

College of Engineering

ISSN: 1813-162X (Print) ; 2312-7589 (Online)

Tikrit Journal of Engineering Sciences

available online at: <http://www.tj-es.com>

TJES
Tikrit Journal of
Engineering Sciences

Agha OMAM. Investigating the Meteorological Drought Using CZI in Nineveh Governorate, Iraq. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 2021; 28(4): 14- 24.

Omar M. A. Mahmood Agha *

Department of Dams and water
resources /College of Engineering
/Mosul University/ Mosul/ Iraq

Investigating the Meteorological Drought Using CZI in Nineveh Governorate, Iraq.

A B S T R A C T

Keywords:

Drought, Chinese Z index, Nineveh,
return period, probability.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 Dec. 2020
Accepted 29 Aug. 2021
Available online 01 Oct. 2021

This paper deals with the study of drought in the Nineveh region using the Chinese Z index (CZI) for a time scale (1 month). Historical data were used from 1981 to 2018 for Mosul, Sinjar, and Tal Afar stations. The return period and probability event for the moderate drought were calculated for each month separately. The results indicated that all stations experienced the highest drought intensity in March compared with the other months. The average probability of moderate drought ranged between 0-0.31 for all months, and the maximum severity of the drought was found in December from 2004 to 2008 for all stations. In addition, the results showed that the region's climate during the study period was within the mild drought and humidity (closest to normal). This paper is the first study using the Chinese Z-index (CZI) in the study area and the Iraq region.

© 2021 TJES, College of Engineering, Tikrit University

DOI: <http://doi.org/10.25130/tjes.28.4.02>

التحري عن الجفاف المناخي باستخدام مؤشر Z الصيني (CZI) لمحافظة نينوى، العراق.

عمر مقداد عبد الغني محمود اغا / قسم هندسة السدود والموارد المائية/ كلية هندسة / جامعة الموصل
الخلاصة

يتناول البحث دراسة حالة الجفاف لمنطقة نينوى باستخدام مؤشر Z الصيني (CZI) لمقياس زمنية (1 شهر)، تم الاعتماد على البيانات التاريخية من 1981 الى 2018 ولثلاث محطات هي (الموصل وسنجان وتلعفر). تم حساب فترة عودة الجفاف واحتمالية حدوث الجفاف المتوسط لكل شهر على حد. بينت النتائج ان كافة المحطات شهدت اعلى شدة للجفاف في شهر اذار مقارنة مع باقي الاشهر. وان معدل احتمالية حدوث جفاف متوسط تتراوح ما بين 0-0.31 لكافة الاشهر، كما ان النتائج بينت ان اقصى شدة للجفاف المتراكم كانت خلال الفترة من 2004 الى 2008 بالنسبة لشهر كانون الاول ولجميع المحطات. اظهرت النتائج ان مناخ المنطقة خلال فترة الدراسة كان ضمن قيم الجفاف والرطوبة المعتدلة (الاقرب الى الطبيعي) بشكل أكبر من باقي التصنيفات الأخرى طبقاً الى مؤشر Z الصيني (CZI). تعتبر هذا الدراسة الأولى من نوعها لاستخدام مؤشر Z الصيني (CZI) بالنسبة لمنطقة الدراسة وكذلك لمنطقة العراق.

الكلمات الدالة: جفاف، مؤشر Z الصيني، فترة العودة، احتمالية.

* Corresponding author: E-mail: o.gha@uomosul.edu.iq Department of Dams and water resources /College of Engineering /Mosul University/ Mosul/ Iraq

1. مقدمة (Introduction)

البيانات المطرية [12]، وتم التوصل الى ان أفسى فترات الجفاف التي مرت بها المنطقة من 1997 الى 2001 ومن 2007 الى 2010 . يلاحظ من خلال الدراسات السابقة ان معظمها اعتمد على دليل المطر القيسي والذي يعتمد على توزيع كاما، اما في هذه الدراسة تم استخدام مؤشر CZI وهو مؤشر يعتمد على توزيع بيرسون نوع III ، كما تم استخدام هذا المؤشر للفترة الزمنية 1- شهر. وبالتالي فان الهدف الرئيسي من الدراسة هو دراسة خصائص الجفاف باستخدام CZI ومن ثم معرفة أي الاشهر التي تتعرض الى جفاف أكبر خلال فترة الدراسة وكذلك ايجاد احتمالية حدوث الجفاف وفترة عودته. علما ان هذا المؤشر لم يتم استخدامه من قبل في منطقة العراق وبالإضافة الى ذلك ان تلك الاهداف لم يتم دراستها سابقا.

2. موقع الدراسة وتهيئة البيانات (Study area)

