Journal of Nature, Life and Applied Sciences
Volume (6), Issue (3): 30 Sep 2022
P: 13 - 32

ISSN: 2522-3356

مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية
المجلد (6)، العدد (3): 30 سبتمبر 2022م
ص: 13 - 32

Temperature trends in the Syrian Badia region during the period 1970-2020

Riad Mahmoud Qara Fallah

Rasha Youssef Khaddam

Faculty of Arts || Tishreen University || Syria

Abstract: The research aimed to analyze the value of the slope of the general trend line of average temperatures to determine the amount of annual and seasonal temperature change in the Syrian Badia region during 51 years, and to compare the temperature change during the period 1970-2000 with the period 2001-2020 by using the deductive and inductive approaches, statistical methods and information systems Geographical 10.2Arc GIS.

The results showed a statistically significant increase in the general trend line of the average annual and seasonal temperatures in all stations during the period 1970-2020, and the increases ranged between 2.5 °C in most stations and 3.2 °C in the summer.

The temperature increased in the period 2001-2020 compared to the period 1970-2000 by 1.3 °C in most stations, in a statistically significant way.

The maps of the spatial distribution of temperatures show an increase in annual temperatures over the area of the region in the eastern and northeastern regions, and the most prominent change in Al-Tanf station is by 2.6°C.

Keywords: climate change, temperature change, Syrian Badia.

اتجاهات درجات الحرارة في إقليم البادية السورية خلال المدة الزمنية 1970-2020

رياض محمود قره فلاح

رشا يوسف خدام

كلية الآداب || جامعة تشرين || سورية

المستخلص: هدف البحث إلى تحليل قيمة ميل خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة لتحديد مقدار تغير درجات الحرارة السنوية والفصلية في إقليم البادية السورية خلال 51 عاما، ومقارنة تغير درجات الحرارة خلال المدة الزمنية 1970-2000 بالمدة الزمنية 2001-2020 عن طريق استخدام المنهجين الاستنتاجي والاستقرائي والأساليب الإحصائية ونظم المعلومات الجغرافي Arc GIS.10.2

أظهرت النتائج ارتفاع خط الاتجاه العام لمعدل درجات الحرارة السنوية والفصلية بشكل هام إحصائياً في جميع المحطات خلال المدة الزمنية 1970-2020، وتراوحت الزيادات بين 2.5 °م في معظم المحطات و3.2 °م في فصل الصيف.

كما ارتفعت درجات الحرارة في المدة الزمنية 2001-2020 بالمقارنة مع المدة الزمنية 1970-2000 بمقدار 1.3 °م في معظم المحطات بشكل هام إحصائياً.

تبين خرائط التوزيع المكاني لدرجات الحرارة ارتفاع درجات الحرارة السنوية على امتداد مساحة الإقليم في المناطق الشرقية والشمالية الشرقية وإن التغير الأبرز في محطة التنف بمقدار 2.6 °م.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ – تغير درجة الحرارة – البادية السورية.

مقدمة.

تعد درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية، إذ تعد المحرك الأساس لبقية عناصر المناخ الأخرى مثل الهطل والتبخر والضغط الجوي والرطوبة الجوية، وتؤثر بشكل هام على جميع المظاهر الحياتية فوق سطح الأرض (موسى، 2004، 36)، ويسبب أي تغير في درجة الحرارة حدوث تغير في المناخ الإقليمي والمناخ المحلي (الصالح وآخرون، 2005، 403).

يشير التقرير الصادر عن المنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC، 27، 2021)، أن درجة حرارة سطح الأرض قد ارتفعت بمقدار 1.09 درجة ضمن مجال ثقة يتراوح بين (0.95 إلى 1.20) درجة مئوية من المدة الزمنية (1850-1900) حتى المدة الزمنية (2011-2020). حيث يعد الارتفاع في درجات الحرارة تهديدا أكثر خطورة من جميع الكوارث الطبيعية الأخرى مجتمعة.

يعد الاتجاه العام لمسار درجة الحرارة في العالم وفي وحداته المكانية انعكاسا لمحصلة قوى عناصر الدفيئة الجوية في التسخين التي تتزايد مركباتها الغازية في الجو الأرضي بشكل مستمر، وبالتالي القوى الانعكاسية الإشعاعية للعوالق الصلبة في الجو (موسى، 2004، 61).

من المرجح أن تكون درجة حرارة سطح الأرض خلال المدة الزمنية من 2081 إلى 2100 أعلى بمقدار (1.0 إلى 1.8) درجة مئوية إذا استمرت الزيادة المتسارعة في نسبة الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي (IPCC، 52، 2021)، حيث ستسبب التغيرات طويلة الأجل في متوسط درجة حرارة الهواء قرب سطح الأرض آثارا مختلفة على النظام البيئي، بالأخص على النباتات والموازنة المائية في التربة والزراعة وصحة الإنسان (Hohman.R، 11، 2003).

ما سبق ذكره يحتم علينا إلقاء الضوء وتحليل مقدار التأثير الذي سببته تغيرات المناخ العالمي على الاتجاهات العامة لدرجات الحرارة في البادية السورية، ومن المفيد الذكر أن المناطق الشرقية من سورية قد تعرضت لأسوأ موجة حر لها عام 2007-2008 لم تحدث منذ أربعة عقود، أدت لحدوث أضرار اقتصادية هائلة على صعيد القطاع الزراعي (ACSAD، 26، 2011).

مشكلة الدراسة:

يعد ارتفاع درجات الحرارة مصدر قلق عالمي بحسب التقرير الأخير للمنظمة العالمية المعنية بتغيرات المناخ والذي يشير إلى أن ارتفاع درجات الحرارة بعد عام 2000 كان بارزا جدا، حيث مرت المنطقة الشمالية الشرقية من البادية السورية خلال المدة الزمنية من 2007-2010 بظروف جفاف حادة أدت إلى حدوث هبوط في الإنتاجية الزراعية وهجرة كبيرة للسكان في أقسى فترة جفاف مرت بها المنطقة الشرقية (Kaniewskia et al, 2012, 6). وسيواجه العالم أخطار مناخية متعددة على مدى العقدين المقبلين في ظل احترار عالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية (IPCC، 28، 2021).

أسئلة الدراسة:

- ما مدى ارتفاع ميل خط الاتجاه العام لدرجات الحرارة خلال المدة الزمنية 1970-2020 ؟
- ما مدى اختلاف معدلات درجات الحرارة خلال المدة الزمنية (1970-2020) بالمقارنة مع المدة الزمنية (2001-2020).
- ما أوجه التباين المكاني في درجات الحرارة بين محطات الدراسة خلال المدة الزمنية 1970-2020؟

فرضيات الدراسة:

- ارتفع خط الاتجاه العام لدرجات الحرارة خلال المدة الزمنية 1970-2020.
- ارتفعت معدلات درجات الحرارة خلال المدة الزمنية (1970-2020) بالمقارنة مع المدة الزمنية (2001- 2020).
- يوجد تباين مكاني وفروقات حرارية بين محطات الدراسة خلال المدة الزمنية 1970-2020.

أهداف الدراسة:

1. تحليل السلسلة الزمنية وتحديد مقدار ميل خط الاتجاه العام لمتوسطات لدرجات الحرارة السنوية والفصلية خلال المدة الزمنية 1970-2020 والأهمية الإحصائية لميل خط اتجاهها العام.
2. مقارنة التغيرات خلال المدة الزمنية 1970-2000 بالمدة الزمنية 2001-2020.
3. تمثيل التباينات المكانية لدرجات الحرارة باستخدام GIS.

أهمية الدراسة

تعد سورية من المناطق المعرضة بشكل كبير لتغيرات المناخ الحالية استنادا إلى تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية (AFED, 2009, 17). ويزداد خطر هذا التهديد عندما تقع منطقة الدراسة في منطقة الجافة وشبه الجافة، وبحسب التقرير الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC ،1 ،2022) أن متوسط الانبعاثات العالمية السنوية لغازات الاحتباس الحراري السنوية في تزايد حيث وصلت إلى أعلى مستوياتها في تاريخ البشرية خلال المدة الزمنية (2010-2019).

جاءت هذه الدراسة لرصد مقدار التغير والاختلاف في كميات درجات الحرارة السنوية والفصلية ووضع خرائط تبين مقدار التباين والاختلاف المكاني لكمية درجات الحرارة بين محطات الدراسة في إقليم البادية السورية.

الدراسات السابقة

- **دراسة نعمان شحادة (1978).** الاتجاهات العامة والحديثة للحرارة في بلاد الشام: هدف البحث تحديد الاتجاه الحديثة للحرارة في الثلاثين الأخيرة من بلاد الشام لثمان عشرة محطة موزعة في كل من سورية ولبنان والأردن وفلسطين 1940، بينت النتائج أن اتجاه درجات الحرارة السنوية في بلاد الشام يتجه نحو التزايد منذ أوائل القرن وحتى بداية الخمسينات منه، ثم نحو التناقص فيما بعد هو اتجاه عالمي وجده الكثير من الباحثين.
- **دراسة رجاء الصالح وآخرون (2005).** تحليل التغيرات الفصلية والسنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية في سورية: هدف البحث إلى دراسة التغيرات الفصلية والسنوية في درجة حرارة الهواء السطحية في سوريا لأثنتي عشرة محطة مناخية من مختلف مناطق سورية، أظهرت النتائج بأن الانحدار الخطي للمتوسطات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة أنه كان إيجابيا في معظم المحطات، وأن هناك بداية مهمة لفترة دفء بين عامي 1993، 1994 في جميع المحطات بالنسبة للمتوسطات السنوية، في حين كانت المتوسطات الفصلية في الخريف والصيف والربيع أعلى من المعدل خلال فترة الدراسة.
- **دراسة ميشل سكاف وآخرون (2011).**تغيرات الحرارة في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في سورية وآثارها الكامنة في الغطاء النباتي: تم دراسة خطوط الاتجاه واختبار مان كيندال في تحليل السلاسل الزمنية الفصلية والسنوية واختبار التوزيع الطبيعي لدراسة التغير في معدلات الحرارة السنوية وانحرافاتها من خلال تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين متساويتين لعشر محطات مناخية خلال المدة الزمنية 1958-2008.أظهرت

النتائج وجود اتجاه واضح ومعنوي نحو زيادة الحرارة الجافة خلال المدة الزمنية الدافئة من العام مع ارتفاع الحرارة الصغرى بشكل أكبر عن درجات الحرارة العظمى.

