

**دراسة إحصائية تحليلية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى  
اليومية المتطرفة بمنطقتي عسير والباحة كمؤشرات لمظاهر**

**التغير المناخي خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧**

**Statistical analysis of the extreme daily maximum and  
minimum temperatures as indicators of climate change in  
Asir and Al-Baha  
regions during the period 1985-2017**

إعداد

**د. صالح عبد المحسن الشمري**  
**Dr. Saleh Abdul Mohsen Al-Shamry**  
شركة البعد المطور

**Doi: 10.21608/jasg.2022.230496**

استلام البحث: ١٥ / ١ / ٢٠٢٢ قبول النشر: ٣ / ٢ / ٢٠٢٢

الشمري ، صالح عبد المحسن (٢٠٢٢). دراسة إحصائية تحليلية لدرجات  
الحرارة العظمى والصغرى اليومية المتطرفة بمنطقتي عسير والباحة كمؤشرات  
لمظاهر التغير المناخي خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧. *المجلة العربية للدراسات  
الجغرافية*، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، مج ٥، ع ١٣، ص  
٦٧-١٠٨.

دراسة إحصائية تحليلية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية المتطرفة  
بمنطقتي عسير والباحة كمؤشرات لمظاهر التغير المناخي خلال الفترة ١٩٨٥ -  
٢٠١٧

**مستخلص:**

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد اتجاه التغير العام لدرجات الحرارة اليومية المتطرفة للاستدلال بها ومدى دلالتها على حصول تغير مناخي محتمل خلال الفترة من ١ يناير ١٩٨٥ إلى ٣١ ديسمبر ٢٠١٧ باستخدام تكرار الأيام الحارة التي تفوق درجات حرارتها اليومية متوسط درجة الحرارة العظمى وتكرار عدد الأيام الباردة التي تقل درجات حرارتها اليومية عن متوسط درجة الحرارة الدنيا خلال ٣٣ سنة متواصلة. ولتحقيق أهداف الدراسة تم تطبيق عدة أساليب إحصائية هي اختبار Kolmogorov-Smirnov لفحص مدى تطابق توزيع درجات الحرارة اليومية مع التوزيع الطبيعي واختبار Levene لفحص تجانس تباين توزيعها واختبار التباين الأحادي ANOVA لفحص تباين توزيعها بمحطتي أبها والباحة. كما تم تطبيق عدة مؤشرات إحصائية لتحليل خصائص تكرار الأيام والموجات الحارة والباردة وهي مقاييس النزعة المركزية (المتوسط، الانحراف المعياري، معامل التباين) بالإضافة إلى الخطأ المعياري للمتوسط والانحراف المعياري. كما اعتمد تحليل اتجاه التغير لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة على تطبيق طريقة النسبة بين المتوسطين النصفين Ratio method وطريقة المتوسطات النصفية Semi-averages method مع إخضاعها لاختبار المعنوية "T-student" ستودنت للتأكد من أهميتها الإحصائية ومن مدلولها عن وجود تغير مناخي محتمل من عدمه بمنطقة عسير الجبلية.

**الكلمات الدالة:** درجة الحرارة العظمى، درجة الحرارة الدنيا، الموجات الحارة، الموجات الباردة، الفحص الإحصائي، طريقة النسبة بين المتوسطين النصفين، طريقة المتوسطات النصفية، اتجاه التغير، أبها، الباحة، المملكة العربية السعودية.

**Abstract:**

This study aims to determine the general trends of extreme daily temperatures as indicators of the probable climate change during the period from January 1, 1985 to December 31, 2017, by using the frequency analysis of the hot days with a daily temperatures exceeding the maximum temperature average and the cold days with a daily temperatures less than the minimum temperature average during 33 continuous years at Abha and Al-Baha stations. Several statistical parameters such as

the central tendency (mean, standard deviation, coefficient of variance), the standard error of the mean and the standard deviation were also applied to analyze the frequency of the hot and cold waves. The Ratio method and the Semi-averages method were used to analyzing the general trends of the hot and cold waves. The T-student test was applied to determine the statistical significance of the general trends of extreme daily temperatures as indicators of the probable climate change in the mountainous Asir region. The results of the statistical tests of the Semi-averages showed the heterogeneity of the general trends of the daily temperatures and the hot and cold waves. So that it is premature to confirm the climate change problem without reservation. Also, the analysis of the general trends of daily extremes temperatures in other regions enhances the significance of the findings of this study.

**Key-Words** : Maximum daily temperatures, Minimum daily temperatures, Hot waves, Cold waves, Statistical test, Ratio Method, Semi-averages method, General trend, Abha, Al Baha, Saudi Arabia.

#### المقدمة:

تعتبر درجة الحرارة أكثر العناصر المناخية تأثيراً على نشاط الإنسان وصحته بالمناطق المدارية الجافة. وتشير الكثير من التقارير والدراسات والبحوث العلمية إلى أن لتغير درجة الحرارة تأثيرات مباشرة على ارتفاع الطلب على الموارد المائية وانعدام الأمن الغذائي بسبب تهديد الانتاج الزراعي وعلى ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات وتدهور الأنظمة الايكولوجية وتعرض الأنواع النباتية والحيوانية للمخاطر مع تعرض صحة الانسان لتأثيرات الكوارث المناخية كالأعاصير والعواصف والفيضانات والسيول (توفيق ، ٢٠١٠ : ٥٥٧).

وفي هذا السياق فقد تزايد الاهتمام بدراسة ظاهرة تطرف العناصر المناخية ومدى ارتباطها بالتغير المناخي المحتمل الذي تتعرض له الكرة الأرضية في كثير من المناطق كما كشفته العديد من الدراسات (Robinson, 2001) و (Barnett et al., 2012) و (Guido et al., 2016) و (Piticar et al., 2017) و (Besson et al., 2019) و (Nori-Sarma et al., 2019).

وفي المنطقة العربية أشار تقرير اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (UNESCWA) بإشراف الأمم المتحدة في عام ٢٠١٥ إلى التوقعات المناخية ومؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة في المنطقة العربية. وفي عام ٢٠١٧ قدمت هذه اللجنة دراسة عن تطوير قدرات البلدان العربية للتكيف مع تغير المناخ باستخدام أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية. كما تناولت العديد من الدراسات المناخية تأثير التغير المناخي على تطرف درجات الحرارة وموجات الحر في المنطقة العربية كدراسات (الطراونه، ٢٠١١) و (الزغول، ٢٠١١) و (محمد والشطاوي، ٢٠١٦) و (البديري، ٢٠١٧). وهناك أيضاً بعض الدراسات التي تناولت تحليل مدى تأثير التغير المناخي على حالات الجفاف (زيتون، ٢٠١٣) وعلى المنخفضات الجوية (الرواشدة، ٢٠١٦) و على معدل الأمطار السنوي (سقا الله، ٢٠١٧) وعلى الموارد المائية (بلال وبدر، ٢٠١٢) وعلى البيئة (الموسوي، ٢٠١٦).

ولقد اتجهت الكثير من الدراسات المناخية إلى الاهتمام بتحليل موجات الحر وتطرف درجة الحرارة (الفضلي والحسبان، ٢٠١١) و (أبولليل، ٢٠١٢) و (الحسبان، ٢٠١٢) و (عبد الرحمن وعبد الوهاب، ٢٠١٥) و (الصالح وآخرون، ٢٠٠٥) و (ناصر، ٢٠١٧) و (عزوز وصالح، ٢٠١٨) و (زيتون وآخرون، ٢٠١٩). بالإضافة إلى ذلك هناك بعض الدراسات التي حاولت الاعتماد على اتجاهات التغير لدرجة الحرارة في رصد مظاهر التغير المناخي (الرونذازي، ٢٠١٢).

وفي المملكة العربية السعودية تناولت العديد من الدراسات تحليل اتجاه التغير لدرجات الحرارة القصوى (Shafiqur Rahman and Al-Hadrami, 2012) و (Al Mazroui et al., 2014) وتأثير اتجاه التغير المناخي على الموارد المائية (Tarawneh and Chowdhury., 2018) واتجاه التغير لدرجات الحرارة على المدى البعيد (Krishna, 2014) وعلاقة تغير درجات الحرارة بمؤشرات التغير المناخي (Al Mazroui, 2012) و (Abdou, 2014) واتجاه التغير لدرجات الحرارة ببعض المناطق (Abdou, 2012) و (Al-Ghamdi and Moore, 2014).

#### ١- منطقة الدراسة

تقع منطقة عسير في الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية بين دائرتي العرض  $17^{\circ}$  و  $21^{\circ}$  شمالاً وبين خطي الطول  $42^{\circ}$  و  $44^{\circ}30'$  شرقاً (الشكل ١).

الشكل ١ : الموقع الجغرافي لمنطقتي عسير والباحة



وتمتد منطقة عسير من حدود الدرب وأشقيق وبيش غرباً حتى حدود اليمن ونجران شرقاً ومن حدود محافظة وادي الدواسر (منطقة الرياض) وحدود منطقة الباحة شمالاً حتى رنية والقنفذة وساحل البحر الأحمر (منطقة مكة المكرمة) جنوباً.

وتقع منطقة الباحة شمال غربي منطقة عسير بين دائرتي العرض  $19^{\circ}30'$  و  $21^{\circ}$  شمالاً وبين خطي الطول  $40^{\circ}45'$  و  $42^{\circ}30'$  شرقاً (الشكل ١). وتمتد منطقة الباحة من جنوبي حرة نواصف شمالاً حتى مركز المظيلف جنوباً ومن مركز حعبة شرقاً حتى بلاد زهران غرباً.

وبشكل عام تتشكل تضاريس منطقة عسير من ثلاث مجموعات تضاريسية رئيسة هي السهل الساحلي الذي يعتبر جزءاً من سهل تهامة والمرتفعات الجبلية التي تعتبر جزءاً من مرتفعات السروات ومن سلسلة جبال الحجاز والهضاب، في حين تتشكل تضاريس منطقة الباحة من السهل الساحلي ومن المرتفعات الجبلية.

وتنقسم منطقتا عسير والباحة إلى ثلاث أقاليم مناخية حسب تصنيف كوبن Köppen هي : (الأحيدب، ١٣: ١٩٩٢).

(أ)- المناخ الصحراوي الجاف (BWH) بالسهل الساحلي.

(ب)- المناخ الحار شبه الجاف (BSh) بتضاريس الهضاب.

(ج)- المناخ المعتدل الدافئ شبه الجاف (Cw) بالمرتفعات الجبلية.

وتتعرض منطقتا عسير والباحة خلال فصل الشتاء إلى تأثيرات الكتلة الهوائية القطبية القارية (Polar continental Air Masses) التي تجلب الهواء البارد من أواسط آسيا وسيبيريا وجنوب أوربا وتؤدي إلى حدوث أشد الموجات برودة في فصل الشتاء (سقا، ١٩٩٨ : ١٧٢). كما تؤثر الكتل الهوائية القطبية البحرية (Continental polar Air Masses) التي تصل في بعض الأحيان إلى منطقتي عسير والباحة وتؤدي إلى حدوث حالة من عدم الاستقرار وإلى تكوين السحب الركامية وسقوط الأمطار الشتوية بسبب توغل منخفضات البحر المتوسط إلى شمال شبه الجزيرة العربية وعلى الأطراف الشمالية من عسير.

ويتأثر مناخ منطقة عسير والباحة خلال فصل الصيف بالكتلة الهوائية المدارية القارية (CT) (Continental Tropical Air Masses) التي تهب من عدة مصادر وتصل فيها درجة الحرارة إلى حوالي ٢٤م وهي جافة لأن مصدرها من فوق القارات مثل الصحراء الكبرى (غانم، ٢٠٠٣ : ١٦٢). كما تؤثر كذلك الكتلة الهوائية المدارية البحرية (Maritime Tropical Air Mass) التي تتميز بأنها رطبة لأنها آتية من فوق المحيطات وهي المسؤولة عن جلب الهواء البحري المحمل ببخار الماء الذي يسقط الأمطار الموسمية على جنوب غرب المملكة (مرتفعات عسير) في فصل الصيف (سالم، ١٩٩٧ : ٣٠). بالإضافة إلى ذلك تسيطر الكتلة الهوائية الاستوائية (Equatorial Air Masses) على منطقتي عسير والباحة لمدة تصل أحياناً إلى ٦ أسابيع وتجلب هذه الكتلة الهوائية الرياح الموسمية المحملة ببخار الماء بعد مرورها خلال فترة طويلة على المسطحات المائية (سالم، ٢٠٠٣ : ٢٣). وبمجرد وصولها إلى مرتفعات جنوبي غرب المملكة تتحول إلى كتل هوائية غير مستقرة مشكلة السحب الركامية والعواصف الرعدية المصحوبة بالأمطار الغزيرة والسيول.