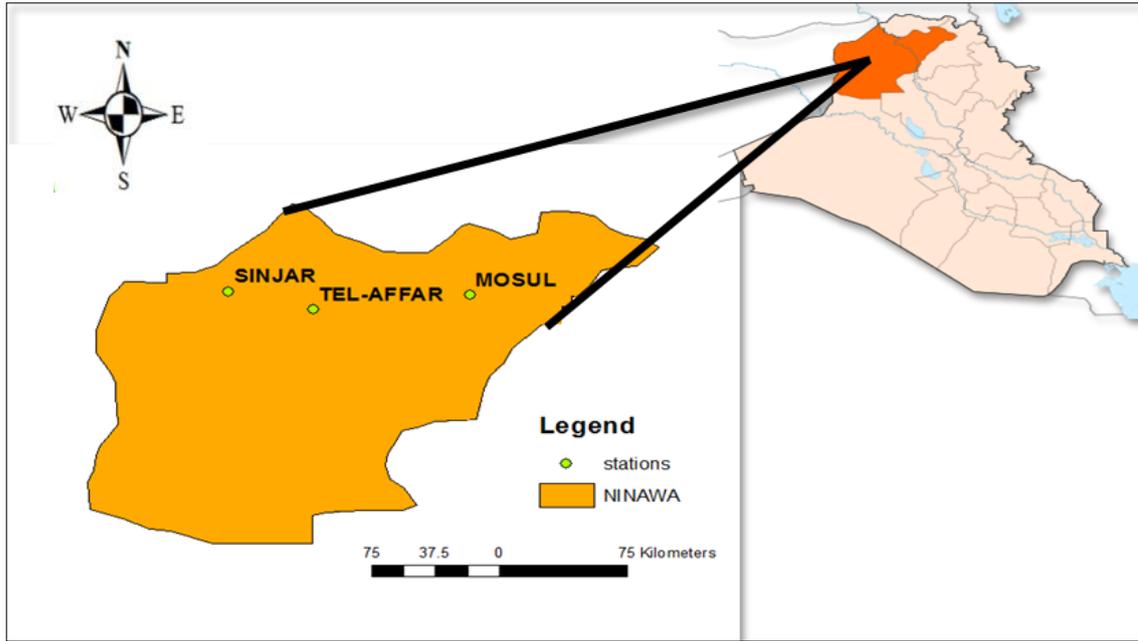
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من العراق (محافظة نينوى)، بمساحة تقدر 33000 كم². الجهة الغربية من منطقة الدراسة تكون مجاورة مع سوريا، وتبعد عن محافظة بغداد مسافة تصل إلى 465 كم. حيث يصنف مناخ العراق ضمن المناخ البحر المتوسط والمتأثر جزئياً بمناخ الخليج العربي، تتميز محافظة نينوى بطروف مناخية ممتازة؛ فتطول مدة فصلي الربيع والخريف. جغرافياً، تتميز بطوبوغرافية منخفضة نسبياً مقارنة مع المناطق المحاط بها من جهة الشمال، اذ يتفاوت مناخها وفقاً لاختلاف التضاريس السطحية فيها. تتراوح درجات الحرارة في فصل الشتاء عموماً بين (-5 م - +8 م) وفي الصيف بين (40 م - 50 م) وكذلك تمتاز المنطقة بزراعة محصولي الحنطة والشعير بالاعتماد على أسلوب الزراعة الديمية فضلاً عن محاصيل أخرى. والشكل (1) يوضح خارطة منطقة الدراسة فضلاً عن مواقع المحطات المناخية بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض. تم الاعتماد على البيانات الامطار الشهرية لمحطات الموصل وتلعفر وسنجار. حيث تم الحصول عليها من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي للفترة من 1981 الى 2018. اغلب محطات الأنواء الجوية العراقية تعاني من فقدان للبيانات،

يعتبر الجفاف أحد الظواهر الطبيعية الذي يحدث في اجزاء كبيرة من الكرة الارضية وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة كما يؤدي حدوثه الى كوارث بيئية واقتصادية واجتماعية. ان سبب حدوث الجفاف هو نقص في اعماق الامطار الساقطة عن معدلاتها الطبيعية مما يؤدي الى عدم التوازن في نظام الدورة الهيدرولوجية [1].

الجفاف هو عجز في الموارد المائية بشكل عام في منطقة معينة وخلال فترة زمنية محددة، ان نقص المياه يؤثر بشكل سيء على احتياجات الانسان والحيوان والنبات كما ان تدني نسبة المياه الجارية سوف تؤثر تأثيراً كبيراً في كل من النظام البيئي والزراعي بالنسبة للمنطقة المتضررة ، على الرغم من ان الجفاف من الممكن ان يستمر لعدة سنوات و لكن تأثيره قد يكون قليل، في حين ان فترة قصيرة من الجفاف الشديد كفيلة بالحاق اضرار وانزال خسائر اقتصادية بالمجتمعات، لذا نلاحظ ان العديد من الدراسات اجريت في مناطق مختلفة في العالم لمراقبة وتحليل الجفاف ومنها [2] في استراليا، [3] في العراق [4] في الاردن، [5] في اليونان، [6] في تركيا، [7] في الصين و [8] في ايران.

يعتبر العراق من المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز هذه المناطق بكثرة تكرار الجفاف فيه، حيث اجريت العديد من الدراسات على المنطقة: تم استخدام مؤشر الأعشار في التحري عن الجفاف المناخي لمنطقة شمال العراق [9]، حيث اعتمدت الدراسة بيانات الأمطار الشهرية لتسع محطات مناخية للفترة من 1937 الى 2010. بينت النتائج ان نسبة الأشهر الجافة للمحطات المشمولة بالدراسة قد امتدت من 56.8% لمحطة السلمانية الى 59.55% لمحطة تلعفر. تم تحليل الجفاف بالاعتماد على البيانات التاريخية للأمطار للفترة من 1992 الى 2014 لمحافظة دهوك [10]، بينت النتائج ان اسوأ سنوات تعرضت لها المنطقة هي 1995، 1998، 2001، 2007، 2008 و 2010. تم دراسة فترة وشدة و تكرار الجفاف باستخدام مؤشر يعتمد على الامطار والتبخر نتج [11]، ووجد ان منطقة الدراسة تعرضت الى حالات الجفاف الشديد والجفاف المتطرف خلال الفترتان من 1998 الى 1999 ومن 2007 الى 2008 والتي تبلغ حوالي 87 % و 82 % من مساحة العراق على التوالي. تم اجراء تحليل لخصائص الجفاف المناخي الاقليمي للفترة من 1970 الى 2013 باستخدام

ولتقدير تلك القيم المفقودة تم الاعتماد على طريقة المعدل الحسابي البسيط
وطريقة النسبة الاعتيادية .



