

تحليل اتجاهات الحرارة العظمى والصغرى في المنطقة شبه الجافة من العراق
في ظل التغيرات المناخية

الباحثة: علياء محمد علي
أ. د. أزهار سلمان هادي
قسم الجغرافية / كلية التربية - جامعة ديالى

Abstract

The research aims to evaluate the trends of climate change in the temperature element within the semi-arid region of Iraq, in order to identify the repercussions of global warming, and an attempt to show the patterns of spatial and temporal variation of these thermal changes over that climate range. The research relied on official government data selected from the General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring within its time series for half a century (50) years for the period (1973 - 2022) within six climate stations representing the semi-arid region of Iraq, which are the spatial crescent stations extending from the Rabia climate station, then Sinjar, then Mosul, Kirkuk, then Baiji, and finally Khanaqin. The research found a trend towards increasing minimum and maximum temperatures for all climate stations, this trend is represented by the increasing temperature in all six studied stations, which is an important trend from a climatic perspective. The coefficient of increase in minimum and maximum temperatures according to the Mann-Kandel trend test (M.K) and the value of (Sen's Slope) shows positive trend coefficients witnessed by the stations of the semi-arid region with a statistical confidence of (0.01) 99%. The highest percentage of change in the minimum temperature towards the rise and based on the results of the line equation according to the Mann-Kandel trend test (M.K) and within the value of (Sen's Slope) was recorded at Rabia station with a change rate of (35.6+)%, and the lowest at Sinjar station with (13.1+), while the highest maximum temperature is recorded at Sinjar station with a change rate of (12.1+)%, and the lowest at Kirkuk station with (7.4+)%. The interpretation of this thermal change is given by the coefficient of determination R2, in addition to what is shown by the modeling of the spatial dimension of the semi-arid region of Iraq and the differences in the changes in the results of the T. test.

Email:

126.ge.hum@uodiyala.edu.iq
dr.azharslman@gmail.com

Published: 1- 3-2025

Keywords: _ التغيرات المناخية _
درجات الصغرى _ درجة الحرارة العظمى
_ الاحترار المناخي.

هذه مقالة وصول مفتوح بموجب ترخيص
CC BY 4.0

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



المخلص

يهدف البحث إلى تقييم اتجاهات التغير المناخي في عنصر درجة الحرارة ضمن المنطقة شبه الجافة من العراق، لأجل التعرف على انعكاسات الاحترار العالمي، ومحاولة لإظهار انماط التباين المكاني والزمني لتلك التغيرات الحرارية فوق ذلك النطاق المناخي.

اعتمدت البحث على البيانات الرسمية الحكومية المنتخبة من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ضمن سلاسلها الزمنية بواقع نصف قرن من الزمن (50) سنة للمدة (1973 - 2022) ضمن ست محطات مناخية ممثلة للمنطقة شبه الجافة من العراق، وهي محطات الهلال المكاني امتدت من محطة ربيعة المناخية ثم سنجار ثم الموصل وكركوك ثم بيجي وآخرها خانقين.

وقد توصل البحث إلى وجود اتجاه نحو تزايد درجات الحرارة الصغرى والعظمى لكل المحطات المناخية، تمثل ذلك الاتجاه المتزايد حرارياً في كل المحطات الستة المدروسة وهو اتجاه مهم مناخياً، هذا ويظهر معامل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى والعظمى وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وقيمة (Sen's Slope) معاملات اتجاه موجبة تشهدا محطات المنطقة شبه الجافة وثقة إحصائية بلغت $(0.01)^{99}\%$.

وقد سجلت أعلى نسبة لتغير درجة الحرارة الصغرى الأخذة نحو الارتفاع وبناءً على نتائج معادلة خط وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وضمن قيمة (Sen's Slope) في محطة ربيعة بنسبة تغير بلغت $(+35.6)\%$ وأقلها في محطة سنجار بواقع $(+13.1)\%$ ، فيما تسجل العظمى أعلاها في محطة سنجار بنسبة تغير بلغت $(+12.1)\%$ وأقلها في محطة كركوك بواقع $(+7.4)\%$. ويضع تفسير ذلك التغير الحراري ي معامل التحديد R^2 فضلاً عما تظهره نمذجة البعد المكاني للمنطقة شبه الجافة من العراق وفروق تغيرات نتائج اختبار (T. test).

المقدمة

أن الاهتمام في بحث التغيرات المناخية ضمن اتجاهات العناصر المناخية يعتبر مفسراً علمياً لأحداث المشكلات المناخية . البيئية الأخيرة والظواهر الأرضية المرتبط بها كالجفاف ونقص الموارد المائية وتراجع الغطاء النباتي وزيادة ظاهر التصحر، ولعل معرفة هذه التغيرات المناخية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية بكل تأكيد تمكنا من فهم إعادة توازن النظام البيئي على سطح الأرض، وهي وسيلة فعالة في تفسير اتجاهات التغير المناخي تحت تأثير الاحترار العالمي، الذي كان ولا زال موضوعاً رئيسياً للنقاش بين علماء المناخ في العقود الأخيرة. وكأي بحث اتبع خطوات البحث العلمي، وهي:

1. مشكلة البحث:



تعد مشكلة البحث الأساس الذي يدور حولها موضوع البحث، ويحاول الباحثة إيجاد حلول لهذه المشكلة من خلال دراسته لها، ويمكن صياغتها بالتساؤل الآتي:

هل لاتجاهات الحرارة العظمى والصغرى في المنطقة شبه الجافة من العراق
اثر على التغيرات المناخية

2. فرضية البحث:

تعد الفرضية قاعدة البحث الأساسية ، وقد ذهبت فرضيتنا إلى الجواب الآتي :
ان لاتجاهات الحرارة العظمى والصغرى في المنطقة شبه الجافة من العراق
اثر على التغيرات المناخية

3. أهداف البحث:

يمكن أن نفصح عن أهداف ومستهدفات البحث في القصير والبعيد على حد سواء، ولذا ارتكزت البحث على عدد من الأهداف وهي:

1. التعرف على اتجاهات التغير في درجات الحرارة فوق المنطقة شبه الجافة من العراق.
2. الوقوف على الأسباب المؤدية لحصول تلك التغيرات في أهم عنصر مناخي .
3. واتباع طرق وأساليب تعالج حدة التغيرات المناخية في المنطقة شبه الجافة من العراق.

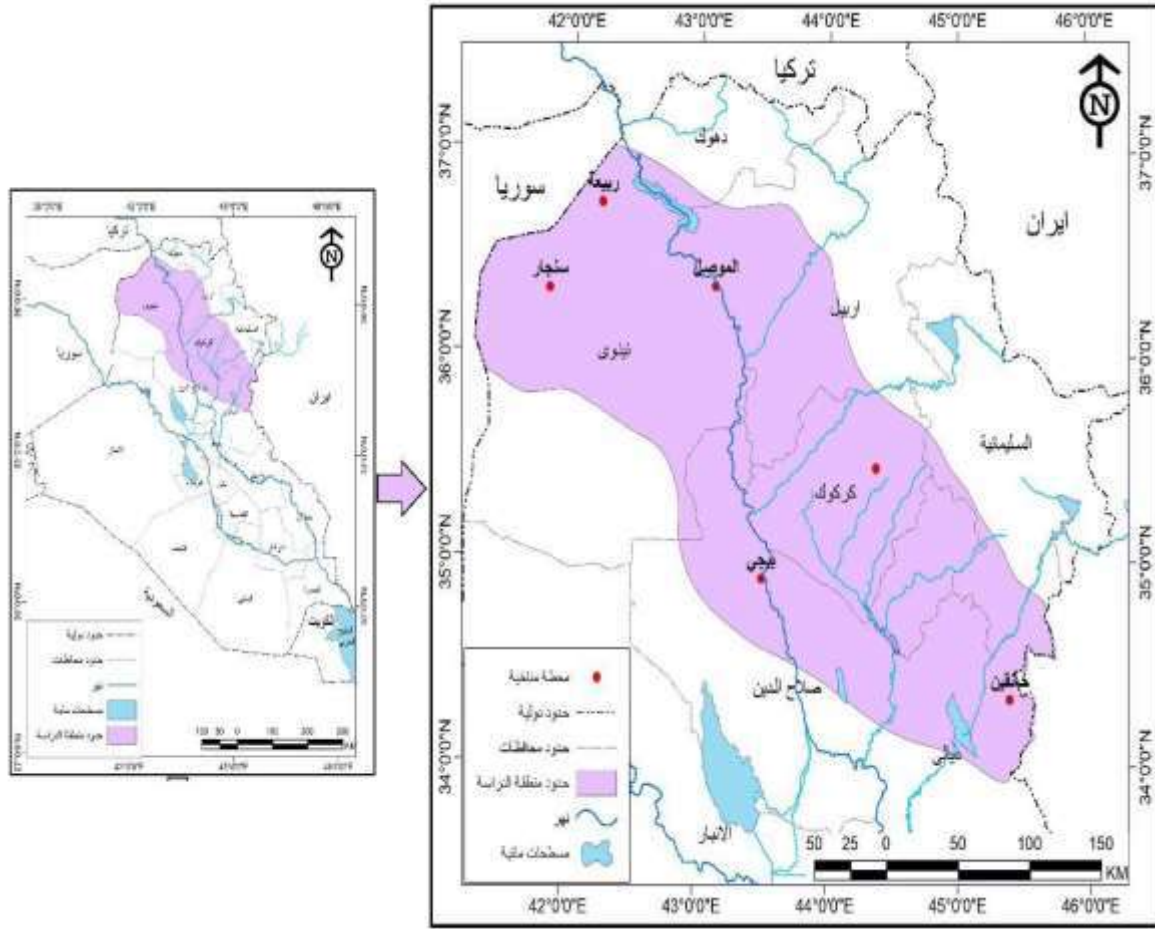
4. أهمية البحث:

يهتم هذا البحث في التغيرات المناخية، فقد اخذت مشكلة الاحترار العالمي حيزاً علمياً عالمياً واقليمياً ومحلياً بعد ان تفاقمت اثارها بشكل واضح ، لاسيما وأنها ارتبطت مع مشكلات المناخ ، ومما يزيد من أهمية هذه البحث أن الحرارة الأساس في تحديد مناخ أي منطقة تحت تأثير الأنشطة البشرية المتزايدة في اثارها السلبية على البيئة المكانية لعناصر المناخ.

5. حدود منطقة البحث:

تمثل الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة في المنطقة شبه الجافة من العراق ، أذ تقع فلكياً بين دائرتي عرض (00 55 33° ، 00 59 36°) شمالاً وخطي طول (00 38 41° ، 00 40 45°) شرقاً تحدها شمالاً المنطقة الجبلية وجنوباً السهل الرسوبي وشرقاً ايران وغرباً سوريا ، خريطة (1) . زمانياً استخدمت المعدلات السنوية ضمن سلاسلها الزمنية بواقع نصف قرن من الزمن (50) سنة للمدة (1973 - 2022) ضمن المحطات الممثلة للمنطقة شبه الجافة من العراق ، وهي محطات الهلال المكاني امتدت من محطة ربيعة المناخية ثم سنجار ثم الموصل وكركوك ثم بيجي وأخرها خانقين .

خريطة (1) الموقع الجغرافي للمنطقة شبه الجافة من العراق.



المصدر: اعتماداً وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة العراق، مقياس 1:250000، لسنة 2000، ونتائج برنامج ARC. G.I.S.

ثانياً: طريقة العمل:

اعتمد هذا الفصل استخدام عدد من الأساليب الكمية ، ومن أهم هذه الأساليب الإحصائية التي

اعتمدها الباحثة هي ما يأتي :

1. تحليل خط الاتجاه العام بطريقة (Scattered Method): وهي احدى طرق التحليل الخطي

للاتجاهات الزمنية لسلاسل الاتجاه العام Linear Analysis for Trends من خلالها يتم الكشف

عن اتجاهات السلاسل الزمنية، وهو ما تتبعه الدراسات المناخية، وتستند هذه الطريقة على رسم

خط مستقيم أو منحني خطي يمر في القرب أو ضمن أغلب النقاط السنوية للعناصر المناخية التي

تمثل القيم الفعلية للسلسلة الزمنية⁽¹⁾.



2. استخراج معدل التغير السنوي ونسبة التغير في مدة الدراسة **Periods Change**: يعتمد هذا الأسلوب المناخي في تحليل التغيرات التي تسجلها كل سنة مناخية ضمن السلسلة، او حجم التغير خلال كل مدة السلسلة المدروسة، وهو يعتمد على المعدل العام للعناصر المناخية، وعلى معامل الاتجاه في معادلة الانحدار الخطي البسيط، ومن ثم تظهر النتائج بنسب مئوية لتسهيل مقارنتها المكانية بين المحطات، ويمكن ذلك ضمن الخطوات والمعادلات الآتية⁽²⁾:

■ تحليل معدل التغير السنوي من المعادلة الآتية:

$$C = (Bi / \bar{X}) * 100$$

إذ أن:

$$C = \text{معدل التغير السنوي (\%)}$$

$$Bi = \text{معامل الاتجاه (مان كاندل M.k الموضح في النقطة اللاحقة)}$$

$$\bar{X} = \text{المتوسط الحسابي للعناصر المناخية خلال مدة الدراسة.}$$

■ إيجاد معدل التغير لمدد الدراسة (%) = نسبة التغير السنوي **C** (%) × عدد سنوات المدة^(50 سنة)

3. اختبار معامل اتجاه مان كاندل **Mann-Kendall test for trend**:

يعتبر اختبار مان كاندل (Mann-Kendall trend test)، من اهم واحداث الاختبارات الإحصائية العالمية التي تعطي إمكانية إحصائية لاختبار الاتجاه في سلاسل العناصر المناخية وفحص وجود الاتجاهات الموجبة (الزيادة) والسالبة (التناقص) في هذه البيانات المناخية، ضمن الوقت الذي اعترفت الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC باستخدام هذا الدليل اعترفت به منظمة الأرصاد الجوية WMO بأنه أسلوب مهم في تحديد الاتجاهات في السلاسل الزمنية للبيانات المناخية⁽³⁾.

هذا الاختبار يعتمد على فرضيتين، الأولى: تمثل فرضية العدم او الصفرية بمعنى عدم وجود اتجاه للبيانات أي أن البيانات موزعة عشوائية، اما الفرضية الثانية: هي البديلة، بمعنى وجود اتجاه للبيانات عبر الزمن، ويتميز اختبار (M. K) بأنه غير معلمي أي لا يشترط ان يكون التوزيع طبيعي للبيانات، ويتم تفسير الاتجاه من خلال قيمة (Z او S)، إذا كانت قيمهم موجبة دل ذلك على وجود اتجاه موجباً (أي نحو الزيادة) للسلسلة المدروسة، اما إذا كانت قيمهم سالبة (أي نحو الانخفاض) دل ذلك على وجود اتجاه سالب للسلسلة المدروسة⁽⁴⁾. ويعتمد في نتيجة اختبار (M. K) على قيمة الميل Sen's



Slope التي تعبر عن قيمة الاتجاه وأهميته الإحصائية Sig عند مستويات معنوية مختلفة⁽⁵⁾. وقد تم استخراج نتائج هذا الاختبار الإحصائي باستخدام برنامج (XLSTAT 2019) شكل (1).

شكل (1) نموذج نتائج اختبار مان كاندل (M. K) لمحطة سنجار

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mann-Kendall trend tests								
2		XLSTAT 2019.5.03 - Mann-Kendall trend tests - on 12/08/2024 at 03:07:40 م								
3		Summary statistics:								
4		Variable	Observati	Obs. with	Obs. with	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation	
5		سنجار	28	0	28	7.408	9.017	8.373	0.395	
6		Mann-Kendall trend test / Two-tailed test (سنجار):								
7										
8		Kendall's tau	-0.063							
9		S	-24.000							
10		Var(S)	0.000							
11		p-value (Two-tailed)	0.653							
12		alpha	0.05							
13		The p-value is computed using an exact method.								
14		Sen's slope:	-0.005							
15		Test interpretation:								
16		H0: There is no trend in the series								
17		Ha: There is a trend in the series								
18		As the computed p-value is greater than the significance level alpha=0.05, one cannot reject the null hypothesis H0.								
19		The risk to reject the null hypothesis H0 while it is true is 65.29%.								
20		Confidence interval:] -0.246 ; 0.178 [
21										
22										

المصدر: نتائج برنامج ضمن XLSTAT 2019 تحليل Mann-Kendall trend tests

4. معامل التفسير R² Square: هو مربع الارتباط R² يستخدم لمعرفة نسبة التغير في أحد المتغيرين الناتج عن تأثير المتغير الآخر، وفي دراستنا تم احتساب نسبة التغير في المتغير التابع الناتج عن تأثير المتغير المستقل، إذ تم حساب نسبة التغير في كل عنصر مناخي كمتغير تابع نتيجة التغير عبر الزمن الزمن (المتغير المستقل)⁽⁶⁾. (المناخية)

5. اختبار (T. test):

يمثل هذا الاختبار نوع من أساليب الإحصاء الاستدلالي، فهو يستخدم في تحديد هل هناك فرق إحصائي كبير بين سلسلة مجموعتين، والذي قد يكون مرتبطاً بميزات معينة، فقد جاء استخدامه في اغلب الدراسات عند تتبع مجموعتان من البيانات والوقوف حول مدى وجود الفوارق الجوهرية في طرق التوزيع الطبيعي لسلاسل عناصر المناخ، بمعنى يستخدم اختبار (T.test) كأداة إحصائية لاختبار الفرضيات المناخية ومدى وجود تغير وفرق بين مدتين⁽⁷⁾.