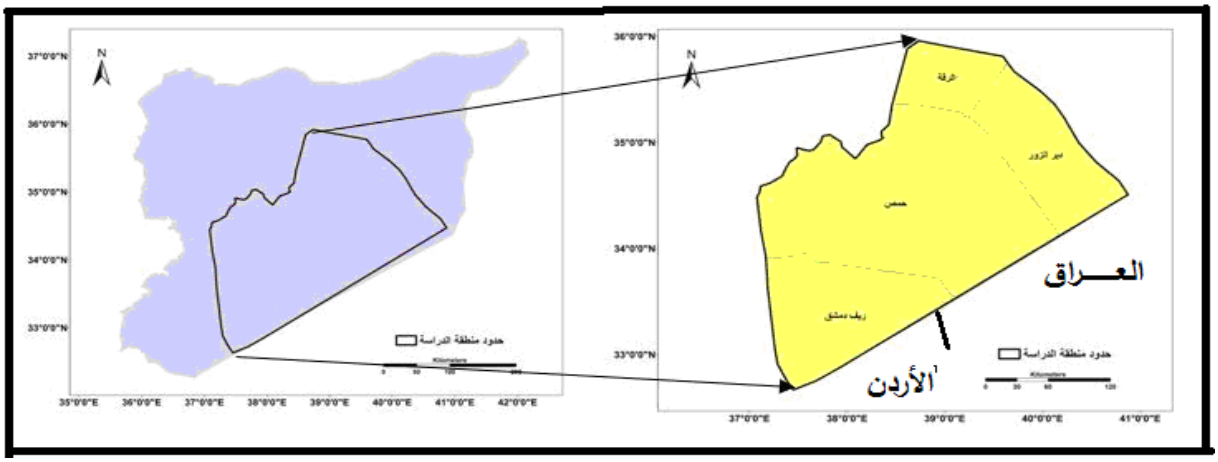
- **دراسة رياض قره فلاح (2014).** تحليل الكثافة الاحتمالية لمتوسطات درجات الحرارة السنوية الحدية في بعض محطات المنطقة الساحلية السورية باستخدام منحنى التوزيع الطبيعي: هدف البحث إلى تحليل ميل خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة السنوية الجافة في بعض محطات الساحل السوري خلال المدة الزمنية 1970-2010 لتحديد مقدار تغير درجة الحرارة وتأثير هذا التغير على تغير الكثافة الاحتمالية لحدوث متوسطات درجات حرارة سنوية متطرفة أو شاذة. أظهرت النتائج إلى وجود ارتفاع في درجة الحرارة في جميع المحطات بين 0.8 و2 درجة سلسيوس وكان هذا الارتفاع هام إحصائيا، ولم تنخفض درجة الحرارة في جميع المحطات عن معدلها العام خلال العقد الأول من القرن21 مما ساهم في ارتفاع المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الجافة خلال المدة الزمنية 2001-2010 بالمقارنة مع المدة الزمنية 1970-2000.
- **دراسة سجى الجابري (2022).** التغير في اتجاهات قرائن التطرف الحراري وتوقعاتها المستقبلية في محطتي الديوانية والحي: هدفت الدراسة إلى الكشف عن التغير في التطرف الحراري وتحليل اتجاه وتكرار هذا التغير عن طريق رسم اتجاه عام للسلاسل الزمنية نحو الارتفاع أو الانخفاض. أظهرت النتائج إلى حصول ارتفاعات واضحة في درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال الفصول وإلى توسع فصل على حساب فصل آخر، كما في فصل الشتاء حيث بدء بالتقلص أكثر فأكثر فضلا عن تلاشي واختفاء السمات المناخية لفصلي الربيع والخريف وأصبحا لا يفرقان بصفاتهما المناخية عن فصل الصيف.

منهجية الدراسة.

استخدم المنهج الاستقرائي والاستنتاجي معاً حيث يبتدئ من فكرة عامة وتفصيلاتها الخاصة حول وجود تغيرات مناخية في شرق البحر المتوسط حول ارتفاع درجات الحرارة وزيادة حدتها، ثم محاولة إثبات ذلك على المحطات المدروسة في البادية السورية للخروج بفكرة عامة مجددا حول واقع تغيرات درجات الحرارة لتعميم الفكرة على كامل المنطقة المدروسة بما يسمى الانتقال من الخاص إلى العام.

منطقة الدراسة

يمتد إقليم البادية السوري بين دائرتي عرض (20 55 °32 - 53 °35) شمال خط الاستواء، وخطي طول (35 05 °37 - 15 54 °40) شرق خط غرينتش، كما هو مبين بالشكل (1).



الشكل (1) الموقع الجغرافي لإقليم البادية السورية. المصدر: إعداد الباحثين.

يقع إقليم البادية في جنوب شرقي سورية يمتد من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي وهو أكبر الأقاليم السورية مساحة. يحده من الشمال إقليم هضبة حلب والشامية الشمالية وإقليم حوض العاصي، ومن الشرق والشمال الشرقي إقليم الجزيرة والفرات، ومن الغرب والجنوب الغربي إقليم الجبال العالية وإقليم الجنوب الغربي، أما الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي تكون الحدود هنا وهمية وغير طبيعية ترسمها الحدود السياسية بين سورية وكل من العراق والأردن (عبد السلام وآخرون، 2007، 149-177).

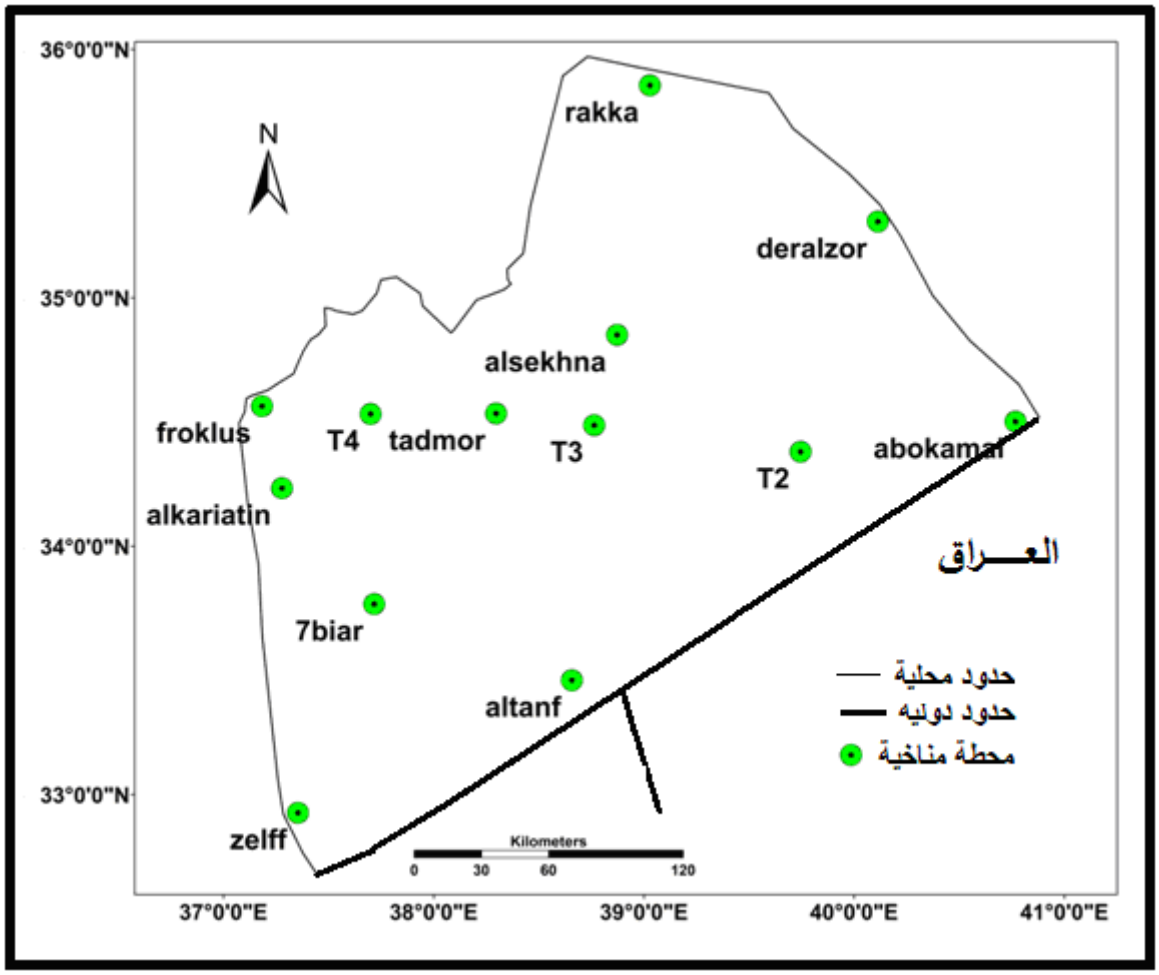
بيانات وأدوات البحث:

تم الحصول من المديرية العامة للأرصاد الجوية على المتوسطات الشهرية لكميات درجات الحرارة لـ عشرة محطة مناخية تنتمي لإقليم البادية السورية خلال المدة الزمنية 1970 -2020، حيث يبين الشكل (2) والجدول (1) مواقع المحطات وارتفاعاتها.