الشكل (1): موقع الدراسة موضحاً فيها المحطات المناخية المختارة.

$$C_{Sij} = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^3}{n \sigma_i^3} \quad \text{-----(2)}$$

$$\phi_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i} \quad \text{-----(3)}$$

حيث ان n هو طول الفترة الزمنية و Xij هو كمية الامطار بالنسبة لشهر
j للفترة الزمنية i.

في هذه الدراسة تم الاعتماد على الجدول (1) والذي يمثل تصنيف الجفاف
بالاعتماد على قيمة CZI وبذلك فان القيم الموجبة تشير الى السنوات
الرطبة التي تزيد فيها معدلات الامطار عن المعدل العام والقيم السالبة
تعني ان معدلات الامطار لتلك السنوات هي اقل من المعدل العام وعلى
اساسها تكون سنوات جافة.

3. مؤشر Z الصيني (CZI)

تم تطوير هذا المؤشر من قبل مركز المناخ الوطني في الصين، حيث يعتمد
على توزيع Pearson Type III [13] . يتم حساب قيمة CZI من
خلال المعادلة التالية.

$$Z_{ij} = \frac{6}{C_{S_i}} \left(\frac{C_{S_{ij}}}{2} \phi_{ij} + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_{S_{ij}}} + \frac{C_{S_{ij}}}{6} \quad \text{-----(1)}$$

حيث ان

Zij هو قيمة CZI، i هو المعيار الزمني الذي يمكن أن يساوي 1 ، 2 ،
3 ، . . . ، 72 شهراً ، و j هو الشهر . الدراسة الحالية لا يتم استخدام
المعلمة i لأن قيم Z فقط لشهر واحد. CS هو معامل الانحراف ، و ϕ
متغير قياسي.

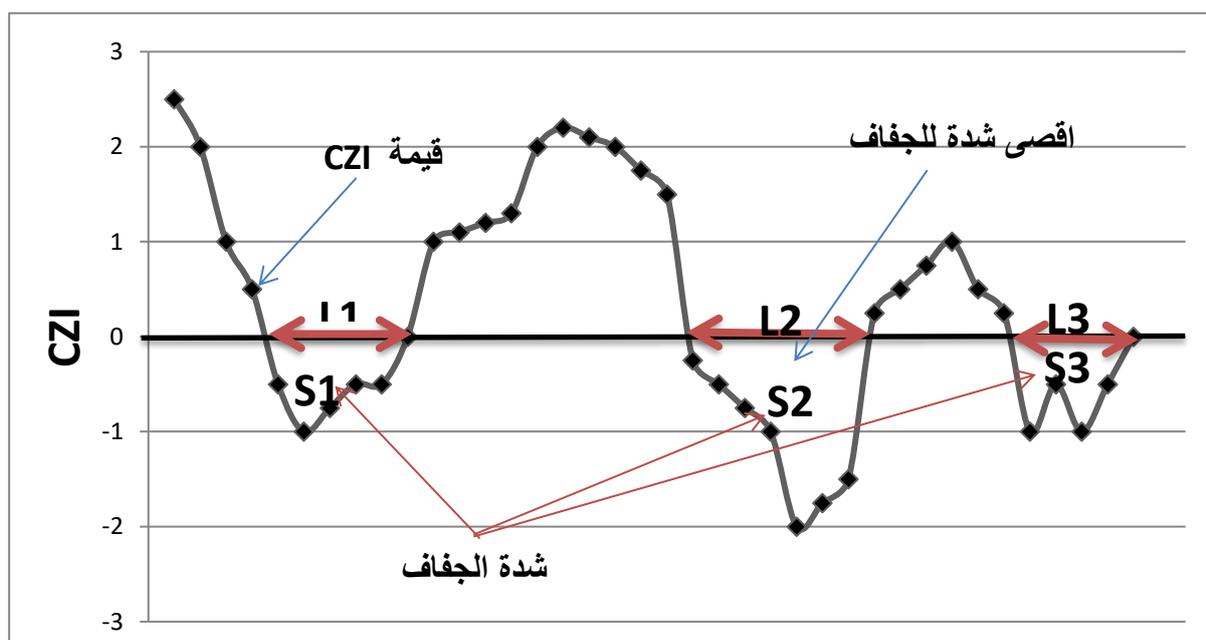
يمكن حساب CS و ϕ من خلال المعادلات التالية

الجدول (1) :
تصنيف مؤشر Z الصيني CZI [14]

التصنيف	CZI
شديد الرطوبة جداً	≥ 2
شديد الرطوبة	1.5 to 1.99
متوسط الرطوبة	1 to 1.49
أقرب الى الطبيعي	-0.99 to 0.99
متوسط الجفاف	-1.49 to -1
شديد الجفاف	-1.99 to -1.5
شديد الجفاف جداً	≤ -2

متتالية من CZI خلال فترة الجفاف، اما اقصى شدة للجفاف هو اكبر حدث الجفاف تشهده المنطقة خلال فترة الدراسة [15]. والشكل (2) يوضح خصائص الجفاف.

