



ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: <https://eduj.uowasit.edu.iq>



Dr. Ahmed Lafta
Hamad Al-Budeiri

Wasit Governorate
Education Directorate

Email:
laftaahmed98@gmail.com

Keywords:

Climate change,
Change points,
Temperature, Trend,
Iraq.



Article info

Article history:

Received 15.Febr.2025

Accepted 25.Mar.2025

Published 28.Aug.2025



Temperature Trends and Change Points in Iraq

A B S T R A C T

This study provides a temporal and spatial analysis of trends in maximum and minimum temperatures in Iraq during the period (1950-2022) (73 years) for twelve stations representing various regions of the country, based on data from the Climate Research Unit (CRU TS v4.07). The study employs the Mann-Kendall test to assess the statistical significance of trends, Sen's method to estimate the rate of change, and the Taylor test to identify change points. The findings reveal a significant increasing trend in both maximum and minimum temperatures, with an annual change rate ranging between 1.8 – 1.9°C per century. Seasonal variations were more pronounced in summer and spring, particularly in the southern regions, where the change in minimum temperatures ranged between 0.38 – 0.43°C per decade, indicating that minimum temperatures are more affected by climate change. Iraq has experienced statistically significant change points across all stations, particularly in the 1990s, with 75% of the stations showing change points in 1994, aligning with global trends. These climatic shifts are expected to exacerbate economic and environmental pressures, particularly in agricultural production, water resource management, and energy consumption. Thus, it is crucial to adopt effective future policies and strategies to adapt to climate change and mitigate its negative impacts.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: <https://doi.org/10.31185/eduj.Vol60.Iss3.4754>

اتجاهات درجات الحرارة ونقاط التغير في العراق

أ.م.د. أحمد لفتة حمد البديري

مديرية تربية محافظة واسط - الكلية التربوية المفتوحة

الخلاصة :

تقدم هذه الدراسة تحليلاً زمنياً ومكانياً لاتجاهات درجات الحرارة العظمى والصغرى في العراق خلال المدة (١٩٥٠-٢٠٢٢) (٧٣ عاماً) لاثنتي عشرة محطة تمثل مختلف مناطق العراق، استناداً إلى بيانات مركز الأبحاث المناخية (CUR TS v4 07). تم اعتماد اختبار مان-كاندل للكشف عن الاتجاهات، وأسلوب سين لتقدير معدل التغير، بالإضافة إلى

استخدام اختبار تايلور لتحديد نقاط التغير، وكشفت الدراسة عن وجود زيادة واضحة في اتجاهات درجات الحرارة العظمى والصغرى ذات دلالة إحصائية، وتراوح مقدار التغير السنوي (١,٨ - ١,٩) °م للقرن لدرجات الحرارة العظمى والصغرى، بينما كانت التغيرات الفصلية أكثر وضوحاً في فصلي الصيف والربيع وخاصة المناطق الجنوبية تراوح مقدار التغير فيها (٠,٣٨ - ٠,٤٣) °م للعقد لدرجات الحرارة الصغرى هي الأكثر تأثراً بالتغيرات المناخية، وقد شهد العراق نقاطاً تغير في جميع المحطات ذات دلالة إحصائية في عقد التسعينيات إذ تغيرت المحطات بنسبة (٧٥ %) عام (١٩٩٤) تماش مع الاتجاهات العالمية، ستؤدي هذه التغيرات إلى تفاقم الضغوط الاقتصادية والبيئية، في قطاعات الإنتاج الزراعي وإدارة الموارد المائية واستهلاك الطاقة. لذا، يصبح من الضروري تبني سياسات واستراتيجيات مستقبلية فعالة للتكيف مع التغيرات المناخية والحد من أثارها السلبية.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية ، نقاط التغير ، درجة الحرارة ، الاتجاه، العراق

أولاً: المقدمة

يعد تغير المناخ من أكبر التحديات التي تواجه البشرية الآن؛ لأنه يشكل تهديداً قائماً للعديد من جوانب الحياة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الحالية للأنظمة الطبيعية والبشرية تعد درجة الحرارة عامل مهم في تحديد اثار التغير المناخي على العالم او منطقة الدراسة (Almazroui et al., 2020)، منذ ١٨٥٠ ارتفعت درجة حرارة بشكل كبير وقد تغيرت التكرار والشدة والمدة والتوقيت والتباين المكاني لتطرفات درجات الحرارة ، وقد اثرت بشكل كبير على عدم الاستقرار البيئي، والصحة العامة ، والإنتاج الزراعي، المياه الجوفية ، حتى لو خفضت بلدان العالم الغازات الدفيئة وفق اتفاق باريس سوف ترتفع درجات الحرارة بمقدار (٢,٥ - ٤,٨) °م في عام ٢١٠٠ ، ومن هنا ضرورة دراسة درجات الحرارة للحد من عواقب ظاهرة الاحتباس الحراري ، أدت الأنشطة البشرية بشكل رئيس من خلال انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل قاطع الى ارتفاع درجات حرارة سطح الأرض عالمياً ، حيث وصلت درجة حرارة سطح الأرض الى (١,١) درجة مئوية فوق مستويات عام (١٨٥٠ - ١٩٠٠) في الفترة (٢٠١١ - ٢٠٢٠) مع زيادة اكبر على اليابس بمقدار (١,٥٩) درجة مئوية مقارنة بالمحيط الذي بلغ مقدار التغير (٠,٨٨) درجة مئوية ، ان الاحترار المرصود من صنع الانسان نتيجة النشاط البشري الناتج عن الغازات الدفيئة (GHG) (Masson-Delmotte et al., 2021)، ان الزيادة المستمرة في انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية خلال الفترة (٢٠١٠ - ٢٠١٩) بشكل غير متساو والمساهمات الناتجة عن الاستخدام غير المستدام للطاقة واستخدام الأراضي ، وأساليب الحياة وانماط استهلاك الطاقة وغيرها ، أدت الى تغير المناخ الناتج عن النشاط البشري الذي يؤثر على الظواهر الطقسية والتطرف المناخي في جميع انحاء العالم وقد أدى الى اثار سلبية واسعة النطاق وتأثيرها على الامن المائي والغذائي وصحة الانسان والمجتمع ومن المتوقع ان ترتفع درجات الحرارة بمقدار (١,١ - ٢,٧) خلال العقود الأربعة القادمة (البديري، ٢٠٢١).

وبما ان العراق يقع في المناطق الجافة وشبه الجافة فانه أكثر مناطق العالم عرضة للخطر نتيجة تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ وارتفاع درجات الحرارة وزيادة الظواهر المتطرفة والجفاف والتصحر والعواصف الغبارية وتناقص الغطاء النباتي، وقد اكدت الدراسات ان زيادة تركيزات الغازات الدفيئة كانت سبباً رئيساً للتغير المناخي في العراق لا سيما في المناطق الوسطى والجنوبية من العراق التي سجلت اعلى تركيزات لهذه الغازات خلال السنوات الأخيرة ولقد ركزت العديد من الدراسات على تحليل اتجاهات درجات الحرارة على المستوى العالمي والإقليمي والمحلي اغلبها اشارت الى زيادة واضحة في درجات الحرارة في الماضي والوقت الحاضر مع اختلاف مقدار للتغير لكل إقليم على سبيل المثال دراسة (Jones et al., 1999) ودراسة (Alexander et al., 2006) اما الدراسات المحلية دراسة (Muslih & Krzysztof, 2016) ودراسة (Robaa & Al-Barazanji, 2015) ودراسة (Salman et al., 2019)

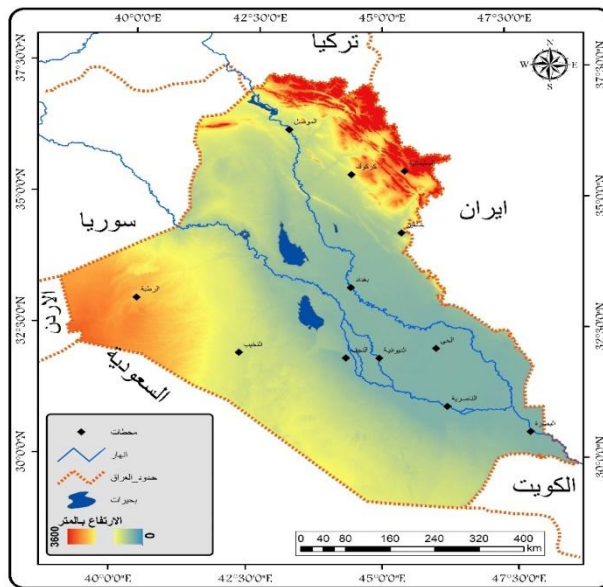
ثانياً: حدود منطقة الدراسة:

يقع العراق في القسم الجنوبي الغربي من قارة آسيا، ضمن إحداثيات تمتد بين دائرتي عرض ($29,6^{\circ}$ و $37,27^{\circ}$) شمالاً، وخطي طول ($38,39^{\circ}$ و $48,36^{\circ}$) شرقاً، وتبلغ مساحته الإجمالية ($435,052$ كم²). تحده تركيا من الشمال، وإيران من الشرق، وسوريا والأردن من الغرب، بينما تشترك حدوده الجنوبية مع السعودية والكويت وتطل على الخليج العربي (السعدي، 2009، ص7) خريطة (1) ، ويُصنف مناخ العراق إلى ثلاثة أقاليم رئيسية وفق نظام كوبن للمناخ: يتمثل الأول في مناخ البحر المتوسط (Csa) الذي يسود الأجزاء الشمالية، والثاني في المناخ شبه الجاف (Bsha) الذي يظهر جنوب الإقليم السابق (جنوب الأقسام الشمالية)، أما الثالث فهو المناخ الصحراوي الجاف (Bwha) الذي يغطي الأجزاء الوسطى والجنوبية من البلاد (خضر، 2018، ص470)

ثالثاً: بيانات الدراسة ومنهجية التحليل:

اعتمدت الدراسة على بيانات شبكية شهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى تمتد في سلسلة زمنية طويلة الامد تمثل اثنتي عشرة نقطة لمحطات العراق من (1950-2022) جدول (1) أخذت من مركز وحدة البحوث المناخية Climatic (CRU) Research Unit ، وهي بيانات شبكية شهرية تقدمها جامعة ايست انجليا University of East Anglia المتوفرة على الموقع <http://www.cru.uea.ac.uk>، الإصدار (CRU TS v4.07) للمدة (1901 - 2022) (Harris et al., 2020) وهي بيانات مناخية مستخدمة على نطاق واسع بدقة (0,5x0,5) درجة في جمع المناطق البرية باستثناء القارة القطبية الجنوبية، وهو مشتق من خلال استيفاء الشذوذات المناخية الشهرية من شبكات واسعة من محطات الرصد الطقسية، ومن الجدير بالذكر ان هناك العديد من الدراسات استخدمت هذه البيانات في الدراسات المناخية والهيدرولوجية والدراسات التحقيقية للتحقق من صحة وموثوقية البيانات منها دراسة (A. M. El Kenawy et al., 2016) دراسة (Ahmed M El Kenawy & McCabe, 2016) ودراسة (Hassan et al., 2020) ودراسة (Ullah et al., 2022) وقد استخدم اختبار مان كاندل و ميل سين Sen's Slope (Salmi, 2002)، للكشف عن الاتجاه و مقدار التغير واختبار تايلور (Taylor, 2000) للكشف عن نقاط التغير .

خريطة (1) الموقع الفلكي والجغرافي للعراق ومحطات الدراسة المختارة



المصدر الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزلي، اطلس مناخ العراق، بغداد، العراق 1999 ، ونموذج الارتفاع الرقمي

الجدول (١) الموقع الفلكي للمحطات المناخية المختارة

الارتفاع	LAT	LON	المحطة	ID
223	36.19	43.9	الموصل	1
843	35.32	45.27	السليمانية	2
331	35.28	44.24	كركوك	3
175	34.21	45.23	خانقين	4
32	33.18	44.24	بغداد	5
630	33.2	40.17	الربطبة	6
17	32.8	46.2	الحي	7
305	32.02	42.17	النخيب	8
53	31.57	44.19	النجف	9
20	31.57	44.57	الديوانية	10
5	31.1	46.14	الناصرية	11
2	30.31	47.47	البصرة	12
المصدر: الهيئة العامة للأقواء الجوية والرصد الزلزالي ، اطلس مناخ العراق، بغداد، العراق ٢٠٢٢				

رابعاً: نتائج الدراسة

١. اتجاهات درجات الحرارة العظمى

يتضح من الجدول (٢) ان اتجاهات درجات الحرارة العظمى تتجه نحو الارتفاع في جميع المحطات على المستوى السنوي بلغ مقدار التغير (٠,٢٥) °م لكل عقد ما يعادل (١,٨) °م للقرن وبلغ اعلى مقدار تغير سنوي (٠,٢٧) °م لكل عقد في محطتي (كركوك،السليمانية)،اما على المستوى الفصلي وتراوح مقدار التغير (٠,٠٧ - ٠,٣٩) °م للعقد ذات دلالة إحصائية باستثناء محطة الناصرية في فصل الخريف وان هذا التغير تباين زمنياً ومكانياً في جميع المحطات، اذ سجل فصل الربيع في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ذات دلالة إحصائية وبلغ اعلى مقدار للتغير (٠,٣٢) °م للعقد في محطة الحي ، بينما سجل فصل الصيف في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ذات دلالة إحصائية وبلغ اعلى مقدار للتغير (٠,٣٩) °م للعقد في المحطات (الحي ، الناصرية، البصرة) ، في حين شهد فصل الخريف ايضاً في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ذات دلالة إحصائية ماعدا محطة (الناصرية) وبلغ اعلى مقدار التغير (٠,٢٢) °م للعقد في محطة الربطبة ، وجاءت نتائج الشتاء مشابهة لنتائج الفصول وسجلت في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ذات دلالة إحصائية وبلغ اعلى مقدار للتغير (٠,٢٧) °م في محطة الموصل، تظهر النتائج ارتفاعاً في درجات الحرارة بجميع الفصول ذات دلالة إحصائية، حيث سجل الصيف أعلى معدل ارتفاع (٠,٣٣) °م لكل عقد) ما يعادل (٢,٤) °م للقرن ، يليه الربيع (٠,٢٩) °م لكل عقد)، ثم الشتاء (٠,٢٢) °م لكل عقد)، وأخيراً الخريف بأقل معدل (٠,١١) °م لكل عقد)، اما التغيرات المكانية خريطة (٢) نلاحظ في فصل الربيع أن التغيرات الأكثر وضوحاً تتركز في بعض المناطق الشمالية وجزء من المناطق الوسطى والجنوبية ، بينما شهد فصل الصيف اكثر المناطق تغيراً تراوحت بين (٠,٣٦ - ٠,٣٩) °م للعقد تركزت في المناطق الجنوبية ،في حين شهد فصل الربيع اعلى مقدار تغير تراوح (٠,١٧ - ٠,٢٢) °م للعقد سادت في المناطق الغربية والجنوبية الغربية ،اما تغيرات فصل الشتاء سجل اعلى مقدار تغير تراوح (٠,٢٥ - ٠,٢٩) °م للعقد تركزت في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية و جزء من المنطقة الشمالية الغربية

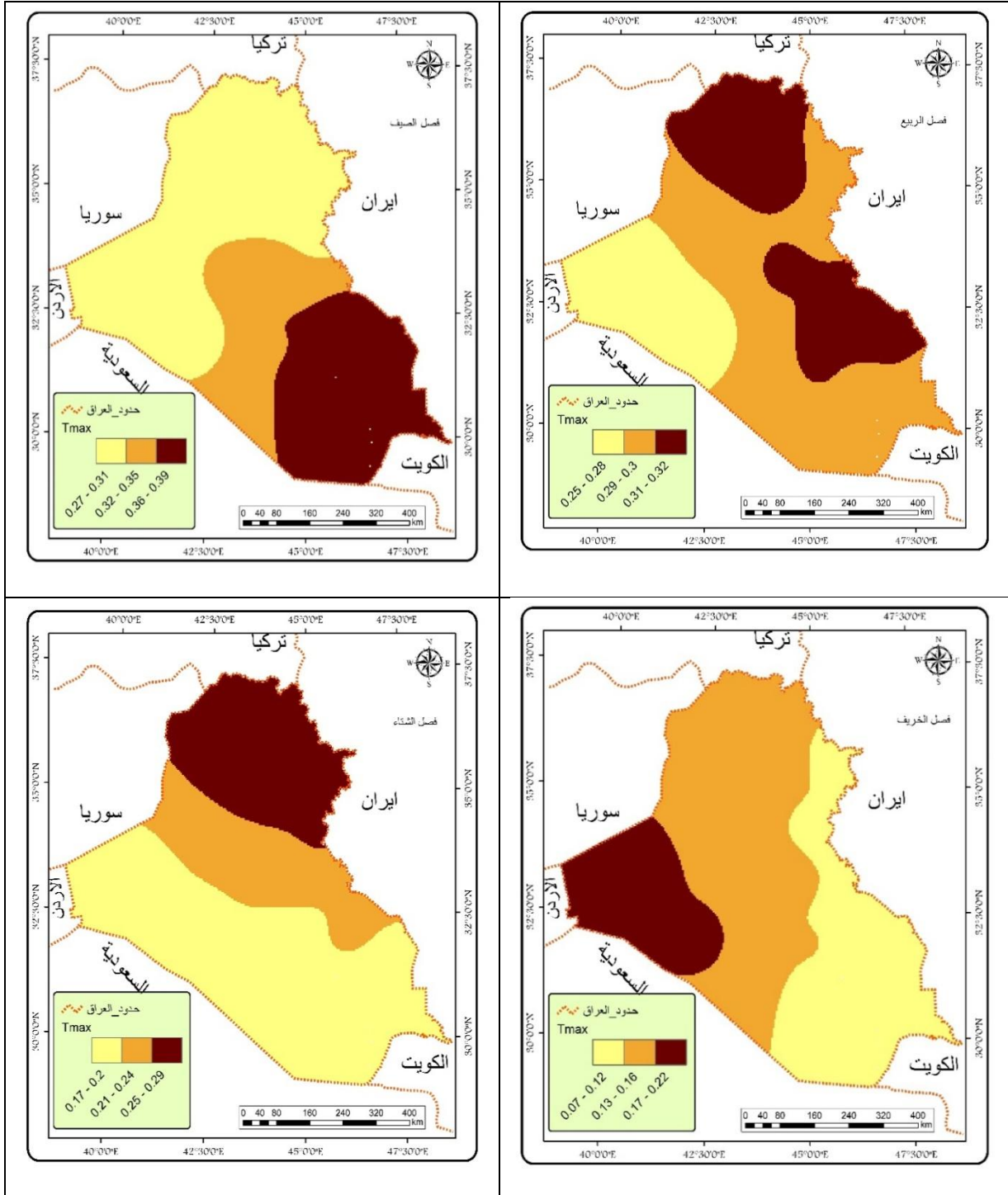
جدول (٢) التغير والاتجاه في درجات الحرارة العظمى الفصلية والسنوية °م للعقد للمدة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢)

المحطة	ربيع	sig	صيف	sig	خريف	sig	شتاء	sig	سنوي	sig	التغير السنوي خلال المدة المدروسة
الموصل	0.31	***	0.27	***	0.15	***	0.27	*	0.27	**	1.9
السليمانية	0.28	***	0.27	***	0.09	***	0.26	Δ	0.24	**	1.7
كركوك	0.31	***	0.28	***	0.16	***	0.29	**	0.27	**	2.0
خانقين	0.29	***	0.28	***	0.09	***	0.25	*	0.24	**	1.7
بغداد	0.30	***	0.32	***	0.13	***	0.22	**	0.25	*	1.8
الربطبة	0.25	***	0.28	***	0.22	***	0.17	***	0.24	**	1.7
الحي	0.32	***	0.39	***	0.09	***	0.21	Δ	0.26	**	1.9
النخيب	0.25	***	0.29	***	0.18	***	0.18	***	0.23	**	1.7
النجف	0.28	***	0.34	***	0.12	***	0.18	**	0.24	**	1.7
الديوانية	0.31	***	0.38	***	0.12	***	0.18	**	0.25	**	1.8
الناصرية	0.29	***	0.39	***	0.07	***	0.17	O	0.24	*	1.7
البصرة	0.29	***	0.39	***	0.08	***	0.17	**	0.24	*	1.7
العراق	0.29	***	0.33	***	0.13	***	0.22	**	0.25	**	1.8
<p>*** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.001 / O / الاتجاه غير معنوي ** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.01 Δ / الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.1 * الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 / عمل الباحث بالاعتماد على بيانات</p>											

٢. اتجاهات درجات الحرارة الصغرى

يبين الجدول (٣) ان الاتجاه العام لدرجات الحرارة الصغرى يتجه نحو الارتفاع في جميع المحطات والفصول على المستوى السنوي والفصلي وتراوح مقدار التغير (٠,١٢ - ٠,٤٣) °م للعقد ذات دلالة احصائية، وبلغ اعلى مقدار للتغير السنوي على المستوى الوطني (٠,٢٦) °م للعقد ما يعادل (١,٩) °م للقرن اما على مستوى المحطات فسجلت اعلى درجة حرارة (٠,٣٠) °م للعقد في محطة البصرة، شهد فصل الربيع بمعدل تغير للعراق (٠,٢٤) °م للعقد وبلغ اعلى معدل تغير للمحطات (٠,٣٠) °م للعقد في محطتي (الناصرية، البصرة)، وسجل فصل الصيف اعلى معدل تغير للعراق بمقدار (٠,٣٦) °م للعقد، وبلغ اعلى معدل تغير على مستوى المحطات (٠,٤٣) °م للعقد في محطتي (الناصرية، البصرة)، اما فصل الخريف سجل معدل تغير للعراق (٠,٢٣) °م للعقد، وبلغ اعلى معدل تغير (٠,٢٩) °م للعقد في محطة البصرة، في حين شهد فصل الشتاء معدل تغير للعراق (٠,٢٦) °م للعقد وسجل اعلى معدل تغير (٠,٣٠) °م للعقد في محطة (البصرة)، اما التغيرات المكانية الفصلية خريطة (٣) توضح التوزيع المكاني اذ بلغ اعلى مقدار تغير في فصل لربيع بلغ (٠,٢٧ - ٠,٣٠) °م للعقد تركزت في المناطق الجنوبية وجزء قليل من المنطقة الجنوبية الشرقية، في حين سجل اعلى مقدار تغير في فصل الصيف بمقدار (٠,٣٨ - ٠,٤٣) °م للعقد تركزت أيضا في المناطق الجنوبية، بينما سجل اعلى مقدار تغير في فصل الخريف تراوح (٠,٢٨ - ٠,٢٩) °م للعقد توزعت في المناطق الجنوبية وبعض المناطق الغربية مثلت منطقة الربطبة، من جهة أخرى سجل فصل الشتاء اعلى مقدار تراوح (٠,٢٢ - ٠,٢٦) °م للعقد تركز في المناطق الشمالية

خريطة (٢) التغيرات المكانية الفصلية لاتجاهات درجات الحرارة العظمى م° للمحطات المختارة (١٩٥١ - ٢٠٢٢)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢)

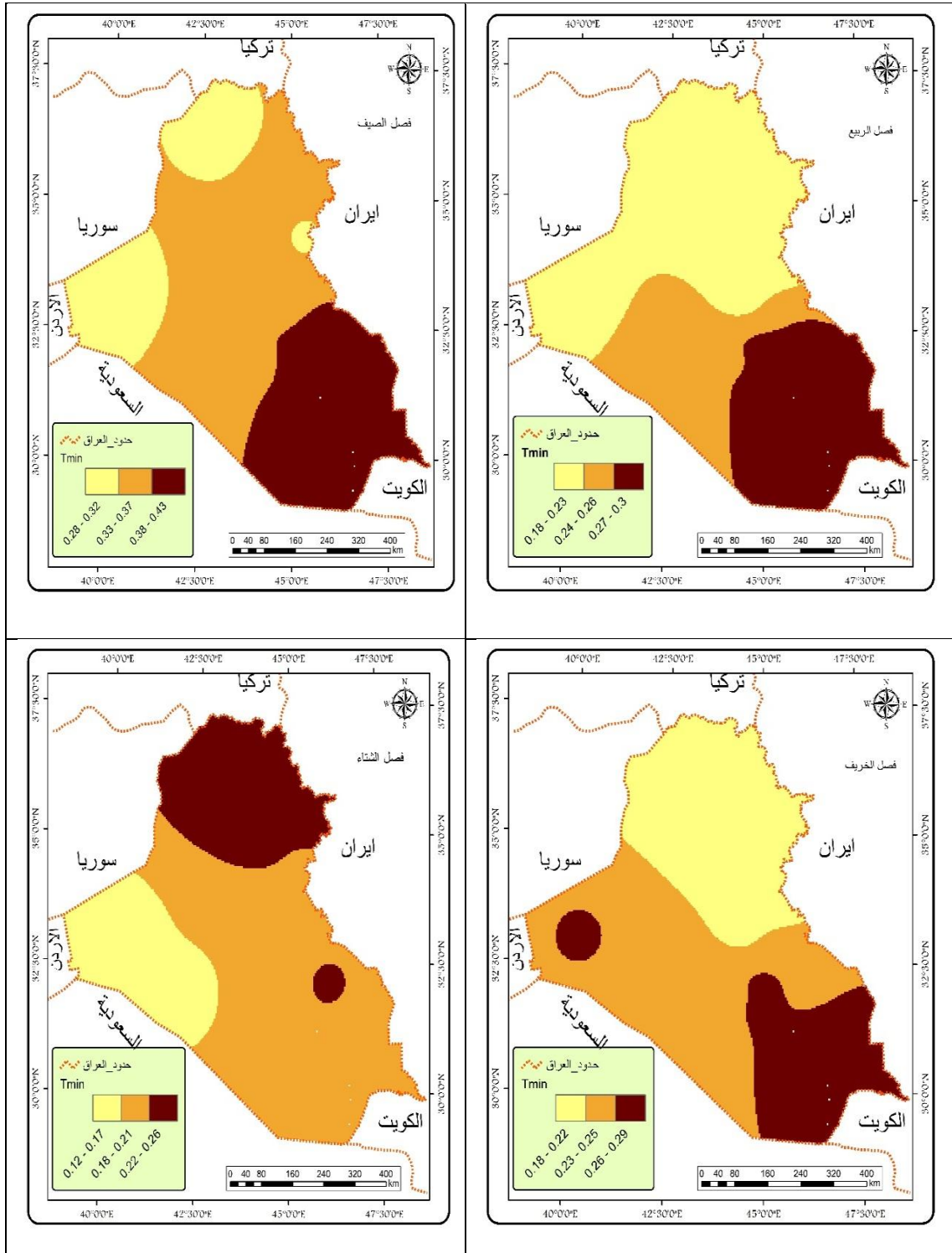
جدول (٣) التغير والاتجاه في درجات الحرارة الصغرى الفصلية والسنوية °م للعقد للمدة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢)

المحطة	ربيع	sig	صيف	sig	خريف	sig	شتاء	sig	سنوي	sig	التغير السنوي خلال المدة المدروسة
الموصل	0.20	***	0.30	***	0.19	***	0.26	**	0.23	***	1.7
السليمانية	0.19	***	0.33	***	0.18	***	0.23	**	0.23	***	1.7
كركوك	0.22	***	0.35	***	0.22	***	0.25	**	0.26	***	1.9
خانقين	0.18	***	0.32	***	0.18	***	0.20	*	0.23	***	1.6
بغداد	0.21	***	0.33	***	0.21	***	0.19	*	0.24	***	1.7
الربطبة	0.21	***	0.28	***	0.25	***	0.12	Δ	0.22	***	1.6
الحي	0.28	***	0.41	***	0.24	***	0.22	**	0.29	***	2.1
النخيب	0.25	***	0.33	***	0.23	***	0.14	*	0.25	***	1.8
النجف	0.26	***	0.36	***	0.24	***	0.19	**	0.27	***	1.9
الديوانية	0.29	***	0.39	***	0.26	***	0.18	**	0.28	***	2.0
الناصرية	0.30	***	0.43	***	0.26	***	0.17	*	0.29	***	2.1
البصرة	0.30	***	0.43	***	0.29	***	0.18	**	0.30	***	2.2
العراق	0.24	***	0.36	***	0.23	***	0.15	**	0.26	***	1.9
*** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.001 /											
** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.01 / O الاتجاه غير معنوي											
* الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 / Δ الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.1											

٣. نقاط تغير درجات الحرارة العظمى

يوضح الشكل (١) والجدول (٤) اتجاهات درجات الحرارة العظمى في المحطات المختارة للمدة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢) حيث يعكس التغيرات المناخية عبر الزمن، يظهر الرسم البياني تذبذبًا واضحًا في درجات الحرارة العظمى حتى نهاية القرن العشرين، تليه زيادة تدريجية في درجات الحرارة بعد عام ١٩٩٠، مما يشير إلى تأثير التغير المناخي على المنطقة ونلاحظ في محطة البصرة قد شهدت نقاط تغير رئيسية في عامي (١٩٩٨) بثقة (١٠٠%) زيادة مفاجئة في درجات الحرارة العظمى من

خريطة (٣) التغيرات المكانية الفصلية لاتجاهات درجات الحرارة الصغرى م° للمحطات المختارة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٣)

المؤتمر العلمي الدولي الثالث عشر "فاعلية العلوم الإنسانية في
تحقيق أهداف التنمية المستدامة" وتحت شعار
(الاستدامة مفتاح استمرارية الاجيال القادمة)

(٣٢,٤١ - ٣٣,٥٧)^م وعام (٢٠٢١) بثقة (٩٨ %) زيادة من (٣٤,٨٠ - ٣٣,٥٧)^م ، اما محطة الناصرية سجلت نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) زيادة من (٣٢,٩٤ - ٣١,٧٢)^م ، وسجلت محطة الديوانية أيضا نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) زيادة من (٣٢,٦٩ - ٣١,٤٥)^م ، أيضا سجلت محطة النجف نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) من (٣٢,٣٤ - ٣١,٢٠)^م ، وسجلت النخيب نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) من (٣٠,٥٣ - ٢٩,٤٧)^م ، كذلك سجلت محطة الحي نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٨) بثقة (١٠٠ %) زيادة من (٣١,٣٠ - ٣٢,٦٤)^م ، أما محطة بغداد فقد سجلت نقطتي تغير في العام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) زيادة من (٣١,٤٠ - ٣٠,٤٦)^م ، والنقطة الثانية عام (٢٠١٥) بثقة (٩٨ %) زيادة من (٣٢,٣٣ - ٣١,٤٠)^م ، أيضا سجلت محطة الرطبة نقطتين للتغير عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) زيادة من (٢٦,٣٨ - ٢٧,٢٠)^م ، والنقطة الثانية عام (٢٠١٠) بثقة (٩٨ %) زيادة من (٢٧,٢٠ - ٢٧,٨٨)^م ، بينما سجلت محطة خانقين ثلاثة نقاط تغير الأولى عام (١٩٧١) بثقة (٩٣ %) تناقص من (٣٠,٣٠ - ٢٩,٧٢)^م ، والثانية عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠ %) زيادة من (٢٩,٧٢ - ٢٩,٧٢)^م والنقطة الثالثة عام (٢٠١٤) بثقة (٩٦ %) زيادة من (٣١,٨٢ - ٣٠,٩٤)^م ، اما محطة الموصل سجلت نقطتين للتغير الأولى (١٩٩٨) بثقة ١٠٠ % زيادة من (٢٦,٨١ - ٢٧,٨٧)^م ، والنقطة الثانية عام (٢٠١٤) زيادة من (٢٧,٨٧ - ٢٨,٥٧)^م

جدول (٤) التغيرات المعنوية في درجات الحرارة العظمى لبعض المحطات المختارة

Table of Significant Changes for Tmax البصرة

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

Year	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
1998	(1995, 1999)	100%	32.417	33.573	1
2021	(2016, 2021)	98%	33.573	34.808	4

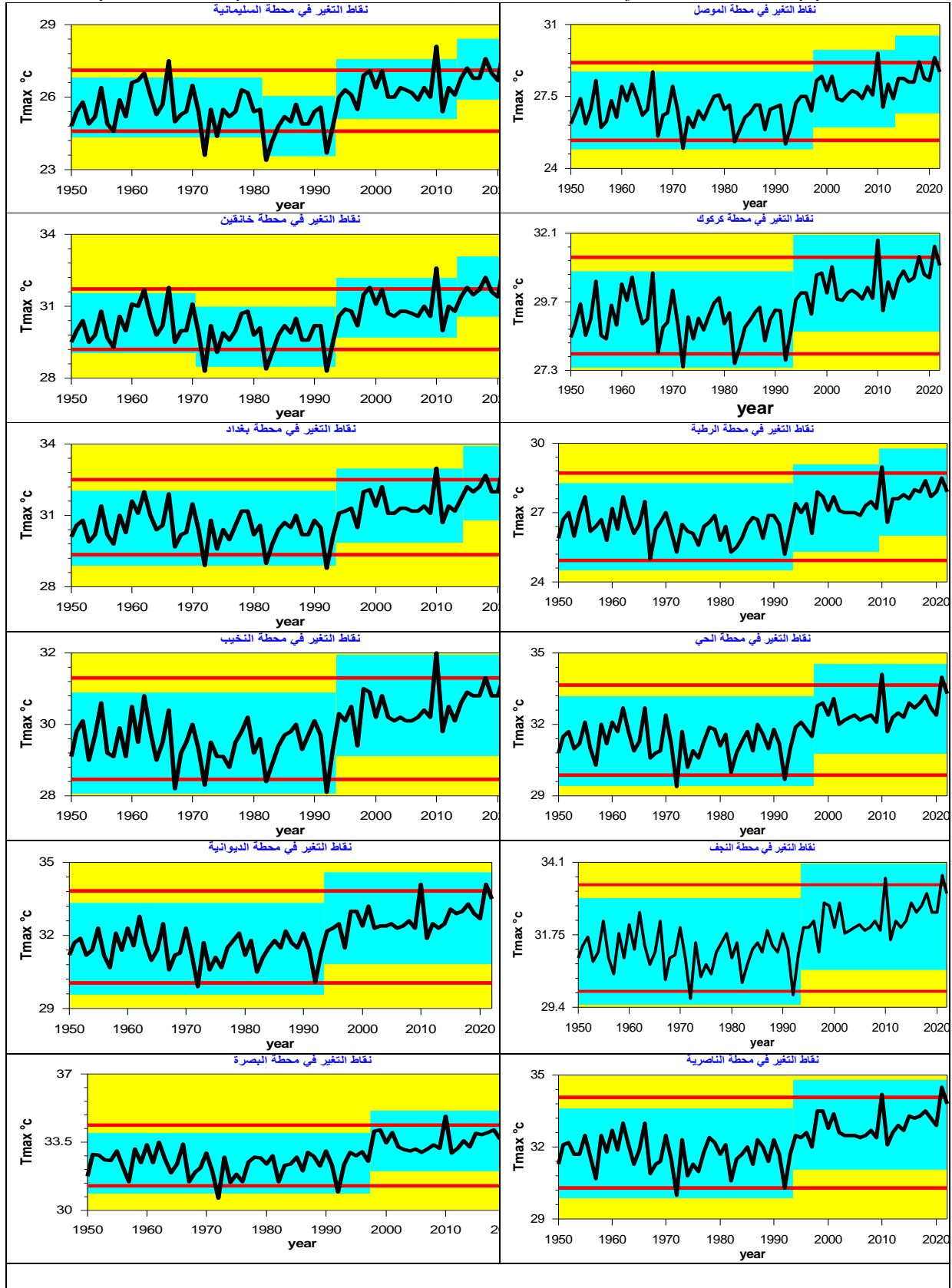
Table of Significant Changes for Tmax خانقين

Confidence Level for Candidate Changes = 50%, Confidence Level for Inclusion in Table = 90%, Confidence Interval = 95%,
Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

Year	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
1982	(1961, 1990)	96%	25.581	24.8	2
1994	(1992, 1995)	100%	24.8	26.33	3
2014	(2006, 2017)	92%	26.33	27.156	2

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات (CRU)

شكل (١) الاتجاه ونقاط التغير في درجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة المختارة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢)

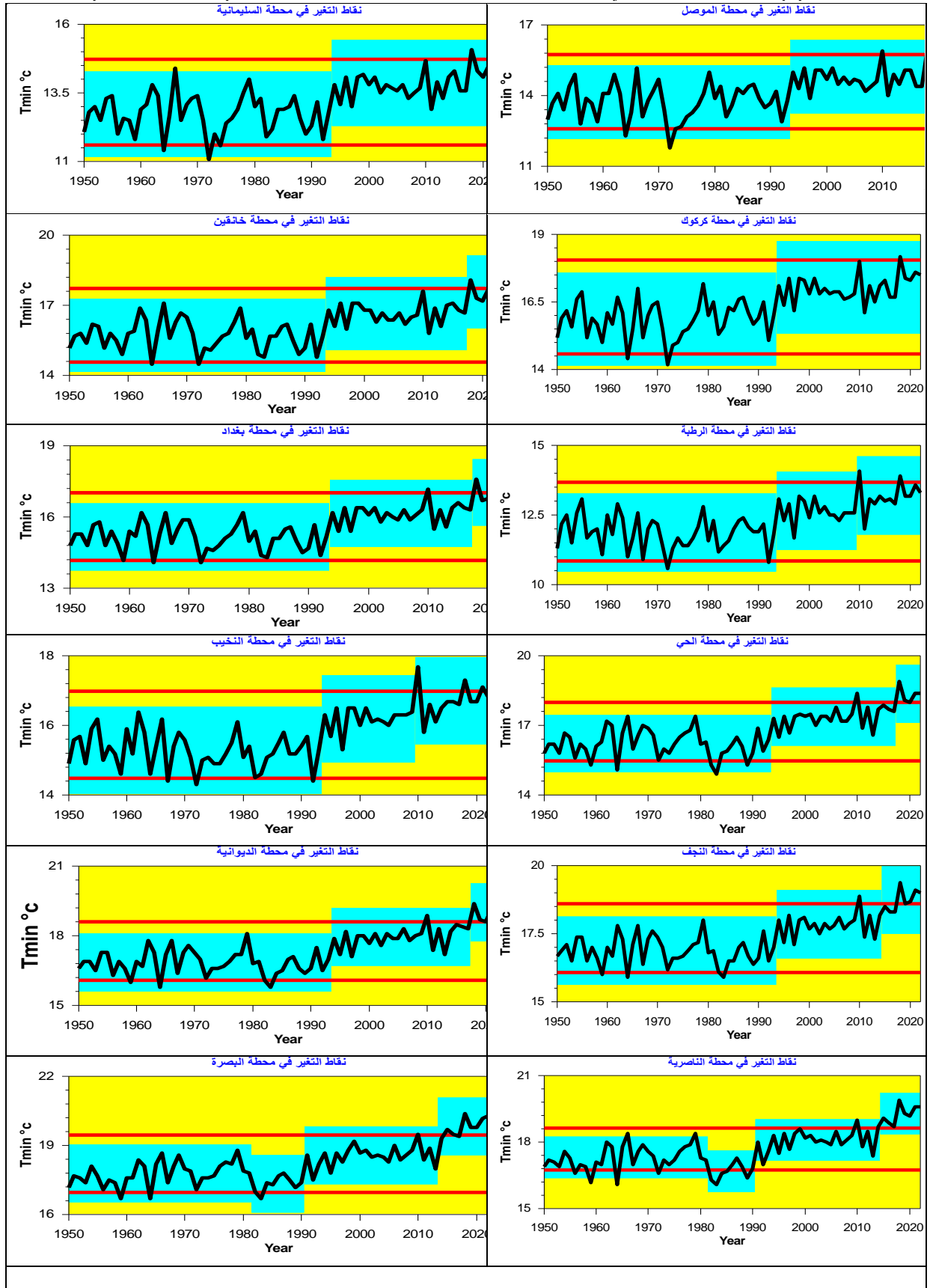


المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات (CRU)

٤. نقاط تغير درجات الحرارة الصغرى

يبين الشكل (٢) والجدول (٥) اتجاهات درجات الحرارة الصغرى ونقاط التغير في المحطات المختارة للمدة (١٩٥٠-٢٠٢٢) يظهر محطة البصرة سجلت ثلاث نقاط تغير الأولى عام (١٩٨٢) بثقة (٩٩%) تناقص من (١٧,٧٧) - (١٧,٣٣) م°، الثانية عام (١٩٩١) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٧,٣٣ - ١٨,٥٥) م° والنقطة الثالثة عام (٢٠١٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٨,٨٢ - ١٩,٨٢) م°، وسجلت محطة الناصرية ثلاث نقاط تغير النقطة الأولى عام (١٩٨٢) بثقة (٩٧%) تناقص من (١٧,٣ - ١٦,٦٧) م°، والثانية عام (١٩٩١) زيادة من (١٦,٦٧ - ١٨,٠٩) م°، والنقطة الثالثة عام (٢٠١٥) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٨,٠٩ - ١٩,٢٨) م°، وسجلت محطة الديوانية نقطتين تغير الأولى عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٦,٨٤ - ١٧,٩٦) م°، والثانية عام (٢٠١٨) بثقة (٩٩%) زيادة من (١٧,٩٦ - ١٨,٨٤) م°، والنقطة الثانية عام (٢٠١٥) بثقة (٩٩%) زيادة من (١٧,٨٤ - ١٨,٧٣) م°، كذلك سجلت محطة النخيب نقطتين تغير الأولى عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٦,١٨ - ١٦,٧١) م°، أيضا سجلت محطة الحي نقطتين تغير الأولى (١٩٩٤) بثقة (٩٦%) زيادة من (١٦,٢١ - ١٧,٣٧) م°، الثانية عام (٢٠١٨) بثقة (٩٦%) زيادة من (١٧,٣٧ - ١٨,٣٦) م°، وسجلت محطة بغداد نقطتين تغير الأولى عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٥,١٥ - ١٦,١٤) م°، والثانية عام (٢٠١٨) بثقة (٩٦%) زيادة من (١٦,١٤ - ١٧,٥٤) م°، وسجلت محطة الرطبة أيضا نقطتين تغير الأولى عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١١,٨٦ - ١٢,٦٤) م°، والنقطة الثانية عام (٢٠١٠) بثقة (٩٦%) زيادة (١٢,٦٤ - ١٣,١٩) م°، وسجلت محطة خانقين نقطتين الأولى عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٥,٧١ - ١٦,٦٥) م°، والثانية (٢٠١٨) بثقة (٩٣%) زيادة من (١٦,٦٥ - ١٧,٥٨) م°، اما محطة كركوك سجلت نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٥,٨٦ - ١٧,٠٣) م°، أيضا سجلت محطة السليمانية عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٢,٧٢ - ١٣,٨٦) م°، وكذلك سجلت محطة الموصل نقطة تغير واحدة عام (١٩٩٤) بثقة (١٠٠%) زيادة من (١٣,٧٣ - ١٤,٨٢) م°

شكل (٢) الاتجاه ونقاط التغير في درجات الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة المختارة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات (CRU)

المؤتمر العلمي الدولي الثالث عشر "فاعلية العلوم الإنسانية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة" وتحت شعار (الاستدامة مفتاح استمرارية الاجيال القادمة)

جدول (٥) التغيرات المعنوية في درجات الحرارة الصغرى لبعض المحطات المختارة

محطة الرطبة Tmin Table of Significant Changes for

Confidence Level for Candidate Changes = 50% , Confidence Level for Inclusion in Table = 90% , Confidence Interval = 95% , Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

Year	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
1994	(1985, 1996)	100%	11.866	12.644	1
2010	(2005, 2018)	96%	12.644	13.192	5

محطة البصرة Tmin Table of Significant Changes for

Confidence Level for Candidate Changes = 50% , Confidence Level for Inclusion in Table = 90% , Confidence Interval = 95% , Bootstraps = 1000, Without Replacement, MSE Estimates

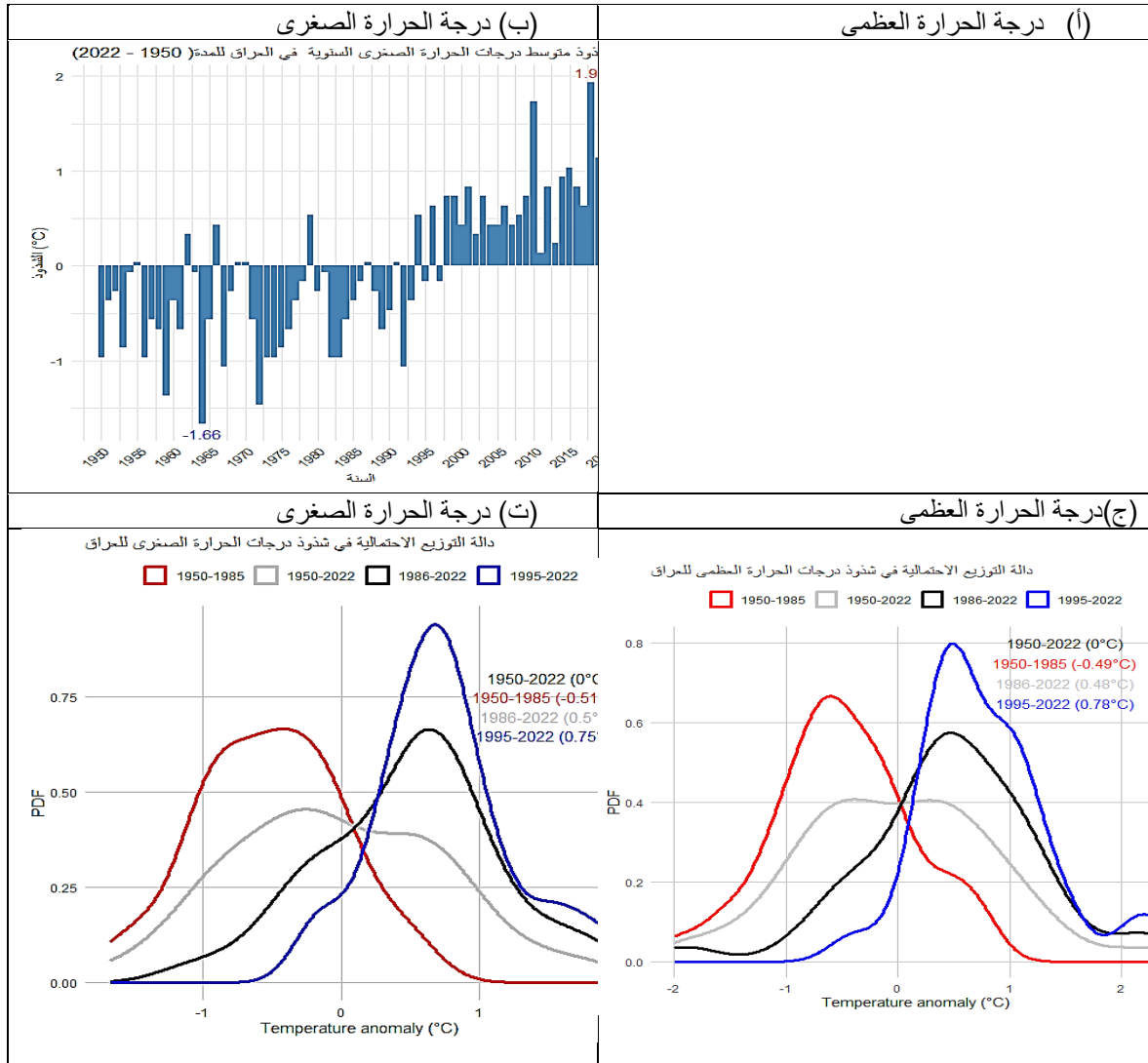
Year	Confidence Interval	Conf. Level	From	To	Level
1982	(1954, 1986)	99%	17.775	17.333	2
1991	(1991, 1992)	100%	17.333	18.557	6
2014	(2013, 2014)	100%	18.557	19.822	2

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات (CRU)

٥. شذوذ درجات الحرارة الصغرى والعظمى

يوضح الشكل (٣) تغيرات شذوذ درجات الحرارة العظمى السنوية في العراق من (١٩٥٠ - ٢٠٢٢) يمكن ملاحظة أن الفترة من ١٩٥٠ حتى أواخر التسعينيات كانت تتسم بتقلبات حرارية بين الارتفاع والانخفاض، مع غلبة الشذوذ السلبي انخفاض درجات الحرارة عن المعدل الطبيعي وبلغ مقدار الشذوذ التراكمي للمدة من (١٩٥٠ - ١٩٨٥) (-٠,٤٩) م° ، وبلغ أعلى شذوذ سلبي (-٢) م° عام (١٩٧١) ، ومنذ أوائل القرن الواحد وعشرون، نلاحظ زيادة واضحة في الشذوذ الإيجابي ارتفاع درجات الحرارة عن المعدل الطبيعي، مما يشير إلى اتجاه تصاعدي في درجات الحرارة العظمى ونلاحظ في الشكل (٣) ج توزيع التراكمي لشذوذ درجات الحرارة ان المدة الأخيرة من (١٩٩٥ - ٢٠٢٢) بلغ الشذوذ التراكمي (٠,٧٨) م° ، وبلغ أعلى شذوذ إيجابي (٢,٣١) م° عام (٢٠١٠) ، اما درجات الحرارة الصغرى جاءت منسجمة مع درجات الحرارة العظمى من حيث الارتفاع في درجات الحرارة على المدى الطويل وتظهر قبل الثمانينيات وجود شذوذ سلبي كبير مما يدل على أن تلك الفترة كانت أكثر برودة نسبيًا حيث سجلت الحد الأدنى للشذوذ (-١,٦٦) م° عام (١٩٦٤) ، ومنذ منتصف التسعينيات، بدأ الشذوذ الحراري الإيجابي بالظهور والتزايد اذ بلغ الشذوذ التراكمي للمدة (١٩٩٥ - ٢٠٢٢) (٠,٧٥) م° وسجل أعلى شذوذ إيجابي (١,٩٤) م° عام (٢٠١٨) ، رغم الاتجاه العام نحو الاحترار، إلا أن هناك تقلبات من سنة إلى أخرى، وهو ما قد يكون مرتبطًا بعوامل مناخية دورية مثل التغيرات في ظواهر النينو والتذبذب القطبي وغيرها يمكن القول يؤكد أن العراق يشهد احترازًا مستمرًا منذ منتصف القرن العشرين، مع ارتفاعات قياسية في السنوات الأخيرة، مما يستدعي ضرورة اتخاذ تدابير لمواجهة آثار التغير المناخي بسبب زيادة الانبعاثات الكربونية، التغير في أنماط الغطاء النباتي، والتحضر المتزايد في العراق.

شكل (٣) متوسط الشذوذ في درجات الحرارة العظمى والصغرى ودالة توزيع الاحتمالية للمدة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢) في العراق



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات (CRU)

خامساً: الاستنتاجات

هدفت الدراسة إلى تحليل اتجاهات درجات الحرارة وتباينها الزمني والمكاني للمدة (١٩٥٠ - ٢٠٢٢) لاثنتي عشرة محطة على المدى الطويل على المستوى الفصلي والسنوي في العراق بالاعتماد على بيانات مركز أبحاث المناخ وباستخدام أساليب إحصائية متنوعة، وكشفت الدراسة عن وجود اتجاهات تصاعدية في جميع المحطات ذات دلالة إحصائية، وبلغ معدل التغير في درجات الحرارة بالعراق (١,٩,١,٨) °م للقرن لدرجات الحرارة العظمى والصغرى على التوالي، هذه النسبة أعلى بقليل من المعدل العالمي المقدر ب (١,٢-١,١) °م مما يشير إلى أن العراق يشهد احترار أسرع من العالم، وهو ما يتفق مع الدراسات التي تؤكد أن المناطق القارية الجافة أكثر عرضة للاحتترار من المعدل العالمي، أما التغيرات الفصلية فشهد فصل الصيف وهو الأكثر احتتراراً إذ بلغ معدل التغير للعراق (٠,٣٣,٠,٣٦) °م للعقد وكانت المناطق الجنوبية هي الأكثر تأثراً نظراً لزيادة الإجهاد الحراري وارتفاع التأثيرات المناخية مثل موجات الحر والجفاف، بالمقابل سجل فصل الخريف أقل تغيراً بمقدار (٠,١٣) °م للعقد لدرجة الحرارة العظمى، وفصل الشتاء لدرجة الحرارة الصغرى بمقدار (٠,١٥) °م للعقد، بينما سجلت جميع المحطات المختارة نقاط تغير ذات ثقة عالية منذ منتصف التسعينيات، وقد أظهر تحليل نقاط التغير أنه في (٧٥%) من الحالات، تغيرت المحطات من حيث درجة الحرارة في عام (١٩٩٤)، وهذا يتوافق مع دراسات عالمية تشير إلى أن تسارع الاحتترار بدأ في التسعينيات نتيجة الزيادة المطردة في تراكيزات غازات الاحتباس الحراري، وجاءت شذوذ درجات الحرارة منسجمة مع نقاط التغير وسجلت أعلى شذوذاً إيجابياً هو (٢,٣١) °م عام (٢٠١٠) وهي متوافقة مع دراسات عالمية وإقليمية وأن سنوات الاحتترار بدأت في عقد التسعينيات وسجل الشذوذ التراكمي (٠,٧٨) °م ما يدعم فرضية الاحتترار طويل الأمد، ولهذا النتائج تداعيات خطيرة على مختلف القطاعات الحيوية، لا سيما الموارد المائية، والزراعة، والصحة العامة. لذا، تبرز الحاجة الملحة إلى تبني استراتيجيات فعالة للتخفيف من آثار التغير المناخي والتكيف معه، وذلك من خلال تحسين إدارة الموارد المائية، وتعزيز الزراعة المقاومة للجفاف، وزيادة الغطاء النباتي للحد من التصحر، إلى جانب تطوير أنظمة الإنذار المبكر لمواجهة الظواهر المناخية المتطرفة. كما يعد التحول نحو الطاقة المتجددة وتعزيز الوعي البيئي من الحلول الضرورية لمواجهة التحديات المستقبلية الناجمة عن التغير المناخي في العراق.

المصادر باللغة العربية

- أحمد لفته حمد البديري. (٢٠٢١). اتجاهات التغير في درجات الحرارة والامطار في العراق واسقاطاتها المستقبلية. *مجلة الاداب* /بغداد(١٣٧)، الصفحات ٤٤٣-٤٧٢.
- سالار علي خضر. (٢٠١٨). المراحل التاريخية لتصنيف كوبن المناخي ومحاولة تعديله. *مجلة الآداب*، ١(١٢٤)، ٤٨٤-٤٥٩. <https://doi.org/10.31973/aj.v1i124.102>
- عباس فاضل السعدي. (٢٠٠٩). جغرافية العراق: إطارها الطبيعي، نشاطها الاقتصادي، جانبها البشري، الدار الجامعية، بغداد.

المصادر باللغة الانكليزية

- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., & Rahimzadeh, F. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D5).
- Almazroui, M., Saeed, S., Saeed, F., Islam, M. N., & Ismail, M. (2020). Projections of Precipitation and Temperature over the South Asian Countries in CMIP6. *Earth Systems and Environment*, 4(2), 297–320. <https://doi.org/10.1007/s41748-020-00157-7>
- El Kenawy, A. M., McCabe, M. F., Vicente-Serrano, S. M., López-Moreno, J. I., & Robaa, S. M. (2016). Cambios en la frecuencia y severidad en las sequías hidrológicas de Etiopía entre 1960 y 2013. *Cuadernos de Investigacion Geografica*, 42(1), 145–166. <https://doi.org/10.18172/cig.2931>
- El Kenawy, Ahmed M, & McCabe, M. F. (2016). A multi-decadal assessment of the performance of gauge-and model-based rainfall products over Saudi Arabia: climatology, anomalies and trends. *International Journal of Climatology*, 36(2), 656–674.
- Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P., & Lister, D. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*, 7(1), 1–18.
- Hassan, I., Kalin, R. M., White, C. J., & Aladejana, J. A. (2020). Evaluation of daily gridded meteorological datasets over the Niger Delta region of Nigeria and implication to water resources management. *Atmospheric and Climate Sciences*, 10(1), 21–39.
- Jones, P. D., New, M., Parker, D. E., Martin, S., & Rigor, I. G. (1999). Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics*, 37(2), 173–199.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., & Gomis, M. I. (2021). Climate change 2021: the physical science basis. *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2(1), 2391.
- Muslih, K. D., & Krzysztof, B. (2016). *The inter-annual variations and the long-term trends of monthly air temperatures in Iraq over the period 1941 – 2013*. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1915-6>
- Robaa, E.-S. M., & Al-Barazanji, Z. (2015). Mann-Kendall trend analysis of surface air temperatures and rainfall in Iraq. *IDOJARAS*, 119(4), 493–514.
- Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Ahmed, K., Chung, E.-S., & Wang, X.-J. (2019). Characteristics of annual and seasonal trends of rainfall and temperature in Iraq. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 55(3), 429–438.
- Salmi, T. (2002). *Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates-the Excel template application MAKESENS*. Ilmatieteen laitos.
- Taylor, W. A. (2000). *Change-point analysis: a powerful new tool for detecting changes*. preprint.
- Ullah, S., You, Q., Sachindra, D. A., Nowosad, M., Ullah, W., Bhatti, A. S., Jin, Z., & Ali, A. (2022). Spatiotemporal changes in global aridity in terms of multiple aridity indices: An assessment based on the CRU data. *Atmospheric Research*, 268, 105998.