ويتأثر كذلك مناخ منطقة عسير وما يصاحبه من ظواهر جوية بتوزيع مراكز الضغط الجوي المختلفة المحيطة بالمنطقة، وأهمها الضغط الجوي المرتفع الآسيوي ومنخفضات البحر المتوسط في فصل الشتاء و الضغط الجوي المنخفض الآسيوي في فصل الصيف و منخفض السودان الموسمي الحار في فصلي الاعتدال "الربيع والخريف".

وتمتد منطقة عسير على مساحة تقدر بحوالي ٨٠٠٠٠ كم<sup>٢</sup> تشمل ١٥ محافظة، منها ٤ محافظات من فئة (أ) و ١١ محافظة من فئة (ب) بمجموع ١٢٩ مركز (هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ٢٠١٧ : ٣٧). في حين تمتد منطقة الباحة على مساحة تقدر بحوالي ١٢٠٠٠ كم<sup>٢</sup> تشمل ٩ محافظات، منها ٣ محافظات من فئة (أ) و ٦ محافظة من فئة (ب) بمجموع ٤٢ مركز (هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ٢٠١٧ : ٤٩).

## ٢- منهجية الدراسة

تتلخص الخطوات المنهجية لهذه الدراسة في ما يلي :

## (١)- جمع البيانات وفحصها

تعتبر موجة الحر الفترة الزمنية التي تتجاوز فيها درجة الحرارة اليومية العظمى المعدل الشهري لها خلال ثلاثة أيام متتالية أو أكثر (شحادة ، ١٩٩٠ : ٥). في حين تعتبر موجة البرد الفترة الزمنية التي تقل فيها درجة الحرارة اليومية الدنيا عن المعدل الشهري لها خلال ثلاثة أيام متتالية أو أكثر.

ولذا تعتمد هذه الدراسة على بيانات درجات الحرارة العظمى والدنيا اليومية للفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها (٤١١١٢) التي تقع على ارتفاع ٢٠٩٣.٣م فوق مستوى البحر عند دائرة العرض  $18^{\circ}13'59''$  وخط الطول  $42^{\circ}39'39''$  ومحطة الباحة التي تقع على ارتفاع ١٦٥١.٩م فوق مستوى البحر عند دائرة العرض  $20^{\circ}17'41''$  وخط الطول  $41^{\circ}38'35''$  والتابعتين للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة والمدرجتين ضمن محطات المركز الوطني للبيانات المناخية NCDC الذي تشرف عليه منظمة الارصاد العالمية WMO.

وقبل الشروع في تحليل بيانات العناصر المناخية المدروسة تم تحديد الخصائص الإحصائية لبيانات درجات الحرارة ولتكرار عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة بحساب:

## (١) المتوسط الحسابي :

يتم حساب المتوسط الحسابي بتطبيق المعادلة التالية :

$$X' = \frac{\sum X_i}{n}$$

وفيه  $X_i$  قيمة المتغير و  $n$  عدد قيم المتغير  $X_i$ .

## (٢) التباين :

يتم حساب المتوسط الحسابي بتطبيق المعادلة التالية :

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - X')^2}{n - 1}$$

وفيه  $X_i$  قيمة المتغير و  $X'$  المتوسط الحسابي بقيم المتغير  $X_i$  و  $n$  عدد قيم المتغير  $X_i$ .

## (٣) الانحراف المعياري :

يتم حساب المتوسط الحسابي بتطبيق المعادلة التالية :

$$SD = \sqrt{S^2}$$

وفيه SD الانحراف المعياري و  $S^2$  التباين.

٤) الخطأ المعياري :

يتم حساب الخطأ المعياري للمتوسط الحسابي بتطبيق المعادلة التالية :

$$S. E_{X'} = \frac{\sigma X_i}{\sqrt{n}}$$

ويتم حساب الخطأ المعياري للانحراف المعياري بتطبيق المعادلة التالية :

$$S. E_{SD} = \frac{\sigma X_i}{\sqrt{2n}}$$

(٢) - فحص تجانس توزيع البيانات

تم فحص مدى مطابقة توزيع عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة للتوزيع الطبيعي (Normality Test) بتطبيق اختبار Kolmogorov-Smirnov وفحص تجانس التباين (Homogeneity Test of Variances) بتطبيق اختبار Levene وتحليل التباين لها بواسطة فحص One way-ANOVA في أدوات التحليل Analyze المتاحة في بيئة برنامج SPSS23.

(٣) - تحليل اتجاه التغير للبيانات المناخية

لتحليل اتجاه التغير لعدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة تم تطبيق الأساليب الإحصائية التالية :

(أ) - طريقة النسبة بين المتوسطات النصفية Ratios of Semi averages

لتطبيق هذه الطريقة تم تقسيم بيانات كل متغير إلى فترتين ، الفترة الأولى من ١٩٨٥/١/١ إلى ٢٠٠١/٧/١ والثانية من ٢٠٠١/٧/٢ إلى ٢٠١٧/١٢/٣١. ثم تم حساب المتوسط لكل فترة وحساب النسبة بين المتوسطين بقسمة متوسط الفترة الثانية على متوسط الفترة الأولى.

(ب) - طريقة المتوسطات النصفية Semi averages

يعتمد تطبيق طريقة المتوسطات النصفية على الخطوات العملية التالية:

- ١- تقسيم كل سلسلة زمنية لعدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة إلى فترتين متساويتين بما يعادل ٦٠٢٦ يوم للفترة الأولى و ٦٠٢٦ يوم للفترة الثانية.
- ٢- حساب المتوسط والانحراف المعياري لعدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة كل فترة لكل متغير ثم تحديد خط الاتجاه العام للسلسلة الزمنية للبيانات وهو الخط الذي يمر بالمتوسطين النصفيين للفترتين.
- ٣- حساب معامل ميلان خط الاتجاه العام للسلسلة الزمنية (b) بتطبيق المعادلة الآتية :



$$b = \frac{X'_2 - X'_1}{T'_2 - T'_1}$$

بحيث يمثل :

$X'_1$  : متوسط أمطار الفترة الأولى.

$X'_2$  : متوسط أمطار الفترة الثانية.

$T_1$  : الزمن المقابل للفترة الأولى (منتصف الفترة).

$T_2$  : الزمن المقابل للفترة الثانية (منتصف الفترة).

٤- إخضاع المتوسط النصفى لكل فترة لفحص الخطأ المعياري للفرق الإحصائي بين المتوسطين بتطبيق المعادلة الآتية :

$$S.E|X'_1 - X'_2| = \left[ \frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}$$

بحيث يمثل :

$S.E|X'_1 - X'_2|$  : الخطأ المعياري للفرق بين المتوسطين.

$\hat{\sigma}_1^2$  : الانحراف المعياري للمتوسط الأول.

$\hat{\sigma}_2^2$  : الانحراف المعياري للمتوسط الثاني.

$n_1$  : عدد الحالات في الفترة الأولى.

$n_2$  : عدد الحالات في الفترة الثانية.

ويستخدم الخطأ المعياري لبيان فيما إذا كانت توجد فروق إحصائية مهمة بين المتوسطين عند مستوى الاحتمال  $0.05$  (2 S.E).

٥- فحص الأهمية الإحصائية (t) ستودنت (T student's test) لبيان أهمية الفرق بين المتوسطين عند مستوى الأهمية الإحصائية  $0.05$  بتطبيق المعادلة الآتية :

$$t = \frac{|X'_1 - X'_2|}{\left[ \frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2} \right]^{0.5}}$$

وتقارن قيمة (t) المحسوبة بهذه العلاقة مع قيمة (t) الجدولة عند مستوى الأهمية الإحصائية ٠.٠٥ ودرجة الحرية المناسبة (d.f) للفترتين. وتحسب درجة الحرية بتطبيق المعادلة الآتية :

$$d.f = (n_1 + n_2) - 2$$

### ٣- النتائج والمناقشة

توصلت هذه الدراسة إلى النتائج التالية :

#### ٣-١- تحليل الخصائص الإحصائية لدرجات الحرارة

تعتمد هذه الدراسة على المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى للفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة (أبها-٤١١١٢) التي تقع على ارتفاع ٢٠٩٣.٣ م ودائرة العرض "18°13'59" شمالاً وخط الطول "42°39'39" شرقاً وبمحطة (الباحة-٤١٠٥٥) الواقعة على ارتفاع ١٦٥١.٩ م ودائرة العرض "20°17'41" شمالاً وخط الطول "41°38'35" شرقاً (الجدول ١ والجدول ٢).

وتمثل درجات الحرارة التي تفوق المتوسط اليومي لدرجة العظمى درجة حرارة اليوم الحار بينما يمثل استمرارها لمدة ثلاثة أيام متتالية أو أكثر الموجة الحارة، في حين تمثل درجات الحرارة التي تقل عن المتوسط اليومي لدرجة الصغرى درجة حرارة اليوم البارد بينما يمثل استمرارها لمدة ثلاثة أيام متتالية أو أكثر الموجة الباردة.

ومن خلال بيانات الجدول ١ نجد ان المتوسط اليومي لدرجة العظمى لمحطة أبها يتراوح بين ١٩.٨ م° خلال شهر يناير و ٣١.١ م° خلال شهر يونيو بانحراف معياري يتراوح بين ١.٤ م° خلال شهر سبتمبر و ٢.٨ م° خلال شهري فبراير وأبريل. كما نجد ان المتوسط اليومي لدرجة الصغرى يتراوح بين ٧.٥ م° خلال شهري ديسمبر ويناير و ١٦.٩ م° خلال شهر يونيو بانحراف معياري يتراوح بين ١.٥ م° خلال شهر أغسطس و ٢.٣ م° خلال شهري ديسمبر ويناير.

الجدول ١ : الخصائص الاحصائية للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة العظمى والدنيا خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

درجة الحرارة الدنيا (°م)					درجة الحرارة العظمى (°م)					الشهر
SE <sub>SD</sub>	SE <sub>Av</sub>	CV	SD	Aver	SE <sub>SD</sub>	SE <sub>Av</sub>	CV	SD	Aver	
0.05	0.07	0.30	2.3	7.5	0.06	0.08	0.13	2.7	19.8	يناير
0.05	0.07	0.22	2.1	9.6	0.07	0.09	0.13	2.8	21.4	فبراير
0.05	0.07	0.18	2.1	11.5	0.06	0.08	0.11	2.6	23.3	مارس
0.04	0.06	0.14	1.9	13.1	0.06	0.09	0.11	2.8	25.4	أبريل
0.04	0.06	0.12	1.8	15.1	0.05	0.07	0.08	2.3	28.8	مايو
0.04	0.05	0.10	1.7	16.9	0.03	0.05	0.05	1.5	31.1	يونيو
0.04	0.06	0.10	1.8	17.6	0.04	0.06	0.06	1.8	30.9	يوليو
0.03	0.05	0.09	1.5	17.0	0.04	0.06	0.06	1.8	30.7	أغسطس
0.04	0.06	0.11	1.7	15.3	0.03	0.05	0.05	1.4	29.7	سبتمبر
0.04	0.06	0.15	1.8	12.0	0.04	0.05	0.06	1.7	26.2	أكتوبر
0.05	0.07	0.22	2.1	9.3	0.04	0.06	0.08	1.8	23.1	نوفمبر
0.05	0.07	0.30	2.3	7.5	0.05	0.07	0.11	2.1	21.1	ديسمبر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

الجدول ٢ : الخصائص الاحصائية للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة العظمى والدنيا خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة

درجة الحرارة الدنيا (°م)					درجة الحرارة العظمى (°م)					الشهر
SE <sub>SD</sub>	SE <sub>Av</sub>	CV	SD	Aver	SE <sub>SD</sub>	SE <sub>Av</sub>	CV	SD	Aver	
0.07	0.09	0.30	3.0	9.9	0.07	0.10	0.14	3.1	22.7	يناير
0.07	0.10	0.25	2.9	11.6	0.07	0.10	0.12	3.0	24.6	فبراير
0.06	0.09	0.20	2.9	14.2	0.06	0.09	0.10	2.8	26.9	مارس
0.05	0.07	0.14	2.3	16.7	0.07	0.10	0.11	3.2	29.2	أبريل
0.05	0.07	0.11	2.1	20.0	0.06	0.08	0.08	2.6	32.7	مايو
0.03	0.05	0.06	1.4	22.6	0.03	0.05	0.04	1.4	35.3	يونيو
0.04	0.05	0.08	1.7	23.0	0.04	0.06	0.05	1.8	35.4	يوليو
0.03	0.05	0.06	1.5	23.0	0.03	0.05	0.04	1.5	35.6	أغسطس
0.04	0.05	0.07	1.6	21.3	0.04	0.05	0.05	1.7	33.7	سبتمبر
0.05	0.06	0.12	2.1	16.8	0.04	0.06	0.07	1.9	29.6	أكتوبر
0.05	0.07	0.16	2.1	12.9	0.05	0.07	0.09	2.3	26.0	نوفمبر
0.05	0.08	0.24	2.5	10.5	0.06	0.08	0.11	2.6	23.5	ديسمبر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

ومن خلال بيانات الجدول ٢ نجد ان المتوسط اليومي لدرجة العظمى لمحطة الباحة يتراوح بين ٢٢.٧ م° خلال شهر يناير و ٣٥.٦ م° خلال شهر أغسطس بانحراف معياري يتراوح بين ١.٤ م° خلال شهر يونيو و ٣.٢ م° خلال شهر أبريل. كما نجد ان المتوسط اليومي لدرجة الصغرى يتراوح بين ٩.٩ م° خلال شهر يناير و ٢٣.٠ م° خلال شهري يوليو وأغسطس بانحراف معياري يتراوح بين ١.٤ م° خلال شهر يونيو و ٢.٣ م° خلال شهر يناير.