يمكن دراسة خصائص الجفاف من خلال حساب شدة و فترة الجفاف، المقصود بفترة الجفاف (L) هو عدد الاشهر او السنوات المتتالية التي يكون فيها قيم CZI اقل من صفر، بينما شدة الجفاف هي القيمة المطلقة للمجموع التراكمي لعدة قيم



الشكل (2) يوضح خصائص الجفاف باستخدام مؤشر Z الصيني (CZI)

المتطرفة ولذلك ان الهدف من تحليل الترددات للبيانات الهيدرولوجية هو ربط حجم الحدث المتطرف و فترة حدوثه [16].

يتم تعريف الحدث المتطرف على ان المتغير العشوائي X أكبر من او يساوي X_T بالنسبة للفيضانات لكن في الدراسة الحالية تم اعتبار الحدث

4. تحليل التردد (Frequency analysis)

تتأثر الانظمة الهيدرولوجية بالظواهر المتطرفة مثل العواصف الشديدة والفيضانات والجفاف وغالباً ما يكون حدوث الحدث الاكثر شدة بشكل اقل تكرارا. وان اجراء تحليل التردد هو لتقدير حدوث الاحداث

$$P = P(X \leq x_T) = \frac{1}{T} \quad \text{-----(6)}$$

لذلك يمكن اعطاء مثال توضيحي في كيفية حساب فترة العودة واحتمالية حدوث جفاف المتوسط لمقدار الـ CZI له -1 للفترة من 1981 الى 2018 لمحطة سنجان لشهر تشرين الثاني.

خطوات المثال:

1- يتم تحديد جميع القيم التي تكون فيها قيمة مؤشر الجفاف CZI اقل

او تساوي لـ (-1) كما موضح في الجدول (2) حيث تم اعطاء

اللون الوردي.

المطرف على ان المتغير العشوائي X اقبل من او يساوي X_T لكون المتغير العشوائي متمثل بالجفاف. يطلق على الزمن بين حدوث حدثين متواليين بفاصلة التكرار ويرمز له t. بينما $E(\tau)$ تمثل هو معدل المقاسة التي يعود فيها الحدث $X \leq x_T$

$$E(\tau) = \sum_{\tau=1}^{\infty} \tau(1-P)^{\tau-1}P \quad \text{----(4)}$$

$$E(\tau) = \frac{P}{[1-(1-P)]^2} = \frac{1}{P} \quad \text{-----(5)}$$

وبالتالي $E(\tau)$ = فترة العودة (T)، و بذلك يمكن حساب احتمالية حدوث الحدث $P=P(X \leq x_T)$ بالاعتماد على فترة العودة كما هي في المعادلة (6).

الجدول (2) :-

نتائج قيم CZI الشهر تشرين الثاني.

السنوات	قيمة CZI	السنوات	قيمة CZI	السنوات	قيمة CZI
1981	0.85	1994	1.17	2007	-1.08
1982	1.03	1995	-0.94	2008	-0.17
1983	-0.37	1996	-1.12	2009	-0.53
1984	1.76	1997	0.18	2010	-1.14
1985	-0.12	1998	-1.14	2011	-0.76
1986	0.58	1999	-0.97	2012	-0.03
1987	-0.24	2000	0.16	2013	1.87
1988	-0.85	2001	-0.84	2014	0.54
1989	1.18	2002	-0.81	2015	1.03
1990	-1.14	2003	0.83	2016	-0.52
1991	-0.82	2004	1.23	2017	-1.03
1992	1.61	2005	-0.74	2018	1.78
1993	0.32	2006	-0.49		

2- يلاحظ من خلال الجدول (2) هنالك خمسة فواصل للتكرار وهي

(1996-1990، 1996-1996، 1998-1998، 2007-1998، 2010-2007،

يتم حساب فاصلة التكرار للسلسلة الزمنية بالاعتماد

على سنوات حدوث الحدث على سبيل المثال فاصلة التكرار الاولى

(والتي تقع ضمن قيم الجفاف والرطوبة المعتدلة) وكافة المحطات والاشهر
كما موضح بالشكل (3). كما بينت النتائج عدم حدوث جفاف خلال أشهر
ايار وتشيرين الاول في حين وجدنا انه هنالك جفاف متطرف (جفاف شديد
جدا) خلال أشهر كانون الثاني وشباط. السبب في ذلك ان كمية الامطار
في أشهر كانون الثاني وشباط كبيرة مقارنة مع باقي الاشهر وبالتالي عند
تعرض المنطقة الى جفاف خلال هذه السنة سيكون التأثير بمقدار أكبر
مقارنة مع باقي الاشهر.

تم حساب اقصى شدة للجفاف وكذلك طول الفترة لها لكل شهر على حدة،
من خلال جمع القيم المطلقة لقيم CZI، حيث ان أكبر قيمة مطلقة تعبر
عن اقصى شدة للجفاف، يبدأ الجفاف عندما تكون قيمة CZI اقل من
صفر وتنتهي عندما تكون قيمة CZI موجبة وهذا يعبر عن طول الجفاف.
الجدول (4) يبين اقصى شدة للجفاف وطول الفترة لها، بينت النتائج اطول
فترة للجفاف واعلى قيمة لأقصى شدة للجفاف كانت في شهر اذار لكافة
المحطات مقارنة مع باقي الاشهر. في حين لوحظ ان شهر كانون الثاني
اقصى شدة للجفاف كانت خلال الفترة 2004 الى 2008 لكافة المحطات
وهذه النتائج تطابق نتائج الدراسات السابقة بالنسبة لدليل المطر القياسي
والذي استخدم المعيار الزمني 12 [12]. كما بينت النتائج ان مدينة
الموصل تعرضت الى اقصى شدة للجفاف في شهر شباط للفترة من 2014
الى 2017.

