تحليل مناخي تطبيقي لاتجاهات التغير في درجة الحرارة السنوية لنماذج من المحطات المناخية بالعراق للمدة ١٩٨٠ـ ٢٠١٩

د. علي مصطفى سليم
جامعة مصراتة/ كلية التربية/ قسم الجغرافية
Email: a.salim@edu.misuratau.edu.ly

أ. شيرين مجبل الحميداوي
وزارة التربية/ المديرية العامة للتربية
Email:sherine.mejbel@gmail.com

الملخص:
يهدف هذا البحث إلى تحليل الاتجاهات العامة لدرجة الحرارة السنوية في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩ لتحديد اتجاهاتها وتغيراتها الحديثة من خلال تحليل بيانات المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الجافة، العظمى، الصغرى) لنماذج من المحطات المناخية موزعة بين الأقاليم المناخية بالعراق (الشمال والوسط والجنوب) باستخدامأساليب التحليل الإحصائي،ومنها: تحليل الانحدار الخطي Simple Linear Regression، واختبار(T-Test)T ، والفروقات المجمعة Cumulated Sums، والمتوسطات المتحركة Moving Averages، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإنتاج خرائط رقمية لدرجة الحرارة في العراق لمدتي الدراسة، وأظهرت النتائج وجود اتجاهات ملحوظة للتزايد في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) لاسيما المدة الثانية من الدراسة في مختلف مناطق العراق وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠٠١. كما أظهرت الخرائط الرقمية Climatic Maps للمقارنة المكانية لدرجة الحرارة الجافة والعظمى والصغرى بين مدتي الدراسة اختلافا واضحا نحو الزيادة لصالح المدة الثانية في جميع المحطات المناخية المدروسة بالعراق.

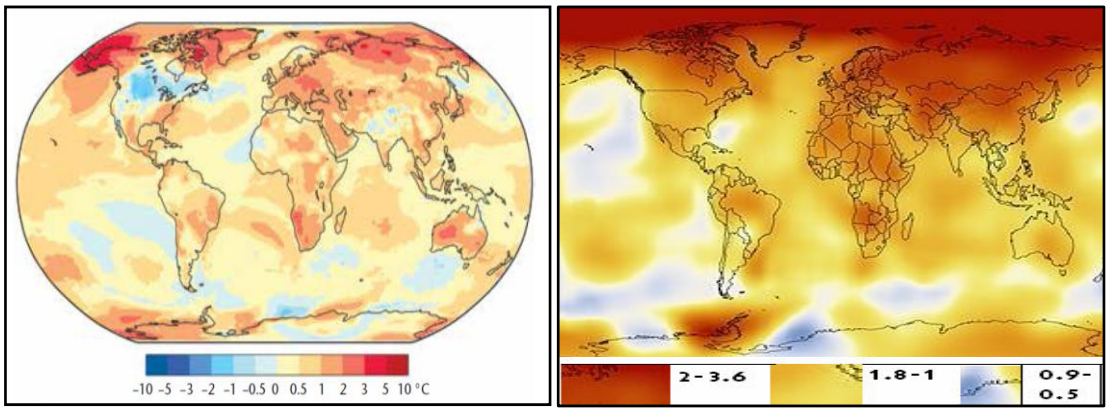
الكلمات المفتاحية: تحليل الاتجاه، الانحدار الخطي البسيط، درجة الحرارة ، المتوسطات المتحركة، الخرائط الرقمية

المقدمة:

شهد تحليل العناصر المناخية محليا وإقليمياً ودولياً اهتماماً كبير من قبل الدارسين والباحثين الأفراد والمنظمات الدولية لتأثيرها المباشر على حياة الإنسان البيئية والاقتصادية والاجتماعية ونشاطاته وموارده الطبيعية، ومما ساعد على زيادة الاهتمام بدراسة اتجاهات التغير في عناصر المناخ المحلية؛موضوع التغير المناخي وتداعياته على المنطقة العربية وعلى موردهاالمائية والزراعية والحيوية، فأي تغير في درجة الحرارة يترتب عليه تفاقم المشكلات البيئية في المناطق العربية الهشة من تدهور البيئات الطبيعية والموارد المائية والإنتاج الزراعي، وزيادة حدة الجفاف والتصحر وتكرار موجات الحر والبرد والأمطار المفاجئة والفيضانات وحدوث المجاعات، وتدهور الوضع السياحي فيها، وزيادة الصراعات، وانتشار الأمراض. ويمكن تعريف تحليل اتجاه درجة الحرارة السنوية بالعراق بأنه تغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة وانحرافها عن معدلاتها الطبيعية زيادة أو نقصان بشرط أن يستمر الاتجاه فترة زمنية طويلة، ويمكن اختبار صدق هذا الاتجاه باستخدام التحليل الإحصائي عن طريق الدلالة الإحصائية، وترجع هذه التغيرات في درجة الحرارة إلى تفاقم النشاط البشري وزيادة تركز الغازات الحابسة للحرارة في الغلاف الجوي مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، والميثان، ومركبات كلورفلوركربون التي تعمل على منع الإشعاع الأرضي طويل الموجات من الهروب للفضاء، وتشير معظم الدراسات الحديثة إلى أن النشاط البشري هو السبب الرئيسي لزيادة درجة الحرارة على المستوى العالمي خلال القرن العشرين وبدايات القرن الواحد والعشرين نتيجة تضاعف كميات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كنتيجة لزيادة السكان والتنوع الصناعي وزيادة متطلبات الحياة، بالتالي تباينت التغيرات في درجة الحرارة زيادة أو نقصان بين الأقاليم الجغرافية عالميا (شحادة، ١٩٧٨،ص٤١-٤٣ ، وسليم، ٢٠١٧،ص٢٠١،و٢٠٢).

أشارت العديد من الدراسات الإقليمية والعالمية إلى تزايد درجة حرارة الأرض خلال القرن العشرين وبدايات القرن الحالي، فقد تراوحت الزيادة في درجة الحرارة العالمية بين ٠.٥ -٠.٩ مْ (الموسى، ٢٠١٤،ص٩٩).حيث لم يكن العراق بعيد عن التغيرات العالمية في درجة الحرارة فقد شهدت تزايدا في معدلاتها تراوحت بين ١. ١.٨ مْ للمدة ٢٠٠٥ – ٢٠٠٩ (الشكل١)كما عاش العراق أحداث متطرفة سنة ٢٠١٥ حيث سجلت درجة الحرارة زيادة عن معدلات بين ١-٤مْ في فصل الصيف بشكل متباين بين أقاليمه (سليم، ٢٠١٦، ص٣٥٩، NASA, 2015) وكان التزايد المرصود في درجة الحرارة العالمية لمدة ٥ سنوات يتراوح بين ١ -٣.٦ مْ على اليابس وهو الأكثر انتشارا في العالم،في حين كانت الزيادة بين ٠.٥ -١ مْ وأكثر في المسطحات المائية، كما كان الشدود الحراري في العالم كبير خلال سنة ٢٠١٩ مقارنة بالمدة ١٩٨١ – ٢٠١٠ فقد شهد اليابس زيادة في درجة الحرارة تراوحت بين ٠.٥ -١٠مْ

حيث يقع العراق من ضمن المناطق التي شهدت شدودًا حراريًا بين ١-٣ مْ ،كما ازدادت درجة الشدود الحراري في المسطحات المائية بشكل متباين (الشكل٢).



https://www.nasa.gov

الشكل١: التغير في درجة الحرارة العالمية للمدة ٢٠٠٥ - ٢٠٠٩

الشكل٢: الشدود الحراري العالمي لدرجة الحرارة سنة ٢٠١٩ مقارنة بالمدة ١٩٨١- ٢٠١٠

وسيشهد العراق ظروفا مناخية مغيرة لما كان عليها في السابق من حدوث اضطرابات في نظام الأمطار وكمياته بسبب تغير في مسارات المنخفضات الجوية، وزيادة حدة الجفاف وتكرار عواصف الغبار وموجات الحر نتيجة الزيادة المرصودة في درجة الحرارة فمن المتوقع أن تصل إلى ٤مْ بحلول سنة ٢١٠٠ بالتالي انخفاض في الإمداد المائي وتدهور الأراضي وزيادة حدة الجفاف، فقد أشار Pedersen سنة ٢٠٠٨ إلى أن مناطق كثيرة من الهلال الخصيب ستعاني من تناقص كميات الأمطار وموارد المياه العذبة بنسبة بين ١٥ – ٢٥%، وقد أكدت بعض الدراسات العلمية حدوث تناقص في تصرف أنهار العراق وخاصة في أشهر المطر حيث تناقصت كميات التصريف المائي في جميع المحطات الهيدرولوجية في شهر كانون الثاني (يناير) للمدة ١٩٩٩- ٢٠٠٩ وبالتالي انخفض تصريف أنهار العراق، حيث سجل نهر دجلة أعلى تناقص بنحو -١٥٤ م^3/ث، كما سجل شهر نيسان (أبريل) الذي يمثل قمة التصريف المائي في العراق انخفضا كبيرا بلغ نحو -٢٠٩٠م^3/ث،كنتيجة لتناقص الأمطار البالغ بين ٢٧ و١٥٥.٦مم بين المحطات المناخية في العراق وارتفاع معدلات درجة الحرارة العظمى بين ١.٢ و١.٦مْ وزيادة معدلات التبخر لتسجل ١٤٥.٦مم سنويا عن معدلاتها الطبيعية. (الوائلي، علي،٢٠١٣،ص ص ٤٥-٤٦، و٨١-٨٢).

أهداف البحث: يهدف البحث إلى:

١. تحديد الاتجاهات العامة لدرجة الحرارة السنوية في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩.

٢. بناء قاعدة بيانات جغرافية لدرجة الحرارة السنوية في العراق وتغيراتها الحديثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

٣. مقارنة الاتجاهات الحديثة للتغير في درجة الحرارة (الجافة والعظمى والصغرى) بالعراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩ مع الاتجاهات الحرارية في حوض البحر المتوسط.

٤. إنتاج خرائط رقمية للتغيرات المناخية في درجة الحرارة السنوية بالعراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

مشكلة الدراسة:

يمكن تلخيص مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

١ـ هل توجد اتجاهات للتغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الجافة والعظمى والصغرى) بالعراق للمدة ١٩٨٠ــ ٢٠١٩؟

٢. هل هناك فروق ذات دلالة إحصائية في تغير المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة في العراق بين مدتي الدراسة؟

٣ـ هل يمكن بناء قاعدة بيانات جغرافية لدرجة الحرارة بالعراق وتحليل اتجاهاتها وإنتاج خرائط رقمية لاتجاهات التغير في درجة الحرارة السنوية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية؟

فرضيات الدراسة:

ترتبط الفرضيات بالتساؤلات السابقة بصورة مباشرة، ويمكن تحديدها فيما يلي:

١. توجد اتجاهات للتغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الجافة والعظمى والصغرى) بالعراق للمدة ١٩٨٠ــ ٢٠١٩.

٢ـ هناك فروق ذات دلالة إحصائية في تغير المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة في العراق بين مدتي الدراسة.

٣. يمكن بناء قاعدة بيانات جغرافية لدرجة الحرارة بالعراق وتحليل اتجاهاتها وإنتاج خرائط رقمية لاتجاهات التغير في درجة الحرارة السنوية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

موقع منطقة الدراسة والمحطات المناخية المدروسة:

تقع منطقة الدراسة المتمثلة في جمهورية العراق فلكياً بين دائرتي عرض ٢٩.٥َ ° و37.23َ ° شمالاً، وبين خطي طول 45َ .38 ° و45َ .48 °، تحده دولة تركيا من الشمال، ومن الشرق إيران والجنوب الشرقي الخليج العربي والكويت، في حين تحده من الغرب والشمال الغربي دولتي سوريا والأردن، ومن الجنوب الغربي السعودية ، (الشكل٣)، واعتمدت الدراسة في تحليلها على بيانات ثمان محطات مُناخية (

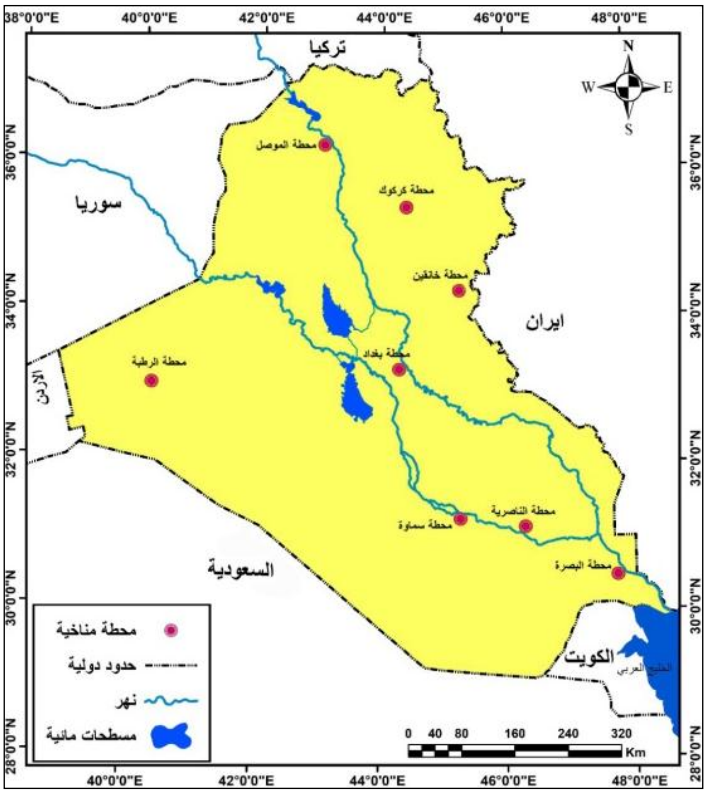
الحميداوي، ٢٠٢٠، ص٦)، تَمتاز بالتنوع المُناخي تبعًا لموقعها موزعة بين الشمال والوسط والجنوب مع تمتع العراق بظروف المناخ الجاف وشبة الجاف وفق معادلة دي مارتون (الجدول١).

الدراسات السابقة:

١. دراسة (شحادة،١٩٨٧) الاتجاهات العامة والحديثة للحرارة في بلاد الشام حيث قام بتحليل المعدلات الشهرية والسنوية في ثماني عشرة محطة باستخدام المتوسطات المتحركة وخطوط الانحدار المستقيمة واختبارt والتحليل الطيفي، وخلصت نتائج الدراسة إلى وجود اتجاهات حديثة للتناقص في درجة الحرارة الفصلية والسنوية في بلاد الشام.