### ٢-٣- فحص تكرار الأيام والموجات الحارة والباردة

قبل الشروع في تحليل اتجاه التغيير لتكرار عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة بمحطتي أبها والباحة تم فحص مدى تطابق توزيع بيانات التكرار لعدد الأيام ولعدد الموجات مع التوزيع الطبيعي بواسطة اختبار Kolmogorov-Smirnov (الجدول ٣). وقد أظهرت نتائج هذا الاختبار أن مستوى الدلالة لتكرار الأيام الحارة يفوق مستوى الدلالة ٠.٠٥ خلال جميع الشهور ما عدا شهري أكتوبر ويناير بمحطة أبها وخلال جميع الشهور ما عدا شهور أبريل ومايو ويونيو بمحطة الباحة. وعليه فإن نتائج هذا الاختبار تدل على أن توزيع تكرار الأيام الحارة يتبع التوزيع الطبيعي عند درجة الحرية ٣٣ خلال الفترة الممتدة من فبراير إلى سبتمبر بالإضافة إلى شهري نوفمبر وديسمبر بمحطة أبها وخلال الفترة الممتدة من يونيو إلى مارس بمحطة الباحة.

كما أظهرت نتائج اختبار Kolmogorov-Smirnov لتكرار الأيام الباردة أن مستوى الدلالة يفوق ٠.٠٥ خلال الفترة الممتدة من أغسطس إلى مارس بمحطة أبها وعلى مدار السنة بمحطة الباحة. وعليه فإن توزيع الأيام الباردة يتبع التوزيع الطبيعي عند درجة الحرية ٣٣ خلال الفترة المذكورة بمحطة أبها وعلى مدار السنة بمحطة الباحة. وعلى العكس من توزيع تكرار الأيام الحارة والأيام الباردة نجد أن مستوى الدلالة لتكرار الموجات الحارة والباردة يقل عن ٠.٠٥ خلال جميع الشهور بمحطتي أبها والباحة وهو يتبع التوزيع الطبيعي عند درجة الحرية ٣٣ خلال الفترة المدروسة.

ومن ناحية أخرى أظهرت نتائج فحص تجانس التباين بواسطة اختبار Levene أن مستوى الدلالة لعدد الأيام ولعدد الموجات الحارة يفوق ٠.٠٥ عند درجتي الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين المجموعات بمحطة أبها، وهو يدل على تجانس التباين لتوزيع تكرار هذه الأخيرة (الجدول ٤). وعلى العكس نجد أن مستوى الدلالة يقل عن ٠.٠٥ عند نفس درجتي الحرية بالنسبة لعدد الأيام ولعدد الموجات الباردة، وهو يدل على تباين تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة بمحطة أبها. أما بالنسبة لمحطة الباحة فنجد أن مستوى الدلالة لعدد الأيام الباردة ولعدد الموجات الحارة يفوق ٠.٠٥ عند درجتي الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين

المجموعات، وهو يدل على تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة ، في حين نجد أن مستوى الدلالة لتكرار عدد الأيام الحارة ولتكرار عدد الموجات الباردة يقل عن ٠.٠٥، عند نفس درجتي الحرية، وهو يدل على تباين تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة خلال الفترة المدروسة بمحطة الباحة.

الجدول ٣ : مستوى دلالة نتائج اختبار Kolmogorov-Smirnov لمدى مطابقة تكرار عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة للتوزيع الطبيعي عند درجة الحرية ٣٣ خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

الشهر	الأيام الحارة	الموجات الحارة	الأيام الباردة	الموجات الباردة
يناير	0.033	0.000	0.200	0.003
فبراير	0.156	0.000	0.200	0.000
مارس	0.104	0.001	0.200	0.008
أبريل	0.200	0.000	0.090	0.005
مايو	0.200	0.000	0.200	0.000
يونيو	0.200	0.000	0.035	0.002
يوليو	0.200	0.002	0.003	0.019
أغسطس	0.200	0.000	0.124	0.025
سبتمبر	0.200	0.000	0.200	0.005
أكتوبر	0.014	0.000	0.200	0.001
نوفمبر	0.200	0.000	0.196	0.001
ديسمبر	0.127	0.005	0.122	0.001

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول ١.

الجدول ٤ : نتائج فحص تجانس توزيع عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة بواسطة اختبار Levene خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧

المحطة	متغير الفحص	عدد الأيام الحارة	عدد الموجات الحارة	عدد الأيام الباردة	عدد الموجات الباردة
أبها	اختبار Levene	١.١٩٦	١.٣٨١	١.٦٩٨	٢.٧١١
	df <sub>1</sub> (الشهور)	١١	١١	١١	١١
	df <sub>2</sub> (القياسات)	٣٨٤	٣٨٤	٣٨٤	٣٨٤
	Sig.	٠.٢٨٧	٠.١٧٩	٠.٠٣٠	٠.٠٠٢
الباحة	اختبار Levene	٢.٣٤١	١.٦١٣	١.١٣٨	١.٨٧١
	df <sub>1</sub> (الشهور)	١١	١١	١١	١١
	df <sub>2</sub> (القياسات)	٣٨٤	٣٨٤	٣٨٤	٣٨٤
	Sig.	٠.٠٠٨	٠.٠٩٣	٠.٣٣٠	٠.٠٤٥

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدولين ١ و ٢.

بالإضافة إلى نتائج الاختبارين السابقين أظهرت أيضاً نتائج اختبار التباين الأحادي لتوزيع تكرار عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة أن مستوى الدلالة لعدد الأيام الحارة ولعدد الأيام الباردة ولعدد الموجات الباردة يفوق ٠.٠٥ عند درجتي الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين المجموعات، وهو يدل على تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة بمحطة أبها. في حين نجد أن مستوى الدلالة لعدد الموجات الحارة والباردة بمحطتي أبها والباحة يقل عن ٠.٠٥، وهو يدل على تباين توزيع هذه الأخيرة خلال الفترة المدروسة عند نفس درجتي الحرية المذكورة بالمحطتين.

#### ٤- تحليل التغيرات الزمنية لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة

يتباين توزيع تكرار الأيام الحارة والباردة من شهر لآخر بمحطة أبها (الجدول ٥). فمن خلال بيانات الجدول ٥ نجد أن المجموع التراكمي لعدد الأيام الحارة بلغ ٥٢٥٠ يوم، أي ما يعادل ٤٣.٦% من إجمالي عدد أيام الفترة المدروسة. ويتباين نسبياً توزيع الأيام الحارة من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٣٦٥ يوم خلال شهر نوفمبر و ٤٨٤ يوم خلال شهر مارس، أي ما يعادل على التوالي ٣٦.٩% و ٤٧.٣% من إجمالي تكرار الأيام الحارة لكل شهر خلال الفترة المدروسة. ويمثل تكرار هذه الأيام نسباً تتراوح بين ٧.٠% و ٩.٢% من إجمالي تكرار الأيام الحارة خلال الفترة المدروسة.

الجدول ٥ : التوزيع الشهري لتكرار الأيام الباردة والحارة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

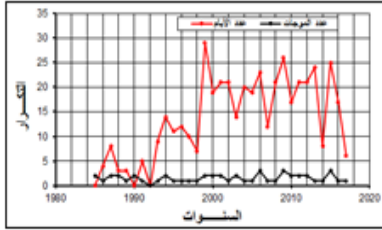
الشهر	إجمالي أيام الفترة	تكرار الأيام الحارة			تكرار الأيام الباردة		
		المجموع	% من إجمالي أيام الفترة	% من إجمالي الأيام الحارة	عدد الأيام	% من إجمالي أيام الفترة	% من إجمالي الأيام الباردة
يناير	1023	445	43.5	8.5	406	39.7	
فبراير	932	450	48.3	8.6	296	31.8	
مارس	1023	484	47.3	9.2	362	35.4	
أبريل	990	483	48.8	9.2	367	37.1	
مايو	1023	459	44.9	8.7	444	43.4	
يونيو	990	401	40.5	7.6	344	34.7	
يوليو	1023	469	45.8	8.9	392	38.3	
أغسطس	1023	436	42.6	8.3	362	35.4	
سبتمبر	990	406	41.0	7.7	364	36.8	
أكتوبر	1023	443	43.3	8.4	400	39.1	
نوفمبر	990	365	36.9	7.0	387	39.1	
ديسمبر	1023	409	40.0	7.8	398	38.9	

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للارصاد الجوي وحماية البيئة.

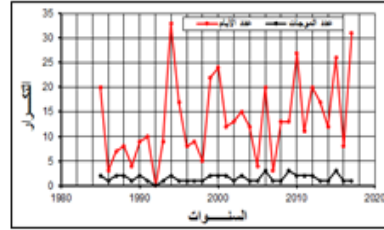
بالإضافة إلى نتائج الاختبارين السابقين أظهرت أيضاً نتائج اختبار التباين الأحادي لتوزيع تكرار عدد الأيام وعدد الموجات الحارة والباردة أن مستوى الدلالة لعدد الأيام الحارة ولعدد الأيام الباردة ولعدد الموجات الباردة يفوق ٠.٠٥ عند درجتي الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين المجموعات، وهو يدل على تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة بمحطة أبها. في حين نجد أن مستوى الدلالة لعدد الموجات الحارة والباردة بمحطتي أبها والباحة يقل عن ٠.٠٥، وهو يدل على تباين توزيع هذه الأخيرة خلال الفترة المدروسة عند نفس درجتي الحرية المذكورة بالمحطتين.

#### ٤- تحليل التغيرات الزمنية لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة

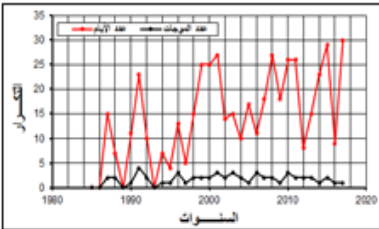
يتباين توزيع تكرار الأيام الحارة والباردة من شهر لآخر بمحطة أبها (الجدول ٥). فمن خلال بيانات الجدول ٥ نجد أن المجموع التراكمي لعدد الأيام الحارة بلغ ٥٢٥٠ يوم، أي ما يعادل ٤٣.٦% من إجمالي عدد أيام الفترة المدروسة. ويتباين نسبياً توزيع الأيام الحارة من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٣٦٥ يوم خلال شهر نوفمبر و ٤٨٤ يوم خلال شهر مارس، أي ما يعادل على التوالي ٣٦.٩% و ٤٧.٣% من إجمالي تكرار الأيام الحارة لكل شهر خلال الفترة المدروسة. ويمثل تكرار هذه الأيام نسباً تتراوح بين ٧.٠% و ٩.٢% من إجمالي تكرار الأيام الحارة خلال الفترة المدروسة.