وفكرة اختبار t وضع بيانات سلسلتي العناصر المناخية بين مدتي نصفي السلسلة واختبار الفرق الجوهري بين الوسطين الحسابين لتظهر قيمة اختبار (T.test)، وبالتالي تكون طريقة قيمة t مفيدة للغاية عند العمل مع عينات صغيرة، وهو ما يحدث غالباً في التحليلات المناخية⁽⁸⁾. شكل (2).

شكل (2) انموذج نتائج اختبار (T. test) لمحطات الدراسة وبين نصفي السلسلة الزمنية

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper					
Pair 1	Rabia1 - Rabia2	.78462	.50801	.14090	.47763	1.09160	5.569	12	.000
Pair 2	Sinjar1 - Sinjar2	.46250	1.11168	.27792	-.12987	1.05487	1.664	15	.117
Pair 3	Mosul1 - Mosul2	-.20476	.53803	.11741	-.44967	.04015	-1.744	20	.097
Pair 4	Kirkuk1 - Kirkuk2	-.25600	.36295	.07259	-.40582	-.10618	-3.527	24	.002
Pair 5	Baiji1 - Baiji2	.83750	.64692	.16173	.49278	1.18222	5.178	15	.000
Pair 6	Khanaqin1 - Khanaqin2	1.38000	.65502	.14647	1.07344	1.68656	9.422	19	.000

المصدر: الباحثة واعتماداً على برنامج SPSS V.22

ثالثاً: عرض النتائج:

1. تحليل الاتجاه والتغير في درجات الحرارة الصغرى (درجة مئوية):

أ. تحليل الاتجاهات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى زمنياً (باستخدام طريقة تحليل سلاسل الاتجاه العام)

يظهر جدول (1) وشكل (3) أن اتجاهات درجة الحرارة الصغرى الممثلة للمنطقة شبه الجافة من العراق بعد تحليل سلاسلها إحصائياً ضمن سلسلة الاتجاه العام طويل الأمد مناخياً long-term لمدة نصف قرن من (1973-2022) اتضحت خلالها النتائج الآتية:

■ وجود اتجاه لكل المحطات المناخية نحو تزايد درجات الحرارة الصغرى، تمثل ذلك الاتجاه المتزايد حرارياً في كل المحطات الستة المدروسة وهو اتجاه مهم مناخياً.

■ يظهر أعلى معامل نحو ارتفاع درجات الحرارة الصغرى وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وقيمة (Sen's Slope) ضمن شمال المنطقة المدروسة في محطة ربيعة بواقع (+0.087) بثقة إحصائية بلغت (0.01)^{99%} وأقلها في محطة كركوك بواقع (+0.050) بثقة إحصائية بلغت (0.01)^{99%}

وتشهد بقية محطات المنطقة شبه الجافة معاملات اتجاه مان كاندل M.K موجبة، معنويتها الإحصائية نحو تغيرات الاحترار بثقة إحصائية بلغت $(0.01)^{99}\%$.

سجلت أعلى نسبة لتغير درجة الحرارة الصغرى الأخذة نحو الارتفاع وبناءً على نتائج معادلة خط وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وضمن قيمة (Sen's Slope) فقد سجلت أعلى نسبة نحو الارتفاع في محطة ربيعة بنسبة تغير بلغت $(35.6)\%$ وأقلها في محطة سنجان بواقع $(13.1)\%$ وهذا يعني أن تغيرات الحرارة الصغرى خلال (50) سنة تتجاوز $(50)\%$ ضمن محطات المنطقة.

يفسر معامل التحديد R^2 أن ارتفاع درجة الحرارة الصغرى يتزايد طردياً مع الزمن وهو ذو دلالة إحصائية بلغت بواقع $(0.01)^{99}\%$ لكل المحطات وهي نسبة عالية لاتجاه تفسيرات عامل الزمن لظروف الاحترار فقد بلغت نسبة التفسير في محطة ربيعة بواقع $(70)\%$ وأقلها نسبة تفسير بواقع $(47)\%$ في محطة الموصل.

يفسر ارتفاع درجة الحرارة الصغرى ليلاً إلى حجز الاشعاع الأرضي بواسطة ظاهرة الاحتباس الحراري التي وجدت تتوسع عالمياً حسب كل تقارير (IPCC)، إذ تشير دراسات النماذج النظرية والنماذج المناخية إلى انه في حالة وجود مناخ اخذ في الاحترار بسبب غازات الدفيئة وتحت التأثير البشري مما جعل اتجاهات الاحترار تسير أكثر مما في المتوسط وهذه الاخيرة تتحكم فيها غازات الدفيئة المتزايدة⁽⁹⁾.

جدول (1)

تحليل الاتجاهات السنوية لدرجات الحرارة الصغرى بالانحدار الخطي واختبار مان كاندل.

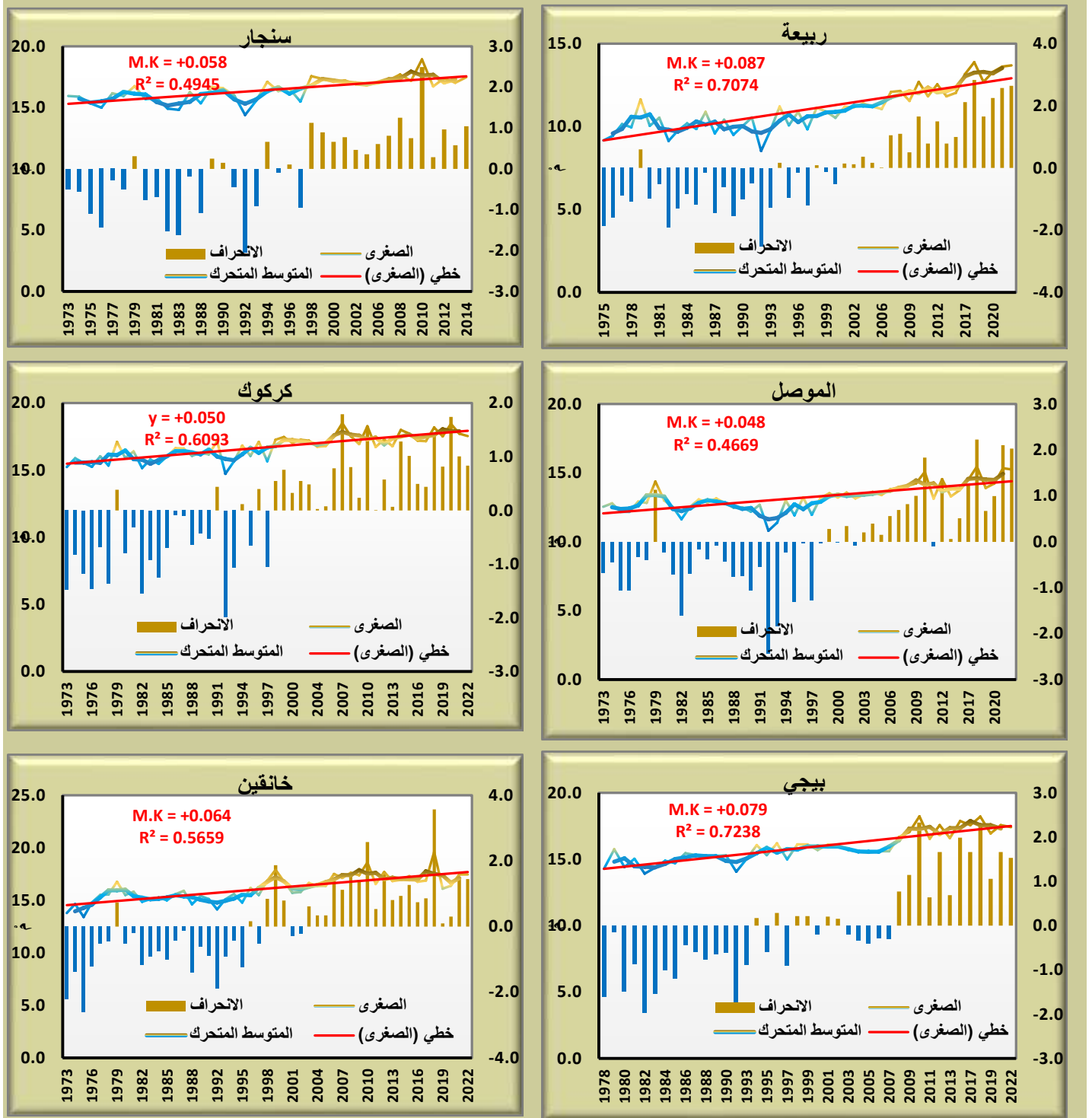
معامل التفسير (%)		نسبة التغير (%)		معامل اختبار الاتجاه - Mann-Kendall testis MK			الاتجاه العام للحرارة الصغرى - X	المحطة المناخية (1973-2022) N: 50 Year
Sig	R ²	نسبة التغير لمدة الدراسة %	معدل التغير السنوي للدراسة %	Trend	Sig	Sen's slope Bi		
0.01	0.70	35.6	0.791	+	0.01	+0.087	11.0	ربيعة ⁴⁵
0.01	0.49	13.1	0.354	+	0.01	+0.058	16.4	سنجان ³⁷
0.01	0.47	17.5	0.364	+	0.01	+0.048	13.2	الموصل ⁴⁸
0.01	0.61	14.7	0.299	+	0.01	+0.050	16.7	كركوك ⁴⁹
0.01	0.72	20.4	0.497	+	0.01	+0.079	15.9	بيجي ⁴¹
0.01	0.56	19.5	0.398	+	0.01	+0.064	16.1	خانقين ⁴⁹