٢. **دراسة** (غانم،٢٠٠٣) تَغير الظروف الحرارية والتهطالية في عمان ودوريتها خلال القرن العشرين لتحديد اتجاه التغير في المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة وكمية التهطال بمدينة عمان للمدة ١٩٢٣-١٩٩٧ باستخدام المتوسطات المتحركة والفروقات التراكمية والانحدار البسيط ومقاييس النزعة المركزية، وأظهرت نتائجها تناقص المتوسطات الشهرية والفصلية، والسنوية لدرجة الحرارة خلال القرن العشرين مع وجود دورات تهطالية مدتها ٢٠ سنة، وحرارية مدتها ١٠ سنوات.

٣دراسة جاسون (Jason,2008) وأشار في دراسته إلى حدوث تغيرًا في مناخ القرن الواحد والعشرين لمنطقة الشرق الأوسط،وتوقعتالدراسة تزايد في درجة الحرارة بمقدار1.4مْ في منتصف القرن، ونحو4 مْ في أواخر القرن العشرين، وحدوث تناقص في كميات الأمطار بسبب تغير مسارات المنخفضات الجوية. مما سيعمل على تَدهور الأراضي الزراعية البعليةوزيادة طول موسم الجفاف، وتناقص موسم الرعي.



المصدر: الباحثين اعتمادا على:(الحميداوي، ٢٠٢٠، ص٦).

الشكل٣: الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة والمحطات المُناخية المدروسة

الجدول١: المحطات المُناخية المُستخدمة في الدراسة

اسم المحطة	خط الطول شرقا		دائرة العرض شمالا		الارتفاع عن مستوى سطح البحر /م	المُناخ السائد وفق معادلة دي مارتون (*)
	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة		
الموصل	١٥	٤٣	٣٢	٣٦	٢٢٣	شبة جاف
كركوك	٤٠	٤٤	٤٧	٣٥	٣٣١	شبة جاف
الرطبة	٢٨	٤٠	٠٣	٣٣	٣٤	جاف
بغداد	٢٣	٤٤	٢٣	٣٣	٦١٥	جاف
خانفين	٢٣	٤٥	٢١	٣٤	١٧٥	شبة جاف
السماوة	١٦	٤٥	١٦	٣١	١١	جاف
الناصرية	٢٣	٤٦	٠٨	٣١	٣	جاف
البصرة	٧٨	٤٧	٥٧	٣٠	٢.٤	جاف

المصدر: الباحثين اعتمادا على(الحميداوي، ٢٠٢٠، ص٧).(*) حساب الباحثين

٤. دراسة (الوائلي،٢٠١٣) للتغيرات المُناخية وتَأثيراتها في الموارد المائية السطحية في العراق من خلال بيانات ٣٢ محطة مُناخية، و٢٢ محطة هيدرولوجية موزعة على منطقة الدراسة. وتَعتمد الدراسة على البرنامج الإحصائي Minitab في تَحليل السلاسل الزمنية للعناصر المُناخية وتَحديد معامل الانحدار. وأشارت نتائج الدراسة إلى وجود اتجاها للزيادة في معدل درجة الحرارة الصغرى والعظمى الشهرية والسنوية والتبخر، وتناقص في الرطوبة النسبية والأمطار. مما يُسبب بشكل كبير في تدهور الوضع المائي في حوضي دجلة والفرات.

٥دراسة (كاظم،٢٠١٣) وبينت من خلال تحليل الانحرافات السالبة والموجبة لدرجات الحرارة والأمطار عن معدلاتها العامة في محطات الموصل وبغداد والبصرة اعتمادا المنهج الإحصائي لتحليل البيانات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة وخلصت الدراسة إلى وجود انحرافات في درجة الحرارة عن معدلاتها نحو الزيادة في المعدلات السنوية والشهرية في المحطات المناخية المدرسة وبشكل متباين، مع استمرار الزيادة نحو الارتفاع مع الزمن في المستقبل، مع حدوث تناقص في معدلات الأمطار والتنبؤ باستمرار انحرافها عن معدلاتها.

٦. دراسة (الوائلي، وعلي، ٢٠١٣) تغيرات معدلات درجات الحرارة العظمى والأمطار الساقطة وأثرها في تصاريف نهر دجلة في العراق، واستخدمت الدراسة تحليل الانحدار الخطي للبيانات للمدة ١٩٤١-٢٠٠٩، بهدف الكشف عن التغير في المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى في ١٦ محطة مناخية داخل العراق وخارجه بالإضافة إلى ١٣ محطة هيدرولوجية موزعة في حوض نهر دجلة داخل العراق، وخلصت الدراسة إلى وجدود اتجاهات للزيادة في درجة الحرارة العظمى في العراق، حيث يصل معدل التغير السنوي بين ١.٢مْ و١.٦مْ مع تناقص كميات الأمطار في مناطق حوض نهر دجلة بنحو ٢٧مم مما سبب تناقص واضحا في معدلات تصاريف نهر دجلة.

٧. دراسة (موسى،٢٠١٤) تحليل مناخي لحرارة الهواء وقرائنها في حلب من خلال التحليل التوافقي لدرجة الحرارة اليومية والشهرية والسنوية (الصغرى والعظمى والجافة) للكشف عن الاتجاه وانحرافاتها عن معدلاتها والدورية وتوصلت الدراسة إلى وجود اتجاه معنوي نحو تزايد درجة الحرارة، مع وجود دورات تراوحت بين القصيرة (٢) والمتوسطة (٤-٦) والطويلة (١٠-١٢).

٨. دراسة (سليم،٢٠١٧) الاتجاهات العامة لدرجة الحرارة في منطقة سرت،بهدف الكشف عن اتجاه التغير في درجة الحرارة الشهرية والفصلية والسنوية (الصغرى والعظمى والجافة) في منطقة سرت للمدة ١٩٤٦-٢٠١٠، وأظهرت نتائج تحليل البيانات الشهرية لدرجة الحرارة باستخدام الانحدار الخطي البسيط، والفروقات المجمعة، والمتوسطات المتحركة، واختبارt، اتجاهات للتغير نحو الزيادة في المعدلات

الشهرية، والفصلية، والسنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٥ في منطقة سرت، وهذا الاتجاه للتزايد في درجة الحرارة يتماشى مع التغيرات المحلية والإقليمية والدولية.

منهجية الدراسة:

اتبع الباحثين المنهج التحليلي Analytic Approach للوصول إلى نتائج علمية دقيقة ومحددة بناء على طبيعة المشكلة البحثية وبياناتها وتحليلها باستخدام حزمة التحليل الإحصائيspss، من خلال خطوات البحث الجغرافي، وفق الآتي:

أ. جمع البيانات المناخية:

١ـ المتعلقة بالمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) عن المحطات المناخية المدروسة للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩.

٢ـ حساب المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) عن المحطات المناخية المدروسة للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩ اعتمادا على المعدلات الشهرية.

٢. المتعلقة بكميات الأمطار الشهرية لمدة الدراسة.

ب-مصادر البيانات:

١. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية.

٢. الكتب والنشرات والتقارير والبحوث والدراسات العلمية ذات الصلة بموضوع الدراسة.

ج . أسلوب التحليل:

للوصول إلى تحقيق أهداف الدراسة استخدم الباحثين طرقا إحصائية متعددة، أهمها:

١ـــ الفروقات المجمعة (**التراكمية**) Cumulated Sums:

رسمت منحنيات الفروقات المجمعة للكشف عن اتجاهات التغيرات التي حدثت في السلسلة الزمنية لدرجة الحرارة السنوية (الصغرى والعظمى والجافة) في العراق لمدة الدراسة.

٢ـــ المتوسطات المتحركة Moving Averages:

استخدم الدراسة متوسط متحرك طوله خمس سنوات لتحديد طبيعة اتجاه التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة في العراق (الصغرى والعظمى والجافة) للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩.

٣ـــ الانحدار الخطي البسيط Simple Linear Regression:

اعتمدت الدراسة على تحليل الانحدار الخطي البسيط لتحديد الاتجاه العام General Trend للمعدلات السنوية لدرجة الحرارة في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩، ومعرفة ما إذا كان الاتجاه ذا دلالة

إحصائية، على اعتبار درجة الحرارة متغيرا تابعا، والسنوات متغيرا مستقلا، وذلك وفق المعادلة الآتية: Y=a+bx+e (شحادة،٢٠١١، ص٤٢٩).

حيث يمثل:

(Y) المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) المقدرة في محطات الدراسة بالعراق.

(a) تمثل نقطة تقاطع خط الانحدار مع المحور الرأسي.

(b) درجة التغير في الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية.

(x) تمثل السنوات أو الزمن.

(e) التغير الحراري الذي لا يرجع إلى وجود اتجاه عام (سليم، ٢٠١٧، ص٢٠٤، بتصرف).

٤ـ اختبار TT-test ::

استخدمت الدراسة اختبار تي T-test للمقارنة بين المتوسطات الحسابية للمعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) لمدة الدراسة بعد أن قسمت مدة الدراسة إلى مدتين متتاليتين: تمتد المدة الأولى١٩٨٠ ـ ١٩٩٩، والمدة الثانية ٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩، وذلك لتحديد الاتجاه لكل مدة زمنية زيادةً أو نقصانًا، وتحديد ما إذا كانت الفروق بين المتوسطين معنوية وذات دلالة إحصائية أو ناتجة عن طريق الصدفة أو لتأثير عوامل أخرى، وذلك وفق المعادلة الآتية: (شحادة،٢٠١١، ص٣٢٨-٣٢٩، سليم،٢٠٢٠،ص١٤، بتصرف)

$(SE(x_1-x_2)=S^2_1/N_1+S^2_2/N_2)$

حيث إن مدلولات الرموز في المعادلة الرياضية على النحو الآتي:

$se(x_1-x_2)$ = الانحراف المعياري للفروق بين المتوسطين الحسابين للعينتين (المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة)في العراق.

S_1 = تباين العينة الأولى.

S_2 = تباين العينة الثانية.

N_1 = حجم العينة الأولى.

N_2= حجم العينة الثانية.

ويمكن حساب قيمة (t) وفقاً للمعادلة الآتية:

$(t = (x_1-x_2) / \sqrt{s^2_1/n_1 + s^2_2/n_2})$

د . التقنيات المستخدمة في الدراسة:

. برمجية نظام المعلومات الجغرافي (GIS):

اعتمدت الدراسة برمجية ARCGIS– Version 10.8 لرسم وتَحديد منطقة الدراسة وتوقع المحطات المناخية المدروسة، كما استخدمت الدراسة أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis لعمل تحليل مكاني لدرجة الحرارة السنوية (الصغرى والعظمى والجافة) بالعرق من خلال طرق الاشتقاق المكاني Interpolation method بين مدتي الدراسة لاستنتاج التغير في اتجاهات درجة الحرارة في العراق وتوزيعه الجغرافي، حيث تم عمل قاعدة بيانات جغرافية لمتوسط درجة الحرارة السنوية (الجافة والعظمى والصغرى) لمدتي الدراسة لإنتاج خرائط الراستر Raster المساحية لدرجة الحرارة السنوية لكل مدة اعتماد على قيمة Z. Value Field (سليم، المختار،٢٠٢٠،ص ٣– ٤).

. حزمة التحليل الإحصائي (SPSS):

اعتمد الباحثين برمجية التحليل الإحصائي SPSS– Version 22 لتحليل درجة الحرارة السنوية (الجافة والعظمى والصغرى) في منطقة الدراسة من خلال الانحدار البسيط، وتحديد العلاقة بيانيا، واختبار(t) لتحديد معنوية الفروق بين المتوسطات الحسابية لدرجة الحرارة السنوية بين مدتي الدراسة.

أ- خصائص المعدل السنوي لدرجة الحرارة في العراق:

تباينت المعدلات السنوية لدرجة الحرارة بين مناطق العراق بشكل واضح مكانياً وزمانياً للمدة ١٩٨٠– ٢٠١٩، ويكن تفصيلها كالآتي:

أولا- درجة الحرارة الجافة:

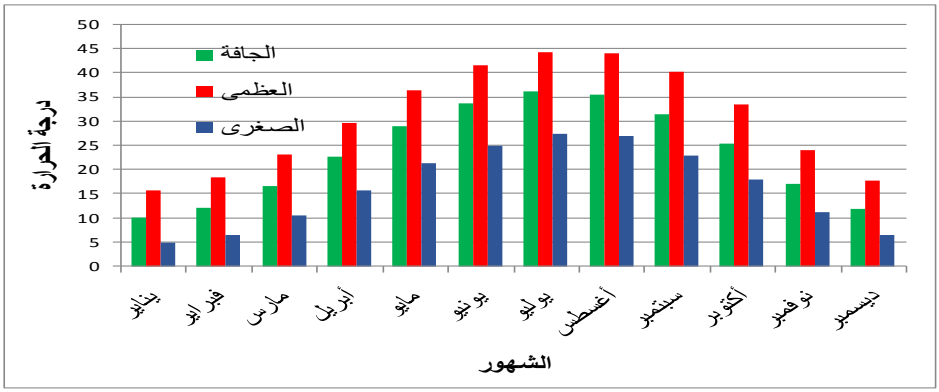
بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة السنوية الجافة في العراق نحو ٢٣.٥مْ، ويتباين توزيعه مكانيا داخل منطقة الدراسة حيث يتراوح بين ٢٠.٣مْ في محطة الرطبة و٢٦.٤مْ في محطة البصرة، كما أظهرت المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الجافة تباينا مكانيا وزمانيا بين محطات المناخية المدروسة (الجدول٢، والشكل٤)، وسجلت أشهر الصيف ارتفاعا واضحا في المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الجافة بسبب تعامد الشمس على مدار السرطان وطول ساعات النهار وصفاء السماء فقد تراوح معدلها العام بين ٣٣.٦مْ في شهر يونيو و٣٦.٠مْ لشهر أغسطس الذي يمثل أكثر الشهور حرارة في منطقة الدراسة خلال المدة ١٩٨٠– ٢٠١٩، ثم جاءت أشهر الخريف في المرتبة الثانية فقد تراوح المعدل العام لدرجة الحرارة الجافة بين ١٧مْ في شهر نوفمبر و٣١.٥مْ في شهر سبتمبر، في حين سجلت أشهر الشتاء معدلات منخفضة لدرجة الحرارة الجافة فقد تراوحت بين ١٠مْ في شهر يناير الذي يمثل أبرد الشهور في العراق و١٢.٢مْ في شهر فبراير، أما مكانيا فقد سجلت محطة البصرة أعلى معدلات لدرجة الحرارة الجافة في العراق فقد

بلغت٣٨.٤مْ في شهر يوليو وأقلها كان ٣١.٨مْ في محطة الرطبة، وتوزعت أقل المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الجافة بين ٧.٣مْ في محطة الموصل في شهر يناير والتي تمثل أقل المحطات المناخية المدروسة حرارة في العراق، ونحو ١٢.٦مْ في محطة البصرة.