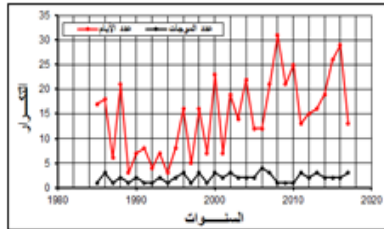
شهر فبراير



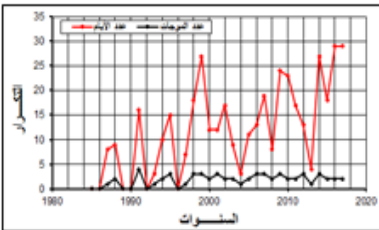
شهر يناير



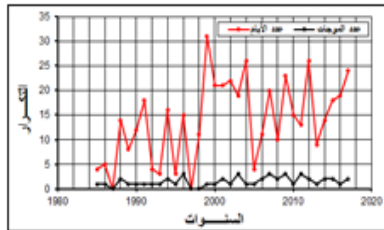
شهر أبريل



شهر مارس



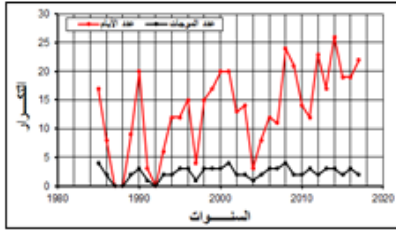
شهر يونيو



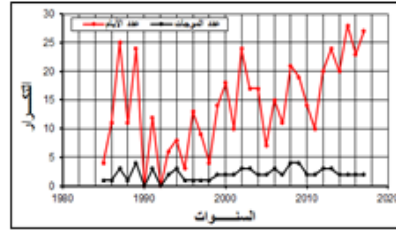
شهر مايو

الشكل ٢ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الحارة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

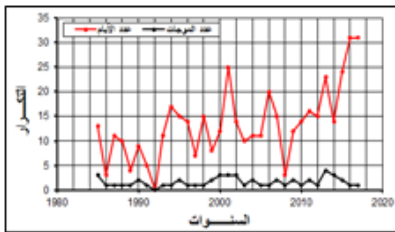




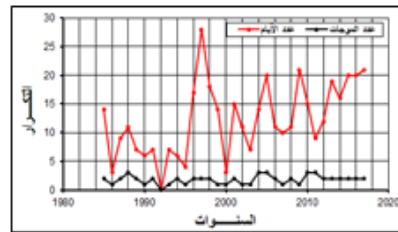
شهر أغسطس



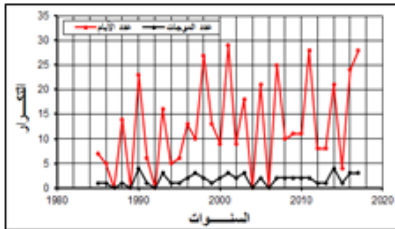
شهر يوليو



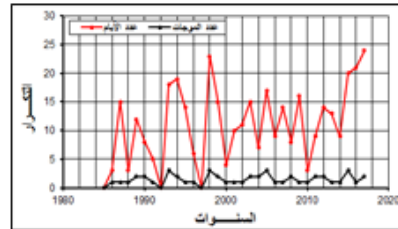
شهر أكتوبر



شهر سبتمبر



شهر ديسمبر



شهر نوفمبر

تابع الشكل ٢ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الحارة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

الجدول ٦ : التوزيع الشهري لتكرار الموجات الباردة والحرارة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبيها

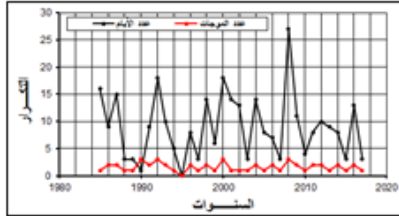
الشهر	تكرار الموجات الباردة		تكرار الموجات الحارة	
	% من إجمالي موجات الفترة	إجمالي تكرار موجات الفترة	% من إجمالي موجات الفترة	إجمالي تكرار موجات الفترة
يناير	6.7	46	7.2	50
فبراير	7.7	53	7.8	54
مارس	9.3	64	9.5	66
أبريل	7.7	53	8.1	56
مايو	8.5	59	7.1	49
يونيو	8.5	59	8.6	60
يوليو	10.6	73	9.9	69
أغسطس	9.3	64	10.8	75
سبتمبر	7.7	53	8.5	59
أكتوبر	8.7	60	7.6	53
نوفمبر	8.4	58	6.9	48
ديسمبر	7.1	49	8.1	56

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

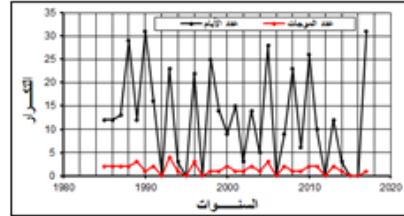
كما بلغ المجموع التراكمي لعدد الموجات الحارة ٦٩٥ موجة، يتباين نسبياً توزيعها من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٤٨ موجة خلال شهر نوفمبر و ٧٥ موجة خلال شهر أغسطس، أي ما يعادل على التوالي ٦.٩% و ١٠.٨% من إجمالي تكرار الموجات الحارة لكل شهر خلال الفترة المدروسة (الجدول ٦ والشكل ٢).

وبلغ المجموع التراكمي لعدد الأيام الباردة بلغ ٤٥٢٢ يوم، أي ما يعادل ٣٧.٥% من إجمالي عدد أيام الفترة المدروسة. ويتباين نسبياً توزيع الأيام الباردة من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٢٩٦ يوم خلال شهر فبراير و ٤٤٤ يوم خلال شهر مايو، أي ما يعادل على التوالي ٣١.٨% و ٤٣.٤% من إجمالي تكرار الأيام الباردة لكل شهر خلال الفترة المدروسة. ويمثل تكرار هذه الأيام نسبياً تتراوح بين ٦.٥% و ٩.٨% من إجمالي تكرار الأيام الباردة خلال الفترة المدروسة.

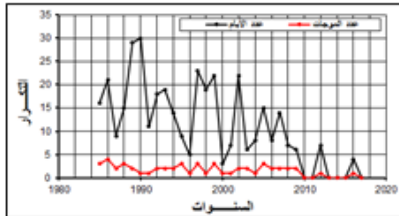
كما بلغ المجموع التراكمي لعدد الموجات الباردة ٦٩١ موجة، يتباين توزيعها نسبياً من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٤٦ موجة خلال شهر يناير و ٧٣ موجة خلال شهر يوليو، أي ما يعادل على التوالي ٦.٧% و ١٠.٦% من إجمالي تكرار الموجات الباردة لكل شهر خلال الفترة المدروسة (الجدول ٦ والشكل ٣).



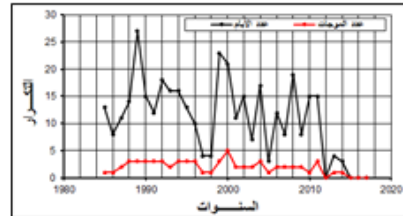
شهر فبراير



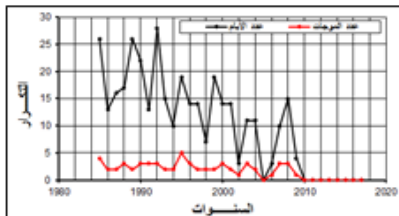
شهر يناير



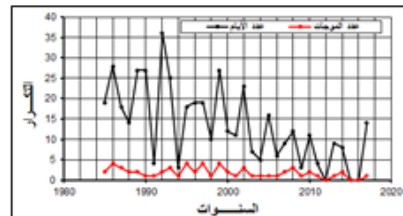
شهر أبريل



شهر مارس

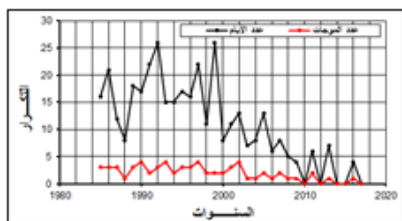


شهر أكتوبر

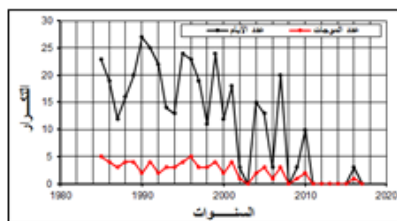


شهر مايو

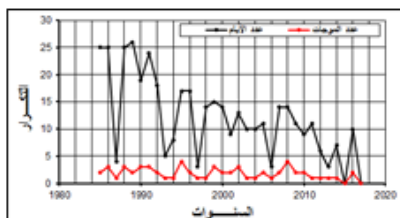
الشكل ٣ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الباردة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها



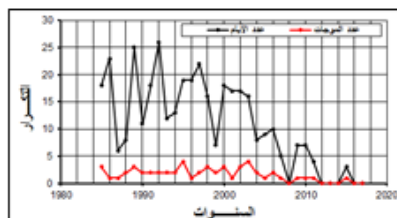
شهر أغسطس



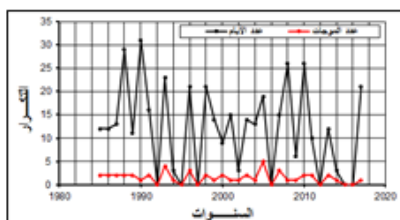
شهر يوليو



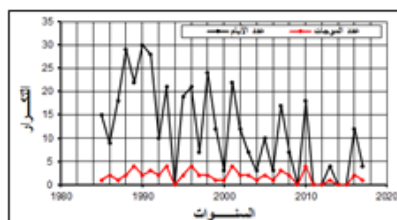
شهر أكتوبر



شهر سبتمبر



شهر ديسمبر



شهر نوفمبر

تابع الشكل ٣ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الياردة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

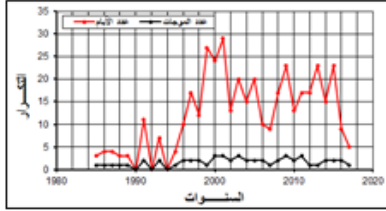
ويتباين أيضاً توزيع تكرار الأيام الحارة والباردة من شهر لآخر بمحطة الباحة (الجدول ٧). فمن خلال بيانات الجدول ٧ نجد أن المجموع التراكمي لعدد الأيام الحارة بلغ ٥٥٠٠ يوم، أي ما يعادل ٤٥.٦% من إجمالي عدد أيام الفترة المدروسة. ويتباين نسبياً توزيع الأيام الحارة من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٤٠٧ يوم خلال شهر فبراير و ٥١٨ يوم خلال شهر مايو، أي ما يعادل على التوالي ٤٣.٧% و ٥٠.٦% من إجمالي تكرار الأيام الحارة لكل شهر خلال الفترة المدروسة. ويمثل تكرار هذه الأيام نسباً تتراوح بين ٧.٤% و ٩.٤% من إجمالي تكرار الأيام الحارة خلال الفترة المدروسة.

كما بلغ المجموع التراكمي لعدد الموجات الحارة ٦٨٨ موجة، يتباين توزيعها نسبياً من شهر لآخر، بحيث يتراوح تكرارها بين ٤٨ موجة خلال شهر سبتمبر و ٧٣ موجة خلال شهر أغسطس، أي ما يعادل على التوالي ٧.٠% و ١٠.٦% من إجمالي تكرار الموجات الحارة لكل شهر خلال الفترة المدروسة (الجدول ٨ والشكل ٤).

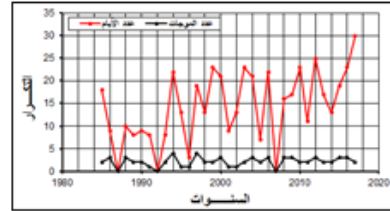
الجدول ٨ : التوزيع الشهري لتكرار الموجات الباردة والحارة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة

الشهر	تكرار الموجات الحارة		تكرار الموجات الباردة	
	إجمالي تكرار موجات الفترة	% من إجمالي موجات الفترة	إجمالي تكرار موجات الفترة	% من إجمالي موجات الفترة
يناير	69	10.0	76	9.8
فبراير	54	7.8	71	9.1
مارس	66	9.6	69	8.9
أبريل	55	8.0	65	8.4
مايو	53	7.7	56	7.2
يونيو	49	7.1	62	8.0
يوليو	60	8.7	54	6.9
أغسطس	73	10.6	80	10.3
سبتمبر	48	7.0	61	7.9
أكتوبر	50	7.3	51	6.6
نوفمبر	59	8.6	65	8.4
ديسمبر	52	7.6	67	8.6

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للارصاد الجوي وحماية البيئة.