هو 6 ناتج طرح سنة الحدث الثاني (1996) من سنة الحدث الاول
(1990)، اما فاصلة التكرار الثانية 2 ناتج طرح سنة الحدث الثالثة
(1998) من سنة الحدث الاول (1996) ويحسب باقي فاصلة
التكرار لسنوات حدوث الحدث كما في الجدول (3) ادناه.

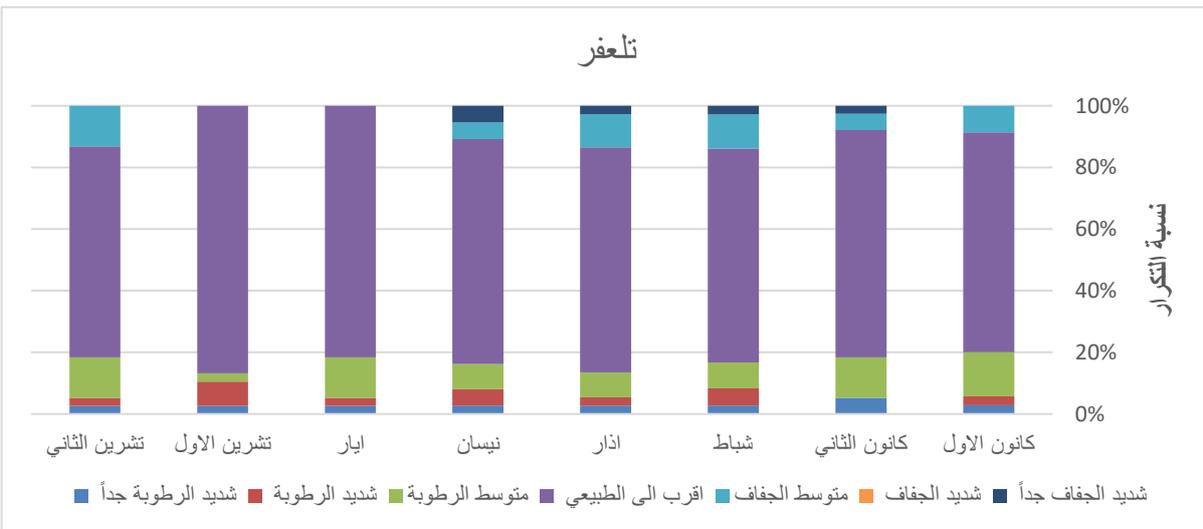
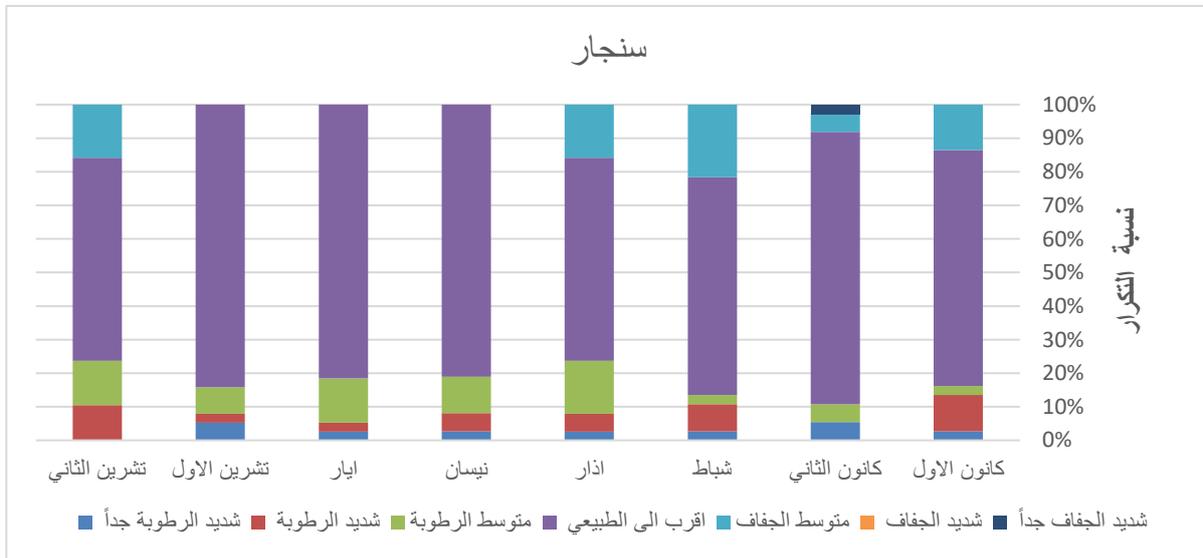
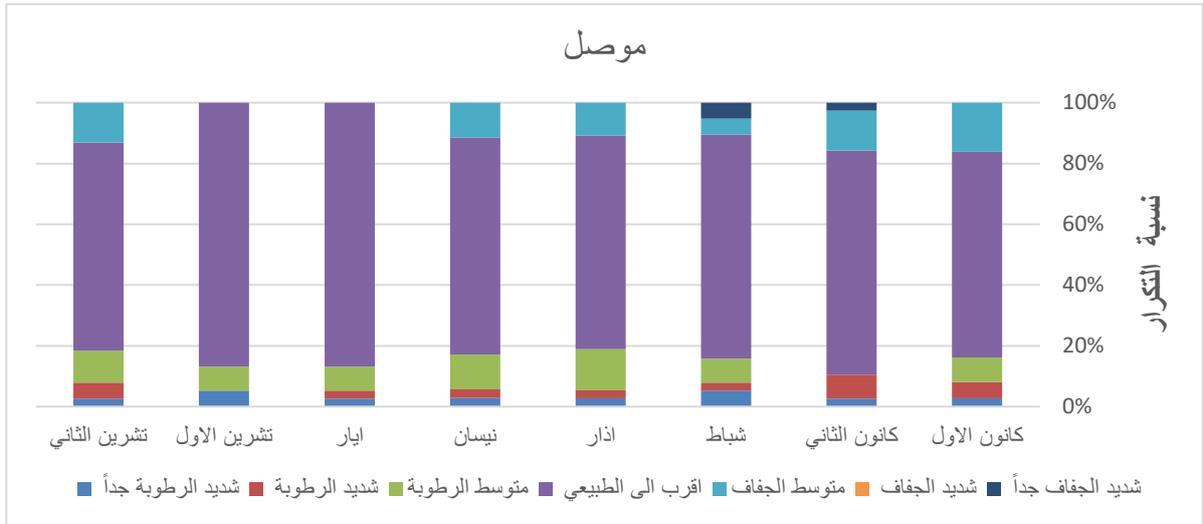
الجدول (3):- سنوات حدوث الحدث مع فاصلة التكرار.