الجدول (1) إحداثيات وارتفاعات المحطات المدروسة

رقم	المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع	نوع المحطة	السلسلة الزمنية للبيانات
1	البوكمال	34 27 15	40 54 15	175	S	2020-1970
2	التنف	33 29 20	38 39 30	712	S	2020-1970
3	تدمر	34 33 20	38 16 40	400	S	2020-1970
4	دير الزور	35 20 20	40 08 25	215	S	2020-1970
5	T4	34 33	37 40	600	S	2020-1970
6	الرقة	35 53	39 02	246	S	2020-1970
7	سبع بيار	33 46 40	37 41 30	824	S	2020-1970
8	فركلس	34 36 30	37 05 35	675	C	2020-1970
9	القريتين	34 13 45	37 14 30	760	C	2020-1970
10	السخنة	34 52 50	38 52 10	500	C	2020-1970

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية بدمشق، بيانات شهرية منشورة، أخذت عام 2021



الشكل (2) خريطة تبين التوزع الجغرافي للمحطات المدروسة

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS استنادا على إحداثيات المحطات من المديرية العامة للأرصاد الجوية بدمشق

استخدمت أهم مقاييس النزعة المركزية والتشتت لتحديد القيم السنوية والفصلية لمتوسطات درجات الحرارة باستخدام SPSS26 الإحصائي. مثل فيما بعد الاتجاه العام الخطي لتغيرات درجات الحرارة السنوية بواسطة برنامج Excel، كان هذا ضروريا من أجل معرفة القيمة الرقمية لمقدار درجات الحرارة تبعا لتقسيمات الزمن المعتمدة في هذا البحث وفق المعادلة التالية:

$$Y = aX + b$$

حيث:

y القيمة التقديرية لمتوسطات درجات الحرارة

a يدل على مقدار تغير درجات الحرارة مع الزمن.

b قيمة y عند الزمن X.

من المهم جدا في هذا النوع من الدراسات اختبار الأهمية الإحصائية لتغير ميل الاتجاه العام للظاهرة المناخية بالنسبة للقيمة الصفرية التي تفترض عدم وجود تغير، وأهمية تغيرات متوسطات قيمها إحصائيا خلال الزمن، حيث اختبرت الأهمية الإحصائية لمعادلات انحدار متوسطات درجات الحرارة خلال المدة الزمنية 1970- 2000 بالمقارنة مع المدة الزمنية 2001 – 2020 من خلال تحليل الانحدار الخطي في برنامج SPSS 26، كما قورنت الأهمية

الإحصائية لمتوسطات درجات الحرارة من خلال اختبار فرضية الأوساط الحسابية (T-test) لمجتمع واحد، باستخدام معادلة الاختبار التالية (حميدان وآخرون، 2006):

$$Z = \frac{\left|\overline{X} - u\right|}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}}$$

حيث:

$\overline{X}$ القيمة الرقمية لانحدار لمتوسطات درجات الحرارة خلال المدة الزمنية المدروسة وتقسيماتها الجزئية.

u القيمة الصفرية لانحدار كميات درجات الحرارة

$\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ الخطأ المعياري للوسط الحسابي.

σ الانحراف المعياري لمتوسطات درجات الحرارة.

n عدد السنوات المدروسة.

ثم حسب الوسط الحسابي والانحراف المعياري لكامل المدة الزمنية المدروسة لمعرفة مقدار التغير في متوسطات درجات الحرارة وانحرافاتها المعيارية واختبرت الأهمية الإحصائية لاختلاف قيمة متوسطات درجات الحرارة في المدة الزمنية الثانية مقارنة بالمدة الزمنية الأولى من خلال اختبار ((T-test للعينات صغيرة الحجم.

$$t = \frac{\left|X_1 - X_2\right|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

حيث:

X_1 و X_2 الوسط الحسابي للمدتين الزمنيتين المراد المقارنة بينهما.

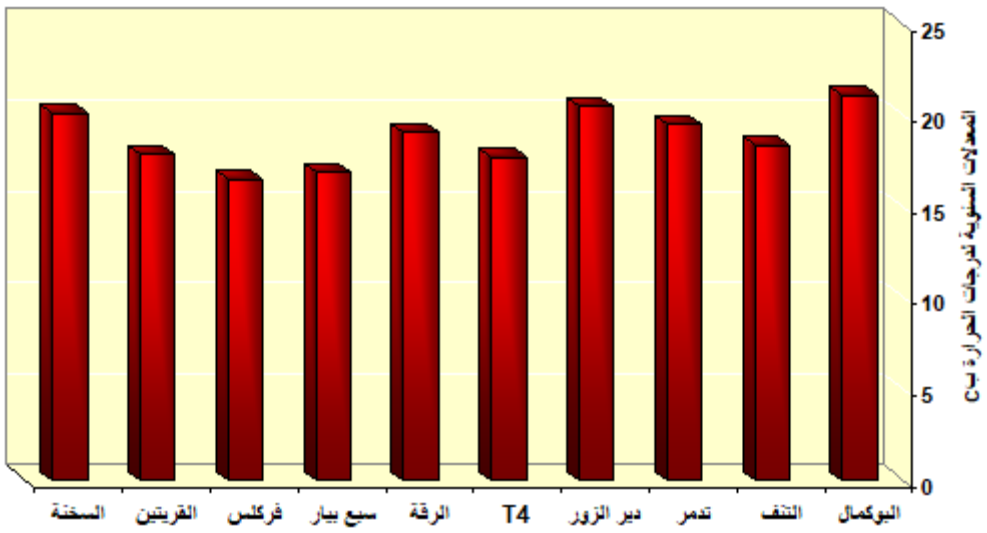
S_1^2 و S_2^2 تباين للمدتين الزمنيتين المقارنتين

n_1 و n_2 عد سنوات الدراسة في كل مدة زمنية.

4- النتائج ومناقشتها.

يبين الجدول رقم (2) والشكل رقم (3)، الإحصاءات الوصفية المتعلقة بدرجات الحرارة السنوية والفصلية في المحطات المدروسة، حيث تراوحت معدلات درجات الحرارة السنوية بين 16.5 °م في محطة فركلس، 16.9 °م في محطة سبع بيار، 17.7 °م في محطة T4، 17.9 °م في محطة القريتين، 18.4 °م في محطة التنف، 19.1°م في محطة الرقة، 19.5°م في محطة تدمر، 20.5°م في محطة دير الزور، 21.1 °م في محطة البوكمال.

فصلياً تتباين درجات الحرارة في إقليم الدراسة بسبب دوران الأرض حول الشمس حيث تنخفض درجات الحرارة في فصل الشتاء كون أشعة الشمس عمودية على مدار الجدي، وترتفع درجات الحرارة صيفاً بسبب تعامد أشعة الشمس على مدار السرطان وبالتالي زيادة عدد ساعات السطوع الشمسي (الوائلي، 2005، 35)، حيث تتراوح درجات الحرارة في فصل الشتاء بين (6.5، 9.4) °م كحد أدنى وأعلى في محطات سبع بيار والبوكمال، لتسجل في فصل الصيف بين (25.5، 32.3) °م كحد أدنى وأعلى بين محطات فركلس ودير الزور والبوكمال.



الشكل 1: معدل درجات الحرارة في إقليم البادية خلال المدة الزمنية1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية

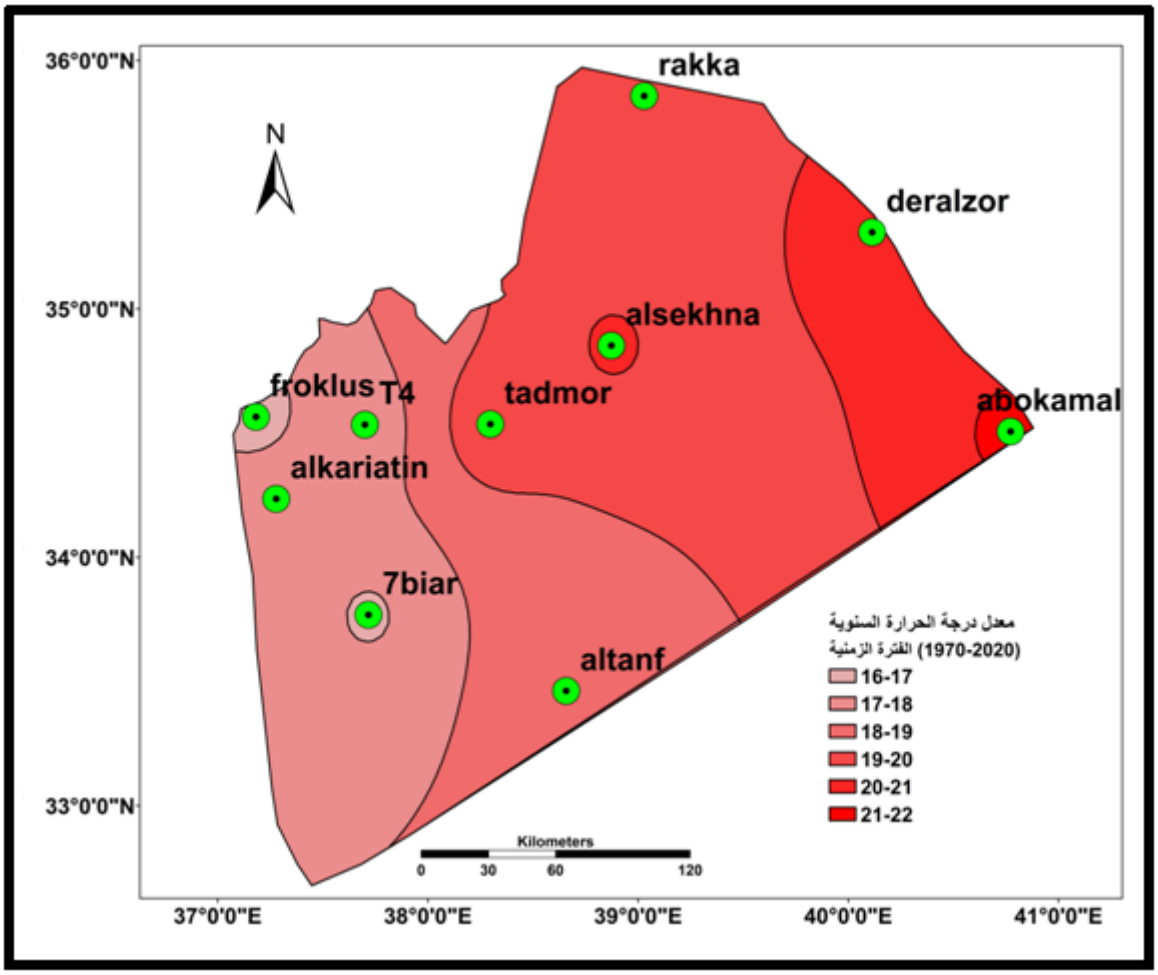
تتراوح قيمة الانحراف المعياري السنوي في إقليم الدراسة بين 0.8 و1.5°م، وقيمة معامل الاختلاف السنوي تتراوح بين 5% و8.3% في جميع المحطات وهي دون 10% أي أن معامل التغير منخفض جداً من سنة لأخرى (السامرائي، 2008، 273).