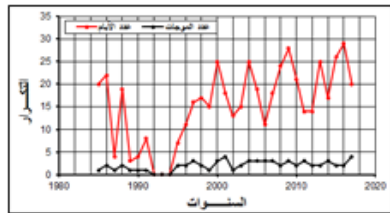
شهر يناير



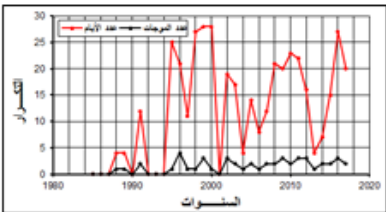
شهر فبراير



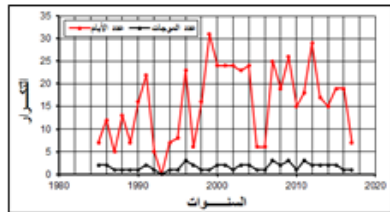
شهر أيريل



شهر مارس

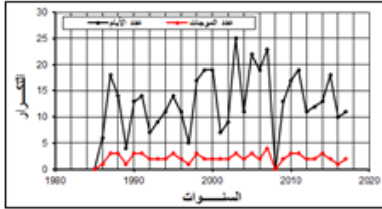


شهر يونيو

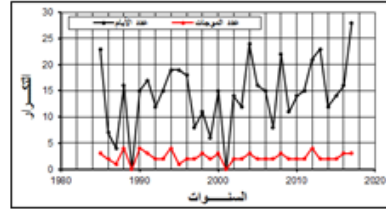


شهر مايو

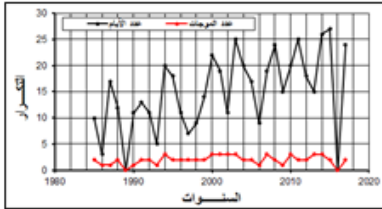
الشكل ٤ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الحارة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة



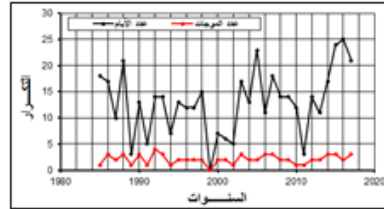
شهر فبراير



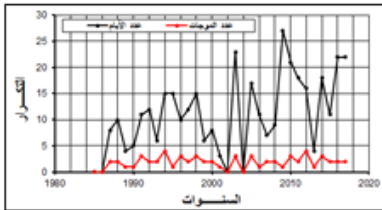
شهر يناير



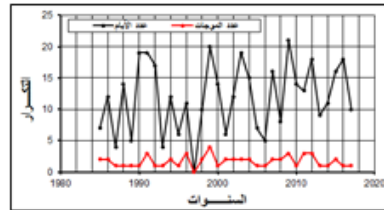
شهر أبريل



شهر مارس

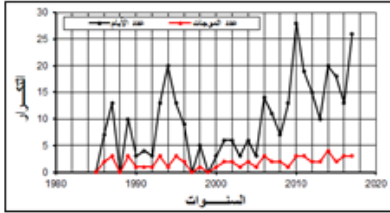


شهر يونيو

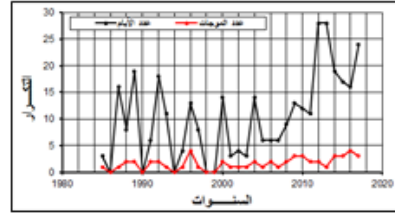


شهر مايو

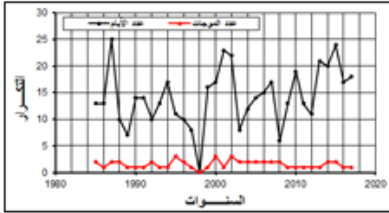
الشكل ٥ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الباردة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة



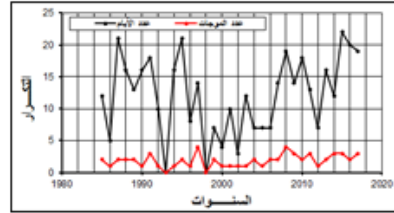
شهر أغسطس



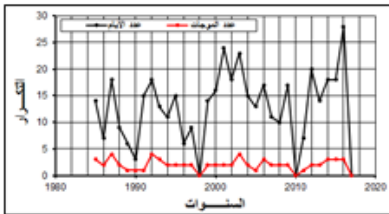
شهر يوليو



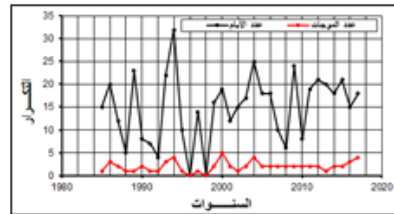
شهر أكتوبر



شهر سبتمبر



شهر ديسمبر



شهر نوفمبر

تم تحليل اتجاه البحر العام لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة بواسطة المنبه بين المتوسطات التصفية تابع الشكل ٥ : التوزيع التكراري الشهري لعدد الأيام والموجات الباردة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة



### ٥- تحليل اتجاه التغير العام لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة

تم تحليل اتجاه التغير العام لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة بواسطة النسبة بين المتوسطات النصفية واتجاه التغير بطريقة المتوسطات النصفية.

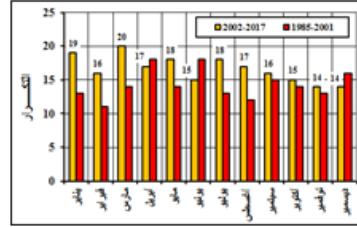
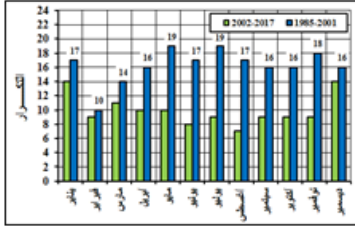
#### ٥-١- تحليل اتجاه التغير العام بواسطة النسبة بين المتوسطات النصفية

تمثل هذه النسبة حاصل قسمة متوسط النصف الثاني (٢٠١٧-٢٠٠٢) على متوسط النصف الأول من الفترة المدروسة (١٩٨٥-٢٠٠١). ولقد تم تطبيق طريقة النسبة بين المتوسطات النصفية لتكرار الأيام الحارة والأيام الباردة من جهة ولتكرار الموجات الحارة والموجات الباردة من جهة ثانية بمحطتي أبها (الجدول ٩ والجدول ١٠ والشكل ٦ والشكل ٧) والباحة (الجدول ١١ والجدول ١٢ والشكل ٨ والشكل ٩).

الجدول ٩ : اتجاه التغير العام لتكرار الأيام الباردة والحارة بطريقة المتوسطين النصفيين للفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

نوع الاتجاه	النسبة بين $X^2$ و $X^1$	عدد الأيام الباردة		نوع الاتجاه	النسبة بين $X^2$ و $X^1$	عدد الأيام الحارة		المحطة
		-٢٠٠٢	-١٩٨٥			-٢٠٠٢		
		٢٠١٧	٢٠٠١			٢٠١٧		
		$X^2$	$X^1$			$X^2$	$X^1$	
اتجاه متزايد	0.84	14	17	اتجاه متزايد	1.23	15	13	يناير
اتجاه متزايد	0.95	9	10	اتجاه متزايد	1.67	18	11	فبراير
اتجاه متزايد	0.76	11	14	اتجاه متزايد	1.86	19	10	مارس
اتجاه متزايد	0.61	10	16	اتجاه متناقص	1.29	19	14	أبريل
اتجاه متزايد	0.52	10	19	اتجاه متزايد	1.38	17	12	مايو
اتجاه متزايد	0.48	8	17	اتجاه متناقص	1.32	17	12	يونيو
اتجاه متزايد	0.46	9	19	اتجاه متزايد	1.62	19	11	يوليو
اتجاه متزايد	0.45	7	17	اتجاه متزايد	1.27	16	13	أغسطس
اتجاه متزايد	0.53	9	16	اتجاه متزايد	1.40	15	11	سبتمبر
اتجاه متزايد	0.60	9	16	اتجاه متزايد	1.47	17	11	أكتوبر
اتجاه متزايد	0.49	9	18	اتجاه متزايد	1.19	13	11	نوفمبر
اتجاه متزايد	0.85	14	16	اتجاه متناقص	1.23	16	13	ديسمبر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للإرصاد الجوي وحماية البيئة.



الشكل ٦ : التوزيع الشهري لتكرار الأيام الحارة خلال الفترة ٢٠١٧-١٩٨٥ بمحطة أبيها  
 الشكل ٧ : التوزيع الشهري لتكرار الأيام الباردة خلال الفترة ٢٠١٧-١٩٨٥ بمحطة أبيها

الجدول ١٠ : اتجاه التغير العام لتكرار الموجات الباردة والحارة بطريقة المتوسطين النصفين للفترة ٢٠١٧-١٩٨٥ بمحطة أبيها

نوع الاتجاه	النسبة بين $X'_2$ و $X'_1$	عدد الموجات الباردة		نوع الاتجاه	النسبة بين $X'_2$ و $X'_1$	عدد الموجات الحارة		المحطة
		-٢٠٠٢ ٢٠١٧	-١٩٨٥ ٢٠٠١			-٢٠٠٢ ٢٠١٧	-١٩٨٥ ٢٠٠١	
		$X'_2$	$X'_1$			$X'_2$	$X'_1$	
اتجاه متناقص	0.82	1.6	1.9	اتجاه متزايد	1.08	1.6	1.5	يناير
اتجاه متناقص	0.89	1.6	1.8	اتجاه متزايد	1.09	1.9	1.7	فبراير
اتجاه متناقص	0.74	1.8	2.5	اتجاه متزايد	1.28	2.3	1.8	مارس
اتجاه متناقص	0.87	1.8	2.1	اتجاه متناقص	0.94	1.9	2.0	أبريل
اتجاه متناقص	0.67	1.5	2.3	اتجاه متزايد	1.48	1.9	1.3	مايو
اتجاه متناقص	0.76	2.0	2.6	اتجاه متناقص	0.96	2.2	2.3	يونيو
اتجاه متناقص	0.50	1.8	3.5	اتجاه متناقص	1.37	2.6	1.9	يوليو
اتجاه متناقص	0.56	1.5	2.8	اتجاه متناقص	0.95	2.4	2.6	أغسطس
اتجاه متناقص	0.80	1.7	2.1	اتجاه متزايد	1.19	2.0	1.7	سبتمبر
اتجاه متناقص	0.81	1.7	2.1	اتجاه متزايد	1.12	1.8	1.6	أكتوبر
اتجاه متناقص	0.83	1.9	2.3	اتجاه متزايد	1.03	1.6	1.6	نوفمبر
اتجاه متناقص	0.95	1.8	1.9	اتجاه متزايد	1.15	2.1	1.9	ديسمبر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

الجدول ١١ : اتجاه التغير العام لتكرار الأيام الباردة والحارة بطريقة المتوسطين النصفين للفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة

نوع الاتجاه	النسبة بين $X'_2$ و $X'_1$	عدد الأيام الباردة		نوع الاتجاه	النسبة بين $X'_2$ و $X'_1$	عدد الأيام الحارة		المحطة
		-٢٠٠٢	-١٩٨٥			-٢٠٠٢	-١٩٨٥	
		٢٠١٧	٢٠٠١			٢٠١٧	٢٠٠١	
اتجاه متزايد	1.21	17	14	اتجاه متزايد	1.48	19	13	يناير
اتجاه متزايد	1.32	16	12	اتجاه متزايد	1.39	16	11	فبراير
اتجاه متزايد	1.29	15	12	اتجاه متزايد	1.51	20	14	مارس
اتجاه متزايد	1.56	20	13	اتجاه متناقص	0.95	17	18	أبريل
اتجاه متزايد	1.18	13	11	اتجاه متزايد	1.26	18	14	مايو
اتجاه متزايد	1.73	16	9	اتجاه متناقص	0.86	15	18	يونيو
اتجاه متزايد	1.32	14	10	اتجاه متزايد	1.38	18	13	يوليو
اتجاه متزايد	1.58	13	8	اتجاه متزايد	1.39	17	12	أغسطس
اتجاه متزايد	1.03	13	13	اتجاه متزايد	1.02	16	15	سبتمبر
اتجاه متزايد	1.13	16	14	اتجاه متزايد	1.07	15	14	أكتوبر
اتجاه متزايد	1.17	17	15	اتجاه متزايد	1.06	14	13	نوفمبر
اتجاه متزايد	1.32	16	12	اتجاه متناقص	0.92	14	16	ديسمبر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

الجدول ١٢ : اتجاه التغير العام لتكرار الموجات الباردة والحارة بطريقة المتوسطين النصفين للفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة الباحة

نوع الاتجاه	النسبة بين $X'_2$ و $X'_1$	عدد الموجات الباردة		نوع الاتجاه	النسبة بين $X'_2$ و $X'_1$	عدد الموجات الحارة		المحطة
		-٢٠٠٢	-١٩٨٥			-٢٠٠٢	-١٩٨٥	
		٢٠١٧	٢٠٠١			٢٠١٧	٢٠٠١	
اتجاه متناقص	0.94	2.4	2.5	اتجاه متزايد	1.09	2.4	2.2	يناير
اتجاه متزايد	1.10	2.4	2.2	اتجاه متزايد	1.18	1.9	1.6	فبراير
اتجاه متزايد	1.03	2.2	2.1	اتجاه متزايد	1.35	2.5	1.9	مارس
اتجاه متزايد	1.17	2.3	1.9	اتجاه متناقص	1.13	2.1	1.8	أبريل
---	1.00	1.8	1.8	اتجاه متزايد	1.21	1.8	1.5	مايو
اتجاه متزايد	1.07	2.2	2.1	اتجاه متزايد	1.28	2.1	1.7	يونيو
اتجاه متزايد	1.28	2.1	1.7	اتجاه متناقص	0.99	2.1	2.1	يوليو
اتجاه متزايد	1.22	2.3	1.8	اتجاه متزايد	1.49	2.9	1.9	أغسطس
اتجاه متزايد	1.26	2.2	1.7	اتجاه متزايد	1.24	1.8	1.5	سبتمبر
اتجاه متزايد	1.04	1.6	1.6	اتجاه متناقص	0.84	1.5	1.8	أكتوبر
اتجاه متزايد	1.09	2.2	2.0	اتجاه متزايد	1.11	1.9	1.8	نوفمبر
اتجاه متزايد	1.04	2.3	2.2	اتجاه متزايد	1.18	1.9	1.6	ديسمبر