سنوات حدوث الحدث	فاصلة التكرار
1990	
1996	6
1998	2
2007	9
2010	3
2017	7

3- بعد حساب فاصلة التكرار الخمسة كما في جدول (3) للفترة من
1990 الى 2017، يتم حساب فترة العودة بالاعتماد على عدد
فواصل التكرار ومجموع فواصل التكرار. حيث ان فترة العودة تمثل
معدل فاصلة التكرار اي $5.4 = \frac{6+2+9+3+7}{5}$ واحتمالية حدوثه هو
 $0.185 = \frac{1}{\text{فترة العودة}}$

5. النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

تم حساب قيم CZI بالاعتماد على المقياس الزمني 1 شهر متمثلة
بالأشهر تشرين الاول وتشيرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني وشباط
وأذار ونيسان وأيار. حيث نلاحظ من خلال النتائج التي تم الحصول عليها
ان النسبة الأكبر حسب تصنيف المناخ هي النسبة الاقرب الى الطبيعي



الشكل (3) نسبة تكرار الجفاف والرطوبة لكافة الاشهر ولمحطة الموصل وسنجان وتلعفر.

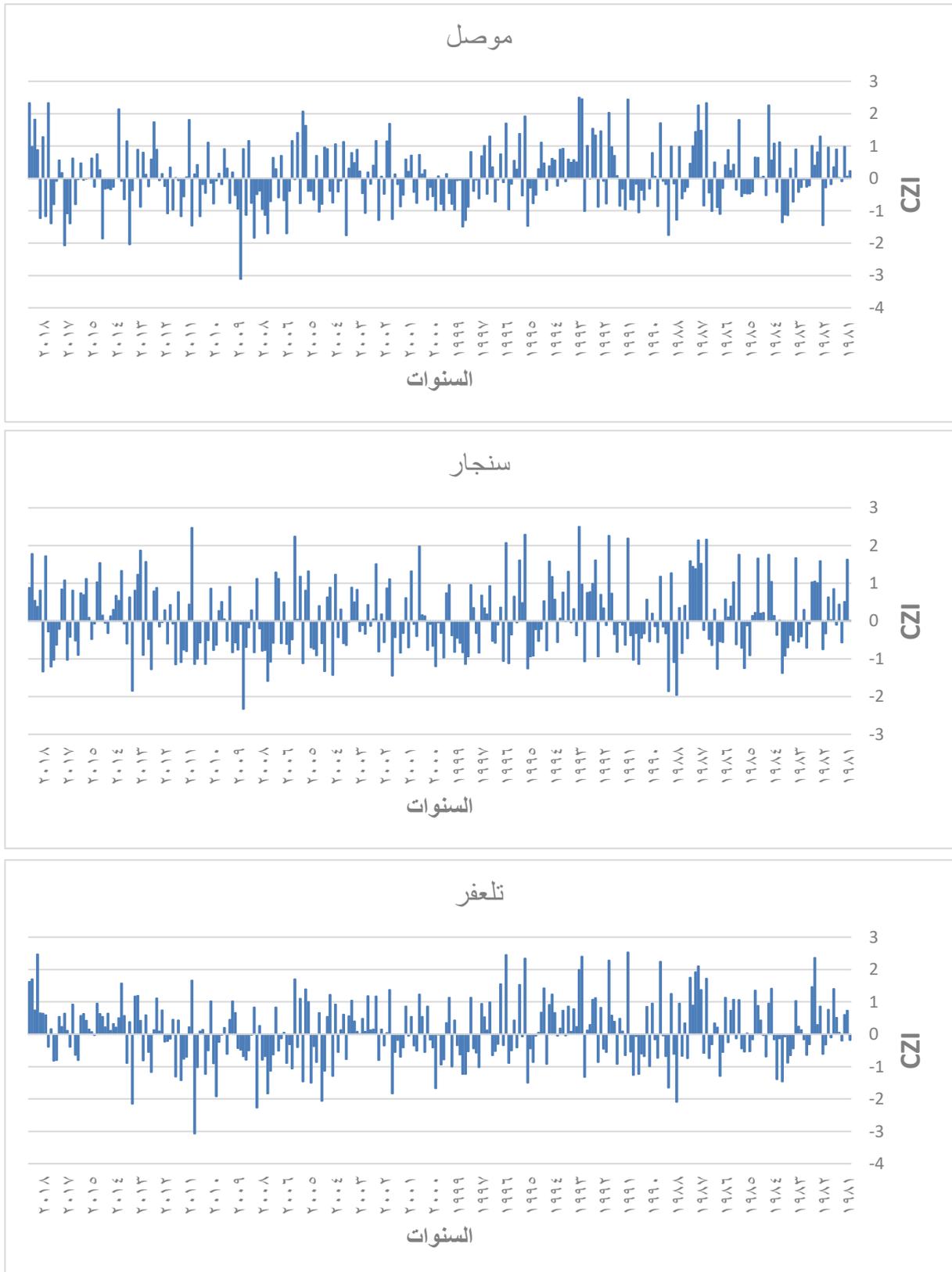
الجدول(4):