الجدول٢: المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الجافة بالعراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩

المحطة المناخية	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
الموصل	7.3	9.1	13.2	18.4	24.9	31.2	34.7	34.0	28.9	22.1	13.8	8.8	20.5
كركوك	9.3	11.1	15.3	21.1	27.9	33.7	36.7	36.1	31.5	25.0	16.6	11.2	23.0
الرطبة	7.8	9.7	13.9	19.8	24.8	29.2	31.8	31.7	28.0	21.9	14.5	10.0	20.3
بغداد	9.6	12.4	17.2	23.2	29.1	33.1	35.6	34.8	30.9	24.8	16.4	11.5	23.2
خانقين	9.7	11.6	15.8	21.8	28.9	33.8	36.3	35.6	31.3	25.2	17.1	11.9	23.3
السماوة	11.3	13.8	18.8	25.1	31.5	35.1	36.9	36.5	33.0	26.9	18.3	13.2	25.0
الناصرية	12.0	14.7	19.8	25.8	32.1	36.1	37.7	37.7	33.9	27.8	19.2	13.7	25.9
البصرة	12.6	15.0	19.9	26.4	33.0	36.6	38.4	37.9	34.1	28.3	19.8	14.2	26.4
المعدل	10.0	12.2	16.7	22.7	29.0	33.6	36.0	35.5	31.5	25.3	17.0	11.8	23.5

المصدر: الباحثين اعتمادا على:الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة،٢٠٢٠



المصدر: الباحثين اعتمادا على بيانات الجداول٢، ٣، ٤

الشكل٤: المعدلات العامة لدرجة الحرارة بالعراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩

ثانيا- درجة الحرارة العظمى:

تبين من خلال تحليل بيانات (الجدول٣) أن المعدل العام لدرجة الحرارة العظمى في العراق بلغ ٣٣.٦مْ، مع تباينه بين المحطات المناخية المدروسة فقد سجل بين ٢٧.١مْ في محطة الرطبة ونحو ٣٣.٦ في محطة البصرة في حين كان ٣١مْ في محطة بغداد،وقد تميزت أشهر الصيف بارتفاع المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الشهرية للمدة ١٩٨٠–٢٠١٩ حيث سجل شهر يوليو أعلى معدلات درجة الحرارة العظمي

بين أشهر السنة بنحو ٤٤.٢مْ، وكان المعدل في شهر يونيو٤١.٤مْ ووصل إلى ٤٤مْ في شهر أغسطس، في حين كانت المعدلات في أشهر الخريف سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر ٤٠.١ و٣٣.٤ و٢٤مْ على التوالي (الشكل٤)، أخيرا سجلت أشهر الشتاء والربيع أقل المعدلات الحرارية لدرجة الحرارة العظمى، فقد سجل شهر يناير أقل معدل لدرجة الحرارة العظمى بنحو ١٥.٨مْ، في حين سجلت محطة البصرة أعلى معدل لدرجة الحرارة العظمى خلال أشهر الصيف، وجاءت بعدها محطتي الناصرية وخانقين على التوالي، في حين سجلت محطة الرطبة أدني معدل لدرجة الحرارة العظمي خلال أشهر الشتاء ديسمبر ويناير وفبراير فكانت ١٤.٦ و١٢.٩ و١٥.٢مْ على التوالي.

الجدول٣: المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى بالعراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩

المحطة المناخية	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
الموصل	12.9	15.2	19.7	25.8	33.1	39.5	43.2	43.0	38.4	31.3	21.1	14.6	28.2
كركوك	14.2	16.1	20.7	27.0	34.2	40.3	43.7	43.3	38.6	31.4	22.6	16.3	29.0
الرطبة	13.7	15.9	20.3	26.6	31.8	36.5	39.3	39.3	36.0	29.5	21.0	15.6	27.1
بغداد	16.0	18.9	24.1	30.3	36.8	41.7	44.5	44.1	40.2	33.5	23.7	17.7	31.0
خانقين	16.0	18.3	22.8	29.5	36.6	42.3	45.2	45.1	40.9	33.9	24.5	18.3	31.1
السماوة	17.2	20.5	25.8	32.0	38.7	42.9	44.8	44.8	41.3	35.0	25.9	19.3	32.4
الناصرية	17.8	20.7	26.2	32.4	39.2	43.6	45.9	46.0	42.6	36.0	26.2	19.8	33.0
البصرة	18.4	21.2	26.3	33.2	39.9	44.3	46.6	46.5	42.8	36.6	26.9	20.3	33.6
المعدل	15.8	18.4	23.2	29.6	36.3	41.4	44.2	44.0	40.1	33.4	24.0	17.7	30.7

المصدر: الباحثين اعتمادا على:الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة،٢٠٢٠

ثالثا- درجة الحرارة الصغرى:

يبلغ المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى في محطات الدراسة العراقية نحو ١٦.٤مْ، حيث اختلف المعدل من محطة إلى أخرى فقد بلغ أدنه ١٣.٢مْ في محطة الموصل ووصل أعلاه في محطة البصرة بنحو ١٩.٧مْ للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ (الجدول٤) في حين كان ١٣.٤مْ في محطة الرطبة و١٥.٦ في محطة بغداد، وسجلت باقي المحطات خانقين وكركوك والسماوة والناصرية نحو ١٦.٣ و١٦.٨ و١٧.٨ و١٨.٥مْ على التوالي. كما تباين معدل درجة الحرارة الصغرى السنوية بين الشهور في العراق فقد سجلت أشهر الصيف أعلى معدل لدرجة الحرارة الصغرى، حيث أحتل شهر يوليو مقدمة الشهور حرارة بنحو ٢٧.٤مْ، وشهدت المعدلات السنوية تباينا مكانيا بين المحطات المناخية المدروسة، فقد سجلت محطة البصرة أعلى معدل لدرجة الحرارة الصغرى السنوية ٣٠.٢مْ خلال نفس الشهر تم محطة كركوك

٢٩.١مْ، وجاءت شهر أغسطس في المرتبة الثانية بين أشهر الصيف فقد بلغ معدله لفترة الدراسة ٢٦.٨مْ، وكان أعلى معدل فيه من نصيب محطة البصرة ٢٩.٣مْ، تم جاءت أشهر الخريف في المرتبة الثانية بنحو ٢٢.٩ و١٨ و١١.١مْ بالترتيب، وشكلت محطة البصرة أعلى معدل خلالها. كما تميزت أشهر الربيع بانخفاض معدلات درجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة ومكانيا بين المحطات، وأخيرا سجلت أقل المعدلات لدرجة الحرارة الصغرى في أشهر الشتاء فقد تراوحت بين ٥مْ في شهر يناير الذي يمثل أقل شهور السنة حرارة في العراق ونحو ٦.٦مْ في شهر ديسمبر، ومكانيا فقد سجلت محطتي الموصل والرطبة أقل المعدلات الشهرية في أشهر الشتاء (الجدول٤،الشكل٤).

الجدول٤: المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى بالعراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩

المحطة المناخية	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
الموصل	2.5	3.6	7.2	11.3	16.5	21.6	25.3	24.5	19.7	14.1	7.8	4.0	13.2
كركوك	4.8	6.1	9.8	14.8	20.8	25.9	29.1	28.5	24.4	19.2	11.5	6.7	16.8
الرطبة	2.7	3.9	7.6	12.6	17.0	21.2	23.6	23.7	20.2	15.0	8.6	4.4	13.4
بغداد	4.3	6.1	10.3	15.6	20.8	24.1	26.4	25.6	21.6	16.8	10.1	5.7	15.6
خانقين	5.1	6.3	10.0	15.1	21.5	24.9	27.4	26.7	22.7	18.0	10.9	6.5	16.3
السماوة	6.0	7.7	12.2	17.8	23.6	26.4	28.2	27.4	23.9	19.4	13.0	7.9	17.8
الناصرية	6.5	8.5	13.2	18.9	24.2	27.1	29.0	28.5	25.0	20.1	13.0	8.2	18.5
البصرة	7.9	9.8	14.2	20.1	25.9	28.4	30.2	29.3	25.7	21.2	14.2	9.3	19.7
المعدل	5.0	6.5	10.6	15.8	21.3	25.0	27.4	26.8	22.9	18.0	11.1	6.6	16.4

المصدر: الباحثين اعتمادا على:الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة،٢٠٢٠

ب ـ اتجاهات التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة بالعراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩:

شهدت المعدلات السنوية لدرجة الحرارة (الجافة والعظمى والصغرى) في العراق اتجاهات نحو الزيادة خلال مدة الدراسة، ويمكن تفصيلها على النحو التالي:

أولا: اتجاهات التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة:

بينت الطرق الإحصائية المستخدمة في الدراسة لتحديد خصائص التغير في اتجاهات درجة الحرارة الجافة في العراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ العديد من الحقائق العلمية التالية:

١ـ المتوسطات المتحركة:

أظهرت منحنيات المتوسطات المتحركة اتجاه حراري واضح للزيادة في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة في جميع المحطات المُناخية بالعراق حيث كانت الزيادة طفيفة بداية عقد الثمانينيات تم أخذت في

الارتفاع التدريجي، (الشكل٥) منذ عقد التسعينيات إلى نهاية سنة ٢٠١٩، ويُفصل هذا التحول في كل المحطات المناخية على النحو التالي:

. شهد منحي المتوسطات المتحركة في محطة البصرة اتجاها للزيادة بشكل ملحوظ منذ سنة ١٩٩٣ بعد أن كان بشكل تدريجي بداية فترة الدراسة، والاتجاه مستمر في التزايد حتى نهاية سنة ٢٠١٩.

ـ أظهر (الشكل٥) زيادة واضحة في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الجافة في محطة خانقين كاتجاه حراري منذ سنة ١٩٩٤ وبشكل متواصل إلى نهاية مدة الدراسة.

ـ شهد منحى درجة الحرارة السنوية الجافة في محطة السماوة ارتفاعا واضحا منذ سنة ١٩٩٣ وبشكل مستمر حتى سنة ٢٠١٩، بعد أن كانت بداية متدرجة بين الزيادة والتناقص خلال عقد الثمانينيات وبداية عقد التسعينيات.

ـ الملاحظ من منحنى المتوسطات المتحركة لمحطة الناصرية ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة الجافة للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ اعتبارا من عقد الثمانينيات وبشكل واضح حتى نهاية مدة الدراسة سنة ٢٠١٩.

ـ يظهر (الشكل٥) اتجاها ملحوظ في منحنى المتوسطات المتحركة لمحطة الرطبة وبشكل تدريجي منذ سنة ١٩٨٠ إلى سنة ٢٠١٩ وبصورة متواصلة وبشكل مستمر.

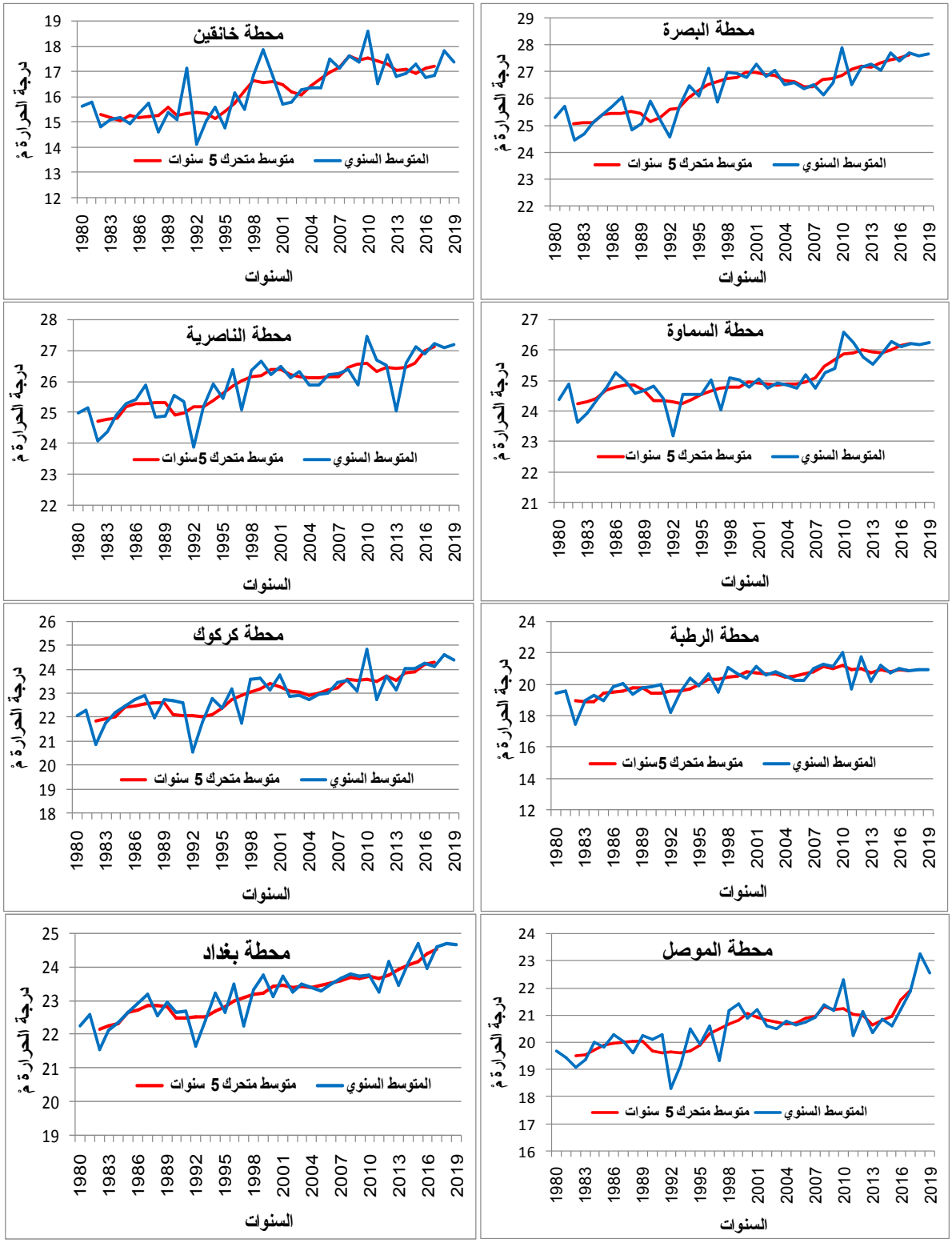
ـ شهدت محطة كركوك اتجاها حراريا نحو الزيادة في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الجافة اعتبارا من سنة ١٩٩٣ وبشكل واضح حتى سنة ٢٠١٩.

ـ يلاحظ من (الشكل٥) ظهور اتجاها للزيادة درجة الحرارة السنوية الجافة في محطة الموصل خلال عقد التسعينيات وبصورة مستمرة خلال العقود اللاحقة.

ـ يشير منحنى المتوسطات المتحركة لمحطة بغداد وجود اتجاها للتزايد في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة طلية مدة الدراسة وبشكل ملحوظ.

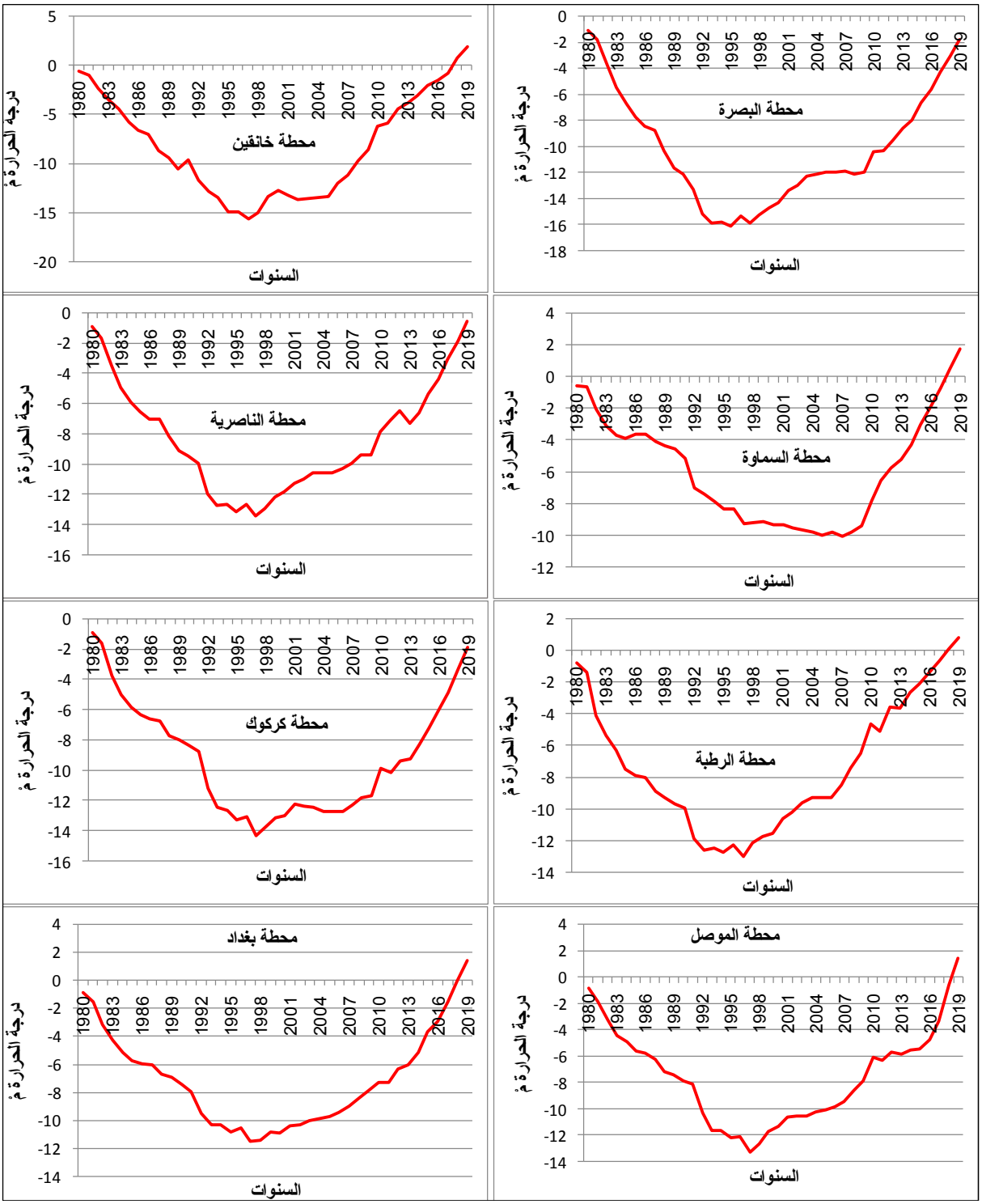
٢ـ الفروق المجمعة:

أظهرت منحنيات قيم درجة الحرارة السنوية الجافة انحرافات عن معدلها العام للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ وبشكل متباين بين محطات منطقة الدراسة، فقد شهدت منحنيات الفروق المجمعة للمحطات المناخية البصرة وخانقين والناصرية والرطبة وكركوك والموصل وبغداد اتجاهات ملحوظة للزيادة والارتفاع المستمر في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة خلال العقود الثلاثة الأخيرة وبشكل مستمر (الشكل٦)، وهنا يُؤكد تحليل الفروقات المتجمعة نتائج المتوسطات المتحركة بأن هناك اتجاهًا حراريًا نحو الزيادة في درجة الحرارة الجافة في العراق، في حين أظهرت محطة السماوة اتجاها للزيادة في معدل درجة الحرارة الجافة منذ سنة ٢٠٠٥ واستمر حتى سنة ٢٠١٩.



المصدر: الباحثين

الشكل٥: المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة الجافة في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩



المصدر: الباحثين

الشكل٦: الفروق المجمعة لدرجة الحرارة الجافة في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩

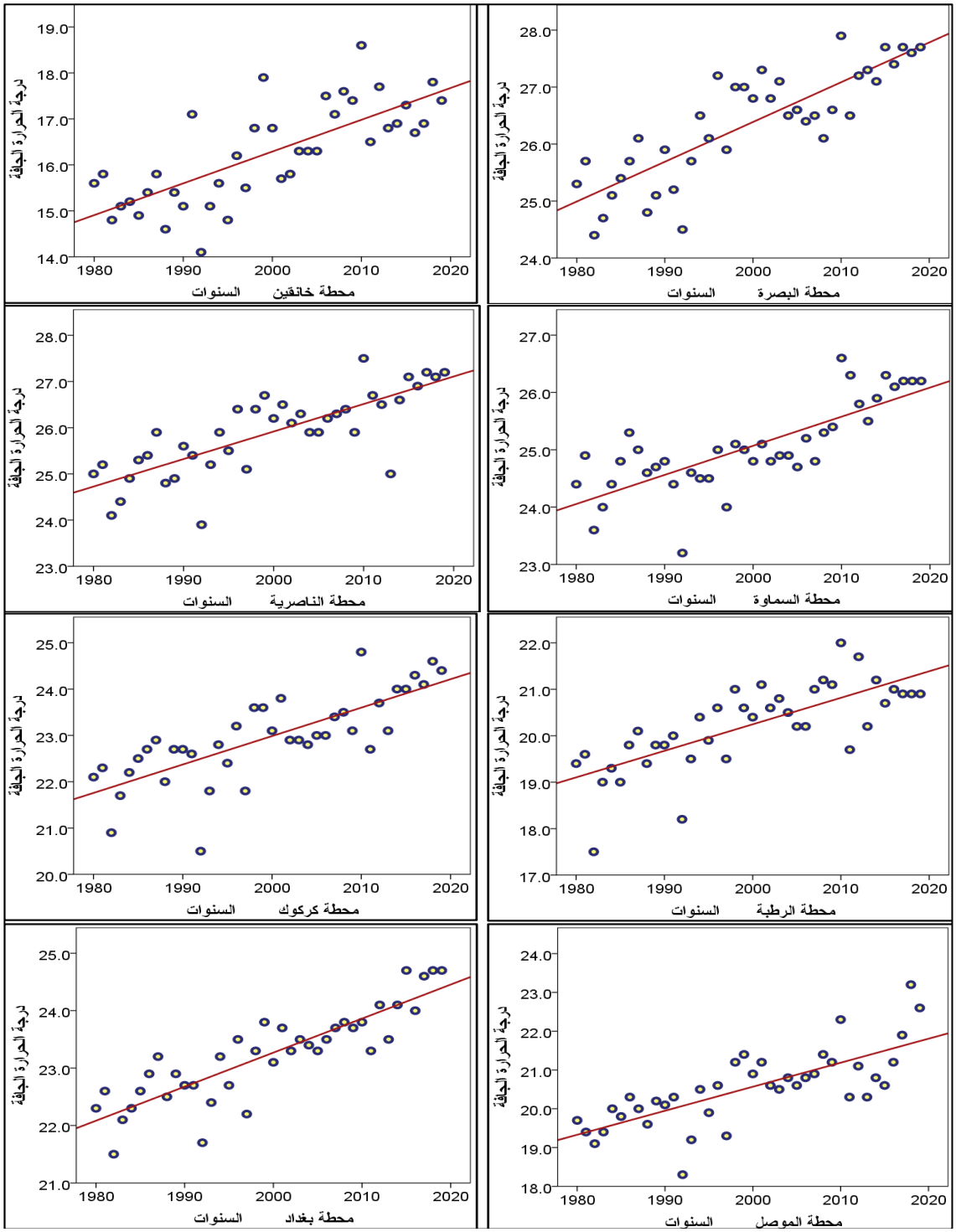
٣ـ الانحدار الخطي:

أظهرت نتائج تحليل الانحدار (الجدول٥) و(الشكل٧) قيمًا موجبة للتغير(b) تَدل على زيادة المعدل السنوي لدرجة الحرارة الجافة في جميع محطات الدراسة بالعراق على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١ حيث كانت قيمة (b) ٠.٠٧٠ في محطة البصرة، و٠.٠٦٩ في خانقين، ونحو ٠.٠٥١ في السماوة، ووصلت في الناصرية نحو ٠.٠٦٠، وبلغت ٠.٠٥٧ في محطة الرطبة، في حين سجلت ٠.٠٦١ و٠.٠٦٢ في محطتي كركوك والموصل على التوالي، وأخيرا ٠.٠٥٩ في بغداد، وكانت نسبة التباين المفسر R^2 مرتفعة في جميع المحطات فقد تراوحت بين ٠.٥٤٠ في محطة الرطبة إلى ٠.٧٥١ في محطة بغداد مما يدل على ارتفاع الارتباط بين المتغير التابع والمستقل.

الجدول٥: الانحدار الخطي لدرجة الحرارة السنوية الجافة في العراق للمدة ١٩٦١ – ٢٠١٠

المحطة المناخية	معامل الانحدار(b)	قيمة T	مستوى الدلالة الإحصائية(sig)	نسبة التباين المفسر(R^2)
البصرة	٠.٠٧٠	٩.٤٣٤	٠.٠٠٠	٠.٧٠١
خانقين	٠.٠٦٩	٦.٩٤٨	٠.٠٠٠	٠.٥٦٠
السماوة	٠.٠٥١	٧.٥٠٨	٠.٠٠٠	٠.٥٩٧
الناصرية	٠.٠٦٠	٧.٨٢٤	٠.٠٠٠	٠.٦١٧
الرطبة	٠.٠٥٧	٦.٦٨١	٠.٠٠٠	٠.٥٤٠
كركوك	٠.٠٦١	٧.٣١٨	٠.٠٠٠	٠.٥٨٥
الموصل	٠.٠٦٢	٦.٨٥٨	٠.٠٠٠	٠.٥٥٣
بغداد	٠.٠٥٩	١٠.٧٠١	٠.٠٠٠	٠.٧٥١

المصدر: الباحثين



المصدر: الباحثين

الشكل٧: الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية الجافة (م) في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩

٤ـ اختبار t (t-test):

أظهرت نتائج تحليل اختبار T (الجدول٦) وجود فروقا في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة بين مدتي الدراسة لصالح المدة الثانية في جميع المحطات المناخية بالعراق، فقد سجل أعلى فرق بين متوسط المدتين في محطات بغداد وخانقين والبصرة ١.٤مْ على التوالي مقارنة بالمدة الأولى ١٩٨٠-١٩٩٩، وكان أقلها في محطة السماوة ١مْ (الجدول٦)، في حين سجلت الفروق في باقي المحطات المناخية ١.٢مْ، وكانت الفروق معنوية على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١ في جميع المحطات لتأكد نتائج الإحصائية المستخدمة اتجاهاً حرارياً للزيادة في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الجافة في جميع المحطات المناخية بمنطقة الدراسة.

الجدول٦: الفروق في المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة العظمى بالعراق بين مدتي الدراسة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٩ و٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩

المحطة المناخية	مدة الدراسة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة	قيمة (T)	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
البصرة	الأولى	٢٥.٦٦٥	6.294	٣٨	٠.٠٠٠	١.٣٧٥
	الثانية	٢٧.٠٤٠	٦.٢٩٤	٣٢.٤٧٨	٠.٠٠٠	
خانقين	الأولى	١٥.٥٤٠	٥.٥٨٣	٣٨	٠.٠٠٠	١.٤٣
	الثانية	١٦.٩٧٠	٥.٥٨٣	٣٩.١٨٤	٠.٠٠٠	
السماوة	الأولى	٢٤.٥٤٠	٥.٥٠٤	٣٨	٠.٠٠٠	١.٠١
	الثانية	٢٥.٥٥٠	٥.٥٠٤	٣٦.٦٠١	٠.٠٠٠	
الناصرية	الأولى	٢٥.٣٠٠	٥.٥٨٢	٣٨	٠.٠٠٠	١.١٧٥
	الثانية	٢٦.٤٧٥	٥.٥٨٢	٣٦.٤٠٧	٠.٠٠٠	
الرطبة	الأولى	١٩.٦٢٠	٥.٥٠٠	٣٨	٠.٠٠٠	١.١٩٥
	الثانية	٢٠.٨١٥	٥.٥٠٠	٣٢.٩٢٠	٠.٠٠٠	
كركوك	الأولى	٢٢.٣٥٠	٥.٣١٧	٣٨	٠.٠٠٠	١.٢١
	الثانية	٢٣.٥٦٠	٥.٣١٧	٣٦.٨٥٩	٠.٠٠٠	
الموصل	الأولى	١٩.٩١٥	٥.٢٣٧	٣٨	٠.٠٠٠	١.٢٤٥
	الثانية	٢١.١٦٠	٥.٢٣٧	٣٧.٧٩٥	٠.٠٠٠	
بغداد	الأولى	١٥.٥٤٠	٥.٥٨٣	٣٨	٠.٠٠٠	١.٤٤٥
	الثانية	١٦.٩٨٥	٥.٥٨٣	٣٦.٤٣١	٠.٠٠٠	

