٠-٢٠٢١/٢٠٢٢) للمحطات بالشكل الآتي:

شهدت محطة الموصل التكرار الأكثر للسنوات الرطبة بمقدار(١٤ سنة) أي بنسبة (٤٢.٤٪) من مدة البحث تركز تكرارها خلال الدورة المناخية الأولى (١٩٨٩-٢٠٠٠م)، إذ جاءت تقريباً متتالية تخلل هذه الدورة سنتان جافتان وشهدت أيضاً أعلى مجموع مطري والذي بلغ (٥٠١.١ ملم) وذلك خلال السنة الأكثر رطوبة ١٩٩٧/١٩٩٨م، بالمقابل سجلت المحطة (١٩) تكرار للسنوات الجافة شكلت نسبة (٥٧.٦٪) من سنوات البحث

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

الكلي، تركز تكرارها وتتابع خلال الدورة المناخية الثانية والثالثة(٢٠٠٠-٢٠١١) (٢٠١١ -٢٠٢٢)، في حين شهدت الدورة المناخية الثانية (١٩٩٩- ٢٠١٠) أدنى مجموع مطري بلغ (١٧٦.٥ ملم) الجدول (٦).

جدول (٦)عدد السنوات الجافة والسنوات الرطبة لمحطة الموصل

السنة	مجموع الامطار (ملم)	معدل الامطار(ملم)	الانحراف المعياري	مجموع الامطار - نصف الانحراف المعياري	الوصف
١٩٩٠-١٩٨٩	368.4	289.6	39.4	348.7	رطبة
١٩٩١-١٩٩٠	192.1	289.6	48.7	167.7	جافة
١٩٩٢-١٩٩١	299.8	289.6	5.1	297.2	رطبة
١٩٩٣-١٩٩٢	303.3	289.6	6.9	299.8	رطبة
١٩٩٤-١٩٩٣	303.5	289.6	7.0	300.0	رطبة
١٩٩٥-١٩٩٤	313.0	289.6	11.7	307.2	رطبة
١٩٩٦-١٩٩٥	263.2	289.6	13.2	256.6	جافة
١٩٩٧-١٩٩٦	209.2	289.6	40.2	189.1	جافة
١٩٩٨-١٩٩٧	501.1	289.6	105.8	448.2	رطبة
١٩٩٩-١٩٩٨	121.7	289.6	83.9	79.7	جافة
٢٠٠٠-١٩٩٩	119.5	289.6	85.0	77.0	جافة
٢٠٠١-٢٠٠٠	272.4	289.6	8.6	268.1	جافة
٢٠٠٢-٢٠٠١	284.1	289.6	2.8	282.7	جافة
٢٠٠٣-٢٠٠٢	267.4	289.6	11.1	261.9	جافة
٢٠٠٤-٢٠٠٣	298.5	289.6	4.5	296.3	رطبة
٢٠٠٥-٢٠٠٤	236.5	289.6	26.5	223.2	جافة
٢٠٠٦-٢٠٠٥	238.9	289.6	25.3	226.3	جافة
٢٠٠٧-٢٠٠٦	306.6	289.6	8.5	302.3	رطبة
٢٠٠٨-٢٠٠٧	165.5	289.6	62.0	134.5	جافة
٢٠٠٩-٢٠٠٨	223.7	289.6	32.9	207.3	جافة
٢٠١٠-٢٠٠٩	237.4	289.6	26.1	224.3	جافة
٢٠١١-٢٠١٠	257.7	289.6	15.9	249.7	جافة
٢٠١٢-٢٠١١	169.8	289.6	59.9	139.9	جافة
٢٠١٣-٢٠١٢	379.1	289.6	44.8	356.7	رطبة
٢٠١٤-٢٠١٣	215.5	289.6	37.0	196.9	جافة
٢٠١٥-٢٠١٤	336.9	289.6	23.7	325.0	رطبة
٢٠١٦-٢٠١٥	484.4	289.6	97.4	435.7	رطبة
٢٠١٧-٢٠١٦	260.3	289.6	14.6	252.9	جافة
٢٠١٨-٢٠١٧	270.7	289.6	9.5	265.9	جافة
٢٠١٩-٢٠١٨	618.9	289.6	164.7	536.6	رطبة
٢٠٢٠-٢٠١٩	441.1	289.6	75.8	403.2	رطبة
٢٠٢١-٢٠٢٠	288.6	289.6	0.5	288.4	جافة
٢٠٢٢-٢٠٢١	306.7	289.6	8.5	302.4	رطبة

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على: جمهورية العراق ، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، بغداد ، قسم المناخ،٢٠٢٢ ، بيانات غير منشورة.