المصدر: الباحثة واعتماداً على:

- نتائج اختبار مان كاندل M.K ضمن تحليلات β (M.K) Trand Factor في برنامج XLSTAT 2019.
- نتائج معادلة التغير السنوي ومدة الدراسة البالغة (50) سنة
- نتائج اختبار معامل التفسير R^2 R_square ضمن برنامج (SPSS_V.22).

شكل (3)

تحليل اتجاهات درجة الحرارة الصغرى (س/ي) في محطات منطقة الدراسة



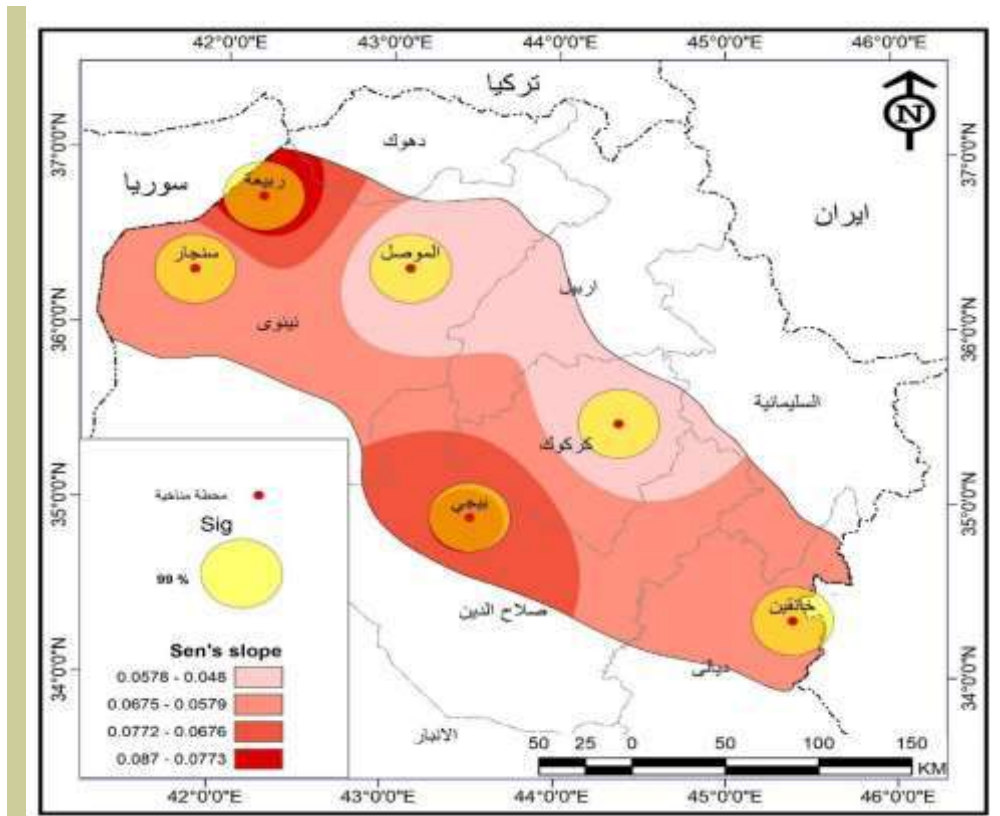
المصدر: الباحثة واعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2024.

ب. تحليل الاتجاهات السنوية لدرجات الحرارة الصغرى مكانياً (باستخدام طريقة النمذجة المكانية المناخية)

تظهر نمذجة البعد المكاني للمنطقة شبه الجافة من العراق أن معدل الحرارة الصغرى سجلت أربعة فئات نحو الارتفاع، يسجل شمال المنطقة أعلاها تغيراً عكس الطرف الشرقي الأقل ارتفاعاً، ووفقاً لاختبار الاتجاه مان كاندل M-K ومعنويته الإحصائية (sig) ومن خريطة (2) أن درجة الحرارة الصغرى تتجه مكانياً في فئات موجبة، وضمن مستوى معنوي واحد (99%) إذ سجلت محطة ربيعة أعلى فئة الارتفاع بواقع (0.077 _ 0.087)م فيما سجلت محطتا الموصل وكركوك شمالاً إلى شرقاً أداها ارتفاع بواقع (0.048 _ 0.057)م وتشهد المنطقة الوسطى من الدراسة فئة امتداد مكاني من سنجار إلى خانقين بواقع (0.075 _ 0.079)م.

خريطة (2)

النمذجة المكانية لتغيرات درجة الحرارة الصغرى (درجة/ مئوية) للمدة المناخية (1973 - 2022) بواقع 50 سنة



المصدر: اعتماداً على:

1. نتائج جدول (1).
2. نتائج اختبار مان كاندل β (M.K) Trand Factor في برنامج XLSTAT 2019.
3. نمذجة الاختلافات المكانية (Spatial Analysis Method) في برنامج Arc G.I.S