الجدول (2) الإحصاءات الوصفية لمعدلات درجات الحرارة خلال المدة الزمنية 1970-2020

الفصول	المحطات	البوكمال	التنف	تدمر	ديرالزور	T4	الرقة	سبع بيار	فركلس	القريتين	السخنة
السنة	المعدل	21.1	18.4	19.5	20.5	17.7	19.1	16.9	16.5	17.9	20.1
	الانحراف المعياري	1.1	1.5	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.2	0.8	1.0
	معامل الاختلاف	5.2	8.3	4.8	4.9	5.3	5.2	5.3	7.0	4.7	5.0
الشتاء	المعدل	9.4	7.9	4.8	8.5	7.4	7.9	6.5	6.8	7.6	8.6
	الانحراف المعياري	1.2	1.3	1.1	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	1.0	1.2
	معامل الاختلاف	13.2	16.7	12.9	13.7	13.7	14.8	14.0	15.8	13.4	13.5
الربيع	المعدل	20.4	17.8	19.0	19.7	17.1	18.4	16.1	15.7	17.0	19.4
	الانحراف المعياري	1.3	1.8	1.4	1.4	1.3	1.4	1.2	1.6	1.2	1.4
	معامل الاختلاف	6.5	10.1	7.2	7.3	7.8	7.8	7.7	10.0	7.2	7.1
الصيف	المعدل	32.3	28.2	29.6	32.2	27.0	29.9	26.3	25.5	27.2	31.0
	الانحراف المعياري	1.4	2.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.3	1.0	1.2
	معامل الاختلاف	4.4	7.4	3.8	3.7	4.3	3.9	4.3	5.1	3.8	3.9
الخريف	المعدل	22.5	19.9	21.1	21.7	19.3	20.2	18.7	18.1	19.6	21.4
	الانحراف المعياري	1.4	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.5	1.1	1.2
	معامل الاختلاف	6.3	8.2	5.5	5.5	6.0	5.8	6.0	8.1	5.4	5.7

المصدر: من عمل الباحثين

يبين الشكل (4)، خريطة التوزيع المكاني لدرجات الحرارة السنوية حيث تتزايد درجات الحرارة في المناطق الشرقية والشمالية الشرقية على امتداد مساحة الإقليم في محطات تدمر السخنة الرقة، دير الزور البوكمال بمقدار 21-22 °م خلال المدة الزمنية 1970-2020.



الشكل (4) خريطة تبين معدل درجات الحرارة في إقليم البادية السورية خلال المدة الزمنية 1970-2020

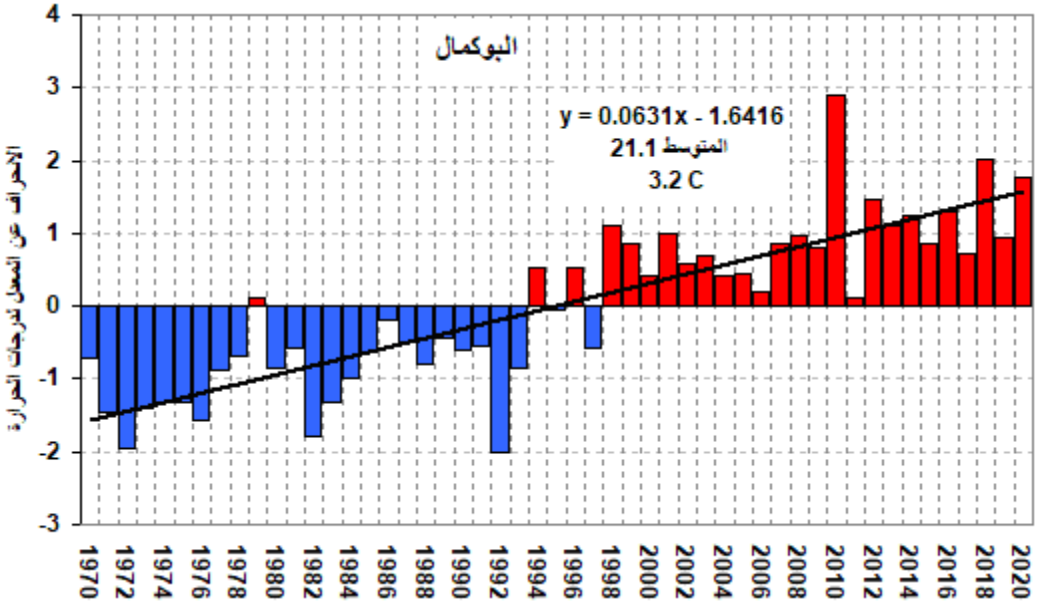
المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS

الاتجاه العام لدرجات الحرارة خلال المدة الزمنية 1970-2020

ارتفع خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة السنوية بشكل هام احصائيا في جميع المحطات خلال كامل فترة الدراسة 51 عاما، وتراوحت الزيادات بين 2.5°م في محطات تدمر والرقة وفركلس و2.8°م في محطات دير الزور T4 و2.6°م في محطة الرقة و3.2°م في محطة البوكمال و3.7°م في محطة التنف.

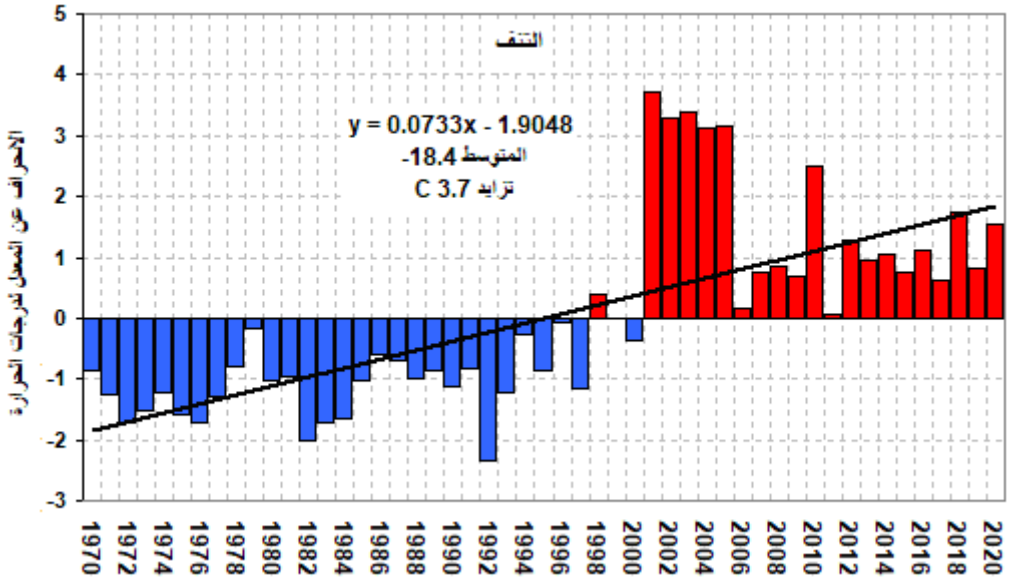
فصليا أظهرت معظم ميول خطوط انحدار درجات الحرارة الفصلية تصاعداً هاماً إحصائياً، تراوح الازدياد في فصل الربيع بين 3.2°م في محطات البوكمال وتدمر والرقة وفركلس والسخنة، وفي فصل الصيف تراوح الازدياد 3.2°م في محطة البوكمال و3.8°م في محطة التنف.

حيث بلغ انحراف درجة الحرارة عن المعدل العام أعلى قيمة لها عام 2010 في معظم المحطات، أما أدنى قيمة انحراف سجلت في عام 1992 في معظم المحطات خلال كامل فترة الدراسة، كما هو موضح بالأشكال من 5 حتى14.