تكرر ظهور السنوات الجافة لمحطة أربيل بمقدار (١٥) سنة جافة، شكلت نسبتها (٤٥.٥٪) من مجموع سنوات البحث، بالمقابل شكلت نسبة تكرار السنوات الرطبة لمحطة أربيل (٥٤.٥٪) من مجموع سنوات البحث. إذ سجلت (١٨) تكراراً للسنوات الرطبة، تركز تكرارها وتتابعها خلال الدورة المناخية الأولى (١٩٨٩-٢٠٠٠)والثانية(٢٠٠٠-٢٠١١) ، رغم أن هذه الدورة سجلت أدنى مجموع مطري في عامها الأول ١٩٩٩م بمقدار (١٥٧.١ ملم)، في حين سجلت الدورة المناخية الأولى أعلى مجموع مطري بمقدار (٥٩٩.٤) (ملم) شهدتها سنة ١٩٩٤-١٩٩٥م، الجدول(٧)

جدول (٧)عدد السنوات الجافة والسنوات الرطبة لمحطة أربيل

السنة	مجموع الامطار (ملم)	معدل الامطار (ملم)	الانحراف المعياري	مجموع الامطار ـ نصف الانحراف المعياري	الوصف
١٩٨٩-١٩٩٠	474.5	424.2	25.1	461.9	رطبة
١٩٩٠-١٩٩١	335	424.2	44.6	312.7	جافة
١٩٩١-١٩٩٢	443.8	424.2	9.8	438.9	رطبة
١٩٩٢-١٩٩٣	419.5	424.2	2.3	418.3	جافة
١٩٩٣-١٩٩٤	563.1	424.2	69.5	528.4	رطبة
١٩٩٤-١٩٩٥	599.4	424.2	87.6	555.6	رطبة
١٩٩٥-١٩٩٦	536.7	424.2	56.2	508.6	رطبة
١٩٩٦-١٩٩٧	427.7	424.2	1.8	426.8	رطبة
١٩٩٧-١٩٩٨	441.6	424.2	8.7	437.3	رطبة
١٩٩٨-١٩٩٩	358.3	424.2	33.0	341.8	جافة
١٩٩٩-٢٠٠٠	157.1	424.2	133.6	90.3	جافة
٢٠٠٠-٢٠٠١	290.3	424.2	66.9	256.8	جافة
٢٠٠١-٢٠٠٢	309.3	424.2	57.5	280.6	جافة
٢٠٠٢-٢٠٠٣	520.2	424.2	48.0	496.2	رطبة
٢٠٠٣-٢٠٠٤	491.8	424.2	33.8	474.9	رطبة
٢٠٠٤-٢٠٠٥	491.5	424.2	33.7	474.7	رطبة
٢٠٠٥-٢٠٠٦	496.3	424.2	36.1	478.3	رطبة
٢٠٠٦-٢٠٠٧	492.1	424.2	34.0	475.1	رطبة
٢٠٠٧-٢٠٠٨	514.6	424.2	45.2	492.0	رطبة
٢٠٠٨-٢٠٠٩	273.4	424.2	75.4	235.7	جافة
٢٠٠٩-٢٠١٠	297.5	424.2	63.3	265.8	جافة
٢٠١٠-٢٠١١	491.1	424.2	33.5	474.4	رطبة
٢٠١١-٢٠١٢	463.4	424.2	19.6	453.6	رطبة
٢٠١٢-٢٠١٣	314.2	424.2	55.0	286.7	جافة
٢٠١٣-٢٠١٤	457.7	424.2	16.8	449.3	رطبة
٢٠١٤-٢٠١٥	297.5	424.2	63.3	265.8	جافة
٢٠١٥-٢٠١٦	273.4	424.2	75.4	235.7	جافة
٢٠١٦-٢٠١٧	514.6	424.2	45.2	492.0	رطبة

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

٢٠١٧-٢٠١٨	297.5	424.2	63.3	265.8	جافة
٢٠١٨-٢٠١٩	311.9	424.2	56.2	283.8	جافة
٢٠١٩-٢٠٢٠	626.9	424.2	101.4	576.2	رطبة
٢٠٢٠-٢٠٢١	373.3	424.2	25.5	360.6	جافة
٢٠٢١-٢٠٢٢	419.8	424.2	2.2	418.7	جافة

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على: جمهورية العراق ، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، بغداد ، قسم المناخ،٢٠٢٢ ، بيانات غير منشورة.