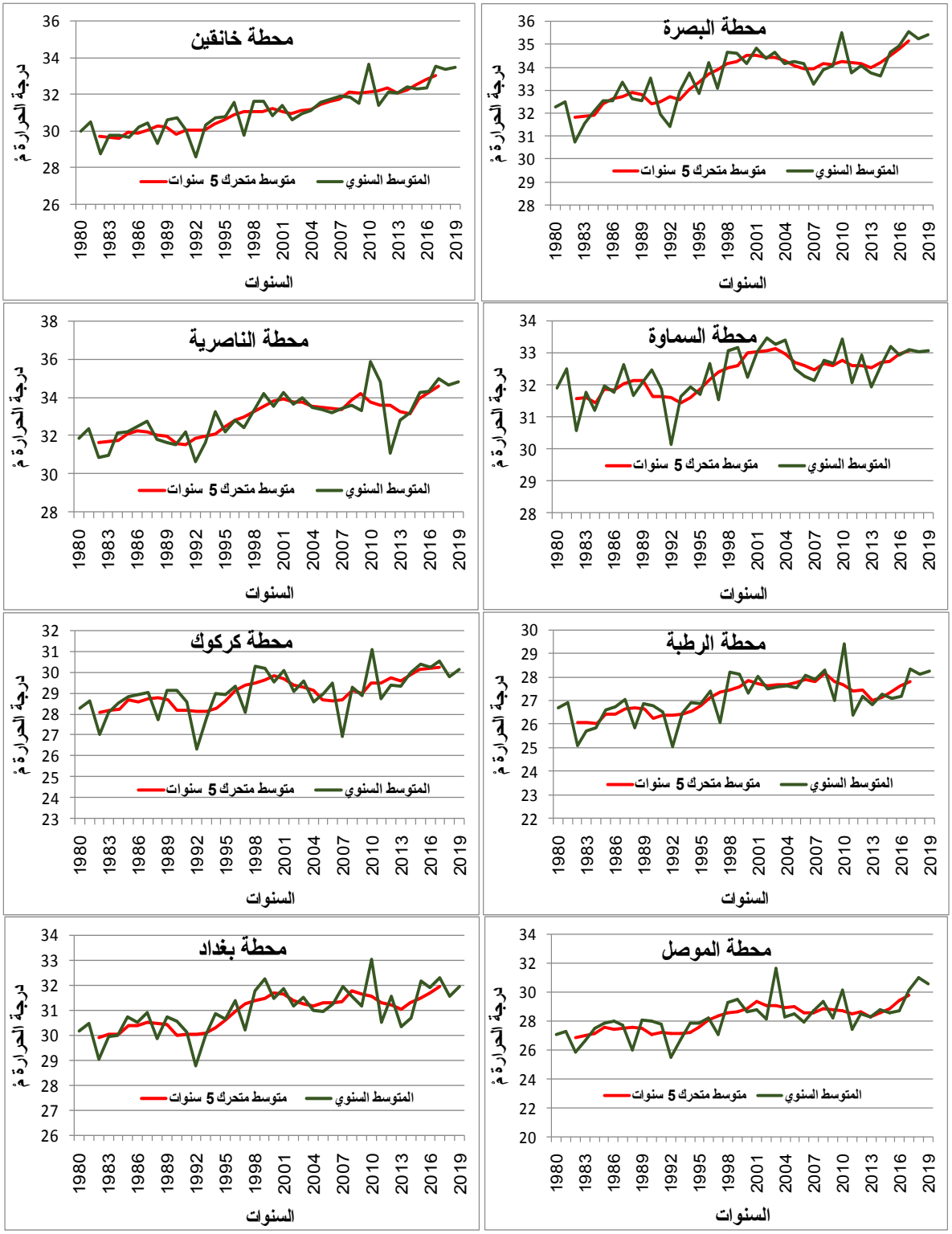
المصدر: الباحثين

ثانيا: اتجاهات التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة العظمى:

أظهرت نتائج تحليل الطرق الإحصائية المستخدمة لمعرفة اتجاه التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة العظمى حقائق علمية تأكد على وجود اتجاه حرارة لزيادة درجة الحرارة العظمى السنوية للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ في العراق، ونفصلها كالآتي:

١ـ المتوسطات المتحركة:

تشير منحنيات المتوسطات المتحركة (الشكل٨) على وجود اتجاهات لتزايد المعدلات السنوية لدرجة الحرارة العظمى في محطات البصرة وخانقين والرطبة والموصل بشكل ملحوظ بداية من سنة ١٩٨٠ واستمر في الارتفاع حتى نهاية مدة الدراسة سنة ٢٠١٩، في حين كان الاتجاه نحو الزيادة في محطتي السماوة والناصرية منذ بداية عقد التسعينيات إلى نهاية سنة ٢٠١٩، وأخيرا سجلت باقي المحطات المناخية تزايدا بداية منذ منتصف التسعينيات إلى سنة ٢٠١٩.

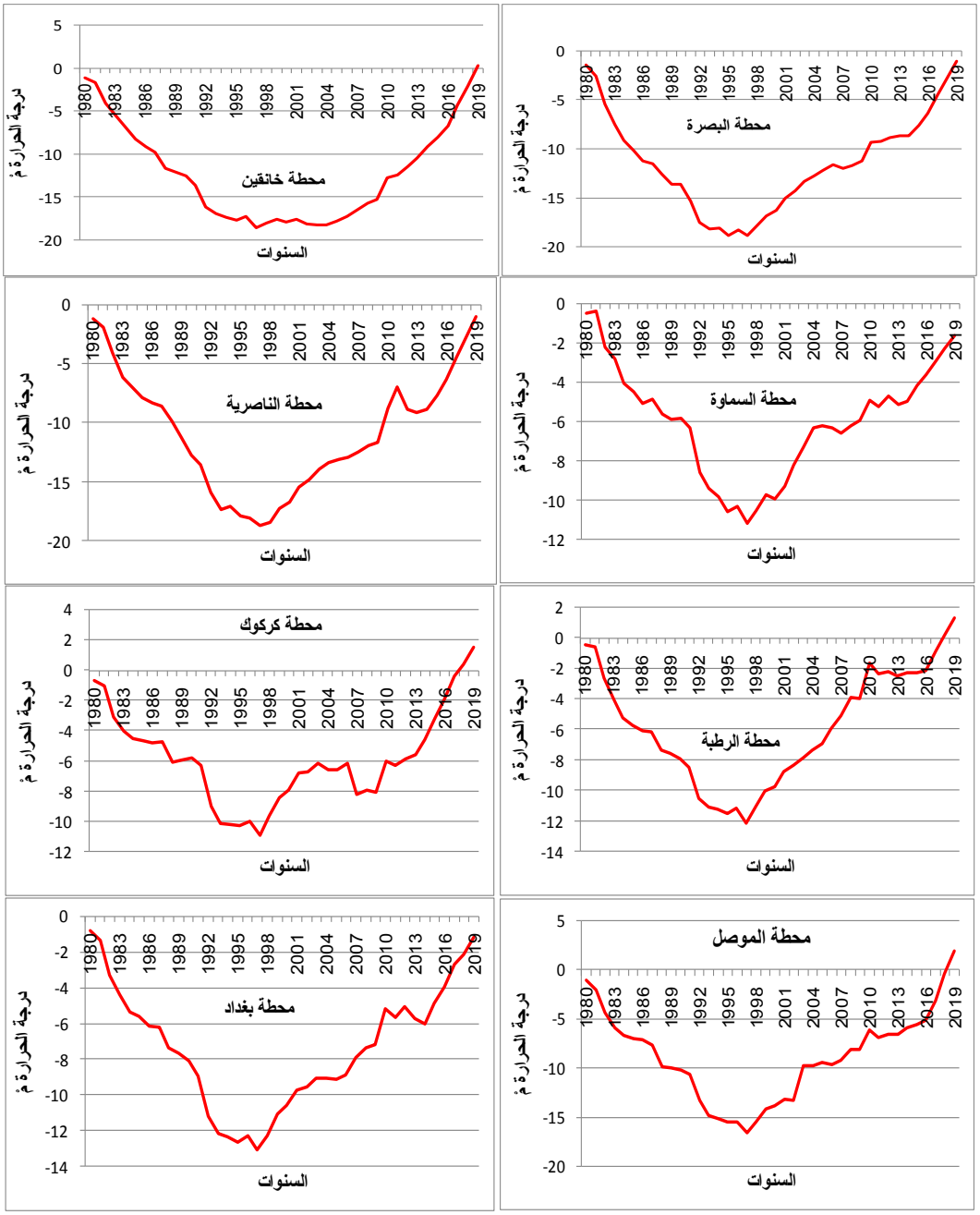


المصدر: الباحثين

الشكل٨: المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة العظمى في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩

٢ـ الفروق المجمعة:

أظهرت منحنيات الفروقات المتجمعة اتجاها للزيادة في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة في جميع المحطات المناخية المدروسة بالعراق للمدة ١٩٨٠–٢٠١٩ منذ منتصف عقد التسعينيات وبشكل مستمر وواضح إلى نهاية فترة الدراسة سنة ٢٠١٩ (الشكل٩).



المصدر: الباحثين

الشكل٩: الفروق المجمعة لدرجة الحرارة العظمى في العراق للمدة ١٩٨٠–٢٠١٩

٣ـ الانحدار الخطي:

أشارت نتائج تحليل الانحدار باستخدام حزمة التحليل الإحصائي SPSS إلى وجود قيمً موجبة للتغير (b) (الجدول٧) و(الشكل١٠) تَدل على تزايد المعدلات السنوية لدرجة الحرارة العظمى في جميع المحطات المناخية المدروسة بالعراق على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١ فقد تراوحت قيمة (b) بين ٠.٠٣٩ في محطة السماوة، و٠.٠٩٣ في خانقين، وكانت نسبة التباين المفسر R^2 بين ٠.٣٢٦ في محطة كركوك و ٠.٧٥٠ في محطة خانقين.

الجدول٧: الانحدار الخطي لدرجة الحرارة السنوية العظمى في العراق للمدة ١٩٨٠– ٢٠١٩

المحطة المناخية	معامل الانحدار(b)	قيمة T	مستوى الدلالة الإحصائية(sig)	نسبة التباين المفسر(R^2)
البصرة	٠.٠٨٢	٨.٢٨٧	٠.٠٠٠	٠.٦٤٤
خانقين	٠.٠٩٣	١٠.٦٦٣	٠.٠٠٠	٠.٧٥٠
السماوة	٠.٠٣٩	٤.٤٨٣	٠.٠٠٠	٠.٥٨٨
الناصرية	٠.٠٧٨	٦.٤٥٧	٠.٠٠٠	٠.٥٢٣
الرطبة	٠.٠٤٨	٤.٤٨٩	٠.٠٠٠	٠.٣٨٢
كركوك	٠.٠٥٠	٤.٢٩٢	٠.٠٠٠	٠.٣٢٦
الموصل	٠.٠٧٤	٥.٤١٢	٠.٠٠٠	٠.٤٣٥
بغداد	٠.٠٥٠	٥.٣٩٩	٠.٠٠٠	٠.٤٣٤

المصدر: الباحثين

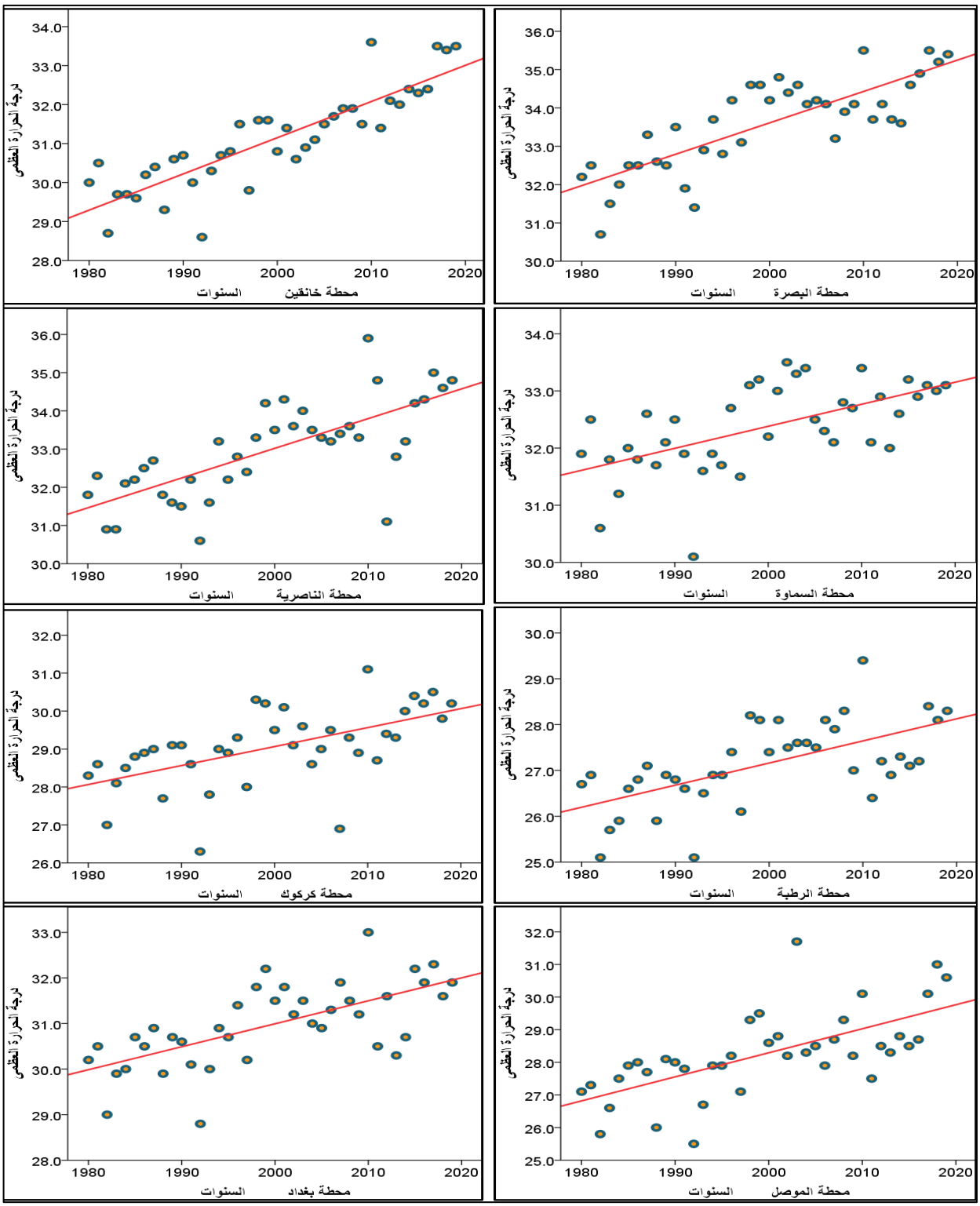
٤ . اختبار t (t–test):

دلت نتائج تحليل اختبارt (الجدول٨) على وجود فروقٍ في المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى بين مدتي الدراسة لصالح المدة الثانية ٢٠٠٠–٢٠١٩ حيث كان الفرق في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى أكثر من ٠.٥ مْ في جميع المحطات المناخية بالعراق، فقد سجل في محطات البصرة وخانقين والناصرية والموصل أكثر من ١.٥مْ في حين كانت هناك فروق بين ٠.٨٨٥ و ٠.٩٣ في محطتي السماوة وكركوك على التوالي، وكانت جميع هذه الفروق معنوية وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١، لتُظهر النتائج اتجاهًا واضحًا للزيادة في المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العراق

الجدول٨: الفروق في المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة العظمى بالعراق بين مدتي الدراسة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٩ و٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩

المحطة المناخية	مدة الدراسة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى	قيمة(T)	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
البصرة	الأولى	٣٢.٧٥٠	5.977	٣٨	٠.٠٠٠	١.٦٤
	الثانية	٣٤.٣٩٠	٥.٩٧٧	٣٢.٣٠٥	٠.٠٠٠	
خانقين	الأولى	٣٠.٢١٥	٦.٣٧٠	٣٨	٠.٠٠٠	١.٧٨
	الثانية	٣١.٩٩٥	٦.٣٧٠	٣٧.٦٨٧	٠.٠٠٠	
السماوة	الأولى	٣١.٩٢٠	٤.٤٤٥	٣٨	٠.٠٠٠	٠.٨٨٥
	الثانية	٣٢.٨٠٥	٤.٤٤٥	٣١.٩٩٩	٠.٠٠٠	
الناصرية	الأولى	٣٢.١٤٠	٥.٦٦٠	٣٨	٠.٠٠٠	١.٦٨
	الثانية	٣٣.٨٢٠	٥.٦٦٠	٣٧.٢٥٢	٠.٠٠٠	
الرطبة	الأولى	٢٦.٦١٠	٤.٤٥٤	٣٨	٠.٠٠٠	١.٠٥٥
	الثانية	٢٧.٦٦٥	٤.٤٥٤	٣٦.٦٦٣	٠.٠٠٠	
كركوك	الأولى	٢٨.٥٧٥	٣.١٩٩	٣٨	٠.٠٠٣	٠.٩٣
	الثانية	٢٩.٥٠٥	٣.١٩٩	٣٧.٨٧٥	٠.٠٠٣	
الموصل	الأولى	٢٧.٤٩٤	٤.٤٩٨	٣٨	٠.٠٠٠	١.٥٢١
	الثانية	٢٩.٠١٥	٤.٤٩٨	٣٧.٨٠٨	٠.٠٠٠	
بغداد	الأولى	٣٠.٤٥٠	٤.٤٩٢	٣٨	٠.٠٠٠	١.٠٤
	الثانية	٣١.٤٩٠	٤.٤٩٢	٣٦.١٤٧	٠.٠٠٠	

المصدر: الباحثين



المصدر: الباحثين

الشكل ١٠: الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية العظمى (مْ) في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩

ثالثا:اتجاهات التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى:

اعتمدت الدراسة العديد من الطرق الإحصائية لمعرفة اتجاهات التغير في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى في العراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩، والتي دلت على حدوث تغيرات نحو الزيادة في درجة الحرارة الصغرى، ونفصلها على النحو التالي:

١ـ المتوسطات المتحركة:

أظهرت المتوسطات المتحركة (الشكل١١) اتجاهًا للزيادة في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في المحطات المُناخية المدروسة بالعراق، حيث كانت الزيادة طفيفة مع بداية فترة الدراسة واستمرت في التزايد التدريجي وبعدها سجلت ارتفاعًا ملحوظًا في العقدين الأخيرين حتى سنة ٢٠١٩، ويمكن تفصيلها على النحو التالي:

. شهد منحي المتوسطات المتحركة في محطة البصرة اتجاها للزيادة بشكل ملحوظ في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى منذ عقد الثمانينيات بشكل تدريجي وأخذ في التزايد المستمر بشكل ملحوظ خلال العقد الأخير من الدراسة.

ـ أظهر (الشكل١١) زيادة واضحة في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في محطة خانقين كاتجاه حراري منذ سنة ١٩٩٣ وبشكل متواصل إلى نهاية مدة الدراسة سنة ٢٠١٩.

ـ شهد منحى درجة الحرارة السنوية الصغرى في محطة السماوة ارتفاعا واضحا منذ نهاية عقد التسعينيات وبشكل مستمر حتى سنة ٢٠١٩، كان التزايد بشكل تدريجي.

ـ الملاحظ من منحنى المتوسطات المتحركة لمحطة الناصرية ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ اعتبارا من عقد الثمانينيات وبشكل واضح ومستمر حتى نهاية مدة الدراسة سنة ٢٠١٩.

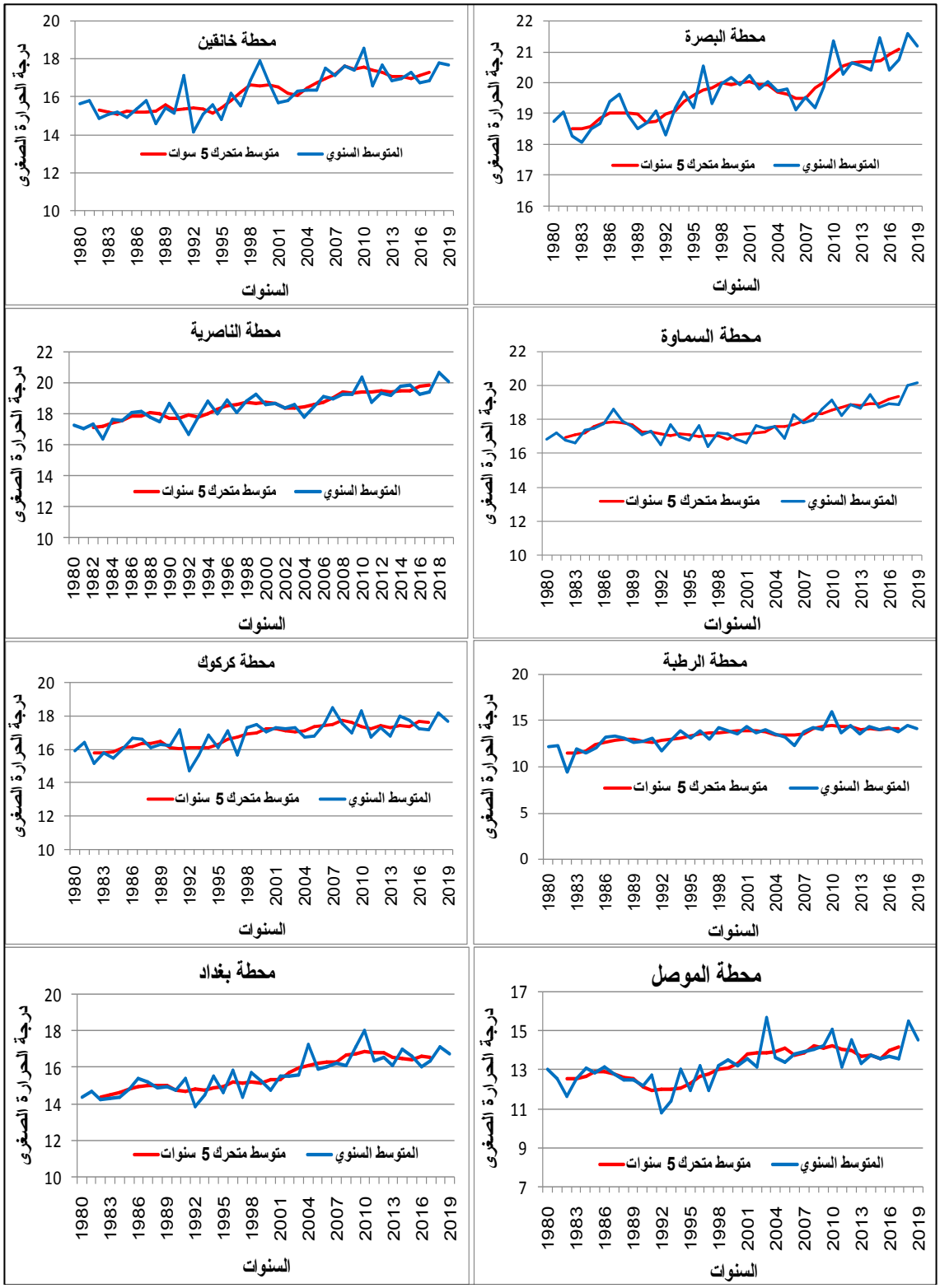
ـ يظهر (الشكل١١) اتجاها ملحوظ للزيادة في منحنى المتوسطات المتحركة للمعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى لمحطات الرطبة وكركوك وبغداد وبشكل تدريجي منذ سنة ١٩٨٠ –٢٠١٩.

ـ يلاحظ من منحنى المتوسطات المتحركة لمحطة الموصل ظهور اتجاها للزيادة في درجة الحرارة السنوية الصغرى بداية من منتصف عقد التسعينيات وبصورة مستمرة خلال العقود اللاحقة حتى سنة ٢٠١٩.

٢ـ الفروق المجمعة:

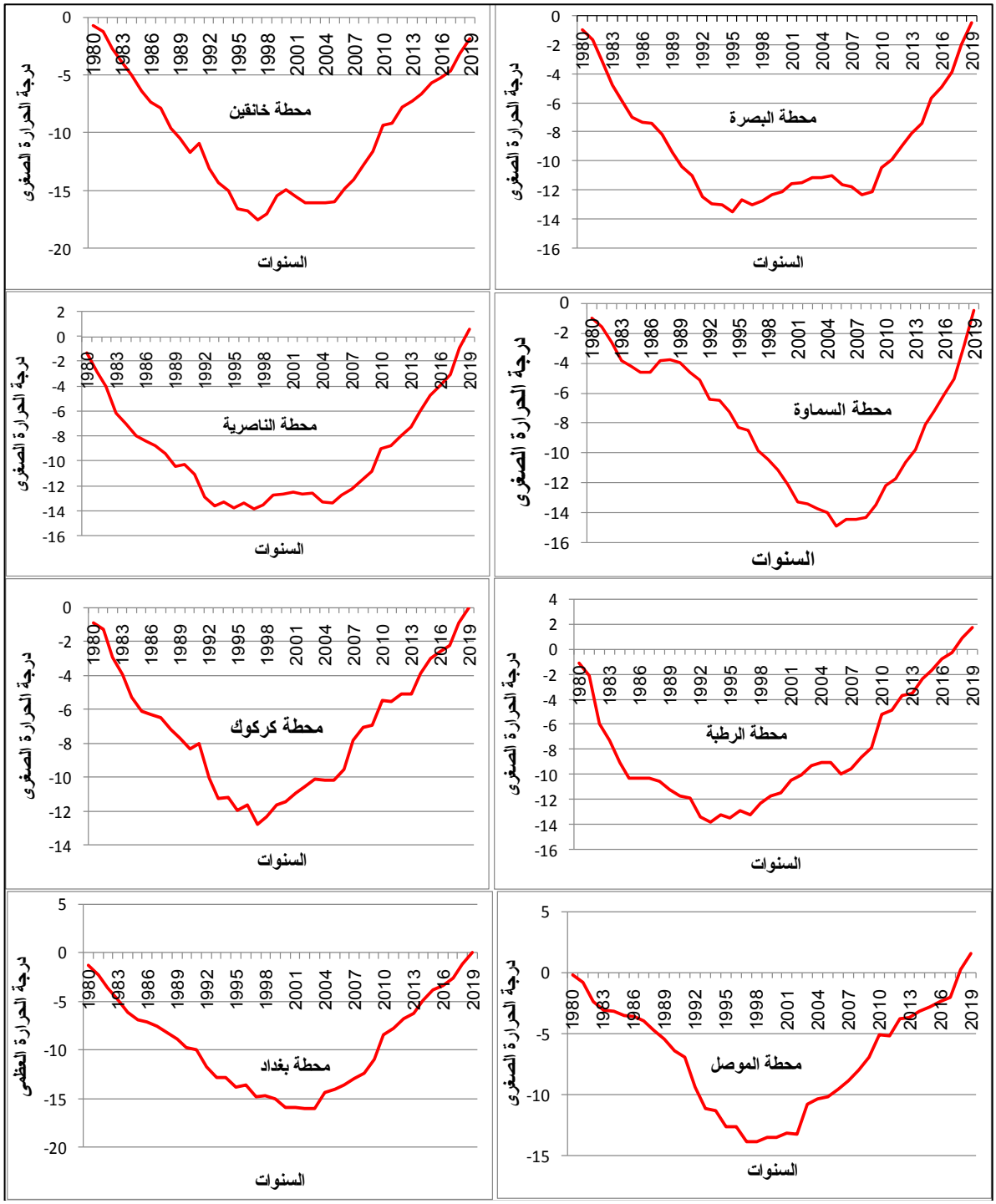
أظهرت منحنيات الفروقات المتجمعة اتجاهًا حراريًا للزيادة في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في جميع محطات الدراسة (الشكل١٢)، يبدأ كاتجاه ملحوظ منذ منتصف عقد التسعينيات، ويَستمر إلى نهاية سنة ٢٠١٩ في كل من محطات البصرة وخانقين والرطبة والموصل وكركوك، في حين كانت الزيادة في

محطة السماوة منذ سنة ٢٠٠١ إلى سنة ٢٠١٩ وبشكل ملحوظ خلال العقد الأخير من الدراسة، وسجلت محطة بغداد تزايدا ملحوظا في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى منذ سنة ٢٠٠١ وبشكل مستمر إلى سنة ٢٠١٩، أما محطة الناصرية فقد كان تزايدها خلال العقدين الأخيرين من الدراسة وبشكل واضح، ومن هنا تُؤكد نتائج تحليل السلاسل الزمنية للفروقات المتجمعة نتائج المتوسطات المتحركة على وجود اتجاها عام للتزايد في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى في العراق.