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

تراوح إجمالي تكرار الأيام التي تفوق درجة حرارتها العظمى المتوسط خلال النصف الأول من الفترة المدروسة (١٩٨٥-٢٠٠١) بين ١٣٧ يوم في شهر يونيو و ٢٠٠ يوم في شهر يناير، في حين تراوح إجمالي هذا التكرار بين ٢١٠ يوم في شهر نوفمبر و ٣٠٨ يوم في شهر مارس خلال النصف الثاني (٢٠٠٢-٢٠١٧) بمحطة أبها. في حين تراوح إجمالي تكرار الأيام التي تفوق درجة حرارتها الدنيا المتوسط خلال النصف الأول من الفترة المدروسة (١٩٨٥-٢٠٠١) بين ١٥٢ يوم في شهر فبراير و ٣٢٢ يوم في شهر يوليو، في حين تراوح إجمالي هذا التكرار بين ٥٧ يوم في شهر يونيو و ١٧٠ يوم في شهر يناير خلال النصف الثاني (٢٠٠٢-٢٠١٧). ويتضح من بيانات الجدول ٩ أن اتجاهات التغيير العام لتكرار الأيام الحارة متزايدة بمحطة أبها خلال جميع الشهور بنسب تتراوح بين ١٩% خلال شهر نوفمبر و ٨٦% خلال شهر مارس على عكس اتجاهات التغيير العام المتناقصة لتكرار الأيام الباردة التي تتراوح بين ٥% خلال شهر فبراير و ٥٥% خلال شهر أغسطس (الجدول ٩). في حين أن هناك ثلاثة اتجاهات تغيير متناقصة لموجات الحر تميز شهور أبريل ويوليو وأغسطس بنسب تتراوح بين ٤% و ٦% بينما تتسم بقية شهور السنة باتجاهات متزايدة لموجات الحر بنسب تتراوح بين ٣% خلال شهر نوفمبر و ٤٨% خلال شهر مايو. وعلى العكس من اتجاهات التغيير لموجات الحر فإن موجات البرد تتسم باتجاهات تغيير متناقصة خلال مختلف شهور السنة (الجدول ١٠).

وتراوح إجمالي تكرار الأيام التي تفوق درجة حرارتها العظمى المتوسط خلال النصف الأول من الفترة المدروسة (١٩٨٥-٢٠٠١) بين ١٥٨ يوم في شهر فبراير و ٢٢٦ يوم في شهر مايو، في حين تراوح إجمالي هذا التكرار بين ٢١٩ يوم في شهر ديسمبر و ٣١٩ يوم في شهر مارس خلال النصف الثاني (٢٠٠٢-٢٠١٧) بمحطة الباحة. في حين تراوح إجمالي تكرار الأيام التي تفوق درجة حرارتها الدنيا المتوسط خلال النصف الأول من الفترة المدروسة (١٩٨٥-٢٠٠١) بين ١٠٩ يوم في شهر يوليو و ٢٢١ يوم في شهر نوفمبر، في حين تراوح إجمالي هذا التكرار بين ٢١٠ يوم في شهر سبتمبر و ٢٩٥ يوم في شهر أبريل خلال النصف الثاني (٢٠٠٢-٢٠١٧). وتنبأين اتجاهات التغيير لتكرار الأيام الحارة بمحطة الباحة، بحيث نجد أن هناك ثلاثة اتجاهات متناقصة تميز شهور أبريل ويونيو وديسمبر بنسب تتراوح بين ٥% و ١٤% بينما تتميز بقية شهور السنة باتجاهات متزايدة لتكرار الأيام الحارة بنسب تتراوح بين ٢% و ٥١%. وعلى عكس اتجاهات التغيير لتكرار الأيام الحارة اتسم تكرار الأيام الباردة باتجاهات تغيير متزايدة خلال مختلف شهور السنة بنسب تتراوح بين ٣% و ٧٣%. كما اتسم تكرار الموجات الحارة باتجاهين متناقصين خلال شهري يوليو وأكتوبر بنسب بلغت ١% و ١٦% على التوالي، بينما اتسم بقية شهور السنة باتجاهات متزايدة وبنسب تراوحت بين ٩% و ٤٩%، في حين اتسم

تكرار الموجات الباردة باتجاهات متزايدة خلال مختلف شهور السنة وبنسب تراوحت بين ٣% و ٢٨%.

### ٢-٥- تحليل اتجاه التغير العام لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة بطريقة المتوسطات النصفية

يعتمد تحليل اتجاه التغير بطريقة المتوسطات النصفية ( $X'_1, X'_2$ ) على حساب متوسط تكرار الأيام التي تفوق درجات حرارتها اليومية القصوى أو تقل درجات حرارتها الدنيا عن المتوسط وعلى تكرار الموجات الحارة أو الباردة المرافقة لها خلال كل فترة وعلى عدد سنوات كل فترة ( $n_1, n_2$ ) وكذلك على عامل ميلان الخط المار بمتوسطي الفترتين ( $b$ ) والذي يمثل خط اتجاه التغير. وتعتبر اتجاهات التغير الممثلة بخطوط انحدار الفروق بين المتوسطات النصفية ( $X'_1 - X'_2$ )، سالبة أو موجبة، جوهرية وذات أهمية احصائية عند مستوى الاحتمال ٥% إذا كان ضعف الخطأ المعياري ( $X'_1 - X'_2$ )  $< 2 SEIX'_1 - X'_2 I$  (Gregory, 1970 و Crow, 1971).

ويمثل الجدولان ١٣ و ١٤ نتائج تحليل اتجاه التغير العام لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة بطريقة المتوسطات النصفية بمحطة أبها.

الجدول ١٣ : نتائج فحص "T-student" للفرق بين المتوسطين النصفين لتكرار الأيام الحارة والباردة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

المتغير	الشهر	SD <sub>1</sub>	SD <sub>2</sub>	b	SE	X' <sub>1</sub> -X' <sub>2</sub>	t <sub>c</sub>	النتيجة
الأيام الحارة	يناير	14	14	0.194	4.9	-2.8	0.576	غير مهم
	فبراير	9	9	0.508	5.3	-7.4	1.381	غير مهم
	مارس	11	11	0.614	5.4	-8.9	1.639	غير مهم
	أبريل	10	10	0.284	5.8	-4.1	0.710	غير مهم
	مايو	10	10	0.322	5.2	-4.7	0.893	غير مهم
	يونيو	8	8	0.279	5.1	-4.0	0.791	غير مهم
	يوليو	9	9	0.489	5.4	-7.1	1.312	غير مهم
	أغسطس	7	7	0.235	5.1	-3.4	0.672	غير مهم
	سبتمبر	9	9	0.293	4.5	-4.3	0.944	غير مهم
	أكتوبر	9	9	0.366	4.9	-5.3	1.076	غير مهم
	نوفمبر	9	9	0.142	4.2	-2.1	0.484	غير مهم
	ديسمبر	14	14	0.212	5.1	-3.1	0.598	غير مهم
الأيام الباردة	يناير	8	10	-0.186	3.2	2.7	0.841	غير مهم
	فبراير	6	6	-0.034	2.1	0.5	0.242	غير مهم
	مارس	6	6	-0.233	2.1	3.4	1.644	غير مهم
	أبريل	8	6	-0.426	2.4	6.2	2.614	مهم
	مايو	9	6	-0.612	2.6	8.9	3.435	مهم
	يونيو	6	5	-0.603	1.8	8.7	4.738	مهم
	يوليو	5	7	-0.703	2.1	10.2	4.860	مهم
	أغسطس	6	3	-0.632	1.6	9.2	5.891	مهم
	سبتمبر	6	5	-0.535	1.9	7.8	4.117	مهم
	أكتوبر	8	4	-0.437	2.1	6.3	3.028	مهم

نوفمبر	8	5	-0.642	2.4	9.3	3.895	مهم
ديسمبر	8	8	-0.167	2.7	2.4	0.890	غير مهم

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

الجدول ١٤ : نتائج فحص "T-student" ستودنت للفرق بين المتوسطين النصفين لتكرار الموجات الحارة والباردة خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ بمحطة أبها

المتغير	الشهر	SD <sub>1</sub>	SD <sub>2</sub>	b	SE	X' <sub>1</sub> - X' <sub>2</sub>	t <sub>c</sub>	النتيجة
الموجات الحارة	يناير	0.5	0.8	0.009	0.24	-0.13	0.527	غير مهم
	فبراير	0.7	0.6	0.011	0.23	-0.16	0.685	غير مهم
	مارس	0.8	0.9	0.033	0.29	-0.49	1.650	غير مهم
	أبريل	0.9	0.7	-0.009	0.29	0.13	0.438	غير مهم
	مايو	0.7	0.8	0.042	0.26	-0.61	2.303	غير مهم
	يونيو	1.0	0.7	-0.006	0.29	0.09	0.289	غير مهم
	يوليو	1.0	0.7	0.048	0.30	-0.70	2.310	غير مهم
	أغسطس	0.9	0.7	-0.009	0.29	0.13	0.460	غير مهم
	سبتمبر	0.6	0.7	0.022	0.23	-0.31	1.337	غير مهم
	أكتوبر	0.8	0.9	0.013	0.31	-0.19	0.614	غير مهم
	نوفمبر	0.8	0.7	0.004	0.26	-0.05	0.209	غير مهم
	ديسمبر	1.0	0.9	0.020	0.33	-0.29	0.866	غير مهم
الموجات الباردة	يناير	0.9	0.7	-0.024	0.28	0.35	1.241	غير مهم
	فبراير	0.8	0.6	-0.013	0.25	0.19	0.765	غير مهم
	مارس	1.1	0.7	-0.044	0.32	0.64	2.023	غير مهم
	أبريل	1.0	0.6	-0.018	0.28	0.26	0.915	غير مهم
	مايو	1.2	0.8	-0.052	0.34	0.76	2.211	مهم
	يونيو	0.9	1.0	-0.045	0.33	0.65	1.986	غير مهم
	يوليو	0.9	0.9	-0.119	0.32	1.72	5.402	مهم
	أغسطس	0.8	0.9	-0.084	0.31	1.22	3.952	مهم
	سبتمبر	0.9	1.1	-0.029	0.34	0.42	1.240	غير مهم
	أكتوبر	0.9	0.9	-0.028	0.32	0.40	1.258	غير مهم
	نوفمبر	1.1	0.9	-0.028	0.36	0.40	1.111	غير مهم
	ديسمبر	0.8	1.2	-0.007	0.36	0.10	0.265	غير مهم

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.

ويمثل الجدولان ١٥ و ١٦ نتائج تحليل تحليل اتجاه التغير العام لتكرار الأيام والموجات الحارة والباردة بطريقة المتوسطات النصفية بمحطة الباحة. فمن خلال بيانات الجدول ١٥ نجد أن اتجاه التغير لتكرار الأيام التي تفوق درجات حرارتها العظمى المتوسط بمحطة الباحة يتسم بقيم انحدار موجبة وبسيطة تتراوح بين ٠.٠٢٠ - خلال شهر سبتمبر و ٠.٤٧٦ - خلال شهر مارس وبقيم انحدار سالبة وبسيطة أيضاً تبلغ ٠.٠٥٩ - خلال شهر أبريل و ٠.١٦٩ - خلال شهر يونيو و

٠.٠٨٩ - خلال شهر ديسمبر. كما نجد أن قيم الفرق بين المتوسطين النصفين جاءت كلها سالبة خلال جميع الشهور عدا شهر ديسمبر وأقل من ضعف الخطأ المعياري لتكرار هذه الأيام، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة بقيم تقل عن قيمة "٤" الحرجة ٢.٠٣٧ المناسبة لدرجة الحرية ٣٣ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ خلال جميع الشهور عدا شهور يناير ومارس ويوليو وأغسطس. وتعتبر قيم "٤" المحسوبة لهذه الشهور غير مهمة وهي صورية لا تتوافق مع قيم الفرق بين المتوسطين النصفين التي تقل عن ضعف الخطأ المعياري. وعلى العكس من ذلك نجد أن اتجاه التغير لتكرار الأيام التي تقل درجات حرارتها الدنيا عن المتوسط يتسم بقيم انحدار سالبة وبسيطة تتراوح بين ٠.٤٨٦ - خلال شهر أبريل و ٠.٠٢٧ - خلال شهر سبتمبر. كما أن قيم ضعف الخطأ المعياري لتكرار هذه الأيام تفوق قيم الفرق بين المتوسطين النصفين السالبة خلال جميع الشهور، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية عند مستوى الاحتمال ٥%. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة بقيم تقل عن قيمة "٤" الحرجة ٢.٠٣٧ المناسبة لدرجة الحرية ٣٣ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ خلال مختلف شهور السنة عدا شهور فبراير وأبريل ويونيو وأغسطس وديسمبر. وتعتبر قيم "٤" المحسوبة لهذه الشهور غير مهمة وهي ظاهرية أيضاً ولا تتوافق مع قيم الفرق بين المتوسطين النصفين التي تقل عن ضعف الخطأ المعياري.