كان تكرار السنوات الجافة لمحطة السليمانية (١٦ سنة) شكلت نسبة (٤٨.٥٪) من المجموع الكلي لسنوات البحث، تركز تتابع السنوات الجافة خلال الدورة المناخية الثانية (٢٠٠٠-٢٠١١)، وسجلت المحطة (١٧) تكراراً للسنوات الرطبة شكلت نسبتها (٥١.٥) من مجموع سنوات البحث، شهدت الدورة المناخية الأولى أعلى مجموع مطري بواقع (٩٥٢.٨ ملم) خلال سنة ١٩٩٤/١٩٩٥م، بالمقابل شهدت الدورة المناخية الثانية (١٩٩٩-٢٠١٠م) أدنى مجموع مطري بمقدار (٣٣٨.٩ ملم) خلال سنتها الأولى ١٩٩٩/٢٠٠٠، الجدول (٨).

جدول (٨)عدد السنوات الجافة والسنوات الرطبة لمحطة السليمانية

السنة	مجموع الامطار (ملم)	معدل الامطار(ملم)	الانحراف المعياري	مجموع الامطار - نصف الانحراف المعياري	الوصف
١٩٨٩-١٩٩٠	498.4	691.76	96.7	450.1	جافة
١٩٩٠-١٩٩١	434.2	691.76	128.8	369.8	جافة
١٩٩١-١٩٩٢	456.9	691.76	117.4	398.2	جافة
١٩٩٢-١٩٩٣	910.9	691.76	109.6	856.1	رطبة
١٩٩٣-١٩٩٤	872.7	691.76	90.5	827.5	رطبة
١٩٩٤-١٩٩٥	952.8	691.76	130.5	887.5	رطبة
١٩٩٥-١٩٩٦	575.3	691.76	58.2	546.2	جافة
١٩٩٦-١٩٩٧	759.3	691.76	33.8	742.4	رطبة
١٩٩٧-١٩٩٨	855.2	691.76	81.7	814.3	رطبة
١٩٩٨-١٩٩٩	627.1	691.76	32.3	610.9	جافة
١٩٩٩-٢٠٠٠	338.9	691.76	176.4	250.7	جافة
٢٠٠٠-٢٠٠١	505.3	691.76	93.2	458.7	جافة
٢٠٠١-٢٠٠٢	512.8	691.76	89.5	468.1	جافة
٢٠٠٢-٢٠٠٣	929.5	691.76	118.9	870.1	رطبة
٢٠٠٣-٢٠٠٤	807.1	691.76	57.7	778.3	رطبة
٢٠٠٤-٢٠٠٥	781.6	691.76	44.9	759.1	رطبة
٢٠٠٥-٢٠٠٦	816.4	691.76	62.3	785.2	رطبة
٢٠٠٦-٢٠٠٧	780.6	691.76	44.4	758.4	رطبة
٢٠٠٧-٢٠٠٨	587.2	691.76	52.3	561.1	جافة
٢٠٠٨-٢٠٠٩	413.5	691.76	139.1	343.9	جافة
٢٠٠٩-٢٠١٠	614.6	691.76	38.6	595.3	جافة
٢٠١٠-٢٠١١	780.6	691.76	44.4	758.4	رطبة
٢٠١١-٢٠١٢	648.6	691.76	21.6	637.8	جافة
٢٠١٢-٢٠١٣	719.3	691.76	13.8	712.4	رطبة
٢٠١٣-٢٠١٤	637.8	691.76	27.0	624.3	جافة

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

٢٠١٤-٢٠١٥	685.9	691.76	2.9	684.4	رطبة
٢٠١٥-٢٠١٦	566.2	691.76	62.8	534.8	جافة
٢٠١٦-٢٠١٧	791.2	691.76	49.7	766.3	رطبة
٢٠١٧-٢٠١٨	752.4	691.76	30.3	737.2	رطبة
٢٠١٨-٢٠١٩	571.4	691.76	60.2	541.3	جافة
٢٠١٩-٢٠٢٠	910.9	691.76	109.6	856.1	رطبة
٢٠٢٠-٢٠٢١	710.1	691.76	9.1	705.4	رطبة
٢٠٢١-٢٠٢٢	597.2	691.76	47.3	573.6	جافة

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على: جمهورية العراق ، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، بغداد ، قسم المناخ،٢٠٢٢ ، بيانات غير منشورة.

الاستنتاجات:

١- هناك اتجاه موجب نحو الارتفاع في مقدار التغير بين الدورة الاولى والثانية لدرجات الحرارة العظمى في محطات الدراسة بسبب التغير المناخي العالمي الذي يظهر تأثيره واضحا على منطقة البحث .

٢- ظهور اتجاه موجب نحو الارتفاع في مقدار التغير لدرجات الحرارة الصغرى في محطات البحث.