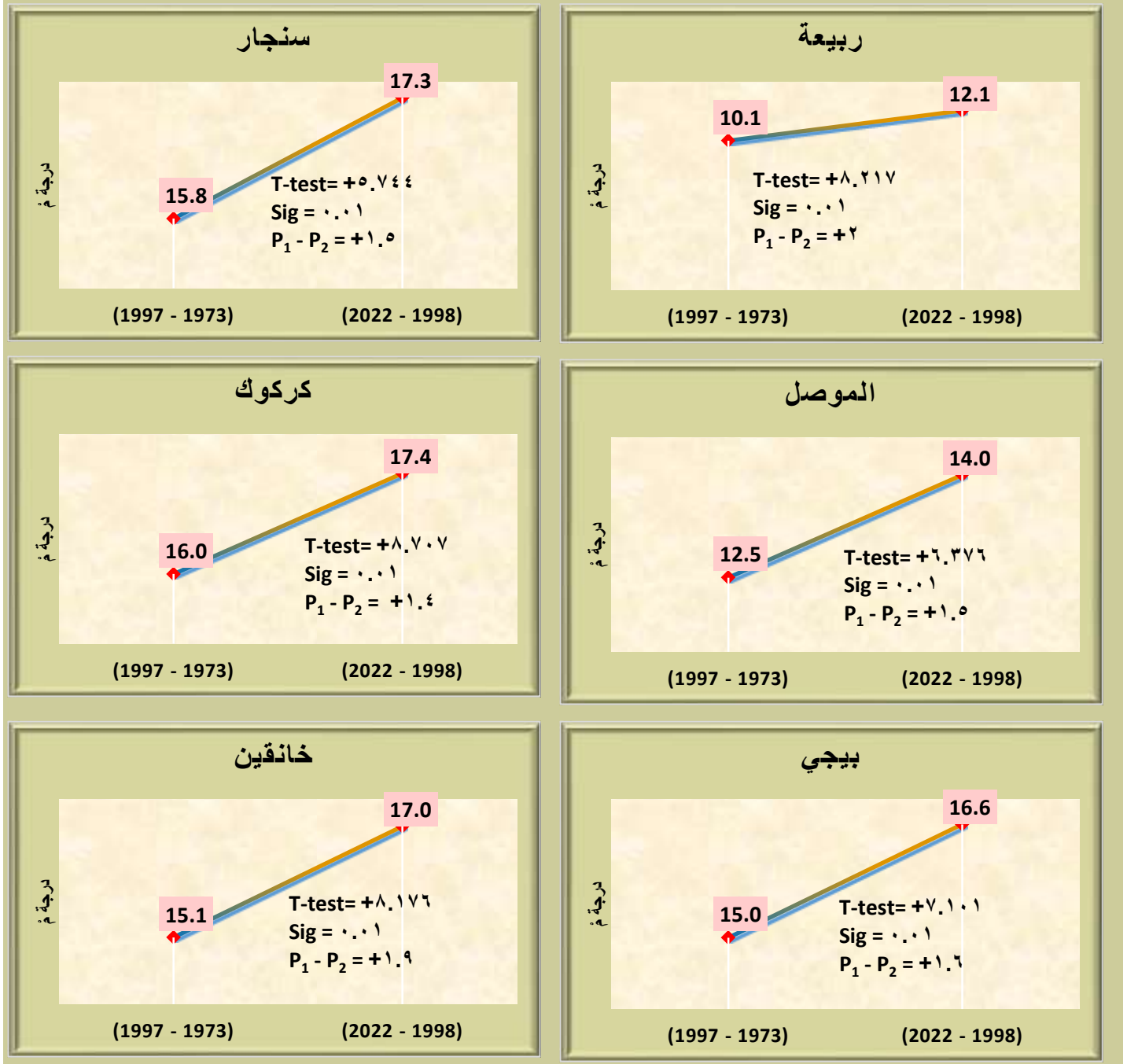
ت. تحليل الاتجاهات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى إحصائياً (باستخدام طريقة نصفي السلسلة واختبار T. test)

على الرغم مما يكشفه الاتجاه العام من ثقة إحصائية الموضحة ضمن سلاسل التغيير، إلا أنه يبق فرق التغيير غير واضح بين بداية ونهاية السلسلة التي تتجه اليها، وعليه تم اعتماد نتائج اختبار (T. test) الذي يحدد التغيير باستخدام الفرق بين معدل نصفي السلسلة الأولى والثانية، وقد أظهرت النتائج أن المدة الأولى (1973 - 1997) والتي كانت بواقع (25) سنة اختلفت معدلات الحرارة الصغرى خلالها عن المدة الثانية (1998 - 2022) والتي كانت ايضاً بواقع (25) سنة، وبعد رسم متوسطي السلسلة وحجم فروقهما وفقاً لاختبار (T. test) وفيما يظهره شكل (4) تبين الاتي:

- أن درجة الحرارة الصغرى تبدوا أكثر وضوحاً للارتفاع خلال النصف الثاني من السلسلة الزمنية ضمن طريقة أشباه المتوسطات وضمن كل المحطات المدروسة.
- سجلت محطة ربيعة شمالاً أعلى فرق للارتفاع بين معدل المدة الأولى (10.1)م والثانية (12.1)م أي بفرق تغيير بلغ (2+)م وهي الأعلى قيمة في اختبار (T. test) بواقع (8.217+) بمستوى دلالة إحصائية أقل بلغت (0.01)^{99%}
- سجلت محطة كركوك أقل فرق في تزايد الحرارة الصغرى بين معدل المدة الأولى بواقع (16.0)م والثانية (17.4)م أي دون فرق تغيير (1.4)م لكنها الأعلى في اختبار (T. test) بواقع (8.707+) بمستوى دلالة إحصائية أقل بلغت (0.01)^{99%} وهذا يؤكد واقع الاحترار.
- تشهد بقية محطات المنطقة شبه الجافة زيادة في درجة الحرارة الصغرى فقد سجلت كل المحطات فرق بين معدل المدة الأولى والثانية بفرق يفوق (1+)م وبقيم اختبار (T. test) كلها بمستوى دلالة إحصائية أقل بلغت (0.01)^{99%} وهو ما يؤكد اتجاه التغيير المعنوي نحو الاحترار الأرضي ليلاً ضمن البيئة المكانية لمناخ المنطقة شبه الجافة من العراق.

شكل (4)

اختبار اتجاه التغير في درجة الحرارة الصغرى (م) بين نصفي سلسلة الاتجاه العام



المصدر: الباحثة واعتماداً على:

1. بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2024.
2. نتائج تحليل اختبار (T. test) في برنامج (SPSS V. 22).
3. برنامج Excel 2019.

2. تحليل الاتجاه والتغير في درجات الحرارة العظمى (درجة مئوية):

أ. تحليل الاتجاهات السنوية لدرجة الحرارة العظمى زمنياً (باستخدام طريقة تحليل سلاسل الاتجاه العام)

يظهر جدول (2) وشكل (5) أن اتجاهات درجة الحرارة العظمى الممثلة للمنطقة شبه الجافة من العراق بعد تحليل سلاسلها إحصائياً ضمن سلسلة الاتجاه العام طويل الأمد مناخياً long-term لمدة نصف قرن من (1973-2022) اتضحت خلالها النتائج الآتية:

■ وجود اتجاه لكل المحطات المناخية نحو تزايد درجات الحرارة العظمى، تمثل ذلك الاتجاه المتزايد حرارياً في كل المحطات الستة المدروسة وهو اتجاه مهم مناخياً.

■ يظهر أعلى معامل نحو ارتفاع لدرجات الحرارة العظمى وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وضمن قيمة (Sen's Slope) إذ وجد ذو قيمة إحصائية فقد سجلت كل المحطات معنويتها الإحصائية نحو تغيرات الاحترار بثقة إحصائية بلغت $(0.01)^{99}\%$ و $(0.05)^{95}\%$ وبقيمة (Sen's Slope) اعلاها بلغت $(+0.086)$ في محطة سنجار واقلها $(+0.044)$ في محطتي الموصل وكركوك ولم تسجل محطة ربيعة معنوية إحصائية (n.s) وهذا يعني عدم ثبات الاتجاه.

■ سجلت أعلى نسبة تغير خلال مدة الاتجاه العام في درجة الحرارة العظمى والأخذ نحو الارتفاع وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وضمن قيمة (Sen's Slope) في محطة سنجار بنسبة تغير بلغت $(+12.1)\%$ وأقلها في محطة كركوك بواقع $(+7.4)\%$ وهذا يعني أن تغيرات الحرارة العظمى خلال (50) سنة لم تتجاوز $(25)\%$ مثلما يحصل للحرارة الصغرى.

■ يفسر معامل التحديد R^2 أن ارتفاع درجة الحرارة العظمى يتزايد طردياً مع الزمن وهو ذو دلالة إحصائية بلغت بواقع $(0.01)^{99}\%$ و $(0.05)^{95}\%$ لكل المحطات (عدا محطة ربيعة الآخذة نحو انخفاض العظمى) وهي نسبة عالية لاتجاه تفسيرات عامل الزمن لظروف الاحترار فقد بلغت أعلى نسبة التفسير في محطة خانقين بواقع $(73)\%$ وأقلها نسبة تفسير بواقع $(33)\%$ في محطة سنجار.

■ تظهر السلاسل الزمنية في شكل () أن درجة الحرارة العظمى بشكل عام تتخذ اتجاه واضح جداً نحو الارتفاع، وهي الأكثر ارتفاعاً ضمن المحطات المثبتة إحصائياً في أعلى نسبة تغير وقيمة اختبار (M. K) ومعامل تفسير (R^2) .