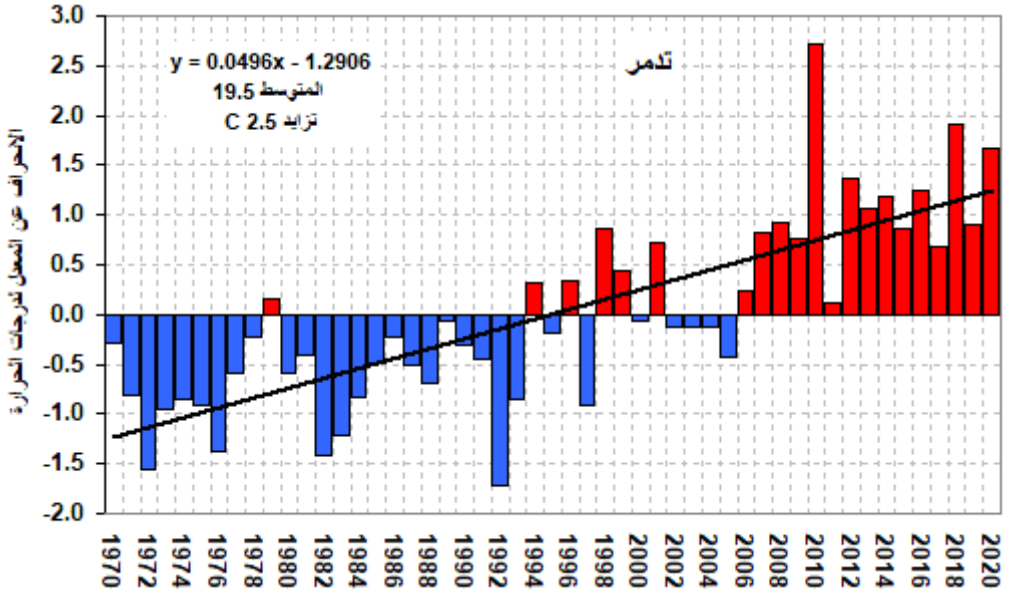
الشكل (5) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة البوكمال خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



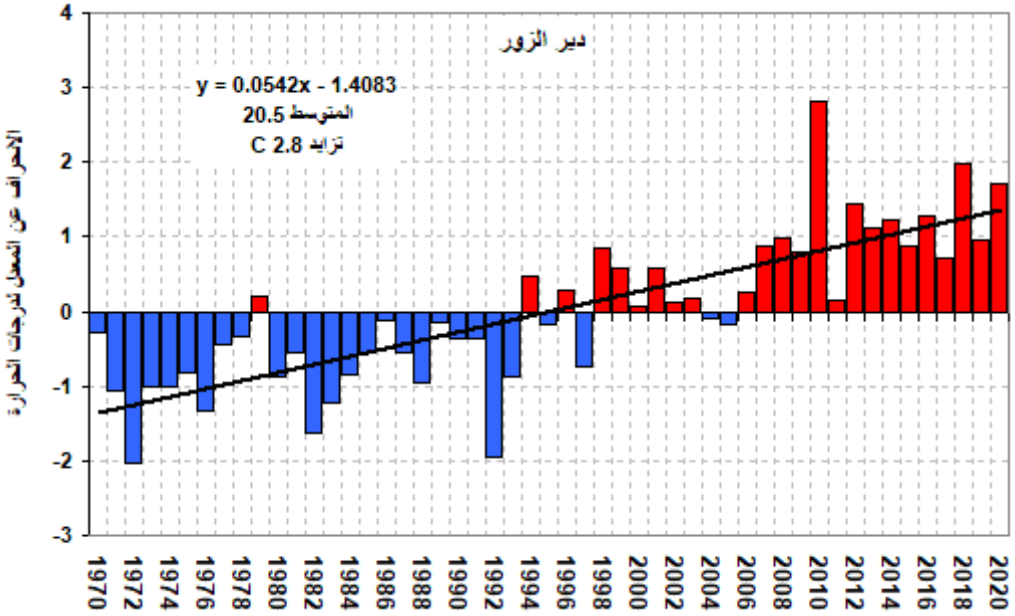
الشكل (6) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة التنف خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



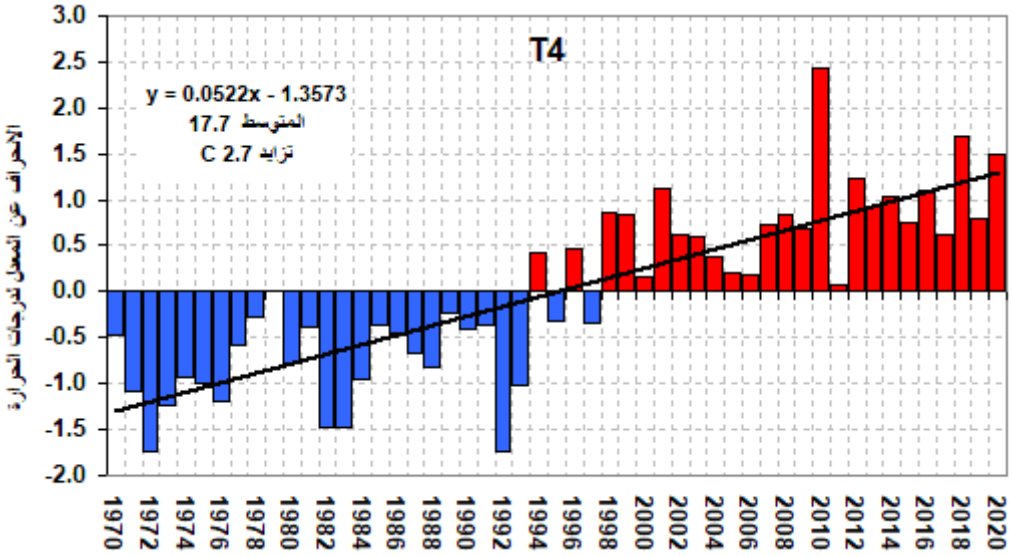
الشكل (7) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة تدمر خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



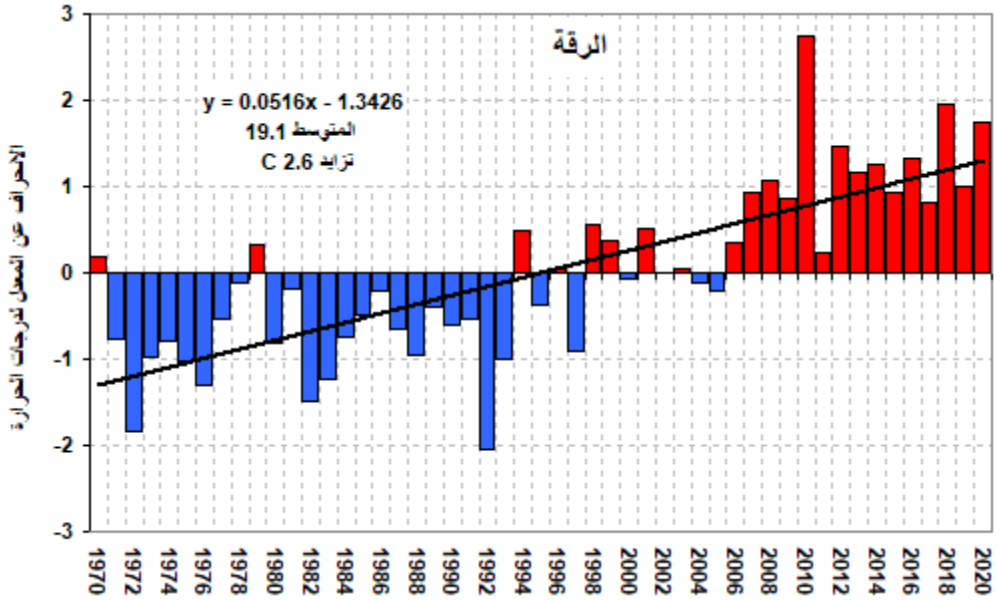
الشكل (8) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة دير الزور خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



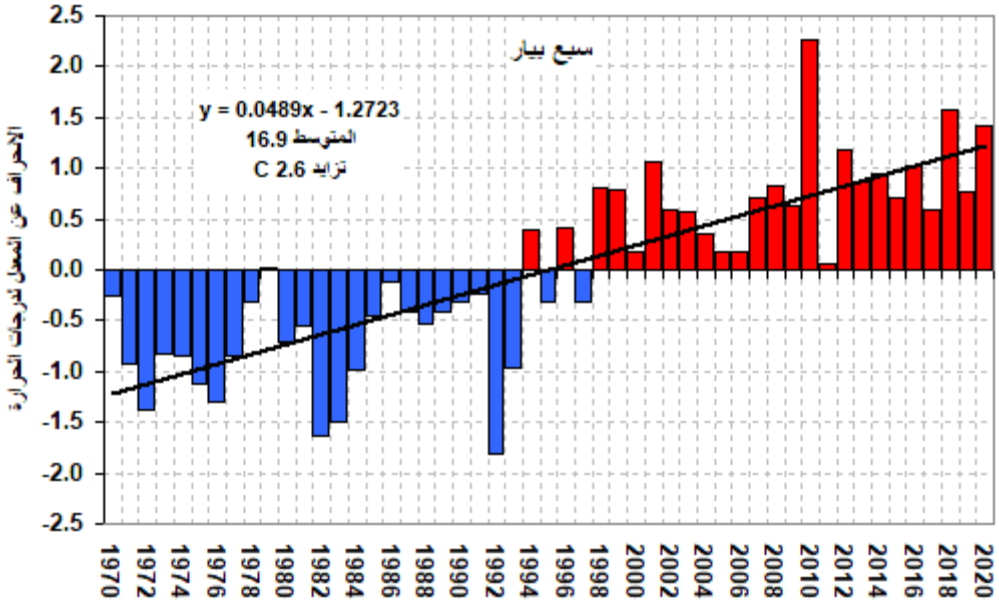
الشكل (9) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة T4خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