اقصى شدة للجفاف وطول الفترة لها لكافة المحطات.

تلعفر		سنجار		الموصل		الاشهر
الفترة	اقصى شدة للجفاف	الفترة	اقصى شدة للجفاف	الفترة	اقصى شدة للجفاف	
2004-2008	5.72	2004-2008	5.28	2004-2008	4.4	كانون الاول
1989-1991	3.51	2007-2009	3.71	2007-2009	4.74	كانون الثاني
1998-2002	5.21	1998-2004	4.17	2014-2017	4.47	شباط
2004-2011	5.42	2004-2013	7.76	2004-2011	7.16	اذار
2007-2008	2.78	1989	1.86	2014-2015	2.51	نيسان
1987-1990	2.84	2008-2009	1.66	1987-1991	1.87	ايار
2005-2011	5.66	1989-1993	1.95	1988-1992	2.57	تشرين الاول
2004-2008	5.72	2005-2012	4.94	1995-1999	4	تشرين الثاني

و 5.1 للفترة من تشرين الثاني 2008 الى ايار 2009 ومن تشرين الاول 2007 والى شباط 2008 على التوالي. ممكن ان نستنتج ان مدينة الموصل قد تعرضت الى الجفاف شديد مقارنة بباقي المحطات، السبب في ذلك يعود الى ان منطقة الموصل تمثل مركز محافظة نينوى حيث يكون فيها التمرکز السكاني أكبر وهذا بدوره سيزيد من اطلاقات الغازات الدافئة.

الشكل(4) يوضح السلسلة الزمنية لقيمة CZI لثلاث محطات الموصل وسنجان وتلعفر بالاعتماد على المعدل المتغير (اي استخدام نتائج قيم المؤشر بشكل متعاقب). نلاحظ ان اقصى شدة للجفاف شهدتها منطقة الموصل كانت للفترة من تشرين الاول 1998 الى ايار 1999 ومن تشرين الثاني 2007 الى تشرين الاول 2008 وبمقدار 6 و8 على التوالي. اما بالنسبة لمنطقتي سنجان وتلعفر فان اقصى شدة للجفاف كانت بمقدار 5.4



الشكل (4) السلسلة الزمنية لقيمة CZI مع الزمن لثلاث محطات الموصل وسنجان وتلعفر.

توجد قيم جفاف تجاوزت (-1). كذلك يلاحظ ان فترة العودة واحتمالية الحدوث لشهر تشرين الثاني كانت متساوية لكافة المحطات بمقدار 5 و 0.2 على التوالي. وبالتالي ممكن ان نستنتج ان مقدار معدل احتمالية حدوث جفاف لمنطقة الدراسة هو 0.19 لكافة الاشهر باستثناء شهري ايار وتشرين الاول.

تم ايجاد تردد الجفاف واحتمالية عودة الجفاف للمحطات المختارة بالاعتماد على قيم CZI وكافة المحطات والاشهر والمبينة في الجدول (5). يلاحظ من خلال النتائج ان احتمالية حدوث الجفاف تراوحت بين (0 الى 0.313) حيث بلغت اعلى احتمالية لحدوث الجفاف المتوسط وأكثر في شهر كانون الاول لمنطقة تلعفر بينما بينت النتائج ان احتمالية حدوث الجفاف المتوسط هو صفر لشهري ايار وتشرين الاول لكون لا

الجدول (5):

فترة العودة واحتمالية حدوث جفاف متوسط لمحطات الدراسة.

الاشهر	موصل		سنجار		تلعفر	
	احتمالية الحدوث	فترة العودة	احتمالية الحدوث	فترة العودة	احتمالية الحدوث	فترة العودة
كانون الاول	0.18	5.6	0.16	6.4	0.313	3.2
كانون الثاني	0.15	6.8	0.15	6.7	---	---
شباط	0.09	11	0.24	4.1	0.2	5
اذار	0.11	9	0.2	5	0.25	4
نيسان	0.22	4.6	0	0	0.17	6
ايار	0	0	0	0	0	0
تشرين الاول	0	0	0	0	0	0
تشرين الثاني	0.2	5	0.2	5	0.2	5

أكبر من باقي التصنيفات الاخرى وهذا يتوافق مع الدراسات السابقة التي استخدمت في دراستها دليل المطر القياسي. واخيراً، تم استنتاج ان مدينة الموصل قد تعرضت الى الجفاف شديد مقارنة بمدينتي سنجار وتلعفر السبب في ذلك يعود الى ان منطقة الموصل يكون فيها التركز السكاني أكبر لكونها مركز محافظة نينوى ومما ينتج عنها إطلاق غازات دافئة أكبر من المدن الاخرى. من خلال الدراسة الحالية، نوصي مستقبلاً بمقارنة مؤشر الجفاف CZI مع مؤشرات اخرى تعتمد ايضا على الامطار ومن ثم اختيار الدليل الملائم لمنطقة الدراسة.