المصدر: الباحثين

الشكل ١١: المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة الصغرى في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩



المصدر: الباحثين

الشكل١٢: الفروق المجمعة لدرجة الحرارة العظمى في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩

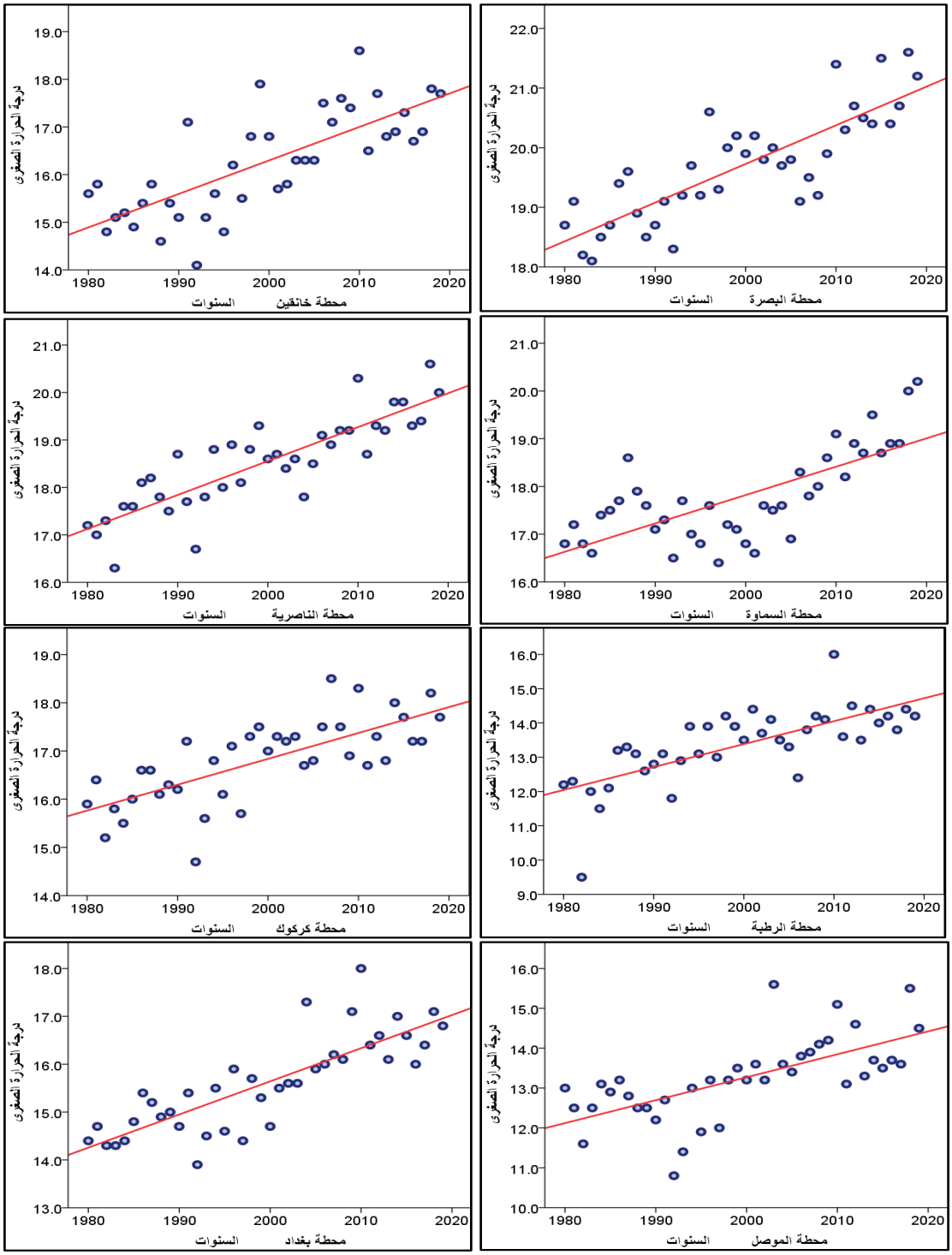
٣ـ الانحدار الخطي:

أشارت نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط إلى وجود قيم موجبة للتغير b تَدل على حدوث تزايد في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في جميع محطات الدراسة بالعراق (الجدول٩)، و(الشكل١٣). وكانت قيم معامل الانحدار بين ٠.٠٥٤ في محطة كركوك، و٠.٠٧٠ لمحطة خانقين، وبذلك تكون الزيادة معنوية وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١ في جميع المحطات المُناخية للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩، في حين كانت نسب التباين المفسر R^2 عالية في جميع محطات الدراسة مما يدل على قوة علاقة الارتباط بين المتغير التابع والمستقل حيث تراوحت قيمته بين ٠.٤٣٨ في محطة الموصل و٠.٧٢٩ في محطة الناصرية.

الجدول٩: الانحدار الخطي لدرجة الحرارة السنوية الصغرى في العراق للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩

المحطة المناخية	معامل الانحدار(b)	قيمة T	مستوى الدلالة الإحصائية(sig)	نسبة التباين المفسر (R^2)
البصرة	٠.٠٦٥	٨.٩٨٤	٠.٠٠٠	٠.٦٨٠
خانقين	٠.٠٧٠	٧.٠٦٥	٠.٠٠٠	٠.٥٨٨
السماوة	٠.٠٥٩	٦.٣٤٧	٠.٠٠٠	٠.٥١٥
الناصرية	٠.٠٧١	١٠.١١٨	٠.٠٠٠	٠.٧٢٩
الرطبة	٠.٠٦٧	٦.٣٣٥	٠.٠٠٠	٠.٥١٤
كركوك	٠.٠٥٤	٦.٥٢٧	٠.٠٠٠	٠.٥٢٩
الموصل	٠.٠٥٨	٥.٤٣٩	٠.٠٠٠	٠.٤٣٨
بغداد	٠.٠٦٩	٨.٧٤٦	٠.٠٠٠	٠.٦٦٨

المصدر: الباحثين



المصدر: الباحثين

الشكل١٣: الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية الصغرى (مْ) في العراق للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩

٤ . اختبار t (t–test):

أظهرت نتائج تحليل اختبارt (الجدول١٠) وجود فروقٍ في المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى بين مدتي الدراسة لصالح المدة الثانية ٢٠٠٠–٢٠١٩ حيث كان الفروق في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى أكثر من ١مْ في جميع المحطات المناخية بالعراق، كان أعلاها في محطة بغداد بنحو ١.٤٨٥مْ، و١.٤٤٥مْ في محطة خانقين، وبلغ نحو ١.٤٣٥مْ في محطة الموصل، في حين تراوحت الفروق في باقي المحطات المناخية بين ١.١مْ في محطة السماوة و١.٣مْ في محطة الناصرية، وكانت جميع الفروق معنوية وذات دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١، لتُظهر النتائج اتجاهًا ملحوظا للزيادة في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى في العراق.

الجدول١٠: الفروق في المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة الصغربالعراق بين مدتي الدراسة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٩ و٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩

المحطة المناخية	مدة الدراسة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى	قيمة(T)	درجات الحرية	مستوى الدلالة الإحصائية	فرق المتوسط
البصرة	الأولى	١٩.١٠٠	5.348	٣٨	٠.٠٠٠	١.١٩
	الثانية	٢٠.٢٩٠	٥.٣٤٨	٣٧.٧٩٧	٠.٠٠٠	
خانقين	الأولى	١٥.٥٤٠	٥.٥٨٣	٣٨	٠.٠٠٠	١.٤٤٥
	الثانية	١٦.٩٨٥	٥.٥٨٣	٣٦.٤٣١	٠.٠٠٠	
السماوة	الأولى	١٧.٢٤٠	٤.٣٣١	٣٨	٠.٠٠٠	١.١
	الثانية	١٨.٣٤٠	٤.٣٣١	٢٨.٩٥٧	٠.٠٠٠	
الناصرية	الأولى	١٧.٨٧٠	٥.٦٠٧	٣٨	٠.٠٠٠	١.٣
	الثانية	١٩.١٧٠	٥.٦٠٧	٣٧.٤٥٧	٠.٠٠٠	
الرطبة	الأولى	١٢.٧٢٠	٤.٤٤٤	٣٨	٠.٠٠٠	١.٢٦
	الثانية	١٣.٩٨٠	٤.٤٤٤	٣٢.٥٠٤	٠.٠٠٠	
كركوك	الأولى	١٦.٢٣٠	٥.٧٣٣	٣٨	٠.٠٠٠	١.١٦
	الثانية	١٧.٣٩٠	٥.٧٣٣	٣٤.٩٤١	٠.٠٠٠	
الموصل	الأولى	١٢.٥٢٥	٦.٢٩٢	٣٨	٠.٠٠٠	١.٤٣٥
	الثانية	١٣.٩٦٠	٦.٢٩٢	٣٧.٨٢٩	٠.٠٠٠	
بغداد	الأولى	١٤.٨٦٥	٧.١٨٩	٣٨	٠.٠٠٠	١.٤٨٥
	الثانية	١٦.٣٥٠	٧.١٨٩	٣٤.٥٤٩	٠.٠٠٠	

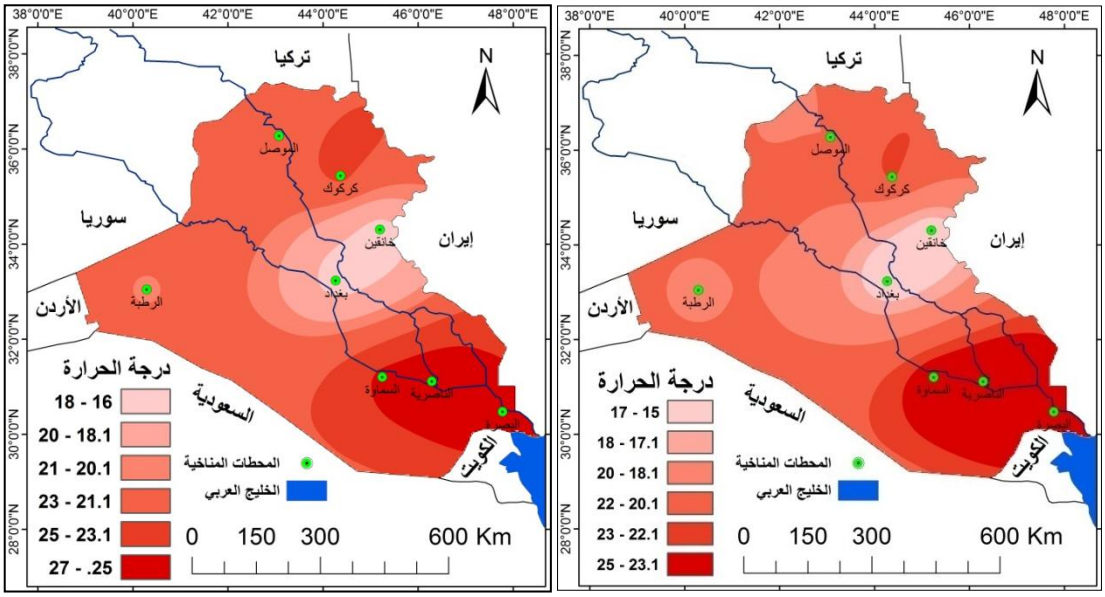
المصدر: الباحثين

ج . الخرائط الرقمية لفروق المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة في العراق بين مدتي الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:

أظهرت خرائط التظليل المساحي أو النسبي Choropleth mapsاختلافات مكانية واضحة للتوزيع الجغرافي لدرجة الحرارة السنوية بين مدتي الدراسة في العراق لصالح المدة الثانية من الدراسة للفترة ٢٠٠٠ – ٢٠١٩ اعتمادا على طريقة كريجنج Kriging بعد عمل قاعدة بيانات جغرافية لمتوسطات درجة الحرارة السنوية لكل مدة، وإنتاج خرائط رقمية لها، ونفصلها كالآتي:

١. الحرارة الجافة:

نلاحظ من (الشكل١٤) أن أعلى نطاقات لتوزيع درجة الحرارة السنوية الجافة للمدة ١٩٨٠ – ١٩٩٩ تتركز في أقصى الجنوب والجنوب الشرقي ليضم محطات البصرة والناصرية والسماوة والتي تتراوح معدلاتها المقدرة بين ٢٣.١ –٢٥مْ في حين تنخفض درجة الحرارة تدريجيا بالاتجاه نحو الشرق والشمال، والشمال الشرقي والغربي فقد شكلت محطتي خانقين وبغداد أقل معدلات سنوية لدرجة الحرارة الجافة بين ١٥ – ١٧مْ، ووقعت محطة الرطبة في النطاق الحراري ١٨.١ – ٢٠مْ أما محطة الموصل فكانت في نطاق٢٠.١ –٢٢مْ، في حين أظهرت الخريطة الرقمية للمدة الثانية ٢٠٠٠ – ٢٠١٩ اختلافا واضحا حول تزايد مناطق النطاق الحراري ٢١.١ –٢٣مْ مقارنة بالمدة الأولي من الدراسة على حساب النطاق الحراري ٢٠.١–٢١مْ، وتناقص مساحة النطاق الحراري ٢٥.١ –٢٧مْ وارتفاع درجة الحرارة نحو ٢مْ عن المدة الأولى، كما تناقصت مساحة النطاق الحراري ١٦–١٨مْ التي تمثله محطتي خانقين وبغداد وزيادة درجة حرارته ١م عن معدله في المدة الأولى، مع تزايد مساحة النطاق الحراري السنوي لدرجة الحرارة الجافة ٢٣.١ –٢٥ في محطة كركوك (الشكل١٥).



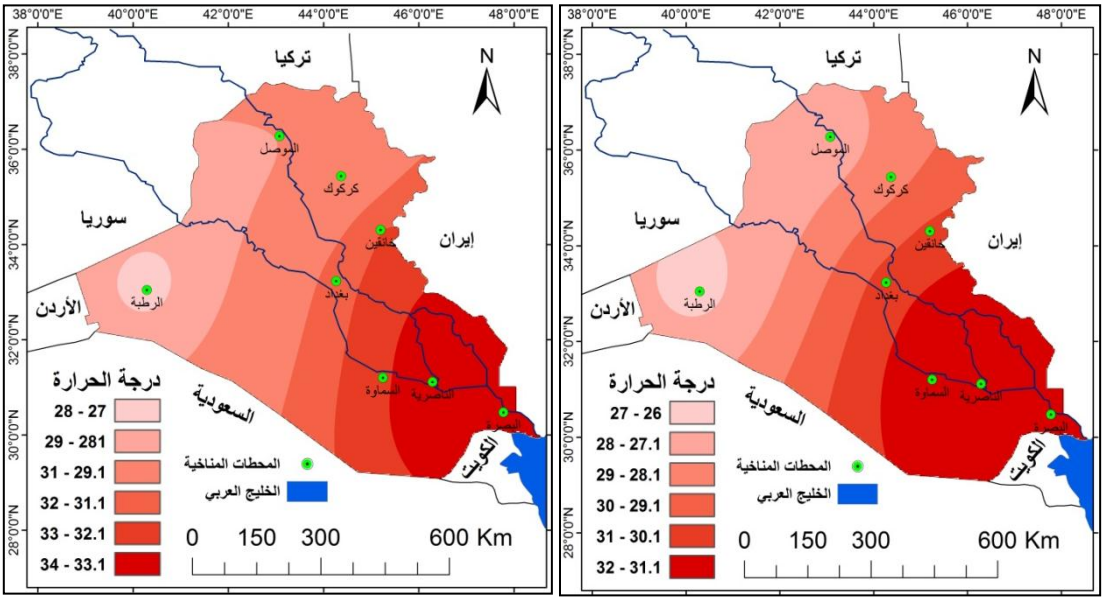
المصدر: الباحثين باستخدام GISاعتمادا على:الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة،٢٠٢٠

الشكل١٤: المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الجافة في العراق للمدة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٩

الشكل١٥: المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الجافة في العراق للمدة ٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩

٢. الحرارة العظمى:

أظهرت الخرائط الرقمية للمعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمي للمدة ١٩٨٠-١٩٩٩(الشكل١٦) انخفاض المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمي في الأطراف الشمالية والشمالية الغربية في محطتي الرطبة والموصل حيث تراوح بين ٢٦-٢٨مْ، ثم أخذ المتوسط بالتزايد التدريجي كلما اتجهنا إلى الجنوب والجنوب الشرقي لتمثل قيمته بين ٣١.١-٣٢مْ في محطات البصرة والناصرية والسماوة، في حين شهدت الأجزاء الوسطى من العراق تنوع في توزيع نطاقات المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى بين ٢٨.١ -٣١مْ في محطات كركوك وخانقين وبغداد، أما أعلى متوسطات لدرجة الحرارة العظمى للمدة الثانية ٢٠٠٠-٢٠١٩ كانت في الأطراف الجنوبية والجنوبية الشرقية في البصرة والناصرية مع زيادة درجة الحرارة نحو ٢مْ عن المدة الأولي وخروج محطة السماوة منه، وتراجع النطاق الحراري الأول، وسجلت أدنى متوسطات لدرجة الحرارة خلال المدة الثانية في محطة الموصل والرطبة بشكل واضح وارتفاع درجة الحرارة فيها نحو١مْ مقارنة بالمدة الأولي، كما تزايد مساحة النطاق الحراري ٢٩.٠-٣١مْ بشكل كبير وزيادة حرارته بنحو ٢مْ عن معدله للمدة ١٩٨٠-١٩٩٩ كما في محطة كركوك (الشكل١٧).