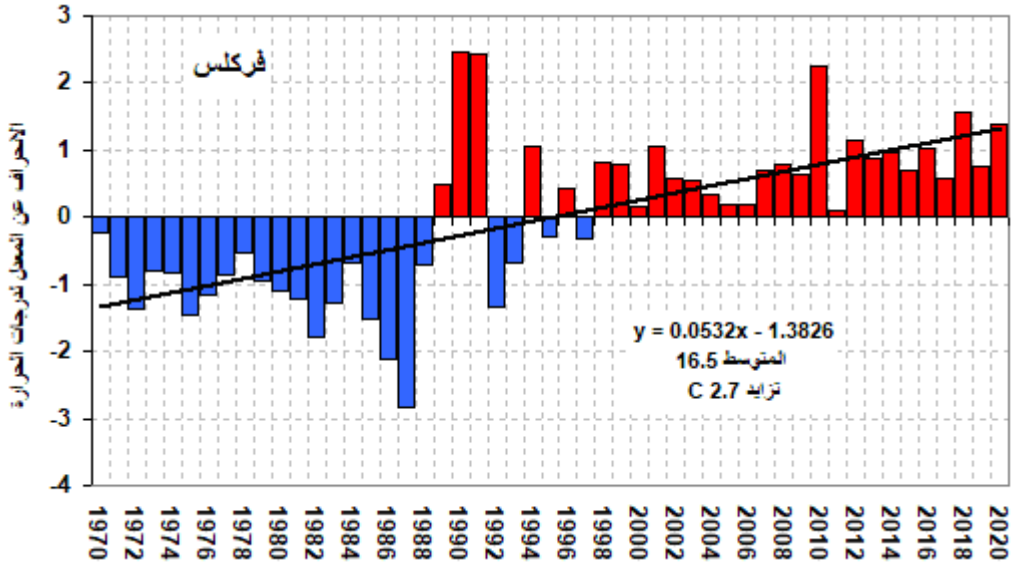
الشكل (10) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة الرقة خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



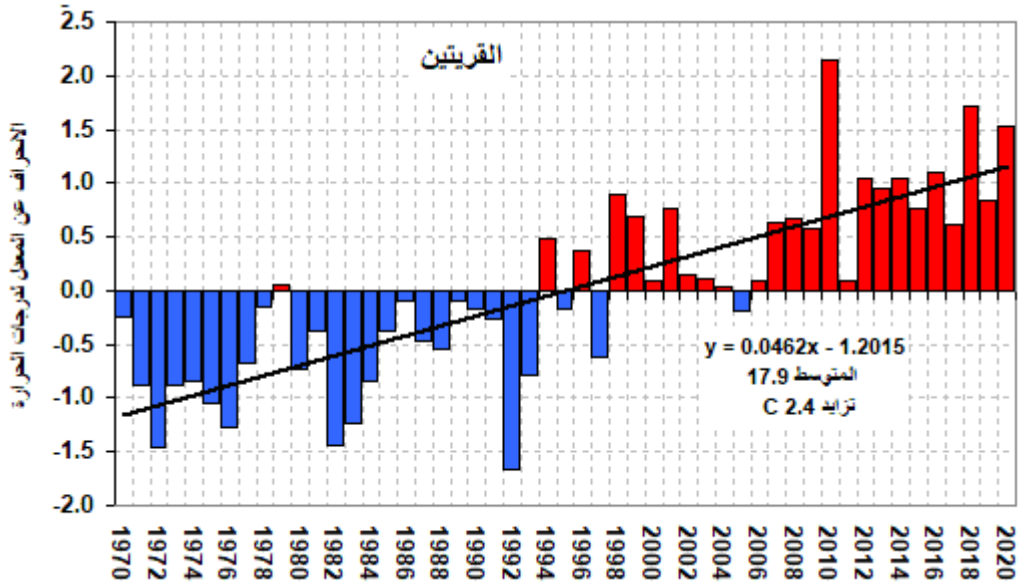
الشكل (11)الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة سبع بيار خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



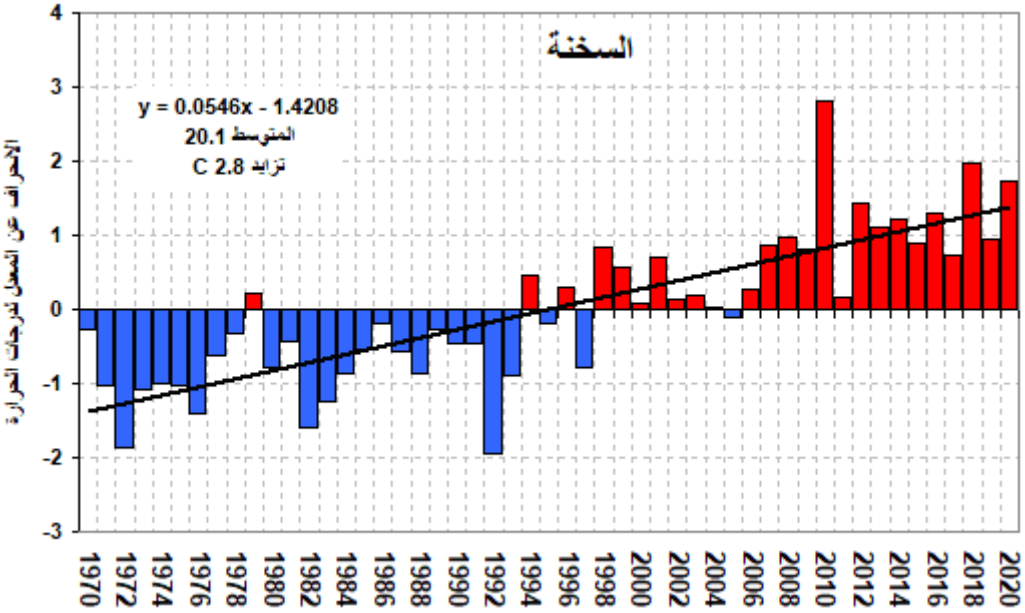
الشكل(12) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة فركلس خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية



الشكل (13) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة القريتين خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية

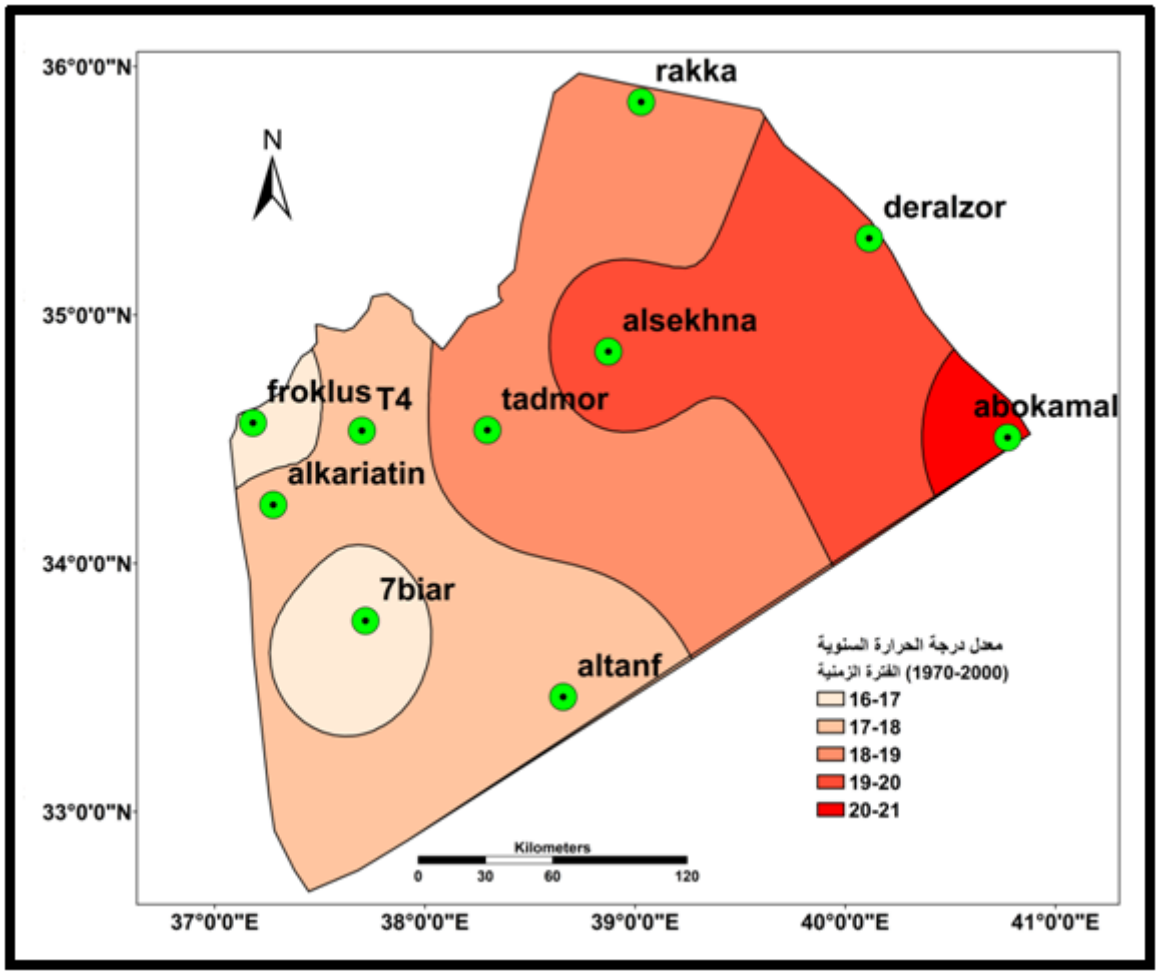


الشكل (14) الاتجاه العام لانحراف درجات الحرارة عن معدلها في محطة السخنة خلال المدة الزمنية 1970-2020

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على ببانات المديرية العامة للأرصاد الجوية

التحليل المكاني لدرجات الحرارة

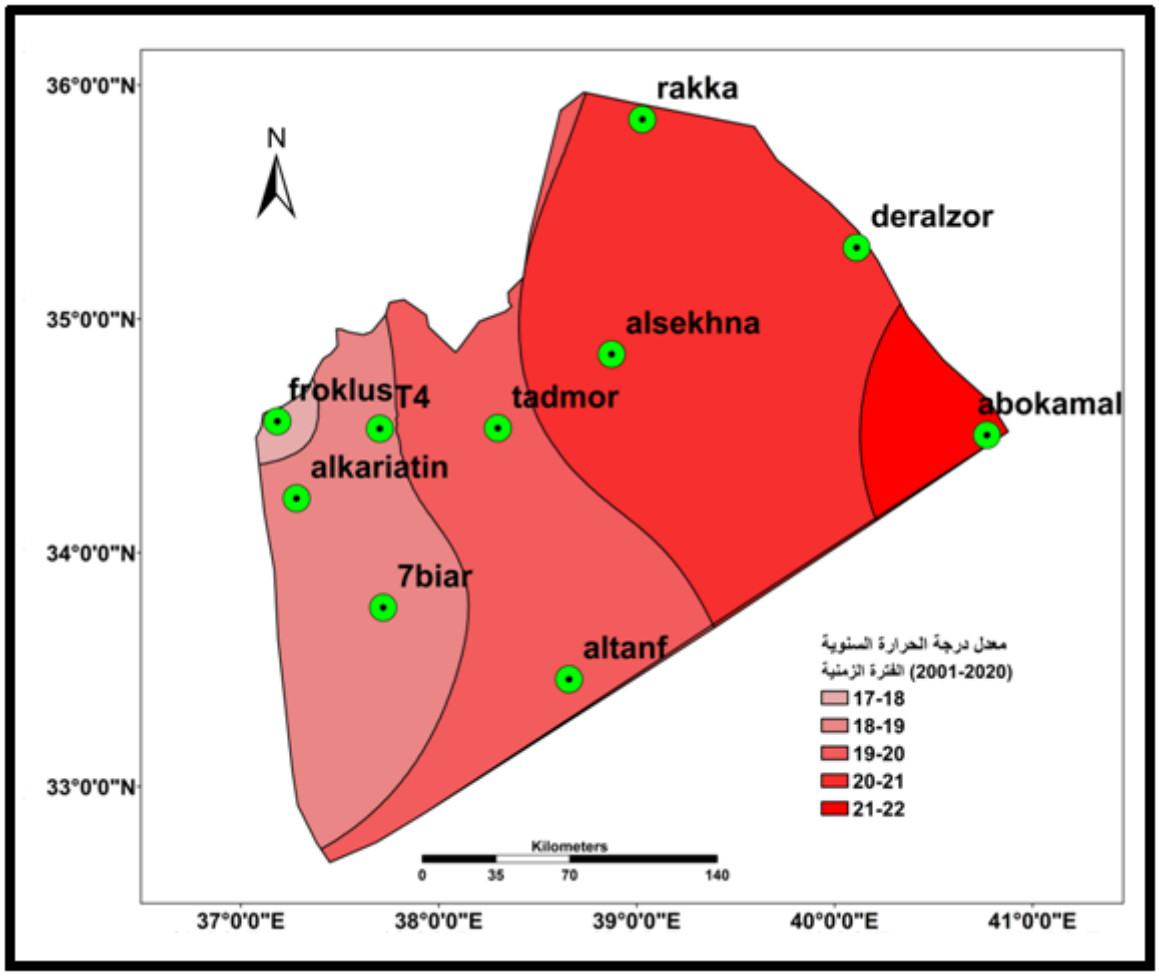
يظهر الشكل رقم (15) خارطة التوزيع المكاني لدرجات الحرارة، والجدول رقم (3) معدلات درجات الحرارة السنوية خلال المدة الزمنية 1970-2000، ازدياد درجات الحرارة السنوية من الغرب باتجاه الشرق لتتراوح بين 16°م في محطة فركلس و17.4°م في محطة التنف و18.5°م في محطة الرقة و20.5°م في محطة البوكمال.



الشكل (15) خريطة تبين معدل درجات الحرارة في إقليم البادية السورية خلال المدة الزمنية 1970-2000

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS

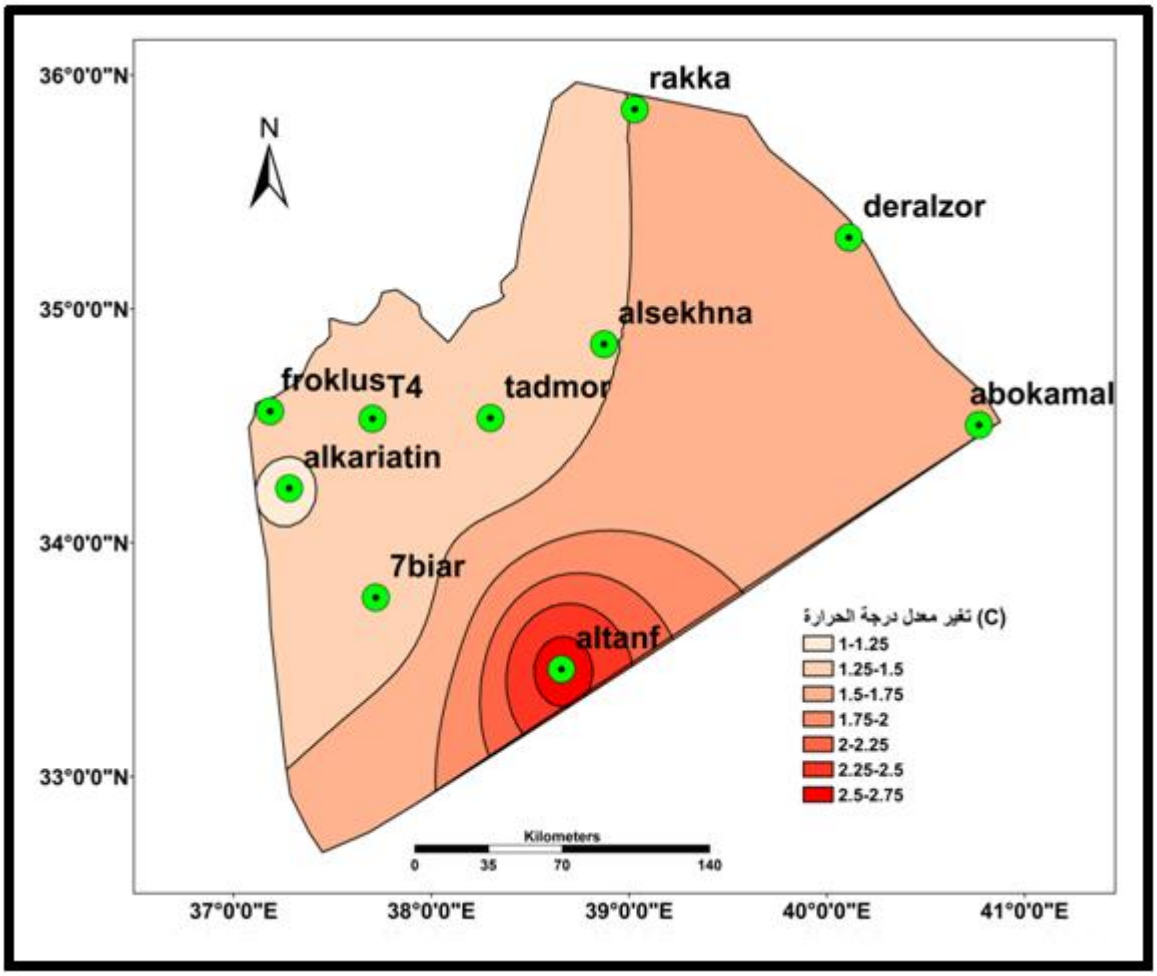
يبين الجدول رقم (3) معدلات درجات الحرارة خلال المدة الزمنية 2001-2020، تتراوح بين 17.4°م في محطة فركلس و20°م في محطتي التنف والرقة و22.2°م في محطة البوكمال. كما يبين الشكل رقم (16) خارطة التوزيع المكاني لدرجات الحرارة فهي تتزايد على مجمل مساحة الإقليم من الغرب باتجاه الشرق.



الشكل (16) خريطة تبين معدل درجات الحرارة في إقليم البادية السورية خلال المدة الزمنية 2001-2020

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS

يبين الجدول رقم (3) والشكل رقم (17)، خارطة التوزيع المكاني لدرجات الحرارة السنوية للفرق بين المدة الزمنية 1970-2000 بالمقارنة مع المدة الزمنية 2001-2020. تبين ارتفاع معدلات درجات الحرارة بشكل هام إحصائياً في المدة الزمنية 2001-2020 في جميع المحطات على امتداد مساحة البادية، حيث تراو حت الزيادات بين 1.3°م في محطات تدمر وفركلس والقريتين والرقة، 1.5°م في محطتي دير الزور والسخنة 1.7°م في محطة البوكمال وكان التغير الأبرز في محطة التنف بمقدار 2.6°م.



الشكل (17) خريطة فروق معدلات درجات الحرارة السنوية في إقليم البادية السورية خلال المدة الزمنية 1970-2000 مقارنة بالمدة الزمنية 2001-2020) المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS

يبين الجدول (3)، ارتفاع معدلات درجات الحرارة الفصلية بشكل هام إحصائيا في جميع المحطات خلال المدة الزمنية 2001-2020 بالمقارنة مع المدة الزمنية 1970-2000، وكانت الزيادة في فصل الصيف الأبرز 3.3 °م في محطة التنف و2.2 °م في محطة البوكمال. وفي فصل الربيع تراوحت الزيادة بين 1.9 °م في محطات تدمر السخنة الرقة سبع بيار و2°م في محطة T4. وفي فصل الخريف سجلت درجات الحرارة 2.6 °م في محطة التنف و2.1 °م في محطة البوكمال.

أما فصل الشتاء ارتفع معدل درجات الحرارة في المدة الزمنية 2001-2020 بشكل غير هام إحصائياً في بعض المحطات تراوح الازدياد بمقدار 0.7 °م في محطات الرقة والبوكمال القريتين.

الجدول (3) مقدار ميل خط انحدار كميات درجات الحرارة ومتوسطاتها في الإقليم، والأهمية الإحصائية لميل خط الانحدار وفروق المتوسطات عند مستوى ثقة 95%... (+) هام احصائيا (-) غير هام إحصائيا

المحطة	الفصل	مقدار تغير ميل خط انحدار درجة الحرارة 2020-1970	الأهمية الإحصائية لتغير ميل خط انحدار درجة الحرارة	متوسط درجة الحرارة 2000-1970	متوسط درجة الحرارة 2020-2001	مقدار التغير	الأهمية الإحصائية لتغير متوسط درجة الحرارة
البوكمال	السنة	3.2	+	20.5	22.2	1.7	+

المحطة	الفصل	مقدار تغير ميل خط انحدار درجة الحرارة 2020-1970	الأهمية الإحصائية لتغير ميل خط انحدار درجة الحرارة	متوسط درجة الحرارة 2000-1970	متوسط درجة الحرارة 2020-2001	مقدار التغير	الأهمية الإحصائية لتغير متوسط درجة الحرارة
	الشتاء	1.6	+	9.1	9.8	0.7	-
	الربيع	3.2	+	19.7	21.5	1.8	+
	الصيف	.23	+	31.4	33.6	2.2	+
	الخريف	3.8	+	21.6	23.7	2.1	+
التنف	السنة	3.7	+	17.4	20.0	2.6	+
	الشتاء	2.1	+	7.3	8.7	1.4	+
	الربيع	.23	+	16.6	19.6	3.1	+
	الصيف	.83	+	26.8	30.2	3.3	+
	الخريف	3.7	+	18.9	21.5	2.6	+
تدمر	السنة	2.5	+	19.0	20.4	1.3	+
	الشتاء	1.5	+	8.2	8.9	0.7	+
	الربيع	3.2	+	18.3	20.1	1.9	+
	الصيف	3.0	+	29.0	30.5	1.5	+
	الخريف	2.4	+	20.6	21.9	1.3	+
دير الزور	السنة	2.8	+	20.0	21.4	1.5	+
	الشتاء	1.7	+	8.3	9.0	0.7	+
	الربيع	3.3	+	19.0	20.9	1.9	+
	الصيف	3.3	+	31.5	33.2	1.7	+
	الخريف	2.8	+	21.1	22.6	1.5	+
T4	السنة	2.7	+	17.1	18.6	1.4	+
	الشتاء	1.4	+	7.2	7.8	0.6	+
	الربيع	3.2	+	16.3	18.3	2.0	+
	الصيف	3.2	+	26.3	28.0	1.6	+
	الخريف	2.8	+	18.7	20.2	1.5	+
الرقة	السنة	2.6	+	18.5	20.0	1.5	+
	الشتاء	1.6	+	7.7	8.3	0.7	-
	الربيع	3.2	+	17.7	19.6	1.9	+
	الصيف	3.1	+	29.2	30.9	1.8	+
	الخريف	2.8	+	19.6	21.2	1.6	+
سبع بيار	السنة	2.6	+	16.4	17.7	1.4	+
	الشتاء	1.2	+	6.3	6.9	0.5	+
	الربيع	3.0	+	15.4	17.3	1.9	+
	الصيف	3.1	+	25.7	27.3	1.6	+
	الخريف	2.7	+	18.1	19.5	1.4	+

المحطة	الفصل	مقدار تغير ميل خط انحدار درجة الحرارة 2020-1970	الأهمية الإحصائية لتغير ميل خط انحدار درجة الحرارة	متوسط درجة الحرارة 2000-1970	متوسط درجة الحرارة 2020-2001	مقدار التغير	الأهمية الإحصائية لتغير متوسط درجة الحرارة
فركلس	السنة	2.7	+	16.0	17.4	1.3	+
	الشتاء	1.6	+	6.6	7.2	0.6	+
	الربيع	3.2	+	15.0	16.8	1.8	+
	الصيف	3.2	+	24.9	26.5	1.6	+
	الخريف	2.8	+	17.5	18.9	1.4	+
القريتين	السنة	2.4	+	17.4	18.6	1.2	+
	الشتاء	1.3	+	7.3	7.9	0.6	-
	الربيع	2.9	+	16.4	18.0	1.7	+
	الصيف	2.8	+	26.7	28.0	1.4	+
	الخريف	2.4	+	19.2	20.4	1.2	+
السخنة	السنة	2.8	+	19.5	21.0	1.5	+
	الشتاء	1.6	+	8.3	9.0	0.7	+
	الربيع	3.2	+	18.7	20.5	1.9	+
	الصيف	3.4	+	30.3	32.1	1.8	+
	الخريف	2.9	+	20.7	22.3	1.6	+

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج SPSS

أهم الاستنتاجات.

1- ارتفع خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة السنوية بشكل هام إحصائياً في جميع المحطات خلال كامل فترة الدراسة 1970-2020، وتراوحت الزيادات بين 2.5°م في محطات تدمر والرقة وفركلس، 2.8°م في محطات دير الزور وT4 و2.6°م في الرقة و3.2°م في محطة البوكمال و3.7°م في محطة التنف، وهذا الارتفاع كان هاما إحصائيا في جميع المحطات.

2- فصلياً أظهرت معظم ميول خطوط انحدار درجات الحرارة الفصلية تصاعداً هاماً احصائياً، حيث تراوح الازدياد في فصل الربيع بين 3.2°م في محطات البوكمال وتدمر والرقة وفركلس والسخنة، وفي فصل الصيف تراوح الازدياد 3.2°م في محطة البوكمال و3.8°م في محطة التنف.

3- ارتفعت درجات الحرارة بشكل هام إحصائياً في المدة الزمنية 2001-2020 بالمقارنة مع المدة الزمنية 1970-2000، وتراوحت الزيادات السنوية بين 1.3°م في محطات تدمر وفركلس والقريتين والرقة، 1.5°م في محطتي دير الزور والسخنة 1.7°م في محطة البوكمال وكانت محطة التنف الأبرز 2.6°م.

4- سجل فصل الصيف أعلى تزايد في المعدلات الفصلية لدرجة الحرارة في المدة الزمنية 2001-2020 بمقدار2.2°م في محطة البوكمال و3.3°م في محطة التنف بشكل هام إحصائياً.

5- تظهر خرائط التوزيع المكاني ارتفاع درجات الحرارة على امتداد مساحة الإقليم وكان التغير في محطة التنف هو الأبرز بمقدار 2.6°م.

التوصيات والمقترحات

1- أرشفة البيانات المناخية وتخزينها للاستفادة منها دائما واستخدام الموديلات المناخية الحديثة التي تمكننا من تقدير البيانات المناخية اللاحقة والراجعة بنسبة دقة كبيرة في الأماكن الخالية من محطات مناخية.

2- وضع أنظمة الرصد والانذار المبكر لمراقبة تغير درجات الحرارة.

3- وضع تدابير للتكيف مع التغيرات المناخية الحالية والمستقبلية.

4- اتخاذ إجراءات أكثر استدامة في تخفيف انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي.

5- تناولت الدراسة الوضع الحالي لدرجات الحرارة ولابد من إجراء دراسات إضافية تتناول تغيرات درجات الحرارة المستقبلية.

قائمة المراجع.

أولاً – المراجع بالعربية:

- التقرير التجمعي للمنظمة الحكومية المعنية بتغيرات المناخ (IPCC)، الملخص لصانعي السياسات، (2022)، https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/, p1
- حميدان. عباس؛ مخول؛ مطانيوس. جاعوني، فريد؛ ناصر آغا؛ عمار. الإحصاء التطبيقي، كلية الاقتصاد، جامعة دمشق، ص 140-141. (2006)
- السامرائي، قصي. مبادئ الطقس والمناخ، دار اليازوري العلمية لنشر والتوزيع، الأردن، ص273 (2008).
- الصالح. رجاء؛ أبو زخم. عبد الله؛ الشهاوي. محمد؛ عيد. إبراهيم. تحليل التغيرات الفصلية والسنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية في سورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد21، العدد1، ص403. (2005).
- عبد السلام عادل؛ الشيخ، محمد؛ حليمة، عبد الكريم. جغرافية سورية الإقليمية (الأقاليم السورية)، منشورات جامعة تشرين، ص149-177. 2007.
- موسى، علي. أساسيات علم المناخ، دار الفكر، دمشق: ص36-61-62، (2004).
- الوائلي. علي، أسس ومبادئ في علم الطقس والمناخ، كلية التربية ابن راشد، جامعة بغداد. (2005).

ثانياً – المراجع الأجنبية

- ACSAD, Drought vulnerability in the arab region, case study drought in syria ten years of scarce water (2000-2010), p26, (2011).
- AFED, Report of The Arab Forum for Environment and Development, Arab Environment Climate Change, Impact of Climate Change on Arab Countries, p17, (2009).
- Hohmann. R, Frei. C, Extremereignisse und Klimaänderung: Wissensstand und Empfehlungen des OcCC, Bern, p11. September (2003).
- IPCC, Climate Change the Physical Science Basis - Working Group contribution to the sixth Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change, p 27-28-52, (2021).
- Kaniewskia. D, Van Campo. E, Weissc. H, Drought is a recurring challenge in the Middle East. Environmental Sciences, P1-6, (2012).