٣- ان تكرار السنوات الجافة كان اكثر من السنوات الرطبة بسبب قلة او انخفاض التساقط المطري في منطقة البحث بسبب التغير المناخي العالمي والذي هو نتيجة لتغير المنظومات الضغطية السطحية والعليا وقلة تكرار المنخفضات المتوسطية الجبهوية المسببة للتساقط.

٤- انخفاض في كمية التساقط المطري لمعظم سنوات البحث بسبب التغير المناخي والذي يبدو علية هو تغير في قلة تكرار المنخفضات المرافقة للأخاديد الهوائية العليا وزيادة تكرار الأمواج المستعرضة المرافقة لها والتي اثبتتها الدراسات السابقة مما يؤدي الى سرعة مرور وحركة هذه المنخفضات عن المنطقة الشمالية من العراق أو تغير مسارها باتجاه تركيا وايران.

٥- بلغت نسبة عدد السنوات الجافة لمحطتي السليمانية والموصل خلال مدة البحث (٥٥٪) بينما كانت نسبتها لمحطة اربيل ٤٨٪ .

٦- بلغت نسبة السنوات الرطبة لمحطتي السليمانية والموصل ٤٥٪ بينما محطة اربيل بلغت ٥٢٪.

٧- اكثر تكرار لمؤشر المطر القياسي لمحطات (السليمانية واربيل والموصل) كان معتدل الرطوبة اذ سجل (١٠، ١٣، ١٠) على التوالي.

٨-اكثر تكرار للسنوات الجافة في مقياس (SPI) كان معتدل الجفاف اذ بلغ (١٠) تكرارا لجميع المحطات.

٩- جاءت محطة السليمانية بتكرار اعلى من بقية المحطات (٥) تكرار شديد الجفاف خلال مدة البحث

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

١٠- هناك عجز في التساقط المطري وارتفاع في تكرار السنوات الجافة مما ادى الى قلة التصريف المائي لروافد دجلة والمياه السطحية المرتبطة بها داخل العراق بسبب التغير المناخي .

المراجع

1-Doesken,N,J McKee.T.B و ،Kleist .(١٩٩٣) .*he relantionship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Atmospheric and Climate*.١٩٧٣ .

2-M Brunetti و ،. et.al .(٢٠٠٠) .variations of temperature and precipitation in Italy . *theor appl.climate*.١٧٠-١٦٦ ، الصفحات

٣-الهياة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، جمهورية العراق. (٢٠٢١). *بيانات غير منشورة*. بغداد: وزارة النقل.

٤-أنس محمود محمد رشيد. (العدد٢ ١٨, ٢٠١٠). تحليل فترات جفاف الأمطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسيSPI. *هندسة الرافدين*، الصفحات ٦٠-٧٢.

٥- سكاف ميشيل، و شفا مثبوت. (٢٠١٠). تحليل الجفاف في منطقة الجزيرة السورية باستخدام مؤشر المطر القياسي. (المجلد ٣، المحرر) *المجلة العربية للبيئات الجافة*، صفحة ١٠٠.

٦- عمر حمدان عبدالله الشجيري. (٢٠١٥). *مؤشرات التغير المناخي وأثرها في الواقع المائي في محافظة واسط*. كلية التربية-ابن رشد: بغداد.

٧- فاضل باقر الحسني، و مهدي محمد الصحاف. (١٩٩٠). *أساسيات علم المناخ التطبيقي*. بغداد: مطبعة دار الحكمة،الطبعة ١.

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

References

1. Doesken, N. J., McKee, T. B., & Kleist. (1993). *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales*. Atmospheric and Climate, 1973.
2. Brunetti, M., et al. (2000). *Variations of Temperature and Precipitation in Italy*. Theoretical and Applied Climatology, pp. 166–170.
3. General Authority for Meteorology and Seismology, Republic of Iraq. (2021). *Unpublished Data*. Baghdad: Ministry of Transport.
4. Rashid, Anas Mahmoud Mohammed. (2010). *Analysis of Rainfall Drought Periods in Northern Iraq Using the Standardized Precipitation Index (SPI)*. Al-Rafidain Engineering Journal, 18(2), pp. 60–72.
5. Michel Skaff & Mathbout Shafa. (2010). *Drought Analysis in the Syrian Jazira Region Using the Standardized Precipitation Index*. Arab Journal for Arid Environments, Vol. 3, p. 100.
6. Al-Shujairi, Omar Hamdan Abdullah. (2015). *Indicators of Climate Change and Their Impact on Water Reality in Wasit Governorate*. College of Education – Ibn Rushd, Baghdad.
7. Al-Hasani, Fadel Baqir & Al-Sahhaf, Mahdi Mohammed. (1990). *Fundamentals of Applied Climatology*. Baghdad: Dar Al-Hikma Press, 1st Edition.

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE