



Analysis of Extreme Summer Temperatures in Iraq and Their Future Scenarios

Asst. Prof. Ahmed Lafta Hamad Al-Budeiri (PhD)

Ministry of Education-Wasit Education Directorat Open Educational College/Al- Suwairah Branch

ahmedlalbudeiri@gmail.com

Received Oct 16, 2025

Revised Jan.6, 2026

Accepted Jan9, 2026

Online April.1, 2026

ABSTRACT

Climate change poses significant challenges to human health and the environment. Therefore, this study aims to analyze the spatiotemporal variations of extreme maximum and minimum temperature gradients during the summer season for both the present and the future. The analysis relies on daily data for the periods (1985-2020) and (2020-2050). Eight indices were used to measure thermal extremes, based on data from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) and the CORDEX project, with the selection of the moderate scenario (RCP4.5). Data from twelve points representing Iraqi stations were analyzed using linear regression. The results revealed an increase in both the maximum and minimum temperature indices, with the minimum temperature rising more than the maximum. The change in the minimum temperature index (TNx) was $(0.47)^{\circ}\text{C}$ per decade, compared to $(0.37)^{\circ}\text{C}$ per decade for the maximum temperature index. The northern and central regions showed the most significant changes. Furthermore, hot days and nights indices showed a decreasing trend of $(-3.5)\%$ for the cold nights index (TN10), while hot days and nights increased by $(3.4)\%$ per decade. Future projections (NOAA-GFDL-rcp4.5) aligned with the observed results, confirming the continued rise in temperatures for the period (2020-2050). The greatest change was observed in the minimum temperature index (TNx), with a maximum future change of $(1.5)^{\circ}\text{C}$ per decade. The findings confirm that Iraq's climate is accelerating in the context of extreme events since the mid-1990s, which could lead to serious social and economic repercussions

Keywords:

Climate change, daily temperature, summer season, extreme indicators

تحليل تطرفات درجات الحرارة الصيفية في العراق وسيناريواتها المستقبلية

أ.م.د. أحمد لفتة حمد البديري

وزارة التربية / المديرية العامة لتربية واسط

الكلية التربوية المفتوحة/ فرع الصويرة

الملخص

يُشكل تغيّر المناخ تحديات خطيرة على صحة الانسان والبيئة، لذا تهدف الدراسة الى تحليل التباين الزمني والمكاني لتطرفات درجات الحرارة العظمى والصغرى في فصل الصيف للحاضر والمستقبل، بالاعتماد على بيانات يومية للمدتين (1985-2020) و (2020-2050) واعتمدت ثمانية مؤشرات لقياس التطرف الحراري مستندة الى بيانات المركز الأوروبي (ECMWF)، ومشروع (CORDEX)، مع اختيار السيناريو المعتدل (RCP4.5) وتحليل بيانات اثنتي عشرة نقطة تمثل محطات العراق، باعتماد معادلة الانحدار الخطي، وكشفت النتائج عن زيادة في مؤشرات درجات الحرارة العظمى والصغرى، إذ ارتفعت درجة الحرارة الصغرى أكثر من درجة الحرارة العظمى؛ فقد بلغ مقدار التغير في مؤشر درجة الحرارة الصغرى (0.47) $^{\circ}\text{C}$ للعدد مقابل مؤشر درجة الحرارة العظمى (0.37) $^{\circ}\text{C}$ للعدد، وكانت المناطق الشمالية والوسطى هي الأكثر تغيّرًا، وأظهرت مؤشرات الأيام والليالي الحارة اتجاهًا متناقضًا بلغ $(-3.5)\%$ لمؤشر الليالي الباردة (TN10)، على حين زادت الأيام والليالي الحارة بنسبة $(3.4)\%$ للعدد، وتوافقت الاسقاطات المستقبلية (NOAA-GFDL-rcp4.5) مع النتائج المرصودة مؤكدة استمرار ارتفاع درجات الحرارة للمدة (2020 – 2050) وقد بلغ اعلى مقدار للتغير في مؤشر درجة الحرارة الصغرى (TNx)، وبلغ اعلى مقدار للتغير مستقبلي (1.5) $^{\circ}\text{C}$ للعدد، تؤكد النتائج ان مناخ العراق يتسارع في سياق الاحداث المتتالية منذ منتصف عقد التسعينيات، مما قد يؤدي الى تداعيات اجتماعية واقتصادية خطيرة.

تغير المناخ، درجة الحرارة اليومية، فصل الصيف، مؤشرات التطرف

الكلمات المفتاحية:



المقدمة

شهدت الظواهر المناخية المتطرفة اهتمامًا متزايدًا من قبل الباحثين في العقدين الأخيرين من القرن الحادي والعشرين ؛ بسبب تأثيرها الكبير في حياة الإنسان والبيئة والاقتصاد والمجتمع (IPCC, 2007)، إذ هناك اعتراف شائع يقول بأن التغيرات وتكرارها وشدة الظواهر المتطرفة لها تأثير أكبر على البيئة والأنشطة البشرية من التغيرات في زيادة المتوسط العام لدرجات الحرارة ، وفقًا للهيئة الدولية المعنية بتغيرات المناخ ، إن ارتفاع متوسط درجة حرارة السطح 0.76 درجة مئوية في المئة عام الماضية (1906 – 2005) ؛ إذ يرتبط هذا الارتفاع بمتوسط درجة الحرارة بقوة أكبر مع متوسط درجة الحرارة الصغرى نتيجة تنامي ظاهرة الاحتباس الحراري (البديري، 2021b)، إذ تتبأت العديد من النماذج المناخية بالزيادة المعنوية لدرجة الحرارة العالمية والإقليمية التي جاءت منسجمة مع زيادة غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي ، التي أسهمت في زيادة الأحداث المتطرفة وتكرارها ، فضلًا عن زيادة كبيرة في الخسائر الاقتصادية مع زيادة معدل الوفيات (Wu et al., 2015) ، وتشير الأدلة العلمية إلى أن الزيادة في درجات الحرارة العالمية تتسبب في تغيرات مناخية ملحوظة، بما في ذلك الزيادة في التكرار والشدة والمدة الزمنية للأحداث المناخية المتطرفة كما تشير الأبحاث إلى أن هذه التغيرات المناخية تؤثر بشكل سلبي على الصحة العامة والأمن الغذائي والموارد المائية والبيئة بوجه عام، وتشير النماذج المناخية إلى أنه إذا استمرت ارتفاعات الانبعاثات الحالية فإن درجات الحرارة العالمية قد تزيد بمقدار (2) درجة مئوية أو أكثر بحلول نهاية القرن الحالي، مما يؤثر على النظم البيئية والاقتصادية والاجتماعية في جميع أنحاء العالم (Abram et al., 2019).

وقد ذكرت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أنّ عدد الأيام الدافئة والليالي الدافئة قد زاد عالمياً، وأن عدد الأيام الباردة والليالي الباردة قد انخفض منذ 1950، كما لوحظ أنه من المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه في المستقبل، مع مزيد من الزيادات في تكرار أحداث الحرارة وشدتها، وانخفاض في تكرار أحداث البرودة وشدتها، ومنطقة الشرق الأوسط تُعدّ واحدة من أكثر المناطق عرضة لتطرفات درجات الحرارة، ؛ إذ تشهد المنطقة ارتفاعًا كبيرًا في درجات الحرارة في فصل الصيف، وقد تصل درجات الحرارة في بعض المناطق إلى مستويات قياسية، إذ سجل العراق درجات حرارة قياسية بلغت أكثر من (53) درجة مئوية في محطة البصرة ومن المتوقع أن يصل (55.7) عام (2046)، وهو رقم قياسي، وهذا مؤشر خطير للتطرف (Abadla et al., 2024)، وتعد هذه التطرفات في درجات الحرارة أحد التحديات المناخية الرئيسية التي تواجه المنطقة، والتي تؤثر في النظام البيئي والاقتصاد والصحة والحياة اليومية للسكان، ومن هنا فإن دراسة السيناريوهات المحتملة لتغير المناخ هو أمر مهم، ويساعد على تقييم هذه السيناريوهات في فهم كيفية تأثير المناخ في الأنظمة الطبيعية والبيئة والاقتصادات والمجتمعات، وعلى هذا الأساس، يمكن للمنظمات والحكومات اتخاذ الإجراءات اللازمة للتكيف مع التغيرات المحتملة وتقليل تأثيرها في الحياة البشرية والبيئة.

لقد بحثت الكثير من الدراسات تطرفات درجات الحرارة اليومية على الصعيد العالمي دراسة (Perkins, (Sarah E. Perkins (2015)، التي أكدت زيادة موجات الحر وهي إحدى مؤشرات التطرف ودراسة (L. V. Alexander, (Lisa V. Alexander (2016)، ودراسة (Dunn et al., 2020) (Robert J.H. Dunn et al)، التي أكدت زيادة الأحداث المتطرفة ، وتقرير الهيئة الدولية (IPCC, 2021, p1549)، الذي ذكر بزيادة الأيام والليالي والموجات الحارة ، و انخفاض الأيام والليالي الباردة ، مع تأكيده على ارتفاع متوسط أعلى درجة حرارة عظمى يومية (TXx) ، وأقل درجة حرارة صغرى يومية (TNn) على مستوى العالم ، إذ إن احتراق متوسط درجة حرارة الأرض (TXx) مشابه لمتوسط درجة حرارة الأرض أو أعلى منها بنحو 45% من الاحتراق العالمي مع ارتفاع درجة حرارة الأرض (TNn) أعلى 3 درجة مئوية من الاحتراق العالمي من عام 1960 ، وقد أشارت أيضا الكثير من الدراسات الإقليمية إلى زيادة نسبة الحر الشديد ، منها دراسة (Imada et al., 2018) (Yukiko Imada et al) في قارة اسيا ، التي أظهرت زيادة الظواهر الدافئة وانخفاض الظواهر الباردة، ودراسة (Mohammad Rahimi and Somayeh

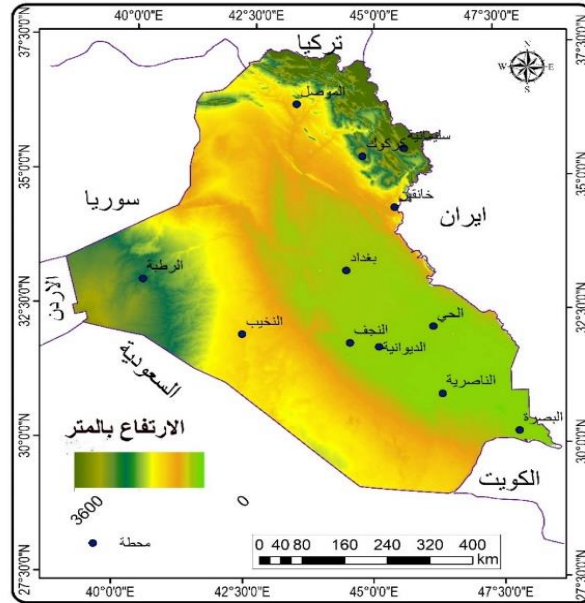
(Hejabi) (Rahimi & Hejabi, 2018) غرب اسيا التي بينت بان السنوات الأخيرة ، قد شهدت زيادة ملحوظة في تكرار الظواهر الجوية المتطرفة وشدتها واتساع مدتها ورقعتها الجغرافية .

اما الدراسات المحلية التي اهتمت بالظواهر الحرارية المتطرفة، منها دراسة (Salman et al., (Saleem A Salman et al) (2017) ، فقد وضحت ان ارتفاع درجة الحرارة بالعراق يزداد بمعدل اسرع بمقدار (2- 7) مرات من درجة الحرارة العامية ودراسة (البديري، 2021)، التي بينت زيادة تطرفات درجات الحرارة بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري، وأكدت ان اعلى مقدار للزيادة في مؤشر (TXn) بمقدار (0.49) °م للعقد ذات دلالة معنوية ، بينما سجلت مؤشرات الأيام والليالي الباردة TX10p ، TN10p اتجاهًا متناقصًا بلغ اعلى مقدار له في مؤشر الأيام الباردة بمقدار (- 2.6) % للعقد على المستوى السنوي ، على حين شهدت مؤشرات الأيام والليالي الحارة والأيام الصيفية والليالي الباردة اتجاهًا متزايدًا ذا دلالة إحصائية عالية، وبحسب الدراسات أعلاه التي اكدت زيادة ظاهرة تطرف درجات الحرارة على المستوى السنوي ، تنفرد دراستنا الحالية بدراسة التباين الزمني والمكاني لمؤشرات تطرفات درجات الحرارة في فصل الصيف للعراق على المدى الطويل للمدة (1985 – 2020) المحددة عالميًا من قبل فريق الخبراء التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، التي تعنى بكشف تغيّر المناخ ومؤشراته (ETCCDI)؛ لذلك تنطلق الدراسة للإجابة عن التساؤل الاتي: ما اتجاهات التطرف الحراري لدرجات الحرارة في فصل الصيف في العراق، في المناخ الحاضر والمستقبلي؟، وتفترض الدراسة وجود اتجاهات تصاعدية في تكرار وشدة بعض مؤشرات التطرف الحراري في المدة الحاضرة، مع استمرارها مستقبلاً، وتباينها زمنيًا ومكانيًا، وركزت الدراسة على ثمانية مؤشرات ،وتهدف الدراسة إلى تحليل التباين المكاني والزمني لمؤشرات التطرف الحراري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية في العراق في فصل الصيف.

حدود منطقة الدراسة

يقع العراق في الجزء الجنوبي الغربي من قارة آسيا، عند دائرتي عرض (29.6°-37.27°) شمالاً، وخطي طول (39.38°-48.36°) شرقاً، ويحده تركيا من الشمال، وإيران من الشرق، وسوريا والأردن من الغرب، والسعودية والكويت والخليج العربي من الجنوب. تبلغ مساحة العراق الكلية 435,052 كم² (السعدي، 2009) خريطة (1)، وتوجد فيه ثلاثة اقاليم مناخية مختلفة بحسب تصنيف كوبن. تظهر المناطق الشمالية مناخًا متوسطيًا (Csa)، على حين تظهر المناطق (جنوب الأقسام الشمالية من العراق) مناخًا شبه جاف (Bsha)، وتظهر المناطق الجنوبية والوسطى مناخًا صحراويًا (Bwha) (خضر 2018)

خريطة (1) الموقع الفلكي والجغرافي ومحطات الدراسة المختارة



بيانات الدراسة ومنهجية التحليل

تعتمد الدراسة على بيانات شبكية يومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لاثنتي عشرة محطة موزعة على أنحاء العراق للمدة (1985–2020)، واستُمدت من المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (ECMWF) بدقة مكانية بلغت $(0.25^\circ \times 0.25^\circ)$. وتمثل هذه البيانات إعادة تحليل لسلاسل زمنية طويلة من بيانات الأرصاد الجوية، وتتميز بدرجة عالية من الدقة والموثوقية، مما يجعلها مناسبة لتحليل المناخ والتطرفات الحرارية، كما اعتمدت الدراسة على بيانات مخرجات النماذج المناخية الإقليمية المستمدة من مشروع CMIP5 ضمن أرشيف CORDEX، باستخدام نموذج نظام الأرض التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA-GFDL-ESM2M) وتحت سيناريو الانبعاثات المعتدل (RCP4.5). وقد جرى الحصول على هذه البيانات بصيغة (Netcdf) من منصة ESGF-IPSL، ثم استخراج القيم الخاصة بمحطات العراق، ومن الناحية المنهجية، استُخدمت معادلة الانحدار الخطي لتحليل الاتجاهات الزمنية لدرجات الحرارة ومؤشرات التطرف الحراري، إلى جانب اعتماد ثمانية مؤشرات معتمدة من فريق خبراء كشف مؤشرات التغير المناخي (ETCCDI)، وفق الدليل (Zhang et al., 2023)، لدراسة التباين الزمني والمكاني للتطرف الحراري الصيفي في العراق في المناخ الحاضر والمستقبلي.

الجدول (1) الموقع الفلكي للمحطات المناخية المختارة ومعدلات درجات الحرارة

| ID | المحطة | خطوط الطول | دوائر العرض | الارتفاع عن مستوى سطح البحر | درجة الحرارة الصغرى | درجة الحرارة العظمى |
|----|-----------|------------|-------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | البصرة | 47.47 | 30.31 | 2 | 21.7 | 32.8 |
| 2 | الناصرية | 46.14 | 31.1 | 5 | 23.9 | 32.8 |
| 3 | الديوانية | 44.57 | 31.57 | 20 | 22.1 | 31.3 |
| 4 | النجف | 44.19 | 31.57 | 53 | 21.2 | 30.5 |
| 5 | النخيب | 42.17 | 32.02 | 305 | 18.9 | 28.7 |
| 6 | الحي | 46.2 | 32.8 | 17 | 23.4 | 31.0 |
| 7 | بغداد | 44.24 | 33.18 | 32 | 22.3 | 30.74 |
| 8 | الربطية | 40.17 | 33.2 | 630 | 15.8 | 25.4 |
| 9 | خانقين | 45.23 | 34.21 | 175 | 21.6 | 29.6 |
| 10 | كركوك | 44.24 | 35.28 | 331 | 20.4 | 28.3 |
| 11 | سليمانية | 45.27 | 35.32 | 843 | 15.8 | 25.4 |
| 12 | الموصل | 43.9 | 36.19 | 223 | 18.4 | 25.6 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF.

نتائج الدراسة

1- مؤشر القيمة القصوى لدرجة الحرارة العظمى (TXx) خلال فصل الصيف

يتضح من الجدول (2) ان مؤشر اعلى درجة حرارة (TXx) في فصل الصيف قد بلغ المتوسط اليومي (45.7) °م، وبلغ اعلى متوسط يومي (48.7) °م في محطتي (البصرة والناصرية)، اما الاتجاه العام فقد سجل في جميع الشهور ارتفاعاً متزايداً ، وبلغ معدل التغير شهري (0.53) °م للعقد في شهر تموز، وبلغ اعلى معدل تغير شهري (0.68) °م للعقد في محطة الربطية ، وبلغ معدل التغير الفصلي (0.37) °م للعقد، بينما سجل اعلى تغير فصلي بواقع (0.50) °م للعقد في محطة الربطية، وسجل عام 1998 اعلى الأعوام تطرفاً بانحراف بلغ (1.9) °م عن المعدل ، اما التغيرات المكانية خريطة (2) فتوزعت في ثلاثة نطاقات مكانية الأول ، تراوح مقدار التغير (0.27- 0.35) °م للعقد شمل بعض المناطق الشرقية والمناطق الوسطى ، بينما النطاق الثاني تراوح مقدار التغير (0.38 – 0.41) °م للعقد ضم بعض المناطق الشرقية والمناطق الجنوبية، في حين سجل النطاق الثالث مقدار تغير تراوح (0.42 – 0.50) °م للعقد شمل المناطق الشمالية والمنطقة الغربية.

جدول (2) معدلات التغير وانحرافات مؤشر (TXx) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.32 | 0.60 | 0.21 | 0.38 | 48.7 | 1.7 | -1.7 |
| الناصرية | 0.26 | 0.60 | 0.21 | 0.36 | 48.7 | 2.0 | -1.7 |
| الديوانية | 0.26 | 0.71 | 0.17 | 0.38 | 47.1 | 2.2 | -1.8 |
| النجف | 0.29 | 0.59 | 0.14 | 0.34 | 46.3 | 2.4 | -1.9 |
| النخيب | 0.26 | 0.53 | 0.31 | 0.37 | 44.3 | 2.4 | -1.9 |
| الحي | 0.19 | 0.57 | 0.04 | 0.27 | 47.9 | 1.8 | -1.9 |
| بغداد | 0.23 | 0.50 | 0.25 | 0.33 | 47.3 | 2.4 | -2.3 |
| الربطية | 0.38 | 0.68 | 0.43 | 0.50 | 40.6 | 3.1 | -2.3 |
| خانقين | 0.44 | 0.32 | 0.24 | 0.33 | 47.0 | 2.0 | -2.0 |
| كركوك | 0.35 | 0.38 | 0.48 | 0.40 | 46.0 | 1.7 | -2.3 |
| سليمانية | 0.29 | 0.39 | 0.47 | 0.38 | 40.9 | 2.7 | -2.6 |
| الموصل | 0.39 | 0.44 | 0.51 | 0.45 | 43.5 | 2.2 | -3.1 |
| العراق | 0.31 | 0.53 | 0.29 | 0.37 | 45.7 | 1.9 | -2.1 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF.

2- مؤشر أدنى درجة حرارة عظمى يومية (TXn) خلال فصل الصيف

يتبين من الجدول (3) ان مؤشر اقل درجة حرارة عظمى يومية (TXn) في فصل الصيف ، اذ سجل المتوسط اليومي (38) °م وبلغ اعلى متوسط يومي (41.8) °م في محطة الناصرية ، بينما سجل الاتجاه العام في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً وبلغ اعلى معدل التغير الشهري (0.42) °م للعقد في شهر اب ، وبلغ اعلى معدل تغير شهري (0.59) °م للعقد في محطة الرطبة ، وبلغ معدل التغير الفصلي (0.31) °م للعقد ، على حين سجل اعلى مقدار تغير فصلي بلغ (0.42) °م للعقد في محطة السليمانية بينما سجلت اعلى قيمة تطرف (2.3) °م عن المعدل في محطة النجف ، ومكانيا فالخريطة (3) قد شهدت ثلاثة نطاقات للتغير ، النطاق الأول تراوح مقدار التغير (0.24 – 0.3) °م للعقد ضم جزءاً من المنطقة الشرقية والجنوبية للمحطات (بغداد، الحي ،النجف ،الديوانية ،الناصرية، البصرة) ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (0.31 – 0.35) °م للعقد شمل بعض المناطق الشرقية والوسطى والجنوبية لمحطتي (خانقين ،الرطبة) ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (0.36- 0.39) شمل المناطق الشمالية والغربية للمحطات (كركوك الموصل، الرطبة).

جدول (3) معدلات التغير وانحرافاتها في مؤشر (TXn) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|-------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.10 | 0.21 | 0.45 | 0.25 | 41.8 | 1.5 | -1.5 |
| الناصرية | 0.16 | 0.04 | 0.44 | 0.21 | 41.6 | 1.7 | -1.3 |
| الديوانية | 0.29 | 0.08 | 0.45 | 0.27 | 39.5 | 1.5 | -1.8 |
| النجف | 0.39 | 0.17 | 0.43 | 0.33 | 38.7 | 2.3 | -1.7 |
| النخيب | 0.40 | 0.34 | 0.29 | 0.34 | 37.0 | 1.7 | -1.6 |
| الحي | 0.25 | 0.13 | 0.49 | 0.29 | 40.3 | 1.7 | -1.6 |
| بغداد | 0.30 | -0.07 | 0.32 | 0.18 | 39.0 | 2.0 | -1.7 |
| الرطبة | 0.59 | 0.24 | 0.38 | 0.40 | 32.6 | 1.7 | -1.6 |
| خانقين | 0.34 | 0.22 | 0.40 | 0.32 | 39.0 | 1.7 | -2.0 |
| كركوك | 0.49 | 0.19 | 0.32 | 0.33 | 37.6 | 1.7 | -2.0 |
| سليمانية | 0.40 | 0.39 | 0.48 | 0.42 | 33.0 | 2.0 | -2.3 |
| الموصل | 0.53 | 0.15 | 0.54 | 0.41 | 35.4 | 2.0 | -2.4 |
| العراق | 0.35 | 0.17 | 0.42 | 0.31 | 38.0 | 1.4 | -1.6 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF.

3- مؤشر القيمة القصوى لدرجة الحرارة الصغرى اليومية (TNx) خلال فصل الصيف

يظهر الجدول (4) ان مؤشر القيمة العليا لدرجة الحرارة الصغرى اليومية (TNx) ، إذا بلغ المتوسط العام (36.4) °م ، وبلغ اعلى متوسط يومي (40) °م لمحطتي (الناصرية ،الحي) ، اما الاتجاه العام فقد شهد في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ، وبلغ معدل التغير العام (0.47) °م للعقد ، وبلغ اعلى معدل تغير فصلي (0.60) °م للعقد في محطة (الديوانية) ، بينما سجل اعلى معدل للتغيرات الشهرية (0.55) °م للعقد في شهر تموز ، وبلغ اعلى معدل تغير شهري (0.78) °م للعقد في شهر حزيران في محطة (الديوانية) ، بينما سجلت اعلى قيمة متطرفة (2.7) °م في محطة خانقين ، اما التغيرات المكانية ، فشهدت ثلاثة نطاقات مكانية: النطاق الأول تراوح مقدار التغير (0.31 – 0.44) °م للعقد توزع في بعض المناطق الشرقية والجنوبية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (0.45 – 0.49) °م للعقد شمل اغلب مناطق العراق ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (0.5 – 0.6) °م للعقد شمل بعض المناطق الشمالية الشرقية ومناطق الفرات الأوسط .

جدول (4) معدلات التغير وانحرافاتهما في مؤشر (TNx) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|-------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.51 | 0.39 | 0.28 | 0.39 | 36.1 | 1.6 | -1.4 |
| الناصرية | 0.59 | 0.42 | 0.24 | 0.41 | 40.0 | 1.7 | -2.0 |
| الديوانية | 0.78 | 0.61 | 0.40 | 0.60 | 37.4 | 1.6 | -2.4 |
| النجف | 0.64 | 0.64 | 0.34 | 0.54 | 36.2 | 1.8 | -2.2 |
| النجيب | 0.63 | 0.65 | 0.33 | 0.54 | 34.0 | 2.4 | -2.3 |
| الحي | 0.55 | 0.48 | -0.11 | 0.31 | 40.0 | 2.0 | -2.3 |
| بغداد | 0.49 | 0.57 | 0.32 | 0.46 | 38.2 | 2.1 | -1.9 |
| الربطبة | 0.40 | 0.52 | 0.36 | 0.43 | 30.3 | 2.4 | -2.3 |
| خانقين | 0.46 | 0.68 | 0.37 | 0.50 | 38.3 | 2.7 | -2.6 |
| كركوك | 0.51 | 0.75 | 0.53 | 0.59 | 37.4 | 1.9 | -3.1 |
| سليمانية | 0.53 | 0.45 | 0.38 | 0.45 | 33.5 | 2.1 | -2.5 |
| الموصل | 0.42 | 0.46 | 0.42 | 0.43 | 35.4 | 2.3 | -2.7 |
| العراق | 0.54 | 0.55 | 0.32 | 0.47 | 36.4 | 1.6 | -2.2 |

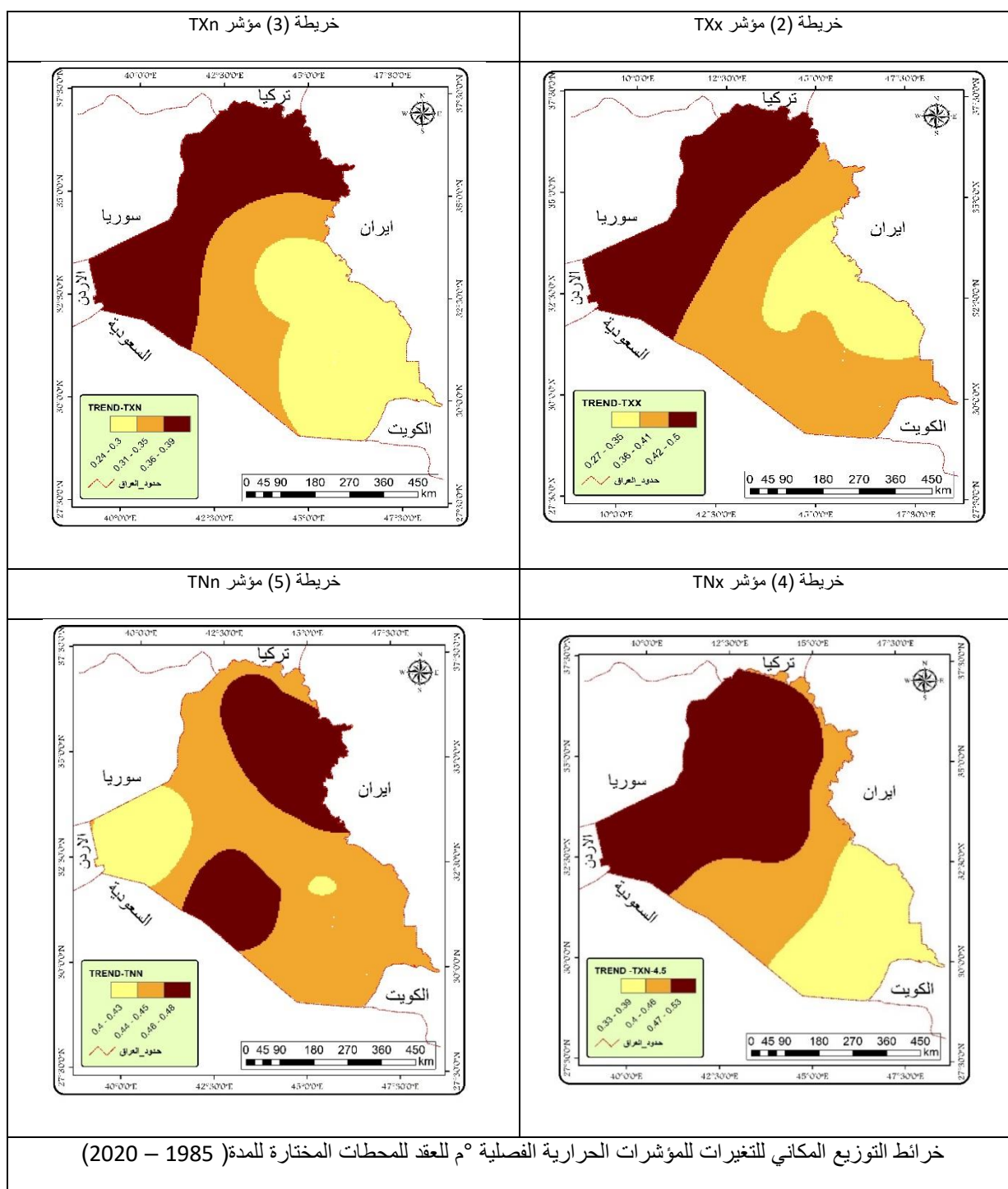
4- مؤشر القيمة الدنيا لدرجة الحرارة الصغرى اليومية (TNn) خلال فصل الصيف

يظهر الجدول (5) ان مؤشر القيمة الدنيا لدرجة الحرارة الصغرى اليومي (TNn) قد بلغ متوسطها العام (29.4) °م، وبلغ اعلى متوسط فصلي (33.3) °م في محطة الناصرية، اما الاتجاه العام فقد سجل في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً، وبلغ المعدل العام للعراق (0.44) °م للعقد، وبلغ اعلى معدل تغير صيفي (0.59) °م للعقد في محطة خانقين، وسجل معدل التغير الشهري (0.52) °م للعقد لشهر اب، وبلغ اعلى معدل تغير شهري (0.60) °م للعقد في شهر حزيران لمحطة البصرة وشهر اب لمحطة النجف، وبلغ معدل الانحرافات (1.4) °م، وبلغ اعلى معدل انحراف فصلي (2) °م لثلاث محطات (النجيب، كركوك، السليمانية)، اما التغيرات المكانية خريطة (5) فسجلت في ثلاثة نطاقات الأول تراوح مقدار التغير (0.4 – 0.43) °م للعقد شمل المنطقة الغربية، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (0.44 – 0.45) °م للعقد توزع في اغلب مناطق العراق، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (0.46 – 0.48) °م للعقد شمل المحطات (الموصل، كركوك، السليمانية، خانقين، النجيب)

جدول (5) معدلات التغير وانحرافاتهما في مؤشر (TNn) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.60 | 0.22 | 0.49 | 0.44 | 29.4 | 1.3 | -1.4 |
| الناصرية | 0.53 | 0.20 | 0.53 | 0.42 | 33.3 | 1.7 | -1.3 |
| الديوانية | 0.29 | 0.33 | 0.50 | 0.37 | 31.3 | 1.7 | -2.0 |
| النجف | 0.41 | 0.50 | 0.60 | 0.50 | 30.2 | 1.8 | -1.9 |
| النجيب | 0.54 | 0.50 | 0.49 | 0.51 | 27.4 | 2.0 | -2.4 |
| الحي | 0.42 | 0.28 | 0.58 | 0.43 | 32.7 | 1.6 | -1.7 |
| بغداد | 0.33 | 0.26 | 0.58 | 0.39 | 31.1 | 1.9 | -2.5 |
| الربطبة | 0.46 | 0.13 | 0.29 | 0.30 | 22.6 | 1.7 | -2.3 |
| خانقين | 0.79 | 0.40 | 0.57 | 0.59 | 30.8 | 1.9 | -2.8 |
| كركوك | 0.61 | 0.31 | 0.56 | 0.49 | 29.3 | 2.0 | -2.0 |
| سليمانية | 0.50 | 0.17 | 0.59 | 0.42 | 26.8 | 2.0 | -3.1 |
| الموصل | 0.67 | 0.29 | 0.45 | 0.47 | 28.2 | 1.8 | -1.9 |
| العراق | 0.51 | 0.30 | 0.52 | 0.44 | 29.4 | 1.4 | -1.8 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF



يتضح من الجدول (6) ان مؤشر الأيام الحارة (TX90) التي تشكل نسبتها اكثر من 90 % من سلسلة البيانات اليومية، وبلغ المتوسط العام للعراق (9%) ، وسجل اعلى متوسط يومي (9.9) % في محطة الحي ، اما الاتجاه العام فسجل في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ، ونرى ان المعدل العام للتغير قد بلغ (3.7)% للعقد في فصل الصيف ، وبلغ اعلى معدل تغير (4.5) % للعقد في شهر تموز على حين سجل اعلى مقدار تغير (6.4) % للعقد في محطة الحي ، بينما سجل معدل الانحراف (25.6)% في العراق ، وسجل اعلى قيمة انحراف عن المتوسط (34.1) % في محطة الناصرية ، بينما شهدت التغيرات المكانية خريطة (6) ثلاثة نطاقات ،

النطاق الأول تراوح مقدار التغير (2.6 – 2.9) % للعقد توزع في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية، أما النطاق الثاني فتراوح مقدار التغير فيه (3- 3.2) % للعقد شمل بعض المناطق الوسطى وبعض المناطق الشرقية والمناطق الغربية، على حين جاء النطاق الثالث بمقدار تغير تراوح (3.2 – 3.4) % للعقد ضم المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية وبعض المناطق الغربية .

جدول (6) معدلات التغير وانحرافات في مؤشر (TX90) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 2.93 | 5.78 | 1.78 | 3.50 | 7.7 | 26.9 | -7.7 |
| الناصرية | 2.76 | 6.00 | 1.81 | 3.52 | 9.1 | 34.1 | -9.1 |
| الديوانية | 2.47 | 4.91 | 1.51 | 2.96 | 9.3 | 28.0 | -9.3 |
| النجف | 2.72 | 5.44 | 1.88 | 3.35 | 9.6 | 24.8 | -9.6 |
| النجيب | 3.12 | 4.38 | 3.60 | 3.70 | 9.3 | 26.8 | -9.3 |
| الحي | 2.56 | 6.43 | 2.09 | 3.69 | 9.9 | 28.0 | -9.9 |
| بغداد | 1.33 | 4.70 | 1.83 | 2.62 | 9.1 | 24.2 | -9.1 |
| الربطية | 2.20 | 5.04 | 2.68 | 3.31 | 9.0 | 19.7 | -9.0 |
| خانقين | 2.02 | 4.53 | 2.71 | 3.09 | 8.5 | 25.3 | -8.5 |
| كركوك | 2.03 | 3.58 | 4.50 | 3.37 | 9.2 | 25.6 | -9.2 |
| سليمانية | -0.61 | 2.49 | 4.04 | 1.97 | 8.4 | 26.5 | -8.4 |
| الموصل | 1.21 | 1.22 | 5.09 | 2.50 | 9.1 | 23.2 | -9.1 |
| العراق | 2.06 | 4.54 | 2.79 | 3.13 | 9.0 | 25.6 | -9.0 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF.

6- مؤشر الأيام الباردة (TX10p) لدرجة الحرارة العظمى اليومية خلال فصل الصيف

يتبين من الجدول (7) ان مؤشر الأيام الباردة (TX10) التي كانت فيها درجة الحرارة العظمى اليومية اقل من 10 % من سلسلة البيانات ، اذ بلغ المتوسط العام للعراق (9.2) % ، وبلغ اعلى متوسط يومي (9.9) % في محطة الديوانية ، اما الاتجاه العام فشهد في جميع المحطات اتجاهاً متناقصاً ، وبلغ المعدل العام للتناقص (-2.2) % للعقد في فصل الصيف ، وسجل اعلى مقدار للتناقص (-3.7) % للعقد بينما سجلت التغيرات الشهرية لأعلى معدل شهري للعراق (-3.8) % للعقد ، وبلغ اعلى معدل تغير شهري (-4.7) % للعقد في محطة النجيب ، وبلغ معدل الانحرافات الإيجابي (22.7) % ، وسجل اعلى انحراف فصلي (28.5) % في محطة النجيب، اما التغيرات المكانية خريطة (7) فتوزعت في ثلاثة نطاقات مكانية الأول ، بلغ مقدار التغير فيه (-2.8) % للعقد توزع في المنطقة الشرقية والجنوبية الشرقية ، والنطاق الثاني بلغ مقدار التغير (-2.9) % للعقد شملت المناطق الشمالية والمناطق الوسطى وبعض المناطق الجنوبية، على حين سجل النطاق الثالث مقدار تغير بواقع (-3 - 3.1) % للعقد ضم المنطقة الغربية .

جدول (7) معدلات التغير وانحرافات في مؤشر (TX10) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

جدول (7) معدلات التغير وانحرافات في مؤشر (TX10) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|-------|-------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | -2.32 | -2.01 | -3.60 | -2.64 | 9.1 | 22.9 | -7.8 |
| الناصرية | -2.30 | -1.76 | -3.61 | -2.56 | 9.3 | 20.8 | -8.0 |
| الديوانية | -2.84 | -2.64 | -4.63 | -3.37 | 9.9 | 25.2 | -8.6 |
| النجف | -3.43 | -2.38 | -4.02 | -3.28 | 9.2 | 22.8 | -9.2 |
| النجيب | -2.82 | -2.69 | -3.72 | -3.08 | 8.4 | 28.5 | -8.4 |
| الحي | -2.96 | -1.73 | -3.04 | -2.58 | 8.8 | 16.4 | -8.8 |
| بغداد | -2.76 | -0.81 | -4.03 | -2.54 | 9.5 | 24.4 | -8.5 |
| الربطية | -3.29 | -3.51 | -4.15 | -3.65 | 8.7 | 24.6 | -7.7 |
| خانقين | -2.20 | -1.63 | -2.81 | -2.21 | 9.6 | 23.5 | -7.0 |
| كركوك | -2.82 | -1.47 | -3.10 | -2.46 | 9.5 | 18.9 | -8.5 |
| سليمانية | -3.20 | -1.90 | -4.72 | -3.27 | 9.4 | 24.9 | -9.4 |
| الموصل | -2.91 | -2.34 | -4.39 | -3.22 | 9.0 | 26.2 | -9.0 |
| العراق | -2.82 | -2.07 | -3.82 | -2.90 | 9.2 | 22.7 | -6.9 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF

7- مؤشر الليالي الباردة (TN10p) لدرجة الحرارة الصغرى اليومية في فصل الصيف

يعرض الجدول (8) ان مؤشر الليالي الباردة (TN10) التي كانت فيها درجة الحرارة الصغرى اليومية اقل من 10 % لسلسلة البيانات ، اذ بلغ المتوسط العام للعراق (8.5) % ، وبلغ اعلى متوسط فصلي (12.5) % للعقد في محطة السليمانية، اما الاتجاه العام فسجل في جميع المحطات اتجاهاً متناقصاً، وبلغ المعدل العام للتناقص (-3.5) % للعقد ، وبلغ اعلى تناقص فصلي (-4.7) % للعقد في محطة السليمانية، بينما سجلت التغيرات الشهرية كمعدل عام للعراق بواقع (-3.8) % لشهري (تموز، اب) ، وبلغ اعلى تغير شهري (-4.9) % لمحطة (السليمانية ، والنجف) ، وبلغ معدل الانحرافات في العراق (26.5) ، وبلغ اعلى انحراف (39.6) في محطة السليمانية ، اما التغيرات المكانية خريطة (8) فتوزعت في ثلاثة نطاقات ،النطاق الأول تراوح مقدار التغير (-2.2 - 3.1) توزع في عدة مناطق شمل محطات (الحي، النجف ، البصرة) ، وجاء النطاق الثاني بمقدار تغير بلغ (-3.2 - 3.5) % ضم المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية وجزء من المنطقة الغربية والمناطق المحيطة بمحطة كركوك ، وسجل النطاق الثالث مقدار تغير تراوح (-3.6 - 4.7) % شمل المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية وبعض المناطق الوسطى ، وكذلك شمل محطتي (الديوانية والناصرية)

جدول (8) معدلات التغير وانحرافاتهما في مؤشر (TN10) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للفترة (1985 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | -4.2 | -3.1 | -4.0 | -3.8 | 8.3 | 31.1 | -8.3 |
| الناصرية | -1.8 | -3.0 | -4.2 | -3.0 | 7.9 | 32.5 | -7.9 |
| الديوانية | -2.2 | -4.7 | -4.3 | -3.7 | 8.2 | 33.4 | -8.2 |
| النجف | -3.1 | -4.9 | -4.5 | -4.2 | 8.4 | 32.0 | -8.4 |
| النخيب | -1.8 | -4.6 | -3.5 | -3.3 | 7.4 | 29.0 | -7.4 |
| الحي | -2.2 | -2.8 | -3.3 | -2.8 | 7.7 | 30.8 | -7.7 |
| بغداد | -3.0 | -4.5 | -3.6 | -3.7 | 8.5 | 31.8 | -8.5 |
| الربطبة | -1.9 | -2.7 | -2.1 | -2.2 | 8.2 | 20.6 | -8.2 |
| خانقين | -3.9 | -4.5 | -3.5 | -4.0 | 8.8 | 26.0 | -8.8 |
| كركوك | -3.0 | -2.6 | -4.2 | -3.3 | 8.3 | 21.3 | -7.0 |
| سليمانية | -4.4 | -4.9 | -4.9 | -4.7 | 12.5 | 39.6 | -12.5 |
| الموصل | -4.1 | -3.3 | -4.1 | -3.8 | 7.6 | 31.6 | -7.6 |
| العراق | -3.0 | -3.8 | -3.8 | -3.5 | 8.5 | 26.5 | -6.9 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF.

8- مؤشر الليالي الحارة (TN90p) لدرجة الحرارة الصغرى اليومية في فصل الصيف

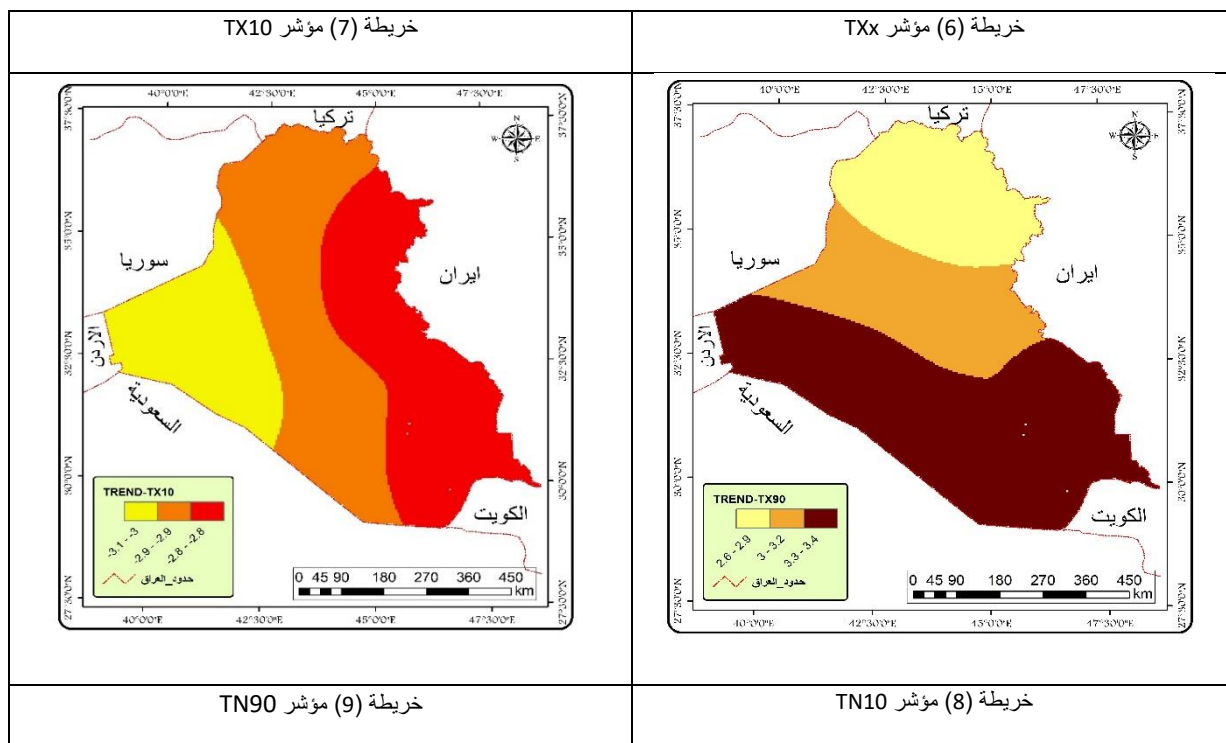
يظهر الجدول (9) ان مؤشر الليالي الحارة (TN90) التي كانت فيها درجة الحرارة الصغرى اليومية بلغت اكثر من 90 % لسلسلة البيانات اليومية ، وقد بلغ المتوسط (9.3) % ، وبلغ اعلى متوسط (12.3) % في محطة السليمانية ، بينما شهدت الاتجاهات العامة في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً ، وبلغ التغير العام للعراق (3.4) % للعقد ، وسجل اعلى مقدار تغير فصلي (4.9) % في محطة النخيب ، وشهدت التغيرات كمعدل عام (4.3) % للعقد في شهر تموز وسجل اعلى مقدار تغير شهري (5.8) % للعقد في محطة خانقين لشهر تموز ، اما معدل الانحرافات فقد بلغ (17) % ، وبلغ اعلى انحراف (49.5) % في محطة السليمانية ، على حين شهدت التغيرات المكانية خريطة (9) في ثلاثة نطاقات ، الأول تراوح مقدار التغير (1.1 – 2.8) % للعقد شمل بعض المناطق الوسطى والجنوبية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (2.9 – 3.7) % توزعت في المناطق الشمالية وبعض المناطق الشرقية والغربية ، وسجل النطاق الثالث مقدار تغير (3.8 – 4.9) % ضم بعض المناطق الشرقية والغربية .

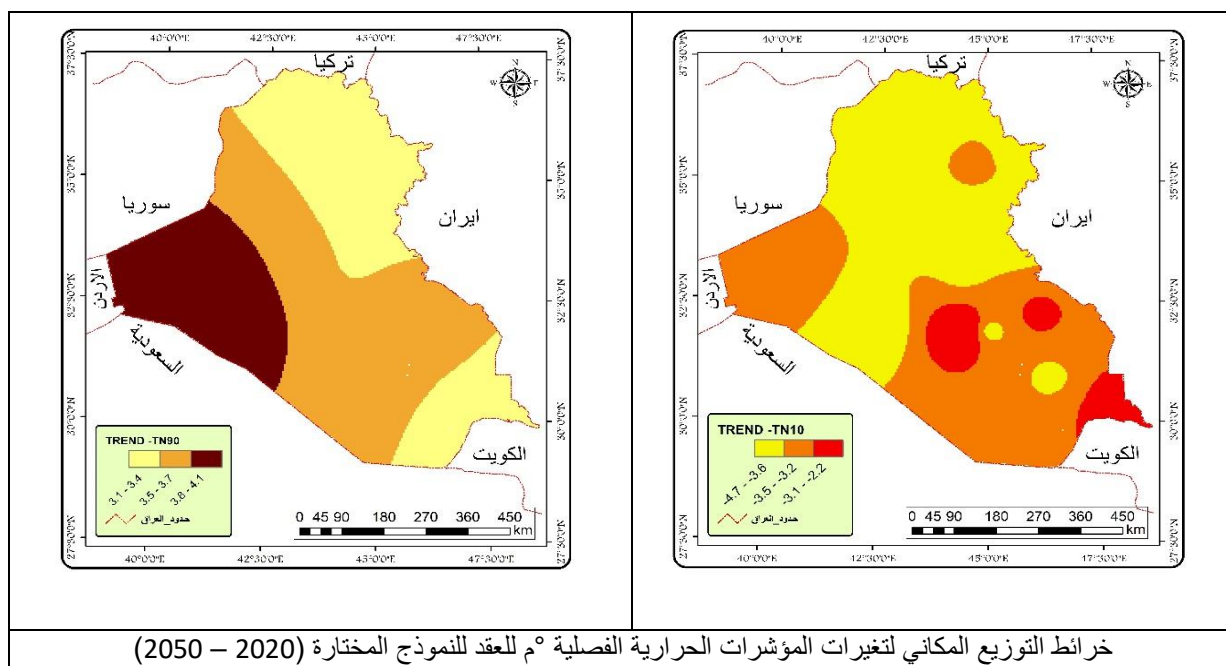
جدول (9) معدلات التغير وانحرافات في مؤشر (TN90) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (1985 -

(2020

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|-----|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 3.9 | 2.8 | 1.7 | 2.8 | 7.9 | 10.0 | -7.9 |
| الناصرية | 4.9 | 5.3 | 3.5 | 4.6 | 8.9 | 19.9 | -8.0 |
| الديوانية | 5.0 | 5.7 | 1.9 | 4.2 | 8.9 | 19.7 | -8.9 |
| النجف | 5.2 | 5.2 | 2.4 | 4.3 | 8.8 | 20.4 | -8.8 |
| النجيب | 5.4 | 5.0 | 4.2 | 4.9 | 8.7 | 23.1 | -8.7 |
| الحي | 2.8 | 3.2 | 1.7 | 2.6 | 8.6 | 15.1 | -8.6 |
| بغداد | 2.9 | 4.6 | 2.4 | 3.3 | 8.3 | 17.1 | -8.3 |
| الربطبة | 3.8 | 2.3 | 1.4 | 2.5 | 10.2 | 23.8 | -10.2 |
| خانقين | 1.8 | 5.8 | 0.5 | 2.7 | 9.7 | 22.5 | -9.7 |
| كركوك | 3.3 | 4.2 | 1.8 | 3.1 | 9.7 | 16.4 | -9.7 |
| سليمانية | 1.0 | 4.9 | 3.6 | 3.2 | 12.3 | 49.4 | -12.3 |
| الموصل | 2.1 | 2.9 | 4.1 | 3.0 | 9.9 | 26.5 | -9.9 |
| العراق | 3.5 | 4.3 | 2.4 | 3.4 | 9.3 | 17.0 | -9.2 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ERA5 الصادرة عن ECMWF.





9- مؤشر القيمة القصوى المستقبلية لدرجة الحرارة العظمى اليومية خلال فصل الصيف

يظهر الجدول (10) ان مؤشر درجة الحرارة العظمى قد بلغ متوسطه (46) °م، وسجل اعلى متوسط درجة حرارة يومية (49.1) °م في محطة الناصرية، اما الاتجاهات العامة فسجلت في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً، وبلغ معدل التغير للعراق (0.43) °م للعقد ، وسجل اعلى تغير فصلي (0.54) °م للعقد، اما معدل التغير الشهري فقد بلغ (0.52) °م للعقد لشهر اب ، وبلغ اعلى معدل تغير شهري (0.64) °م للعقد، وبلغ معدل الانحرافات للعراق (1.8) °م ، وبلغ اعلى انحراف ايجابي (2.6) °م لعدة محطات، اما التغيرات المكانية خريطة (10) فشهدت ثلاثة نطاقات النطاق ، الأول تراوح مقدار التغير (0.35 – 0.28) °م للعقد توزعت في المنطقة الغربية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (0.42 – 0.36) °م للعقد شملت المناطق الشمالية وبعض المناطق الوسطى وجزء من المنطقة الجنوبية الغربية، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (0.54 – 0.43) °م للعقد ضم المنطقة الشرقية والمنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية .

جدول (10)

معدلات التغير وانحرافاتها المستقبلية في مؤشر (Txx) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2050 – 2020)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.54 | 0.46 | 0.35 | 0.45 | 48.5 | 1.6 | -1.6 |
| الناصرية | 0.59 | 0.48 | 0.56 | 0.54 | 49.1 | 1.7 | -1.9 |
| الديوانية | 0.41 | 0.36 | 0.55 | 0.44 | 48.1 | 1.6 | -2.5 |
| النجف | 0.40 | 0.38 | 0.52 | 0.43 | 47.3 | 2.6 | -2.9 |
| النخيب | 0.31 | 0.18 | 0.35 | 0.28 | 45.1 | 2.6 | -2.9 |
| الحي | 0.44 | 0.38 | 0.53 | 0.45 | 47.1 | 1.9 | -1.8 |
| بغداد | 0.46 | 0.32 | 0.60 | 0.46 | 47.7 | 1.8 | -2.6 |
| الربطية | 0.63 | 0.35 | 0.52 | 0.50 | 40.7 | 2.6 | -2.9 |
| خانقين | 0.45 | 0.20 | 0.56 | 0.40 | 46.2 | 2.6 | -2.9 |
| كركوك | 0.38 | 0.17 | 0.56 | 0.37 | 45.9 | 2.6 | -2.9 |
| سليمانية | 0.50 | 0.24 | 0.64 | 0.46 | 42.0 | 2.6 | -2.9 |
| الموصل | 0.38 | 0.17 | 0.56 | 0.37 | 43.7 | 2.6 | -2.9 |
| العراق | 0.46 | 0.31 | 0.52 | 0.43 | 46.0 | 1.8 | -2.2 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL.

10- مؤشر القيمة الدنيا المستقبلية لدرجة الحرارة العظمى اليومية خلال فصل الصيف

يبين الجدول (11) ان هذه المؤشر قد بلغ متوسطه (36.9) °م، وبلغ اعلى متوسط (41.2) °م في محطة البصرة، اما الاتجاهات العامة فسجلت في اغلب المحطات اتجاهاً متزايداً باستثناء شهر اب سجل اتجاهاً معاكساً، وبلغ معدل التغير في فصل الصيف (0.43) °م للعقد، وسجل اعلى مقدار تغير (0.58) °م للعقد في محطة الرطبة، اما التغيرات الشهرية فسجلت كمعدل عام (0.84) °م للعقد في شهر حزيران ، وبلغ اعلى تغير شهري (1.1) °م للعقد في محطة بغداد وسجل معدل الانحرافات (2.8) °م كمعدل عام ، وبلغ اعلى انحراف (4.1) °م في محطة السليمانية ، اما التغيرات المكانية خريطة (11) فتوزعت في ثلاثة نطاقات مكانية، النطاق الأول تراوح مقدار التغير (0.39 – 0.33) °م للعقد ضم المناطق الجنوبية وأجزاء من المناطق الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (0.46 – 0.4) °م للعقد شمل أجزاء من المناطق الشمالية والشمالية الشرقية ممتداً النطاق على شكل شريط الى المناطق الوسطى والمناطق الغربية ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (0.53 – 0.47) °م للعقد ضم اغلب المناطق الشمالية والشمالية الغربية

جدول (11)

معدلات التغير وانحرافاتها المستقبلية في مؤشر (TXN) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|-------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.59 | 0.56 | -0.21 | 0.31 | 41.2 | 2.4 | -2.6 |
| الناصرية | 0.68 | 0.74 | -0.42 | 0.33 | 41.1 | 2.4 | -2.0 |
| الديوانية | 0.85 | 0.82 | -0.34 | 0.44 | 39.4 | 2.3 | -2.1 |
| النجف | 0.81 | 0.82 | -0.29 | 0.45 | 38.5 | 2.2 | -2.3 |
| النخيب | 0.72 | 0.67 | -0.30 | 0.36 | 36.2 | 1.8 | -2.6 |
| الحي | 0.75 | 0.66 | -0.51 | 0.30 | 38.2 | 3.4 | -2.2 |
| بغداد | 1.14 | 0.75 | -0.25 | 0.55 | 38.2 | 2.6 | -2.2 |
| الرطبة | 0.98 | 0.64 | 0.10 | 0.58 | 31.3 | 2.0 | -2.6 |
| خانتقين | 0.89 | 0.68 | -0.39 | 0.40 | 36.6 | 3.6 | -2.1 |
| كركوك | 1.01 | 0.64 | 0.03 | 0.56 | 36.1 | 3.2 | -2.3 |
| سليمانية | 0.93 | 0.54 | -0.23 | 0.41 | 32.4 | 4.1 | -1.8 |
| الموصل | 0.70 | 0.57 | 0.13 | 0.46 | 33.8 | 3.2 | -2.2 |
| العراق | 0.84 | 0.67 | -0.22 | 0.43 | 36.9 | 2.8 | -2.0 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL

11- مؤشر القيمة القصوى المستقبلية لدرجة الحرارة الصغرى اليومية في فصل الصيف

يتضح من الجدول (12) ان هذا المؤشر بلغ متوسطه (32.6) °م، وبلغ اعلى متوسط في فصل الصيف (34.6) °م، ظهر الاتجاه العام ايضاً في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً، وبلغ مقدار التغير العام للعراق (1.5) °م للعقد، وسجل اعلى مقدار تغير (2.5) °م للعقد في محطة السليمانية، اما التغيرات الشهرية فبلغت اعلى معدل عام (1.8) °م للعقد في شهر حزيران ، واعلى مقدار تغير سجل (2.9) °م في محطة السليمانية لشهر حزيران، اما التوزيع المكاني خريطة (12) فظهرت في ثلاثة نطاقات ، الأول تراوح مقدار التغير (0.7 – 1.3) °م للعقد ، توزع في المناطق الجنوبية وأجزاء من المنطقة الشرقية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (1.4 – 1.8) °م للعقد ضم بعض المناطق الشرقية والوسطى وبعض المناطق الغربية ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (1.9 – 2.5) °م للعقد شمل المناطق الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية والمنطقة الغربية.

جدول (12) معدلات التغير وانحرافات المستقبلية في مؤشر (TNX) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|-------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.59 | 0.56 | -0.21 | 0.31 | 41.2 | 2.4 | -2.6 |
| الناصرية | 0.68 | 0.74 | -0.42 | 0.33 | 41.1 | 2.4 | -2.0 |
| الديوانية | 0.85 | 0.82 | -0.34 | 0.44 | 39.4 | 2.3 | -2.1 |
| النجف | 0.81 | 0.82 | -0.29 | 0.45 | 38.5 | 2.2 | -2.3 |
| النخيب | 0.72 | 0.67 | -0.30 | 0.36 | 36.2 | 1.8 | -2.6 |
| الحي | 0.75 | 0.66 | -0.51 | 0.30 | 38.2 | 3.4 | -2.2 |
| بغداد | 1.14 | 0.75 | -0.25 | 0.55 | 38.2 | 2.6 | -2.2 |
| الربطية | 0.98 | 0.64 | 0.10 | 0.58 | 31.3 | 2.0 | -2.6 |
| خانقين | 0.89 | 0.68 | -0.39 | 0.40 | 36.6 | 3.6 | -2.1 |
| كركوك | 1.01 | 0.64 | 0.03 | 0.56 | 36.1 | 3.2 | -2.3 |
| سليمانية | 0.93 | 0.54 | -0.23 | 0.41 | 32.4 | 4.1 | -1.8 |
| الموصل | 0.70 | 0.57 | 0.13 | 0.46 | 33.8 | 3.2 | -2.2 |
| العراق | 0.84 | 0.67 | -0.22 | 0.43 | 36.9 | 2.8 | -2.0 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL

12- مؤشر القيمة الدنيا الفصلية المستقبلية لدرجة الحرارة الصغرى اليومية خلال فصل الصيف يتضح من الجدول (13) ان متوسط هذا المؤشر قد بلغ (21.8) °م، وبلغ اعلى متوسط يومي (25) °م في محطة الناصرية ، بينما شهدت الاتجاهات العامة في اغلب المحطات واشهر الصيف اتجاهاً متزايداً ما عدا شهر اب الذي سجل اتجاهاً متناقصاً في اغلب محطاته ، وبلغ معدل الاتجاه العام (0.39)°م للعقد ، وبلغ اعلى تغير فصلي (0.58) °م للعقد في محطة بغداد ، اما التغيرات الشهرية فسجلت كمعدل عام للعراق (0.69) °م للعقد للعراق ، وبلغ اعلى مقدار تغير (1) °م للعقد في شهر تموز لمحطة الحي ، على حين سجلت الانحرافات في العراق كمعدل عام (2.1) °م ، وبلغ اعلى انحراف (25) °م في محطة الناصرية ، اما التغيرات المكانية خريطة (13) فتوزعت في ثلاثة نطاقات النطاق الأول تراوح مقدار التغير (0.15 – 0.35) °م للعقد ضم بعض المناطق الجنوبية وأجزاء من المناطق الشرقية ، اما النطاق الثاني فتراوح مقدار التغير (0.36 – 0.45) °م للعقد شمل اغلب مناطق العراق ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (0.46 – 0.58) °م للعقد تمثل في مناطق كركوك وبعض المناطق الوسطى والفرات الأوسط للمحطات (بغداد،الديوانية،النجف).

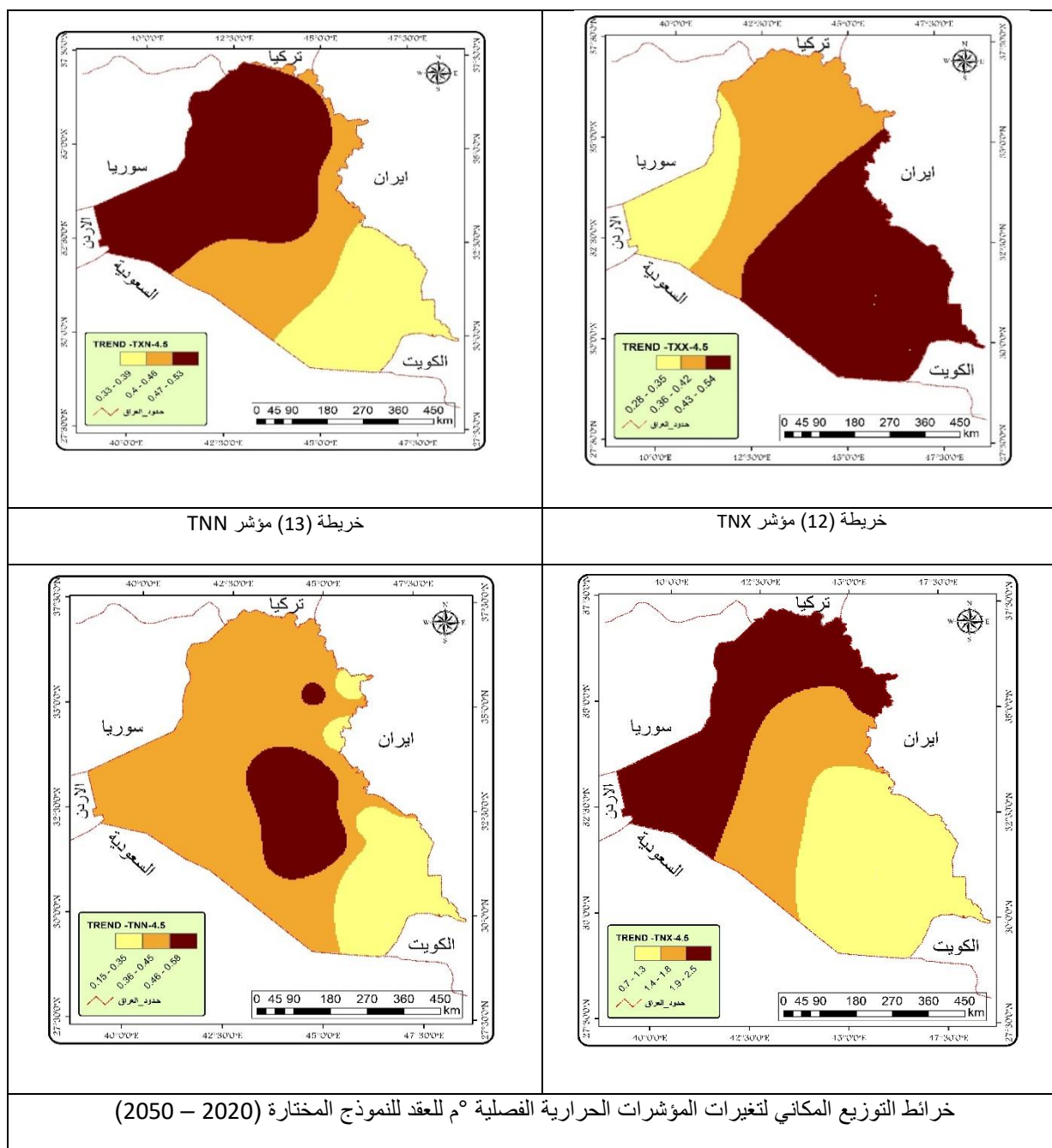
جدول (13)

معدلات التغير وانحرافات المستقبلية في مؤشر (TNN) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|-------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 0.35 | 0.31 | 0.16 | 0.27 | 23.9 | 2.8 | -1.6 |
| الناصرية | 0.34 | 0.20 | -0.08 | 0.15 | 25.0 | 1.9 | -2.0 |
| الديوانية | 0.93 | 0.64 | 0.14 | 0.57 | 23.5 | 2.4 | -1.7 |
| النجف | 0.77 | 0.78 | -0.01 | 0.51 | 23.0 | 2.4 | -1.5 |
| النخيب | 0.62 | 0.55 | -0.05 | 0.37 | 21.3 | 1.3 | -2.2 |
| الحي | 0.23 | 1.02 | -0.31 | 0.31 | 24.6 | 3.1 | -2.3 |
| بغداد | 0.71 | 0.71 | 0.33 | 0.58 | 22.7 | 2.6 | -1.3 |
| الربطية | 0.81 | 0.63 | -0.22 | 0.40 | 18.4 | 1.6 | -2.0 |
| خانقين | 0.28 | 0.90 | -0.27 | 0.30 | 20.7 | 2.3 | -2.6 |
| كركوك | 0.48 | 0.91 | 0.03 | 0.48 | 20.7 | 1.9 | -2.3 |
| سليمانية | 0.43 | 0.77 | -0.25 | 0.32 | 18.1 | 3.0 | -2.5 |
| الموصل | 0.47 | 0.82 | -0.16 | 0.37 | 19.8 | 2.6 | -2.6 |
| العراق | 0.54 | 0.69 | -0.06 | 0.39 | 21.8 | 2.1 | -1.5 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL

| | |
|---------------------|---------------------|
| خريطة (10) مؤشر TXx | خريطة (11) مؤشر TXN |
|---------------------|---------------------|



13- مؤشر الأيام الحارة المستقبلية لدرجة الحرارة العظمى اليومية خلال فصل الصيف

يعرض الجدول (14) ان مؤشر الأيام الحارة قد بلغ متوسطه (10.7) % ، وبلغ اعلى متوسط في فصل الصيف (11.1)% في محطة السليمانية ، اما الاتجاهات العامة فسجلت في جميع المحطات والاشهر اتجاهاً متزايداً باستثناء محطة السليمانية ، وبلغ المعدل العام للعراق (3.3)% وبلغ اعلى معدل تغير في فصل الصيف (5)% في محطة الناصرية ، اما التغيرات الشهرية فسجل معدل عام (5)% في شهر تموز ، وبلغ اعلى مقدار تغير شهري (6.4)% في محطة الحي ، اما الانحرافات فقد بلغ المعدل العام (32)% و اعلى انحراف (39) % في محطة الديوانية ، اما التوزيع المكاني للتغيرات خريطة (14) فشهدت ثلاثة نطاقات ، الأول تراوح مقدار التغير (1.4 – 1.8)% للعقد توزع في المنطقة الشمالية الشرقية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (1.9 – 3.5) % للعقد شمل المنطقة الشمالية الغربية ممتداً الى المنطقة الشرقية والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (3.6 – 4.9)% ضم ثلثي مناطق العراق تمتد من المناطق الغربية الى المناطق الشرقية والجنوبية .

جدول (14)

معدلات التغير وانحرافاتها المستقبلية في مؤشر (TX90) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|-----|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 5.1 | 5.8 | 3.4 | 4.8 | 10.8 | 15.8 | -10.8 |
| الناصرية | 2.8 | 6.0 | 6.3 | 5.0 | 10.9 | 33.0 | -10.9 |
| الديوانية | 1.8 | 5.4 | 6.9 | 4.7 | 10.8 | 39.1 | -10.8 |
| النجف | 1.8 | 5.2 | 7.1 | 4.7 | 10.9 | 36.9 | -10.9 |
| النخيب | 1.0 | 4.9 | 4.7 | 3.5 | 10.7 | 31.2 | -10.7 |
| الحي | 1.8 | 6.4 | 4.6 | 4.3 | 10.4 | 37.8 | -10.4 |
| بغداد | 2.2 | 4.5 | 5.8 | 4.2 | 10.7 | 32.4 | -10.7 |
| الربطبة | 1.9 | 5.4 | 4.5 | 3.9 | 10.6 | 29.8 | -10.6 |
| خانقين | 1.4 | 4.0 | 4.5 | 3.3 | 10.6 | 34.9 | -10.6 |
| كركوك | 1.2 | 3.9 | 3.1 | 2.8 | 10.6 | 33.0 | -10.6 |
| سليمانية | -4.3 | 4.4 | 0.4 | -4.2 | 11.1 | 32.1 | -11.1 |
| الموصل | 1.1 | 4.0 | 3.0 | 2.7 | 10.6 | 30.5 | -10.6 |
| العراق | 1.5 | 5.0 | 4.5 | 3.3 | 10.7 | 32.0 | -10.0 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL.

14- مؤشر الأيام الباردة المستقبلية لدرجة الحرارة الصغرى اليومية في فصل الصيف يتبين من الجدول (15) ان هذا المؤشر قد بلغ متوسطه (10.6) % ، وبلغ اعلى متوسط في فصل الصيف (10.9) % في محطة خانقين ، اما الاتجاهات العامة فتشير في جميع المحطات والاشهر انها تتجه نحو التناقص ، وقد بلغ المعدل العام للعراق (-2.4) % ، وبلغ اعلى مقدار للتناقص في فصل الصيف (-3.7) % في محطة الربطبة، بينما سجلت التغيرات الشهرية معدلا عاما (-3.9) % في شهر حزيران ، وبلغ اعلى مقدار تغير شهري (-5.2) % في محطة الناصرية ، اما الانحرافات العامة فقد سجلت (13.4) % ، وسجل اعلى انحراف ايجابي (22.6) % في محطة البصرة، اما التغيرات المكانية خريطة (15) فتوزعت في ثلاثة نطاقات ، النطاق الأول تراوح مقدار التغير (-1.5 - 2.2) % للعقد شملت المناطق الشمالية الشرقية ممتداً الى المناطق الجنوبية الشرقية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (-2.3 - 2.9) % ضم المناطق الشمالية الشرقية ممتد الى المناطق الجنوبية والجنوبية الغربية ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (-3 - 3.7) % شمل المنطقة الغربية ومنطقة النجف .

جدول (15)

معدلات التغير وانحرافاتها المستقبلية في مؤشر (TX10) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | -3.5 | -2.7 | 0.0 | -2.1 | 10.6 | 22.6 | -10.6 |
| الناصرية | -5.2 | -2.3 | -0.5 | -2.7 | 10.9 | 18.4 | -9.8 |
| الديوانية | -4.6 | -2.8 | -1.1 | -2.9 | 10.8 | 16.1 | -8.8 |
| النجف | -4.7 | -3.2 | -1.5 | -3.1 | 10.6 | 16.4 | -8.6 |
| النخيب | -4.1 | -1.9 | -1.3 | -2.4 | 10.5 | 14.8 | -8.5 |
| الحي | 0.5 | -3.8 | -2.3 | -1.8 | 10.6 | 14.6 | -10.6 |
| بغداد | -4.6 | -1.8 | -0.3 | -2.2 | 10.6 | 15.2 | -8.5 |
| الربطبة | -5.0 | -4.0 | -2.1 | -3.7 | 10.4 | 15.5 | -9.3 |
| خانقين | -3.8 | -0.5 | -0.5 | -1.6 | 10.9 | 15.4 | -10.9 |
| كركوك | -3.9 | -1.0 | -0.8 | -1.9 | 10.4 | 11.0 | -10.4 |
| سليمانية | -3.8 | 0.0 | -0.7 | -1.5 | 10.6 | 11.8 | -10.6 |
| الموصل | -3.9 | -1.6 | -1.3 | -2.3 | 10.8 | 9.5 | -10.8 |
| العراق | -3.9 | -2.1 | -1.0 | -2.4 | 10.6 | 13.4 | -9.7 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL.

15- مؤشر الليالي الباردة المستقبلية لدرجة الحرارة الصغرى اليومية خلال فصل الصيف

يوضح الجدول (16) ان مؤشر الليالي الباردة بلغ متوسطه (10.5) % ، وبلغ اعلى متوسط في فصل الصيف (10.7) % في محطة النخيب، اما الاتجاهات العامة فشهدت في اغلب المحطات والاشهر اتجاهاً متناقصاً ، وبلغ المعدل العام للتناقص (-3.1) % ، وبلغ اعلى تناقص فصلي (-5.4) في محطة النخيب ، بينما سجلت التغيرات الشهرية معدلاً عاماً (-4.7) % لشهر حزيران ، وبلغ اعلى مقدار للتناقص (-8) % في محطة النخيب ، اما الانحرافات العامة كمعدل عام فقد بلغت (12.8) % ، وبلغ اعلى انحراف إيجابي (23.7) % ، اما التغيرات المكانية خريطة (16) فتوزعت في ثلاثة نطاقات ، النطاق الأول تراوح مقدار التغير (-2.4 - 2.8) % شملت المنطقة الشمالية الشرقية الى المنطقة الجنوبية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (-2.9 - 3.3) % ضم المنطقة الشمالية الغربية الى المنطقة الجنوبية الغربية ، والنطاق الثالث تراوح مقدار التغير (-3.4 - 4) % شمل المنطقة الغربية .

جدول (16)

معدلات التغير وانحرافات المستقبلية في مؤشر (TN10) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | -3.8 | -2.1 | -3.4 | -3.1 | 10.4 | 23.7 | -10.4 |
| الناصرية | -2.8 | 1.7 | 1.4 | 0.1 | 10.6 | 17.3 | -9.5 |
| الديوانية | -6.4 | -4.8 | -3.0 | -4.7 | 10.7 | 15.8 | -10.7 |
| النجف | -6.5 | -4.7 | -1.8 | -4.3 | 10.3 | 12.6 | -9.5 |
| النخيب | -8.1 | -5.5 | -2.7 | -5.4 | 10.7 | 14.9 | -8.8 |
| الحي | -1.8 | -2.5 | 0.9 | -1.2 | 10.6 | 19.7 | -9.5 |
| بغداد | -5.1 | -3.4 | -2.6 | -3.7 | 10.4 | 13.2 | -8.5 |
| الربطية | -6.2 | -4.7 | -3.3 | -4.7 | 10.5 | 15.2 | -7.6 |
| خانقين | -2.1 | -0.8 | -1.3 | -1.4 | 10.4 | 15.0 | -8.6 |
| كركوك | -4.8 | -3.9 | -2.5 | -3.7 | 10.6 | 22.7 | -7.4 |
| سليمانية | -4.6 | -0.9 | -0.1 | -1.9 | 10.3 | 14.5 | -10.3 |
| الموصل | -4.5 | -3.0 | -0.4 | -2.7 | 10.3 | 14.3 | -10.3 |
| العراق | -4.7 | -2.9 | -1.6 | -3.1 | 10.5 | 12.8 | -7.6 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL.

16- مؤشر الليالي الحارة المستقبلية لدرجة الحرارة الصغرى اليومية في فصل الصيف

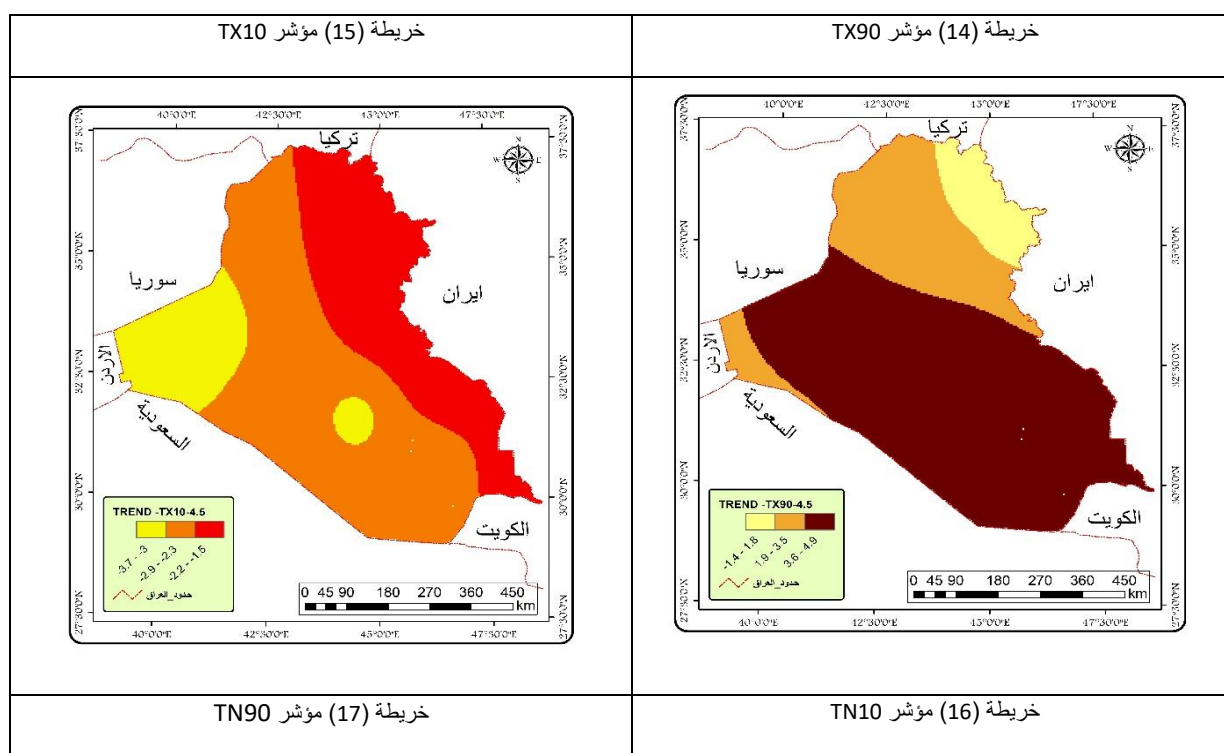
يتبين من الجدول (17) ان مؤشر الليالي الحارة قد بلغ المتوسط فيه (10.6) % ، وبلغ اعلى متوسط في فصل الصيف (10.8) % في محطة الناصرية ، بينما سجلت الاتجاهات العامة في جميع المحطات والاشهر اتجاهاً متزايداً ، وبلغ المعدل العام للعراق (3.2) % وبلغ اعلى مقدار للتغير الفصلي (4.9) % ، على حين سجلت التغيرات الشهرية كأعلى معدل (3.8) % ، وبلغ اعلى مقدار للتغير الشهري (7) % في محطة خانقين ، اما الانحرافات فسجلت كمعدل عام (21.6) % ، وبلغ اعلى انحراف (39.2) % في محطة خانقين ، بينما سجلت التغيرات المكانية خريطة (17) ثلاثة نطاقات ، النطاق الأول تراوح مقدار التغير (1.1 – 2.8) % شمل بعض المناطق الوسطى والمناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية ، والنطاق الثاني تراوح مقدار التغير (2.9 – 3.7) % شمل اغلب المناطق الشمالية وبعض المناطق الجنوبية الغربية وأجزاء قليلة من المناطق الشرقية ، وشهد النطاق الثالث مقدار تغير تراوح (3.8 – 4.9) % شمل المنطقة الشمالية الشرقية للمحطات (السليمانية ، كركوك ، خانقين) والمنطقة الغربية متمثلة بمحطة الربطية والمناطق المحيطة بالحي.

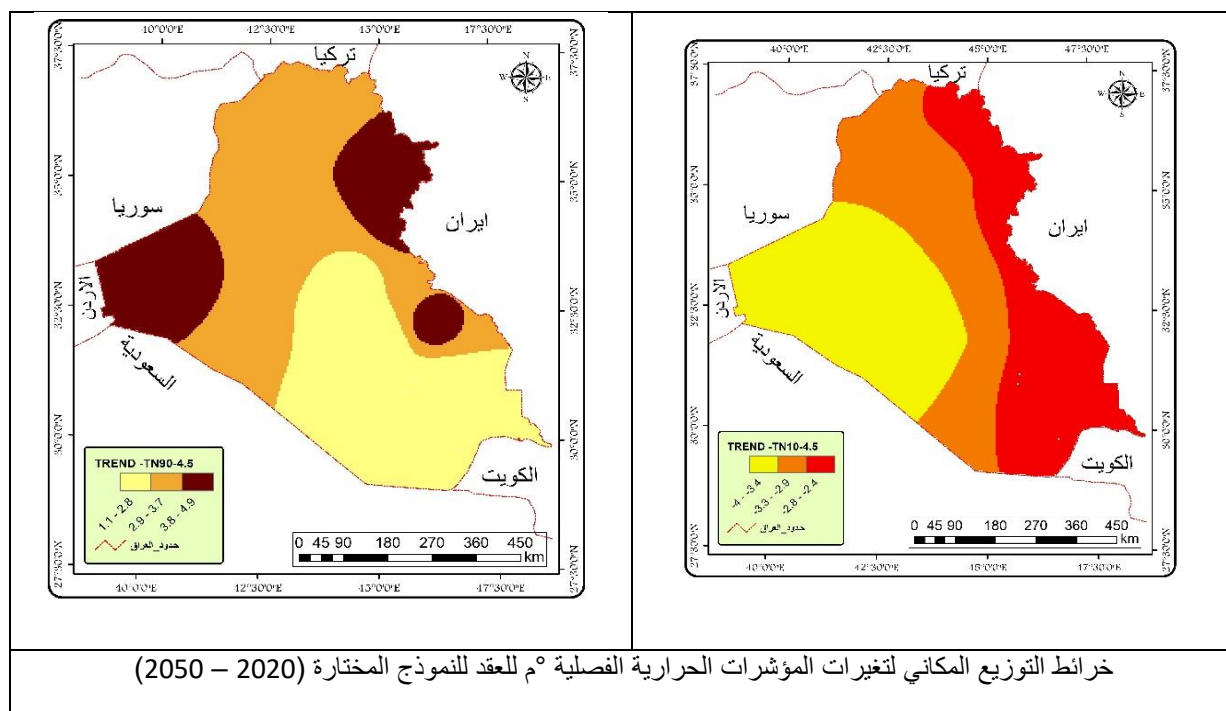
جدول (17)

معدلات التغير وانحرافات المستقبلية في مؤشر (TN90) في فصل الصيف لمحطات الدراسة المختارة للمدة (2020 – 2050)

| المحطات | حزيران | تموز | اب | فصل الصيف | المتوسط | اعلى انحراف | اقل انحراف |
|-----------|--------|------|------|-----------|---------|-------------|------------|
| البصرة | 5.7 | 3.9 | -1.6 | 2.7 | 10.7 | 20.6 | -9.7 |
| الناصرية | 1.1 | 1.5 | 0.6 | 1.1 | 10.8 | 14.9 | -10.8 |
| الديوانية | 2.7 | 1.2 | 1.8 | 1.9 | 10.6 | 9.3 | -9.5 |
| النجف | 1.9 | 0.5 | 2.8 | 1.7 | 10.5 | 12.2 | -10.5 |
| النجيب | 2.3 | 1.9 | 5.2 | 3.1 | 10.7 | 17.1 | -10.7 |
| الحي | 2.5 | 5.0 | 6.7 | 4.7 | 10.7 | 28.6 | -10.7 |
| بغداد | 2.7 | 2.5 | 1.9 | 2.4 | 10.4 | 20.4 | -10.4 |
| الربطبة | 3.8 | 4.7 | 5.8 | 4.8 | 10.5 | 25.0 | -10.5 |
| خانقين | 1.6 | 6.1 | 7.0 | 4.9 | 10.7 | 39.2 | -10.7 |
| كركوك | 0.3 | 5.6 | 6.0 | 4.0 | 10.6 | 29.7 | -10.6 |
| سليمانية | 1.4 | 5.4 | 4.9 | 3.9 | 10.6 | 29.9 | -9.8 |
| الموصل | 0.8 | 4.8 | 4.4 | 3.3 | 10.7 | 35.1 | -9.8 |
| العراق | 2.2 | 3.6 | 3.8 | 3.2 | 10.6 | 21.6 | -9.7 |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات ESGF-IPSL.





المناقشة:

لقد كان تغير المناخ موجودًا في مراحل جيولوجية مختلفة من الماضي وحتى الان ، وهو ليس ظاهرة جديدة في الوقت الحاضر وتغير المناخ في الماضي كان ناتجًا عن عوامل طبيعية فقط ، بينما في العقود الأخيرة اثرت العوامل والأنشطة البشرية في تنامي ظاهرة الاحتباس الحراري ، الذي أسهم في زيادة ظاهرة التغير المناخي، التي تعد من اهم التحديات التي يواجهها الانسان اليوم ، وتقلبات الطقس وتغير المناخ ناتجة عن العديد من الأسباب ، مثل زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بفعل الانسان الناتجة عن استخدام الوقود الاحفوري ، وإزالة الغابات وتدمير المراعي وغيرها جميعها أسهمت في ظاهرة الاحتباس الحراري ، لذا جاءت هذه لدراسة تبحث في التغيرات الزمانية والمكانية في درجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية في فصل الصيف للعراق لاثني عشر نقطة تمثل محطات العراق مع استخدام المؤشرات الموصى بها من قبل فريق كشف تغير المناخ ومؤشراته للمدة (1985 – 2050) ، وتشير نتائج الدراسة الى تزايد في الاتجاهات العامة في المؤشرات (TNn ، TNx ، TXn ، TXx) لمناخ الحاضر والمستقبل ، وقد تميزت درجات الحرارة الصغرى (TNn ، TNx) بالاحترار اكثر من درجات الحرارة العظمى، وتتوافق نتائج دراستنا مع العديد من الدراسات السابقة منها دراسة (Alexander et al. 2006) (L. V. Alexander et al., 2006) ودراسة (Markus and Alexander 2012) (Markus G. Donat & Alexander, 2012) ، ودراسة (M. (Donat et al. 2013) Zhang et al., 2013) ، ودراسة (Soltani et al., 2016) (Soltani et al., 2016) ، ايضًا تتفق مع دراسة (Zhang et al., 2005) (Zhang et al., 2005) التي اكدت زيادة تكرار الأيام الدافئة ، وانخفاض عدد الأيام الباردة في منطقة الشرق الأوسط و بضمنها العراق ، وأكدت ان زيادة الأيام الدافئة بعد عقد التسعينيات ، وتعارضت نتائج دراستنا مع نتائج الدراسة المحلية (KA 2020) (KA, 2020) للمؤشرين (TXn, TNn)، التي اشارت الى ان مؤشر (TXn) قد انخفضت في اغلب المحطات بنسبة (78.9)% بالمقابل انخفاض مؤشر (TNn) بنسبة (63.2)% للمحطات المدروسة ، ويمكن ارجاع سبب الاختلاف الى اختلاف نوع البيانات اليومية المستخدمة في الدراسة، وفي السياق نفسه اكدت دراسة محلية أخرى (Salman et al. 2017) (Salman et al., 2017) ان ارتفاع درجات الحرارة الصغرى اكثر من درجة الحرارة العظمى اذ تراوح مقدار التغير (1.17 – 0.48) °م للعقد ، بينما بلغ مقدار الزيادة في درجة الحرارة العظمى (1.01 – 0.25) °م للعقد خاصة المناطق الشمالية ، وفي فصل الصيف ، وهذه النتائج تنسجم مع نتائج دراستنا الحالية ، وتتوافق ايضًا مع دراسة (البديري، b2021) ، التي اكدت زيادة مؤشرات تطرفات

درجات الحرارة على المستوى السنوي ، وتتفق مع دراسة (Muslih & Krzysztof, 2016) التي اكدت ان فصل الصيف هو الأكثر تغير بنسبة (89%)، ودراسة (البيديري، 2021)، التي اشارت الى ان فصل الصيف هو الأسرع نحو الدفء تجاوزت (3) درجة مئوية للمدة (1979 – 2018) ، اما النماذج المناخية فتشير الى زيادة في تطرفات درجات الحرارة في المستقبل ومن المتوقع حدوث موجات حر في جميع السيناريوهات المستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا دراسة (Muslih and Krzysztof 2016) (Lelieveld et al., 2016) ، و اكدت على ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف ، بينما يكون فصل الشتاء اكثر تغير في أماكن أخرى وتوقعت الدراسة ان تتسارع الأيام الدافئة فأن متوسط درجة الحرارة في الأيام الأكثر حرارة 43 °م ، والتي يمكن ان ترتفع الى 46 °م مع حلول منتصف القرن الحالي ، ومن المحتمل ان تزداد درجات الحرارة العظمى بنحو (7) درجات مئوية بحلول عام 2100 وفق السيناريو المرتفع .

الاستنتاجات:

بحثت هذه الدراسة التغيرات الزمانية والمكانية لتطرفات لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية في العراق في فصل الصيف وقد اعتمدت على بيانات الموقع الأوربي (ECMWF) للمدة (1985 – 2020) ، وبيانات النموذج الأمريكي (NOAA-GFDL-rcp4.5) للمدة (2020 – 2050) ، وظهرت النتائج ان هناك تزايداً واضحاً في مؤشرات تطرفات درجات الحرارة (TNn ، TNx ، TXn ، TXx) في فصل الصيف ، وانمازت مؤشرات درجات الحرارة الصغرى (TNn ، TNx) بتزايد أسرع من مؤشرات درجات الحرارة العظمى ، وبلغ مقدار التغير (0.47، 0.44) °م للعقد على التوالي ، وكان حجم الاحترار اكثر وضوحاً في المناطق الشمالية والوسطى من العراق ، اما مؤشرات الأيام والليالي الباردة فشهدت اتجاهات متناقصة (TN10 ، TX10) ، وبلغ مقدار التناقص (-2.9 ، -3.5) % للعقد بينما سجلت الأيام والليالي الحارة (TN90 ، TX90) اتجاهات متزايدة واكثر تكراراً في العقدين الأخيرين ، وبلغ مقدار التغير (3.1 ، 3.4) % للعقد ، وقد رُصدت مظاهر الاحترار بعد منتصف عقد التسعينيات ، ومن المتوقع بحسب الدراسة الحالية وفق النموذج المختار ستشهد العقود الثلاثة القادمة (2020 – 2050) زيادة في مؤشرات تطرفات درجات الحرارة ، اذ سجلت مؤشرات درجات الحرارة الصغرى والعظمى (TNn ، TNx ، TXn ، TXx) اتجاهات خطياً متزايدة ، وبلغ مقدار التزايد (0.43 ، 0.43 ، 1.5 ، 0.39) °م للعقد ، بالمقابل انخفاض في الأيام والليالي الباردة، وبشكل عام تشير النتائج الى زيادة الأيام والليالي الحارة وانخفاض الأيام والليالي الباردة للمناخ الحالي والمستقبلي ان هذه الزيادة الكبيرة في درجات الحرارة تشكل خطراً على البيئة وحياة الانسان وصحته ، وعلى الزراعة والطاقة والموارد المائية ، واذا استمر نمط الاتجاهات الخطية لدرجات الحرارة سيزداد تكرار وشدة الاحداث المتطرفة ، لذا نحتاج مزيد من الدراسات للتطرفات المناخية والاسقاطات المستقبلية ، فضلاً عن دراسة مؤشرات دوران الغلاف الجوي واثرها في تطرف درجات الحرارة لجميع الفصول.

المصادر:

- البيديري، أحمد لفته حمد. (2021b) تحليل مؤشرات تطرفات درجات الحرارة اليومية في العراق. مجلة لارك، 13(5)، 902-922
<https://doi.org/10.31185/lark.Vol4.Iss43.2057>
- البيديري، احمد لفته حمد. (2021a). اتجاهات التغير في درجات الحرارة والامطار في العراق واسقاطاتها المستقبلية. مجلة الآداب، الصفحات 443-444
<https://doi.org/10.31973/aj.v3i137.1129472-443>
- خضر، سالار علي. (2018). لمراحل التاريخية لتصنيف كوبن المناخى ومحاولة تعديله. مجلة الآداب، 1(124)، 459-484.
<https://doi.org/10.31973/aj.v1i124.102>
- السعدي، عباس فاضل. (2009). جغرافية العراق: إطارها الطبيعي، نشاطها الاقتصادي، جانبها البشري، الدار الجامعية، بغداد، 1- 267.
- Al-Budairi, A. L. H. (2021a). Trends of temperature and rainfall change in Iraq and their future implications. Journal of Arts, 443-472. <https://doi.org/10.31973/aj.v3i137.1129>

- Al-Budairi, A. L. H. (2021b). Analysis of daily temperature extremity indicators in Iraq. *Lark Journal*, 13(5), 902–922. <https://doi.org/10.31185/lark.Vol4.Iss43.2057>
- Khidhir, S. A. (2018). Historical stages of Köppen climate classification and an attempt to modify it. *Journal of Arts*, 1(124), 459–484. <https://doi.org/10.31973/aj.v1i124.102>
- Al-Saadi, A. F. (2009). *Geography of Iraq: Its natural framework, economic activity, human aspect*. University House, Baghdad, 1–267.
- Abadla, Z. Al, Ahmed, M., Aldashti, H., & Abdel Wahab, M. M. (2024). Assessing Past and Future Heat and Cold Waves over Iraq Using CMIP6 Model. *Iraqi Journal of Science*, 65(8), 4642–4655. <https://doi.org/10.24996/ij.s.2024.65.8.41>
- Abram, N., Adler, C., Bindoff, N. L., Cheng, L., Cheong, S.-M., Cheung, W. W. L., Collins, M., Derksen, C., Ekaykin, A., & Frölicher, T. (2019). *Summary for policymakers*.
- 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).
- Alexander, L. V. (2016). Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. *Weather and Climate Extremes*, 11, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007>
- Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R. J. H., Willett, K. M., Aguilar, E., Brunet, M., Caesar, J., Hewitson, B., Jack, C., Klein Tank, A. M. G., Kruger, A. C., Marengo, J., Peterson, T. C., Renom, M., Oria Rojas, C., Rusticucci, M., ... Kitching, S. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118(5), 2098–2118. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50150>
- Donat, Markus G., & Alexander, L. V. (2012). The shifting probability distribution of global daytime and night-time temperatures. *Geophysical Research Letters*, 39(14), 1–5. <https://doi.org/10.1029/2012GL052459>
- Dunn, R. J. H., Alexander, L. V., Donat, M. G., Zhang, X., Bador, M., Herold, N., Lippmann, T., Allan, R., Aguilar, E., Barry, A. A., Brunet, M., Caesar, J., Chagnaud, G., Cheng, V., Cinco, T., Durre, I., de Guzman, R., Htay, T. M., Wan Ibadullah, W. M., ... Bin Hj Yussof, M. N. A. (2020). Development of an Updated Global Land In Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes: HadEX3. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(16), 1–37. <https://doi.org/10.1029/2019JD032263>
- Imada, Y., Shiogama, H., Takahashi, C., Watanabe, M., Mori, M., Kamae, Y., & Maeda, S. (2018). 19. Climate change increased the likelihood of the 2016 heat extremes in Asia. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(1), S97–S101.
- IPCC. (2007). IPCC fourth assessment report. *The Physical Science Basis*, 2, 580–595.
- KA, A.-S. H. (2020). Analysis of some extreme temperature indices over Iraq. *MAUSAM*, 71(3), 423–430.
- Lelieveld, J., Proestos, Y., & Hadjinicolaou, P. (2016). Strongly increasing heat extremes in the Middle East

- and North Africa (MENA) in the 21st century. *Climatic Change*, 245–260. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1665-6>
- 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>
- Perkins, S. E. (2015). A review on the scientific understanding of heatwaves-Their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmospheric Research*, 164–165, 242–267. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.05.014>
- Rahimi, M., & Hejabi, S. (2018). Spatial and temporal analysis of trends in extreme temperature indices in Iran over the period 1960–2014. *International Journal of Climatology*, 38(1), 272–282. <https://doi.org/10.1002/joc.5175>
- Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Chung, E.-S., & Al-Abadi, A. M. (2017). Long-term trends in daily temperature extremes in Iraq. *Atmospheric Research*, 198, 97–107.
- Soltani, M., Laux, P., Kunstmann, H., Stan, K., Sohrabi, M. M., Molanejad, M., Sabziparvar, A. A., Ranjbar SaadatAbadi, A., Ranjbar, F., Roustaa, I., Zawar-Reza, P., Khoshakhlagh, F., Soltanzadeh, I., Babu, C. A., Azizi, G. H., & Martin, M. V. (2016). Assessment of climate variations in temperature and precipitation extreme events over Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 126(3–4), 775–795. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1609-5>
- Wu, M., Chen, Y., Wang, H., & Sun, G. (2015). Characteristics of meteorological disasters and their impacts on the agricultural ecosystems in the northwest of China: a case study in Xinjiang. *Geoenvironmental Disasters*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-015-0015-8>
- Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Kutaladze, N., Rahimzadeh, F., Taghipour, A., & Hantosh, T. H. (2005). Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D22).
- Zhang, X., Feng, Y., & Chan, R. (2023). Introduction to RClimDex version 2. Climate Research Division, Environment Canada. Retrieved from <https://www.ec.gc.ca>