المصادر

- 1- Kalyana, M. M. (2013). Modeling and Analysis of Drought in Northern Iraq. Thesis M.Sc, University of Mosul, College of Engineering.
- 2- Otsi, A., Wong, G., Metcalfe, A., and Lambert, M. (2006), "Drought Severity-

6. الاستنتاجات (Conclusions)

في الدراسة الحالية، تم اعتماد دليل Z الصيني (CZI) لكشف وتحليل حالات الجفاف المناخي في محافظة نينوى حيث تم ايجاد قيمة CZI لكل شهر على حدا ولثلاث محطات وهي الموصل وسنجار وتلعفر للفترة من 1981 الى 2018. حيث تمت عملية حساب احتمالية حدوث الجفاف المتوسط وفترة عودته بالاعتماد على فاصلة التكرار. ان من اهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها الى انه عدم حدوث جفاف خلال شهر ايار وتشرين الاول بينما تم اكتشاف جفاف متطرف (جفاف شديد جدا) خلال أشهر كانون الثاني وشباط خلال فترة الدراسة وهذا لا يتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها من مؤشرات جفاف اخرى لدراسات سابقة كمؤشر الاعشار. سبب ذلك ان مؤشر الاعشار يعتمد في حسابه على المجموع المتحرك للأمطار لكل 3 أشهر بينما الدراسة الحالية اعتمدت في حسابها التقدم الشهري. كذلك بينت النتائج انه اعلى احتمالية لحدوث جفاف متوسط الى جفاف شديد جدا كان في شهر كانون الاول مقارنة مع باقي الاشهر. كما اظهرت النتائج ان نسبة التكرار للجفاف والرطوبة المعتدلة

- 10- TANRIVERDI, C., & RAGAB, B. A. DROUGHT ANALYSIS FOR DUHOK PROVINCE USING STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX. *Journal of University of Duhok*, Vol. 19, No.1
- 11- Hameed, M., Ahmadalipour, A., & Moradkhani, H. (2018). Apprehensive drought characteristics over Iraq: results of a multidecadal spatiotemporal assessment. *Geosciences*, 8(2), 58.
- 12- Jasim, A. I., & Awchi, T. A. (2020). Regional meteorological drought assessment in Iraq. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(7), 1-16.
- 13- Ju X S, Yang X W, Chen L J, et al. (1997). Research on determination of station indexes and division of regional flood/drought grades in China. *Quarterly Journal of Applied Meteorology*, 8(1): 26–33.
- 14- ZAREI, A., Asadi, E., Ebrahimi, A., JAFARY M, M., Malekian, A., Tahmoures, M., & ALIZADEH E, E. (2017). COMPARISON OF METEOROLOGICAL INDICES FOR SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF DROUGHT IN CHAHARMAHAL-BAKHTIYARI PROVINCE IN IRAN. *Hrvatski meteorološki časopis*, 52(52), 13-26.
- 15- Mahmood Agha, O. M., & Al-Aqeeli, Y. H. (2021). Analysis of the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index over Iraq and its relationship with the Arctic Oscillation Index. *Hydrological Sciences Journal*, 66(2), 278-288.
- 16- Using Deciles Method Te Chow, V., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1962). *Applied hydrology. Journal of Engineering Education*, 308, 1959.
- Area-Frequency Curves for NSW”, 30th Hydrology and Water Resources Symposium, 4-7 December, Launceston, Australia.
- 3- Rasheed, Anass M. M. (2010). Analysis of Rainfall Drought Periods in the North of Iraq Using Standard Precipitation Index (SPI). *AL-Rafdain Engineering Journal (AREJ)*, 18(2), 60-72.
- 4- Al-Qinna, M. I., Hammouri, N. A., Obeidat, M. M., and Ahmed, F. (2011), “Drought analysis in Jordan under current and future climates”, *Climate Change*, 106: 421-440.
- 5- Karavitis, C. A., Alexandris, S., Tsesmelis, D. E., and Athanasopoulos, G. (2011), “Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Greece”, *Water*, 3, 787-805.
- 6- Keskin, M. E., Terzi, Ö., Taylan, E. D. and Kucukyaman, D. (2011), “Meteorological drought analysis using artificial neural networks”, *Scientific Research and Essays*, Vol. 6 (21): 4469-4477.
- 7- Salehnia, N., Alizadeh, A., Sanaeinejad, H., Bannayan, M., Zarrin, A., & Hoogenboom, G. (2017). Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of arid land*, 9(6), 797-809.
- 8- Nouri, M., & Homaei, M. (2020). Drought trend, frequency and extremity across a wide range of climates over Iran. *Meteorological Applications*, 27(2), e1899.
- 9- Majid Kalyana, M., & A Awchi, T. (2015). Investigating the Meteorological Drought in Northern Iraq Using Deciles Method. *AL-Rafdain Engineering Journal (AREJ)*, 23(3), 12-21.