ومن جهة أخرى نجد أن الموجات الحارة تتسم بقيم انحدار موجبة خلال مختلف شهور السنة عدا شهري نوفمبر ومارس (الجدول ١٦). وتتراوح قيم الانحدار الموجبة بين ٠.٠١٣ خلال شهر نوفمبر و ٠.٠٤٤ خلال شهر مارس في حين تبلغ قيم الانحدار السالبة بين ٠.٠٠١ - خلال شهر ٠.٠٠١ - خلال شهر يوليو و ٠.٠٢٠ - خلال شهر أكتوبر. ولقد تبين أن ضعف الخطأ المعياري لتكرار الموجات الحارة أكبر من الفرق بين المتوسطين النصفين السالبة خلال جميع الشهور، وهو يدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية. ولا تعتبر مهمة قيم فحص "٤" ستودنت التي تفوق قيم "٤" الحرجة ٢.٠٣٧ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ ودرجة الحرية وهي ظاهرية ولا تتوافق مع قيم الفرق بين المتوسطين النصفين التي تقل عن ضعف الخطأ المعياري.

بينما نجد أن قيم الانحدار لتكرار الموجات الباردة بسيطة وموجبة خلال مختلف شهور السنة وهي تتراوح بين ٠.٠٤٤ خلال شهر مارس و ٠.٠٣٢ خلال شهر يوليو وسالبة خلال شهر يناير فقط. ولقد تبين أن قيم ضعف الخطأ المعياري لتكرار الموجات الباردة أكبر من قيم الفرق بين المتوسطين النصفين السالبة خلال جميع شهور السنة عدا شهري يناير ومايو، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير لهذا التكرار عند مستوى الاحتمال ٥%. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة بقيم تقل عن قيمة "٤" الحرجة ٢.٠٣٧ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ ودرجة الحرية ٣٣.

الجدول ١٥ : نتائج فحص "T-student" ستودنت للفرق بين المتوسطين النصفين لتكرار الأيام الحارة والباردة خلال الفترة ٢٠١٧-١٩٨٥ بمحطة الباحة

المتغير	الشهر	SD <sub>1</sub>	SD <sub>2</sub>	b	SE	X' <sub>1</sub> -X' <sub>2</sub>	tc	النتيجة
الأيام الحارة	يناير	6	6	0.428	2.1	-5.8	2.719	غير مهم
	فبراير	9	6	0.307	2.7	-4.3	1.610	غير مهم
	مارس	7	6	0.476	2.3	-6.4	2.837	غير مهم
	أبريل	7	8	-0.059	2.5	0.9	0.369	غير مهم
	مايو	8	7	0.258	2.7	-4.1	1.526	غير مهم
	يونيو	10	7	-0.169	3.0	2.2	0.738	غير مهم
	يوليو	7	8	0.344	2.5	-5.8	2.281	غير مهم
	أغسطس	9	6	0.330	2.6	-5.5	2.109	غير مهم
	سبتمبر	9	3	0.020	2.3	-0.8	0.349	غير مهم
	أكتوبر	6	4	0.067	1.8	-1.5	0.828	غير مهم
	نوفمبر	7	4	0.050	2.0	-0.9	0.436	غير مهم
	ديسمبر	9	8	-0.089	3.0	1.1	0.369	غير مهم
الأيام الباردة	يناير	14	17	-0.200	1.9	-2.9	1.517	غير مهم
	فبراير	12	16	-0.261	1.8	-3.8	2.118	غير مهم
	مارس	12	15	-0.237	2.0	-3.4	1.731	غير مهم
	أبريل	13	20	-0.486	1.9	-7.0	3.678	غير مهم
	مايو	11	13	-0.138	1.8	-2.0	1.120	غير مهم
	يونيو	9	16	-0.470	2.0	-6.8	3.476	غير مهم
	يوليو	10	14	-0.224	2.5	-3.3	1.324	غير مهم
	أغسطس	8	13	-0.336	2.3	-4.9	2.141	غير مهم
	سبتمبر	13	13	-0.027	1.9	-0.4	0.203	غير مهم
	أكتوبر	14	16	-0.125	1.7	-1.8	1.040	غير مهم
	نوفمبر	15	17	-0.170	2.3	-2.5	1.080	غير مهم
	ديسمبر	12	16	-0.275	1.9	-4.0	2.101	غير مهم

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوي وحماية البيئة.  
الجدول ١٦ : نتائج فحص "T-student" ستودنت للفرق بين المتوسطين النصفين لتكرار الموجات الحارة والباردة خلال الفترة ٢٠١٧-١٩٨٥ بمحطة الباحة

المتغير	الشهر	SD <sub>1</sub>	SD <sub>2</sub>	b	SE	X' <sub>1</sub> -X' <sub>2</sub>	tc	النتيجة
الموجات الحارة	يناير	1.0	0.6	0.014	0.3	-0.2	0.684	غير مهم
	فبراير	0.7	0.7	0.020	0.2	-0.3	1.188	غير مهم
	مارس	0.9	0.7	0.044	0.3	-0.6	2.188	غير مهم
	أبريل	0.7	0.9	0.016	0.3	-0.2	0.832	غير مهم
	مايو	0.6	0.8	0.022	0.2	-0.3	1.290	غير مهم
	يونيو	1.1	0.7	0.032	0.3	-0.5	1.409	غير مهم
	يوليو	0.9	0.9	-0.001	0.3	0.0	0.046	غير مهم
	أغسطس	0.7	1.0	0.065	0.3	-0.9	3.039	غير مهم
	سبتمبر	0.5	0.7	0.024	0.2	-0.4	1.699	غير مهم
	أكتوبر	0.9	0.7	-0.020	0.3	0.3	0.969	غير مهم
	نوفمبر	0.8	0.6	0.013	0.2	-0.2	0.793	غير مهم
	ديسمبر	0.7	1.0	0.020	0.3	-0.3	0.966	غير مهم



يناير	1.0	0.6	-0.011	0.3	0.2	0.554	غير مهم
فبراير	0.8	0.7	0.015	0.3	-0.2	0.821	غير مهم
مارس	0.9	0.8	0.004	0.3	-0.1	0.219	غير مهم
أبريل	0.7	0.7	0.023	0.2	-0.3	1.365	غير مهم
مايو	0.9	0.8	0.000	0.3	0.0	0.000	غير مهم
يونيو	0.9	0.9	0.010	0.3	-0.1	0.477	غير مهم
يوليو	0.9	1.0	0.032	0.3	-0.5	1.424	غير مهم
أغسطس	0.9	0.9	0.028	0.3	-0.4	1.322	غير مهم
سبتمبر	0.9	0.9	0.031	0.3	-0.5	1.453	غير مهم
أكتوبر	0.7	0.6	0.004	0.2	-0.1	0.266	غير مهم
نوفمبر	1.3	0.8	0.013	0.4	-0.2	0.509	غير مهم
ديسمبر	0.9	0.8	0.007	0.3	-0.1	0.325	غير مهم

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الرناسة العامة للارصاد الجوي وحماية البيئة.

### الخلاصة

أظهرت نتائج الاختبار Kolmogorov-Smirnov لفحص مدى شكل توزيع درجات الحرارة أن توزيع تكرار الأيام الحارة يتبع التوزيع الطبيعي عند درجة الحرية ٣٣ خلال الفترة الممتدة من فبراير إلى سبتمبر بالإضافة إلى شهري نوفمبر وديسمبر بمحطة أبها وخلال الفترة الممتدة من يونيو إلى مارس بمحطة الباحة.

كما أظهرت نتائج هذا الاختبار لتكرار الأيام الباردة أن مستوى الدلالة يفوق ٠.٠٥ خلال الفترة الممتدة من أغسطس إلى مارس بمحطة أبها وعلى مدار السنة بمحطة الباحة. وهي تدل على أن توزيع الأيام الباردة يتبع التوزيع الطبيعي عند درجة الحرية ٣٣ خلال الفترة المذكورة بمحطة أبها وعلى مدار السنة بمحطة الباحة. ومن ناحية أخرى أظهرت نتائج فحص تجانس التباين بواسطة اختبار Levene أن مستوى الدلالة لعدد الأيام ولعدد الموجات الحارة يفوق ٠.٠٥ عند درجتى الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين المجموعات، وهو يدل على تجانس التباين لتوزيع تكرار هذه الأخيرة بمحطة أبها. وعلى العكس تبين أن مستوى الدلالة يقل عن ٠.٠٥ عند نفس درجتى الحرية بالنسبة لعدد الأيام ولعدد الموجات الباردة، وهو يدل على تباين تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة بمحطة أبها. أما بالنسبة لمحطة الباحة فلقد تبين أن مستوى الدلالة لعدد الأيام الباردة ولعدد الموجات الحارة يفوق ٠.٠٥ عند درجتى الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين المجموعات، وهو يدل على تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة، في حين نجد أن مستوى الدلالة لتكرار عدد الأيام الحارة ولتكرار عدد الموجات الباردة يقل عن

٠.٠٥، عند نفس درجتي الحرية، وهو يدل على تباين تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة خلال الفترة المدروسة بمحطة الباحة.

بالإضافة إلى نتائج الاختبارين السابقين أظهرت أيضاً نتائج اختبار التباين الأحادي لتوزيع تكرار عدد الأيام و عدد الموجات الحارة والباردة أن مستوى الدلالة لعدد الأيام الحارة ولعدد الأيام الباردة ولعدد الموجات الباردة يفوق ٠.٠٥ عند درجتي الحرية ١١ داخل المجموعات و ٣٨٤ بين المجموعات، وهو يدل على تجانس توزيع تكرار هذه الأخيرة بمحطة أبها. في حين نجد أن مستوى الدلالة لعدد الموجات الحارة والباردة بمحطتي أبها والباحة يقل عن ٠.٠٥، وهو يدل على تباين توزيع هذه الأخيرة خلال الفترة المدروسة عند نفس درجتي الحرية المذكورة بالمحطتين.

كما أظهرت نتائج هذه الدراسة أن النسبة بين المتوسطين النصفين لتكرار الأيام التي تفوق درجات حرارتها العظمى المتوسط متزايدة خلال مختلف شهور السنة عدا شهور أبريل ويونيو وديسمبر بمحطتي أبها والباحة. كما تبين أن النسبة بين المتوسطين النصفين لتكرار الموجات الحارة متزايدة خلال مختلف شهور السنة عدا شهور أبريل ويونيو ويوليو وأغسطس بمحطة أبها وخلال مختلف شهور السنة عدا شهور أبريل ويوليو وأكتوبر بمحطة الباحة، في حين اتسمت الموجات الباردة باتجاهات متناقصة خلال مختلف شهور السنة بمحطة أبها وباتجاهات متزايدة خلال مختلف شهور السنة عدا شهر يناير بمحطة الباحة. وبالرغم من أنها تعطي مؤشرات كمية عن التباين الذي حصل في تغير سلوك تكرار الأيام والموجات الحارة والباردة خلال منتصف الفترة المدروسة إلا أن طريقة النسبة المطبقة لا تخضع لفحص إحصائي يسمح باعتمادها دون تحفظ.

وعلى العكس من ذلك فقد أظهرت نتائج تحليل اتجاه التغير بطريقة المتوسطات النصفية أن اتجاه التغير لتكرار الأيام التي تفوق درجات حرارتها العظمى المتوسط بمحطة أبها يتسم بقيم انحدار موجبة وبسيطة كما أن ضعف الخطأ المعياري لتكرار هذه الأيام يفوق الفرق بين المتوسطين النصفين خلال جميع الشهور وهو يدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية. ولقد أكد فحص "٢" ستودنت هذه النتيجة بقيم تقل عن قيمة "٣" الحرجة ٢.٠٣٧ المناسبة لدرجة الحرية ٣٣ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥.

وعلى العكس من ذلك أظهرت نتائج تحليل اتجاه التغير أن تكرار الأيام التي تقل درجات حرارتها الدنيا عن المتوسط يتسم بقيم انحدار سالبة وبسيطة وأن ضعف الخطأ المعياري لتكرار هذه الأيام أصغر من الفرق بين المتوسطين النصفين، وهو

يدل على أهمية اتجاه التغير الاحصائية عند مستوى الاحتمال ٥%. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة.

ومن جهة أخرى أظهرت نتائج تحليل اتجاه التغير أن الموجات الحارة تتسم بقيم انحدار موجبة خلال مختلف شهور السنة عدا شهور أبريل ويونيو وأغسطس. ولقد تبين أن ضعف الخطأ المعياري لتكرار الموجات الحارة أكبر من الفرق بين المتوسطين النصفيين خلال جميع الشهور، وهو يدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية. بينما نجد أن قيم الانحدار لتكرار الموجات الباردة بسيطة وسالبة خلال مختلف شهور السنة وأن ضعف الخطأ المعياري لتكرارها أقل من الفرق بين المتوسطين النصفيين، وهو يدل على أهمية اتجاه التغير لهذا التكرار عند مستوى الاحتمال ٥%. بينما تتسم بقية شهور السنة بقيم للخطأ المعياري تفوق الفرق بين المتوسطين النصفيين، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير لتكرار الموجات الباردة خلالها.