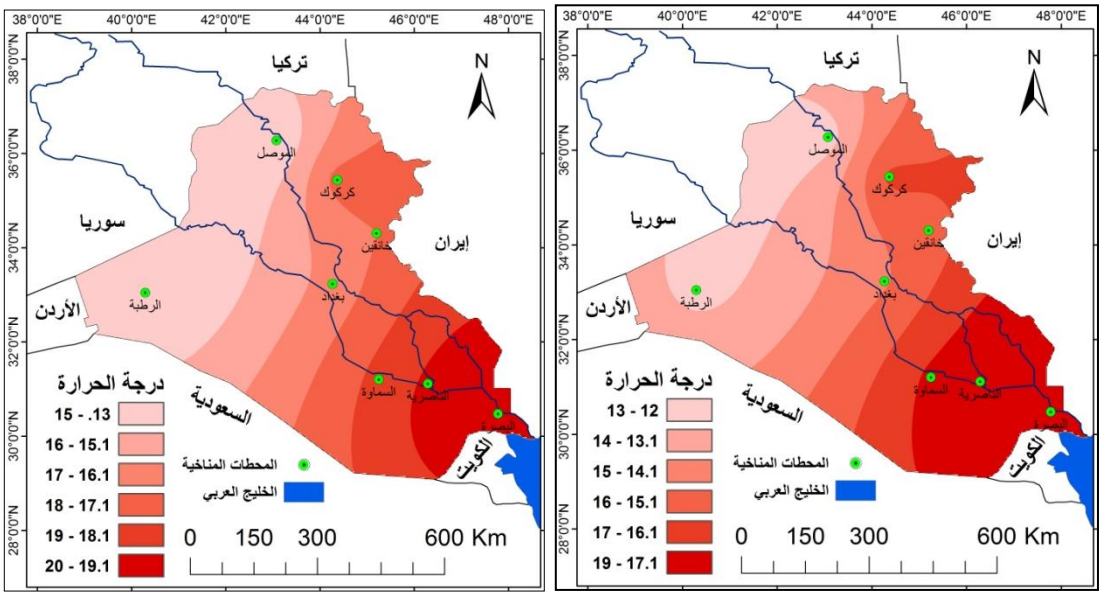
المصدر: الباحثين باستخدام GISاعتمادا على:الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة،٢٠٢٠

الشكل١٦: المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العراق للمدة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٩

الشكل١٧: المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العراق للمدة ٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩

٣. الحرارة الصغرى:

يلاحظ من (الشكل١٨) أن المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى ينخفض في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية للمدة ١٩٨٠-١٩٩٩ في محطتي الموصل والرطبة بين ١٢-١٣مْ في حين زاد عن هذا المعدل خلال المدة الثانية من الدراسة ٢٠٠٠-٢٠١٩ ليسجل زيادة بمقدار ٢مْ وتوسع نطاقه الحراري بشكل واضح (الشكل١٩) في محطتي الموصل والرطبة، كما ازدادت مساحة النطاق الحراري الرابع الذي يمثل محطة كركوك المدة الثانية وتبلغ زيادته بين ١-٢مْ عن معدله للمدة الأولى البالغ بين ١٥.١-١٦، في حين رافق تراجعت مساحة النطاق الأعلى حرارة خلال المدة الثانية ٢٠٠٠-٢٠١٩ زيادة ملحوظة في متوسط درجة الحرارة الصغرى لأكثر من ١مْ ليشمل محطات البصرة والناصرية، أما الأجزاء الوسطى من العراق فقد شهدت توسع في النطاقات الحرارة خلال المدة الثانية من الدراسة مع زيادة في المعدلات السنوية نحو٢مْ مقارنة مع المدة الأولي في محطتي خانقين وبغداد، في حين ازدادت نطاق محطة كركوك بشكل واضح للمدة الثانية من الدراسة ليمثل زيادة لأكثر من ١مْ، وحيث يدل اتساع النطاقات الحرارية للمعدل أو المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (الجافة والعظمى والصغرى) للمدة الثانية من الدراسة بين ١-٢مْ على وجود اتجاه لتزايد المعدلات الحرارة في العراق خلال العقود الثلاثة الأخيرة.



المصدر: الباحثين باستخدام GISاعتمادا على:الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة،٢٠٢٠

الشكل١٨: المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في العراق للمدة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٩

الشكل١٩: المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في العراق للمدة ٢٠٠٠ ـ ٢٠١٩

النتائج:

تعد دراسة تغير اتجاهات عناصر المناخ من الموضوعات التي تحتاج المزيد من الدراسات العلمية على مستوى الوطن العربي ووضع استراتيجيات مستقبلية وخطط للإنذار المبكر والتكيف مع هذه التغيرات لتأثيرها المباشر على حياة الإنسان ونشاطاته؛ وتَوصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج، أهمها:

١. بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة السنوية الجافة في العراق نحو ٢٣.٥مْ، ويتباين توزيعه مكانيا داخل منطقة الدراسة حيث يتراوح بين ٢٠.٣مْ في محطة الرطبة و٢٦.٤مْ في محطة البصرة، كما أظهرت المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الجافة تباينا مكانيا وزمانيا بين محطات المناخية المدروسة.

٢. أن المعدل العام لدرجة الحرارة العظمى في العراق بلغ ٣٣.٦مْ، مع تباينه بين المحطات المناخية المدروسة فقد سجل بين ٢٧.١مْ في محطة الرطبة ونحو ٣٣.٦ في محطة البصرة في حين كان ٣١مْ في محطة بغداد،وقد تميزت أشهر الصيف بارتفاع المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الشهرية للمدة ١٩٨٠-٢٠١٩حيث سجل شهر يوليو أعلى معدلات درجة الحرارة العظمي بين أشهر السنة بنحو ٤٤.٢مْ،وكان المعدل في شهر يونيو٤١.٤مْ ووصل إلى ٤٤مْ في شهر أغسطس.

٣. وصل المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى في العراق نحو ١٦.٤مْ، حيث اختلف المعدل من محطة إلى أخرى فقد بلغ أدنه ١٣.٢مْ في محطة الموصل ووصل أعلاه في محطة البصرة بنحو ١٩.٧مْ للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ (الجدول٤) في حين كان ١٣.٤مْ في محطة الرطبة و١٥.٦ في محطة بغداد، وسجلت باقي المحطات خانقين وكركوك والسماوة والناصرية ١٦.٣ و١٦.٨ و١٧.٨ و١٨.٥مْ على التوالي

٤. أظهرت منحنيات المتوسطات المتحركة اتجاه حراري واضح للزيادة في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة والعظمى والصغرى في جميع المحطات المُناخية بالعراق حيث كانت الزيادة ملحوظة خلال الفترة الثانية من الدراسة.

٥. أظهرت منحنيات قيم درجة الحرارة السنوية الجافة والعظمى والصغرى انحرافات عن معدلها العام للمدة ١٩٨٠ – ٢٠١٩ وبشكل متباين بين محطات منطقة الدراسة، فقد شهدت منحنيات الفروق المجمعة للمحطات المناخية اتجاهات ملحوظة للزيادة والارتفاع المستمر في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة خلال العقود الثلاثة الأخيرة وبشكل مستمر.

٦. بينت نتائج تحليل الانحدار قيمًا موجبة للتغير(b) تَدل على زيادة المعدل السنوي لدرجة الحرارة الجافة والعظمى والصغرى في جميع محطات الدراسة بالعراق على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١.

٧. أشارت نتائج تحليل اختبارTإلى وجود فروقا في المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة والعظمى والصغرى بين مدتي الدراسة لصالح المدة الثانية في جميع المحطات المناخية بالعراق، وكانت الفروق معنوية على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠١ في جميع المحطات لتأكد نتائج الإحصائية المستخدمة اتجاهاً حرارياً للزيادة في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في جميع المحطات المناخية بالعراق.

٨. تتفق نتائج هذه الدراسة من حيث تزايد المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الجافة والعظمى والصغرى مع الدراسات المحلية والإقليمية والعالمية في منطقة البحر المتوسط كدراسة (الوائلي، وعلي، ٢٠١٣) التي أوضحت أن هناك تغيرات في المعدلات درجات الحرارة العظمى الشهرية في العراق حيث وصل معدل التغير السنوي بين ١.٢مْ و١.٦مْ، ومع ما أظهرته دراسة (كاظم،٢٠١٣) عن وجود تزايد في درجة الحرارة السنوية والشهرية في المحطات المناخية المدرسة في العراق، ومع دراستي (سليم ٢٠١٦ و٢٠١٧) الذي أشار فيهما إلى وجود اتجاهات للزيادة في درجة الحرارة الصغرى والعظمى والصغرى في منطقة مصراتة للمدة ١٩٨٠–٢٠١٠، وكذلك ظهور اتجاهات للتغير نحوالزيادة في المعدلات الشهرية، والفصلية، والسنوية لدرجة الحرارة (الصغرى والعظمى والجافة) على مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٥ في منطقة سرت.مع دراستي غانم، ٢٠٠٢، وبني دومي،٢٠٠٥، اللذان أشارا إلى وجود اتجاهات للزيادة في درجة الحرارة في الأردن وبصورة متباينة.

٩. أظهرت الخرائط الرقمية للمعدل السنوي لدرجة الحرارة (الجافة والعظمى والصغرى) في العراق تزايد واضح تراوح بين ١ – ٢مْ للمدة الثانية من الدراسة ٢٠٠٠-٢٠١٩ مقارنة بالمدة الأولى ١٩٨٠-١٩٩٩.

التوصيات:

١. دعم التعاون الإقليمي في الدراسات المناخية وخاصة في ظل التغيرات المناخية المرصودة والمحتملة التي تشهدها مناطق البحر المتوسط.

٢. وضع خطط التنمية المستدامة للموارد البيئة الطبيعية في العراق وخاصة المائية والموارد الغابية.

٣. بناء قاعدة بيانات جغرافية مناخية وإتاحتها أمام الباحثين لدراسة التغير في عناصر المناخ ووضع خطط التكيف معها عربيا.

٤. العمل على تطوير القدرات العلمية العربية في مجال النمذجة والتنبؤات المناخية المستقبلة وتقديم الدعم المالي، ومراعاة نتائجها في برامج وخطط التنمية الشاملة.

المراجع

أولا:المراجع العربية

١. الحميداوي، شيرين مجبل، (٢٠٢٠)، استخدام مؤشر الاختلاف النباتي القياسي NDVI في تقدير الجفاف في مناطق مختارة من العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، العراق.

٢. الموسى، فواز،(٢٠١٤)،**تحليل مناخي إحصائي لحرارة الهواء وقرائنها في حلب**، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسة الآداب والعلوم الإنسانية والتربوية، العدد ٩٠، ٢٠١٦، سوريا.

٣. الوائلي، مثنى فاضل، (٢٠١٢)، **التغيرات المُناخية وتأثيراتها في الموارد المائية السطحية في العراق**، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الكوفة، العراق.

٤. الوائلي، مثنى فاضل، ومحمود بدر علي، (٢٠١٣)، **تغير معدلات درجات الحرارة العظمى والأمطار الساقطة وأثرها في تصاريف نهر دجلة في العراق**، مجلة آداب الكوفة، المجلد١، العدد١٦، جامعة الكوفة، العراق.

٥. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، **بيانات مناخية غير منشورة لدرجة الحرارة (الجافة، والعظمى، والصغرى)** للفترة ١٩٨٠-٢٠١٩ للمحطات المناخية المدروسة،٢٠١٩.

٦. سليم، علي مصطفى، (٢٠١٦)، **التغير المناخي وأثرة على درجة الحرارة في منطقة مصراتة خلال الفترة١٩٨٠ - ٢٠١٠** ، مجلة كلية التربية، المجلد٢، العدد٦، جامعة مصراتة، كلية التربية، ليبيا.

٧. سليم، علي مصطفى، (٢٠١٧)، **الاتجاهات العامة لدرجة الحرارة في منطقة سرت للفترة ١٩٤٦-٢٠١٠**، مجلة أبحاث سرت، العدد١٠، جامعة سرت، كلية الآداب، ليبيا.

٨. سليم، علي مصطفى، وأسمهان علي المختار، (٢٠٢٠)، **الخرائط المناخية لمنطقة الزاوية دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات** الجغرافية، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات المكانية، جيوتك٤، طرابلس ٣-٥ مارس، ليبيا.

٩. شحادة،نعمان، (١٩٧٨)،**الاتجاهات العامة والحديثة للحرارة في بلاد الشام، مجلة دراسات**، مجلد ٥،عدد ٢، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

١٠. غانم، علي أحمد، (٢٠٠٣)، **تغير الظروف الحرارية والتهطالية في عمان ودوريتها خلال القرن العشرين،مجلة جامعة دمشق**، مجلد ١٩،عدد ٣+٤، سوريا.

١١. كاظم، أحلام عبد الجبار، (٢٠١٣)، **الانحرافات السالبة والموجبة لدرجات الحرارة والأمطار عن معدلاتها العامة في محطات الموصل وبغداد والبصرة**، مجلة آداب البصرة، العدد٦٧، عدد خاص بالمؤتمر العلمي الخامس لكلية الآداب، العراق.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

10- Jason p, Evans, (2008), **21 St Century Climate Change in the Middle East**, Climatic Change , 92:417-432.

11-Pederson, D.,(2008), **Will Climate Change Reduce or Increase MiddleEast - Rainfall, Green Prophet**, H:\sabah\sabah3\Will ClimateChange Reduce Or Increase Middle East Rainfall Green Prophet.mht.

12-Bani-Domi. M,(2005), **Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Jordan**, Dept. of Geography Yarmouk University, Vol. 17-No.1, Irbid –Jordan.