يفسر ارتفاع درجة الحرارة العظمى النهارية إلى زيادة تكرار ومدة بقاء الانبعاث المداري خلال السنوات الأخيرة وهو مؤشراً مهم لظروف الاحترار وهذه ينعكس على انخفاضات الحرارية السطحية وارتفاع درجة الحرارة⁽¹⁰⁾. فقد تزامن تقدم المرتفع شبه المداري نحو عرض قطبية نتيجة لتغير المناخ، ويحصل تغير في المرتفع السيبيري والذي لا شك أن يكون لظاهرة الاحتباس الحراري دوراً كبير في حدوث تحولات في خصائصه تتعكس في اختلاف شدة تكرار⁽¹¹⁾.

جدول (2)

تحليل الاتجاهات السنوية لدرجات الحرارة العظمى بالانحدار الخطي واختبار مان كاندل.

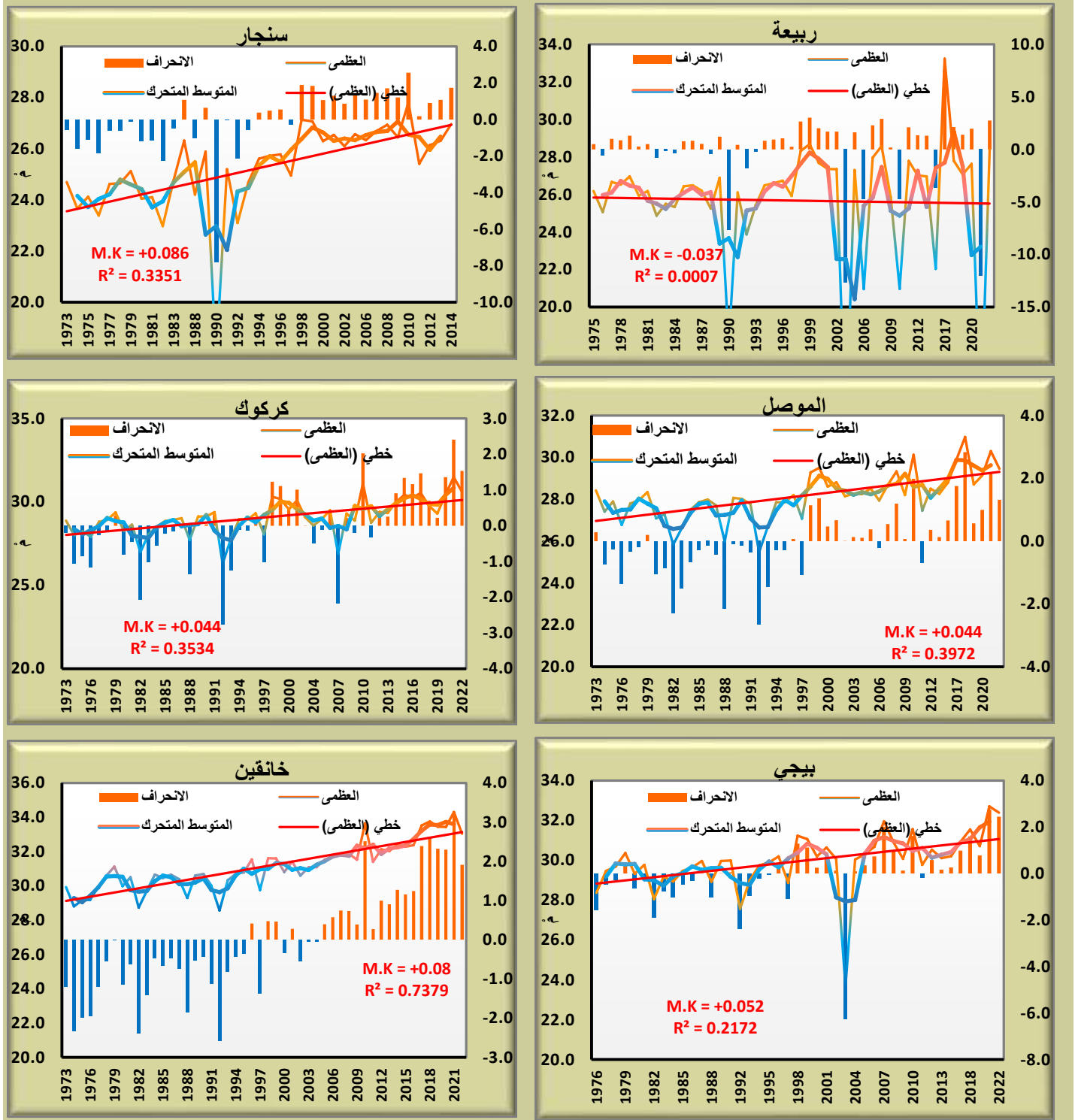
معامل التفسير (%)		نسبة التغير (%)		معامل اختبار الاتجاه Mann-Kendall testis MK			الاتجاه العام للحرارة العظمى - X	المحطة المناخية (1973-2022) N: 50 Year
Sig	R ²	نسبة التغير لمدة الدراسة %	معدل التغير السنوي للدراسة %	Trend	Sig	Sen's slope Bi		
n.s	0	-6.5	-0.144	.	0.05	-0.037	25.7	ربيعة ⁴⁵
0.01	33	12.6	0.341	+	0.01	+0.086	25.2	سنجار ³⁷
0.01	39	7.5	0.157	+	0.01	+0.044	28.1	الموصل ⁴⁸
0.01	35	7.4	0.151	+	0.01	+0.044	29.1	كركوك ⁴⁹
0.05	21	7.5	0.174	+	0.01	+0.052	29.9	بيجي ⁴³
0.01	73	12.9	0.257	+	0.01	+0.08	31.1	خانقين ⁵⁰

المصدر: الباحثة واعتماداً على:

1. نتائج اختبار مان كاندل M.K ضمن تحليلات β (M.K) Trand Factor في برنامج XLSTAT 2019.
2. نتائج معادلة التغير السنوي ومدة الدراسة البالغة (50) سنة
3. نتائج اختبار معامل التفسير R² R_square ضمن برنامج (SPSS_V.22).

شكل (5)

تحليل اتجاهات درجة الحرارة العظمى (م) في محطات منطقة الدراسة



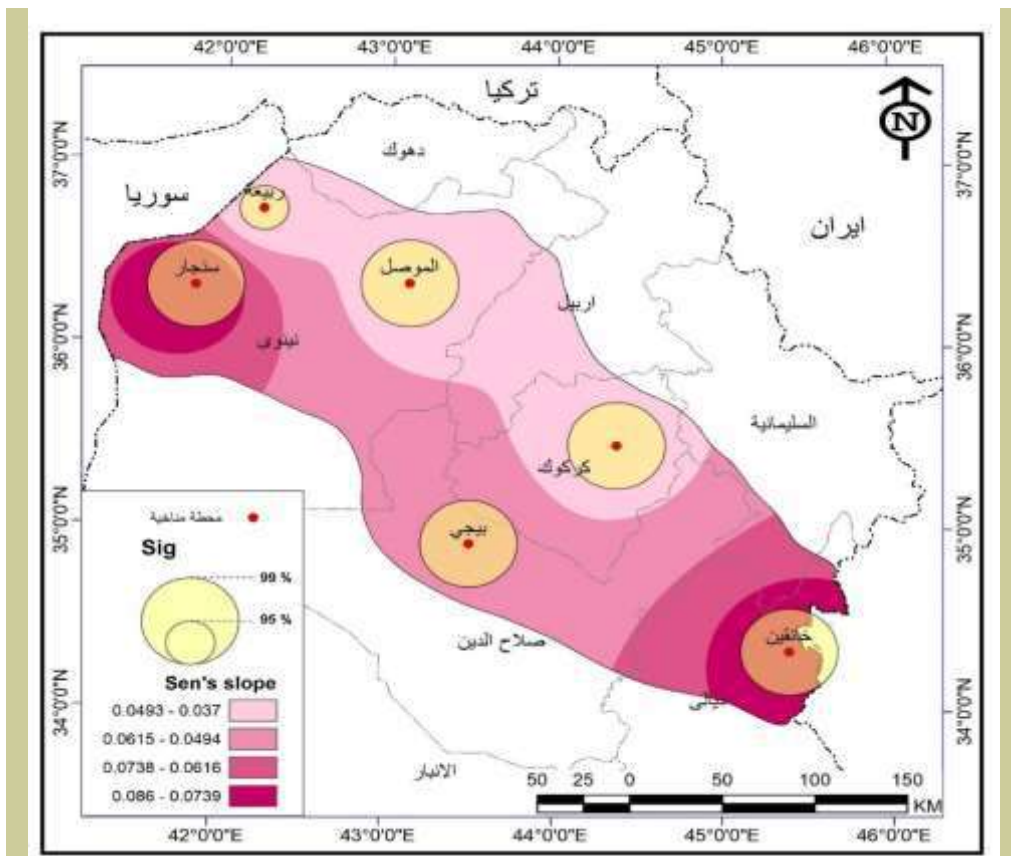
المصدر: الباحثة واعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2024.

1. تحليل الاتجاهات السنوية لدرجات الحرارة العظمى مكانياً (باستخدام طريقة النمذجة المكانية المناخية)

تظهر نمذجة البعد المكاني للمنطقة شبه الجافة من العراق أن معدل الحرارة العظمى سجلت أربعة فئات نحو الارتفاع، يسجل شمال غرب - جنوب غرب أعلاها تغييراً عكس شمال إلى وسط شرق المنطقة الأقل ارتفاعاً، ووفقاً لاختبار الاتجاه مان كاندل M-K ومعنويته الإحصائية (sig) ومن خريطة (3) أن درجة الحرارة العظمى تتجه مكانياً في فئات موجبة، وضمن مستوى معنوي لأغلبها (99%) إذ سجلت محطة سنجار و خانقين أعلى فئة الارتفاع بواقع (0.073 _ 0.086)م فيما سجلت محطة ربيعة والموصل وكركوك أدناها ارتفاع بواقع (0.037 _ 0.048)م وتشهد المنطقة الوسطى الغربية فئة امتداد مكاني بواقع (0.049 _ 0.061) م.

خريطة (3)

النمذجة المكانية لتغيرات درجة الحرارة العظمى (درجة/مئوية) للمدة المناخية (1973 - 2022) بواقع 50 سنة



المصدر: اعتماداً على:

1. نتائج جدول (2).
2. نتائج اختبار مان كاندل β (M. K) Trand Factor في برنامج 2019 XLSTAT.
3. نمذجة الاختلافات المكانية (Spatial Analysis Method) في برنامج Arc G.I.S



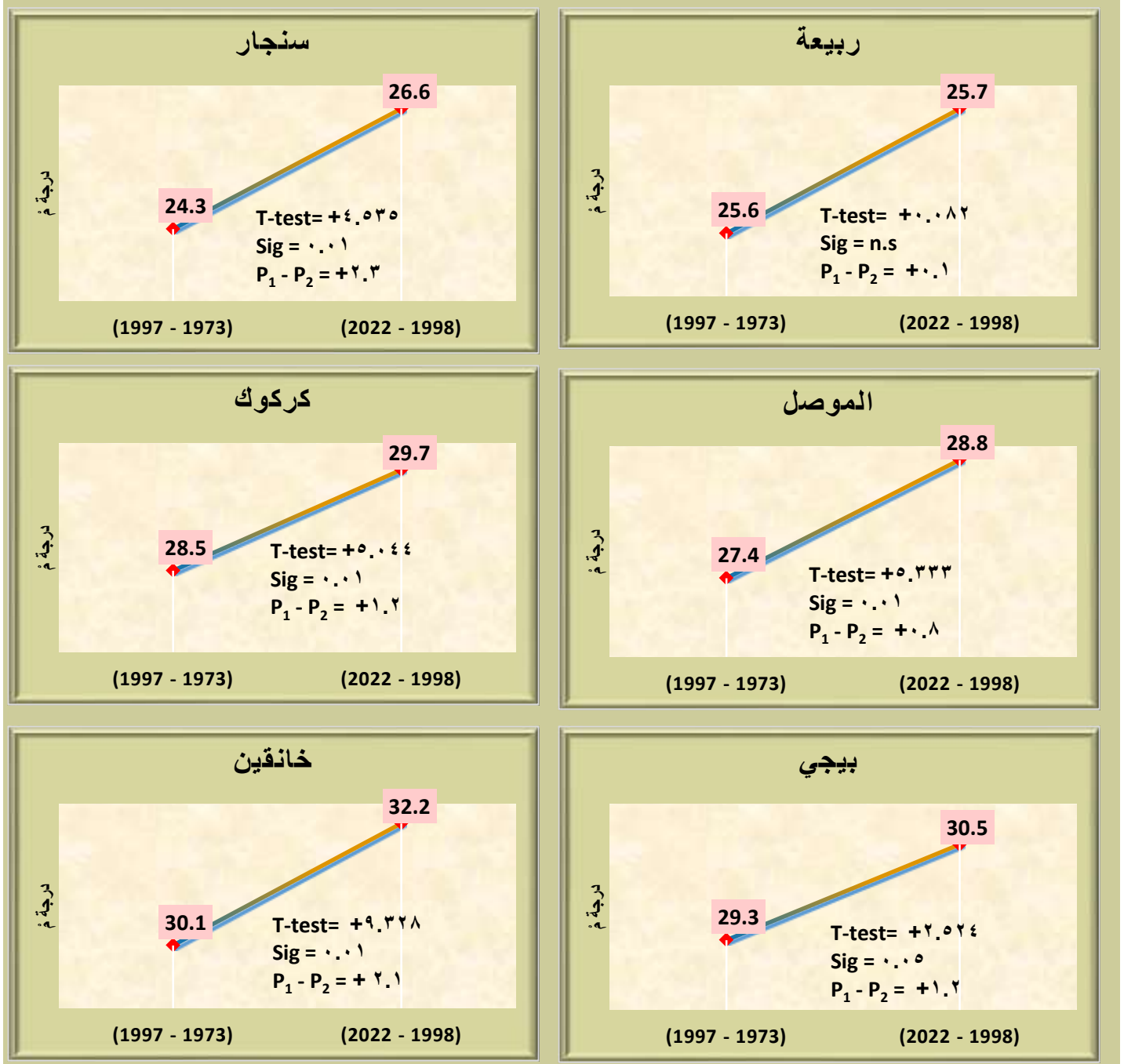
2. تحليل الاتجاهات السنوية لدرجة الحرارة العظمى إحصائياً (باستخدام طريقة نصفي السلسلة واختبار T. test)

على الرغم مما يكشفه الاتجاه العام لجميع سلاسل درجة الحرارة العظمى من ثقة إحصائية واضحة التغيير، إلا أنه يبق فرق التغيير غير واضح بين بداية ونهاية السلسلة التي تتجه اليها الحرارة العظمى من احترار، وعليه تم اعتماد نتائج اختبار (T. test) الذي يحدد التغيير باستخدام الفرق بين معدل نصفي السلسلة الأولى والثانية، وقد أظهرت النتائج أن المدة الأولى (1973 - 1997) والتي كانت بواقع (25) سنة اختلفت معدلات الحرارة العظمى خلالها عن المدة الثانية (1998 - 2022) والتي كانت ايضاً بواقع (25) سنة، وبعد رسم متوسطي السلسلة وحجم فروقهما وفقاً لاختبار (T. test) وفيما يظهره شكل (6) تبين الاتي:

- أن درجة الحرارة العظمى (النهارية) تبدوا أكثر وضوحاً للارتفاع خلال النصف الثاني من السلسلة الزمنية ضمن طريقة أشباه المتوسطات وضمن كل المحطات المدروسة.
- سجلت محطة سنجار شمالاً أعلى فرق للارتفاع بين معدل المدة الأولى (24.3)م والثانية (26.6)م أي بفرق تغيير اعلى من تغيير الحرارة الصغرى بلغ (2.3)م وهي الأعلى قيمة في اختبار (T. test) بواقع (+4.535) بمستوى دلالة إحصائية أقل بلغت (0.01)^{99%}
- سجلت محطة ربيعة أقل فرق في تزايد الحرارة العظمى بين معدل المدة الأولى بواقع (25.6)م والثانية (25.7)م أي بفرق تغيير ضئيل (+0.1)م لهذا ظهر اختبار (T. test) اقل قيمة بواقع (+0.082) بمستوى غير معنوي (n.s).
- تشهد بقية محطات المنطقة شبه الجافة زيادة في درجة الحرارة العظمى فقد سجلت كل المحطات فرق بين معدل المدة الأولى والثانية بفرق يفوق (1)م (عدا محطتي سنجار والموصل) وقيم اختبار (T. test) كلها بمستوى دلالة إحصائية أقل بلغت (0.01)^{99%} عدا محطة ربيعة غير معنوية وبيجي بمستوى (0.05)^{95%}
- الملاحظ لسلاسل اتجاه تغيير الحرارة العظمى وجدت مستمرة الارتفاع ضمن اتجاه خطي غير متذبذب وهو ما يؤكد التراكمية الحرارية النهارية والتي تحدد حجم الاحترار وظروف التسخين الجوي.

شكل (6)

اختبار اتجاه التغير في درجة الحرارة العظمى (م) بين نصفي سلسلة الاتجاه العام



المصدر: الباحثة واعتماداً على:

1. بيانات الهيئة العامة للأمناء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2024.
2. نتائج تحليل اختبار (T. test) في برنامج (SPSS V. 22).
3. برنامج Excel 2019.



رابعاً: المناقشة:

يمكن الإشارة إلى تفسير ارتفاع درجة الحرارة (العظمى والصغرى) وفقاً لما اشارت اليه العديد من الدراسات فقد بينت دراسة (Hansen2006)⁽¹²⁾ أن درجة حرارة سطح الأرض زادت بمقدار 0.2 درجة مئوية لكل عقد في الثلاثين عاماً الماضية، وأن معدل الاحترار المتوقع في محاكاة نموذج المناخ العالمي مستمرة بالتغير بفعل غازات الاحتباس الحراري. كما وتكشف دراسة (USGS,2011)⁽¹³⁾: أن شدة الاحترار بدأت منذ عقد السبعينات ومطلع الثمانينات مع زحف الغطاء النباتي بسبب تراجع الامطار وطول موسم الجفاف وارتفاع درجات الحرارة وهي المتغيرات المناخية الأكثر أهمية.

كما أن هذه النتائج وجدت متوافقة الاتجاه مع دراسة (كاظم 2013)⁽¹⁴⁾: اثبتت وجود انحرافات في درجة الحرارة عن معدلاتها نحو الزيادة وبشكل متباين، مع استمرار هذه الزيادة نحو الارتفاع في المستقبل مع وجود اتجاه نحو التناقص للأمطار. ودراسة (سليم، واخرون 2021)⁽¹⁵⁾: توصلت الى وجود اتجاه نحو الزيادة في درجة الحرارة وبشكل متباين بين محطات العراق وضمن مستوى دلالة إحصائية (0.05، 0.01) للمدة 2000-2019.

وتتوقع دراسة (حياتي 2011)⁽¹⁶⁾: أن ارتفاع درجة الحرارة خلال عام 1990-2100 سيصل إلى (0.88)م° ويعزى ذلك الى الارتفاع الحراري لمياه المحيطات وذوبان الجليد بالقطب الشمالي، كما ويظهر ان درجات الحرارة في النصف الكرة الشمالي مناطق العروض العليا أكثر تأثيراً من أي مكان اخر، ويتوقع زيادة الاحترار في فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي والعكس في نصف الكرة الجنوبي.

خامساً: الاستنتاجات البحثية:

يستخلص من هذا البحث النتائج الآتية:

1. وجود اتجاه نحو تزايد درجات الحرارة الصغرى والعظمى لكل المحطات المناخية، تمثل ذلك الاتجاه المتزايد حرارياً في كل المحطات الستة المدروسة وهو اتجاه مهم مناخياً.
2. يظهر معامل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى والعظمى وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وقيمة (Sen's Slope) معاملات اتجاه موجبة تشهدا محطات المنطقة شبه الجافة وبتقنة إحصائية بلغت (0.01)^{99%}.
3. سجلت أعلى نسبة لتغير درجة الحرارة الصغرى الأخذة نحو الارتفاع وبناءً على نتائج معادلة خط وفق اختبار اتجاه مان كاندل M.K وضمن قيمة (Sen's Slope) في محطة ربيعة بنسبة تغير



- بلغت (+35.6)% وأقلها في محطة سنجار بواقع (+13.1)، فيما تسجل العظمى أعلاها في محطة سنجار بنسبة تغير بلغت (+12.1)% وأقلها في محطة كركوك بواقع (+7.4)%.
4. يفسر معامل التحديد R^2 أن ارتفاع درجة الحرارة الصغرى والعظمى يتزايد طردياً مع الزمن وهو ذو دلالة إحصائية بلغت بواقع $(0.01)^{99}\%$ لكل المحطات وهي نسبة عالية لاتجاه تفسيرات عامل الزمن لظروف الاحترار.
5. تظهر نمذجة البعد المكاني للمنطقة شبه الجافة من العراق أن معدل الحرارة الصغرى والعظمى سجلت أربع فئات نحو الارتفاع، يسجل شمال المنطقة أعلاها تغيراً عكس الطرف الشرقي الأقل ارتفاعاً، ووفقاً لاختبار الاتجاه مان كاندل M-K ومعنويته الإحصائية (sig).
6. تظهر نتائج اختبار (T. test) أن درجة الحرارة الصغرى والعظمى تبدوا أكثر وضوحاً للارتفاع خلال النصف الثاني (1998 - 2022) من السلسلة الزمنية ضمن طريقة أشباه المتوسطات وضمن كل المحطات المدروسة بمستوى دلالة إحصائية بلغت $(0.01)^{99}\%$.

المراجع

- (1) سامي عزيز العتيبي، أياذ عاشور الطائي، الإحصاء والنمذجة الجغرافية، ط1، مطبعة أكرم، بغداد، 2012. ص 86.
- (2) محمد صدقه أبو زيد، التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية، مجلة علوم الارصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، جامعة الملك عبد العزيز، المجلد 21، العدد 2، 2010، ص 310 - 311.
- (3) Siti Nazahiyah Rahmat, Niranjali Jayasuriya, Muhammed Bhuiyan, Trend Analysis of Drought using Standardised Precipitation Index (SPI) in Victoria, Australia, 34th Hydrology and Water Resources Symposium 19-22 November 2012, Sydney, Australia, 2012, P. 443.
- (4) Timo Salmi and Others, Detecting Trends of Annual Values of Atmospheric Pollutants by the Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates - the Excel Template Application Makesens, Publications on Air Quality, No. 31, Ilmatieteen laitostm, Meteorologiska Institutetm Finnish Meteorological Institutem Helsinki 2002, p: 2-5.
- (5) Taibi S., Meddi M., Mahé G., Assani A, Variabilty of Annual and Extreme Rainfall Over Northern Algeria and Relashioship Whith Teleconnections Patterns, Proceedings of the Mediterranean Meeting on "Monitoring, modelling and early warning of extreme events triggered by heavy rainfalls". PON 01_01503 - MED-FRIEND project University of Calabria, Cosenza (Italy), June 26th-28th, 2014, P. 3.
- (6) مجموعة مؤلفين، الإحصاء باستخدام (SPSS)، ط1، شعاع للنشر والعلوم، حلب، 2007، ص 139.
- (7) ADAM HAYES, Fundamental Analysis (T-Test), investopedia, 2020, <https://www.investopedia.com/terms/t/t-test.asp>
- (8) Timothy J. Brown, Beth L. Hall, The Use of *t* Values in Climatological Composite Analyses, Desert Research Institute, 1999, p. 2941.
- (9) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، تغير المناخ والماء، جنيف، 2008، ص 17 - 18.
- (10) حسين جبر الشمري، مؤشر الدورة وأثره في مناخ العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2012، ص 225.

- (11) سالار علي خضر الدزبي، التغيرات في حدود اقاليم معامل اختلاف أمطار العراق، مجلة الأستاذ، العدد 210، 2014، ص 606.
- (12) Global temperature change, proceedings of 'Reti ruedy, and Martin' Makiko·James Hansen 2006,p230. 'the national Academy of Sciences
- (13) famine Early warining ' Aclimate trend Analysis of Sudan·USGS, Science for a changing world' 2011, p48·systems Networ
- (14) أحلام عبد الجبار كاظم، الانحرافات السالبة والموجبة لدرجات الحرارة والامطار عن معدلاتها العامة في محطات الموصل وبغداد والبصرة، مجلة الآداب البصرة، العدد67، العراق، 2013، ص1.
- (15) علي سليم مصطفى، وآخرون، أثر التغير المناخي في المعدلات الفصلية لدرجة الحرارة في العراق للفترة 1980-2019، مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية، العدد الأول، 2021، ص409.
- (16) الطيب احمد مصطفى حياتي، تغير المناخ أسبابه وتداعياته، شركة مطابع السودان، الخرطوم، 2011، ص105.