أما بالنسبة لمحطة الباحة فلقد أظهرت هذه الدراسة أن قيم الانحدار لاتجاه التغير لتكرار الأيام التي تفوق درجات حرارتها العظمى المتوسط موجبة وبسيطة وأن قيم الفرق بين المتوسطين النصفيين جاءت كلها سالبة خلال جميع الشهور عدا شهر ديسمبر وأقل من ضعف الخطأ المعياري لتكرار هذه الأيام، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة.

وعلى العكس من ذلك نجد أن قيم الانحدار سالبة وبسيطة لاتجاه التغير لتكرار الأيام التي تقل درجات حرارتها الدنيا عن المتوسط وأن قيم ضعف الخطأ المعياري لتكرار هذه الأيام تفوق قيم الفرق بين المتوسطين النصفيين السالبة خلال جميع الشهور، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية عند مستوى الاحتمال ٥%. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة.

ومن جهة أخرى تبين أن قيم الانحدار للموجات الحارة موجبة خلال مختلف شهور السنة عدا شهري نوفمبر ومارس وأن ضعف الخطأ المعياري لتكرار الموجات الحارة أكبر من الفرق بين المتوسطين النصفيين السالبة خلال جميع الشهور، وهو يدل على عدم أهمية اتجاه التغير الاحصائية. بينما تبين أن قيم الانحدار لتكرار الموجات الباردة بسيطة وموجبة خلال مختلف شهور السنة وأن قيم ضعف الخطأ المعياري لتكرار الموجات الباردة أكبر من قيم الفرق بين المتوسطين النصفيين السالبة خلال جميع شهور السنة عدا شهري يناير ومايو، وهي تدل على عدم أهمية اتجاه التغير لهذا التكرار عند مستوى الاحتمال ٥%. ولقد أكد فحص "٤" ستودنت هذه النتيجة بقيم تقل عن قيمة "٤" الحرجة ٢.٠٣٧ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ ودرجة الحرية ٣٣.

ومن ما تقدم يمكننا أن نعتبر من السابق لأوانه إثارة مشكلة التغير المناخي دون تحفظ أو دون الاستناد إلى تحليل يخضع للفحص الإحصائي ويسمح بالاعتماد على اتجاهات التغير الحاصلة لعناصر المناخ بشكل مؤكد. كما أن تحليل اتجاهات التغير لعناصر المناخ المتطرفة بمناطق أخرى تعزز من دلالة النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة.

## قائمة المراجع

## المراجع العربية

الأحيدب، إبراهيم سليمان 1992 : توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، سلسلة الدراسات الخاصة، القاهرة ، معهد البحوث والدراسات العربية.

أبو الليل، محمد جبر (٢٠١٢) : التحليل الجغرافي لدرجات الحرارة في الضفة الغربية : دراسة تطبيقية باستخدام GIS، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

البدري، علي ضعيف (٢٠١٧) : التغير المناخي وأثره في درجتي الحرارة وقارية المناخ في العراق، مجلة آداب ذي قار، المجلد (٢٢) : ١٦١-١٨٩، جامعة ذي قار ، العراق.

بلال ، عادل علي ؛ بدر، هدى هاشم (٢٠١٢) : التغير المناخي والموارد المائية في محافظة نينوى، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد (٢٨) ، العدد ١ : ٥٣-٦٥، سوريا.

توفيق، أماني مصطفى (٢٠١٠) : تقويم اهم أخطار التغير المناخي المحتملة في مصر، المؤتمر السنوي الخامس عشر: إدارة أزمات المياه والموارد المائية (السيناريوهات المحتملة والاستراتيجيات المتوازنة البناءة) ، المجلد (٢) : ٥٥٦-٥٩٧، مصر.

الحسبان، يسري عبد الكريم (٢٠١٢) : تغير المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في المملكة العربية السعودية : محطات مختارة خلال الفترة ١٩٨٣-٢٠١١ ، مجلة الآداب، المجلد (٢٥) ، العدد ٣، جامعة الملك سعود.

الرواشدة، شذا حسين (٢٠١٦) : أثر التغير المناخي على المنخفضات الجوية في شمال الأردن للفترة ١٩٨٠-٢٠١٣، مجلة العلوم والدراسات الانسانية، المجلد (١٧) : ١٠-٢٠، جامعة بنغازي، ليبيا.

الرواندي، عمر حسين (٢٠١٢) : دراسة التغير المناخي لمدينة أربيل من خلال متابعة اتجاهات درجة الحرارة، بحث مقدم إلى منظمة الأورو عربية لأبحاث البيئة والمياه والصحراء، مؤتمر أنطاليا، ١٤-١٨/١٠/٢٠١٢، الجمهورية التركية.

زيتون، محمد بد الكريم (٢٠١٣) : تقييم أثر التغير المناخي على حالات الجفاف في شمال الأردن باستخدام الاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية.

زيتون ، محمد ؛ الصباحة، نوح : المقبل، علي (٢٠١٩) : تقييم الظروف السينوبتيكية المرافقة لموجة الحر التي أثرت على الأردن خلال الفترة ٣٠

- حزيران-٦ تموز ٢٠١٧، مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات الانسانية ، المجلد (٢٧) ، العدد ٠٢ : ٢١٣-٢٣٩.
- الزغول، ميسون بركات حسين (٢٠١١): أثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى وحوث الصقيع في محافظة إربد خلال الفترة (١٩٧٠-٢٠١٠) ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية.
- سالم، طارق زكريا (٢٠٠٣) : المناخ وراحة الإنسان في إمارة عسير بالسعودية، بحوث الشرق الوسط، العدد ١٣ ، سبتمبر ٢٠٠٣.
- سقا، عبد الحفيظ محمد سعيد (١٩٩٨): الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية، الطبعة الثانية ، جدة ، دار كنوز العلم للنشر والتوزيع.
- سقا الله ، شهد حسني (٢٠١٧) : أثر التغير المناخي المحتمل على معدل الأمطار السنوية في جنوب الأردن خلال الفترة ١٩٨٣-٢٠١٣، مجلة مؤتة للبحوث والدراسات (العلوم الانسانية والاجتماعية) ، المجلد (٣٢) ، العدد ٢ : ١٢٣-١٦٠، الأردن.
- شحادة، نعمان (١٩٩٠): موجات الحر في الأردن خلال الصيف، سلسلة رسائل جغرافية ، العدد ١٣٨ ، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت.
- الصالح، رجاء ؛ أبوزخم، عبد الله ؛ الشهاوي، محمد ؛ عيد، إبراهيم (٢٠٠٥) : تحليل التغيرات الفصلية والسنوية لدرجة حرارة الهواء السطحية في سورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ، المجلد (٢١) ، العدد ١ : ٤٠١-٤٢٤، سوريا.
- الطراونة، فاطمة عبده مفلح (٢٠١١) : أثر التغير المناخي على موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الصيف، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية.
- عبد الرحمن ، ميسرة عدنان ؛ وهاب، باسم إبراهيم (٢٠١٥) : خصائص الموجات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق، مجلة كلية التربية للبنات ، المجلد (٣٦) ، العدد ٣ : ٧٦٥-٧٧٤، العراق.
- عزوز ، أياد شذر ؛ صالح، بشرى أحمد (٢٠١٨) : الموجات الحارة الرطبة في محطة البصرة، مجلة الأدب ، المجلد (١) : ٣٣٥-٣٥٤، العراق.
- غانم، علي أحمد (٢٠٠٣): الجغرافيا المناخية، الطبعة الأولى ، عمان ، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، ٣٢٠ صفحة، الأردن.
- الفضلي، سعود عبد العزيز ؛ الحسان، أحمد جاسم (٢٠١١) : الاتجاهات العامة لتكرار موجات الحر في محافظة البصرة، مجلة آداب البصرة، العدد ٥٧ : ٢٤٧-٢٨٠، العراق.
- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (UNESCWA) (٢٠١٥) : المبادرة الاقليمية لتقييم أثر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات

الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (التوقعات المناخية ومؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة في المنطقة العربية) ، مطبوعات الأمم المتحدة ، بيروت ، لبنان.

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (UNESCWA) (٢٠١٧) : تطوير قدرات البلدان العربية للتكيف مع تغير المناخ باستخدام أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية ، مطبوعات الأمم المتحدة ، بيروت ، لبنان.

محمد ، سعد جاسم ؛ الشطاوي، دنيا حمزة (٢٠١٦) : التغير المناخي وأثره على تغير درجات الحرارة في العراق، مجلة المسنصرية للدراسات العربية والدولية ، المجلد (٥٤) : ١٩٣-٢١٦، العراق.

الموسوي ، علي صاحب (٢٠١٦) : خصائص موجات الحر وتأثيراتها البيئية في العراق، مجلة مركز دراسات الكوفة ، المجلد (٤١) : ١٩٩-٢٣٢، العراق.

ناصر، شوقي شحده (٢٠١٧) : موجات الحر في أوباري خلال العشريّة الأولى من القرن الحادي والعشرين، المؤتمر العلمي الأول للبيئة وتنمية المجتمعات الصحراوية، الكفرة.

هيئة المساحة الجيولوجية السعودية (٢٠١٧) : حقائق وأرقام، جدة.

المراجع الأجنبية

Abdou, A.E.A. (2012) : **Recent trends in surface air temperature over Al-Taif, Saudi Arabia**, International Journal of Science and Research (IJSR), Vol. (3), Issue 9 : 1324-1343.

Abdou, A.E.A. (2014) : **Temperature trend on Mekkah, Saudi Arabia**, Atmospheric and Climate Sciences, 4, pp. 457-481, <http://www.scirp.org/journal>.

Al Ghamdi,A.S. and Moore, T.W. (2014) : **Analysis and Comparison of Trends in Extreme Temperature Indices in Riyadh City, Kingdom of Saudi Arabia, 1985–2010**, Journal of Climatology, Volume 2014, Article ID 560985, 10 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/560985>.

Al Mazroui,M. (2012) : **Temperature Variability over Saudi Arabia and its Association with Global Climate Indices**, JKAU: Met., Env. & Arid Land Agric. Sci., Vol. (23), No. 1, pp: 85-108.

- Al Mazroui, M. ; Nazrul Islam, M. ; Dambula, R. and Jones, P.D. (2014) : **Trends of temperature extremes in Saudi Arabia**, International Journal of Climatology, **34** : 808–826.
- Barnett, A. G. ; Hajat, S. ; Gasparrini, A. and Rocklöv, J. (2012): **Cold and heat waves in USA**, Environmental Research, (112): 218-224 <http://doi:10.1016/j.envres.2011.12.010>.
- Besson, F.; Dubuisson, B.; Etchevers, P.; Gibelin, A. L.; Lassegues, P.; Schneider, M. and Vincendon, B. (2019): **Climate monitoring and heat and cold waves detection over France using a new spatialization of daily temperature extremes from 1947 to present**. Advances in Science & Research, (16): 149-156. <https://doi.org/10.5194/asr-16-149-2019>.
- Crow , P. R. (1971) : **Concepts in climatology** , Grou Ltd , London , pp. 589.
- Gregory , S. (1970) : **Statistical methods and Geographer** , Longman Grou. Ltd., London, pp. 277.
- Guido, C. ; Russo, S. ; Ameztoy, I. ; Romero, C.P. and Carmona-Moreno, C. (2016): **Magnitude and frequency of heat and cold waves in recent decades: the case of South America**, Natural Hazards and Earth System Sciences, (16): 821-831.
- Krishna, L.V. (2014) : **Long term temperature trends in four different climatic zones of Saudi Arabia**, International Journal of Applied Sciences and Technology, Vol. (14), Issue 5 : , pp. 233-242: 1324-1343.
- Nori-Sarma, Amruta; Benmarhnia, Tarik; Rajiva, Ajit; Azhar, Gulrez Shah; Gupta, Prakash; Pednekar, Mangesh S. and Bell, Michelle L. (2019): **Advancing our Understanding of Heat Wave Criteria and Associated Health Impacts to Improve Heat Wave Alerts in Developing Country Settings**. International Journal of Environmental Research and Public Health, (16): 1-13, <https://doi:10.3390/ijerph16122089>.



- Piticar, A ; Croitoru, A.E ; Ciupertea, Flavius, A. and Harpa, G.V. (2017): **Recent changes in heat waves and cold waves detected based on excess heat factor and excess cold factor in Romania.** International Journal of Climatology, <https://DOI:10.1002/joc.5295>.
- Robinson, Peter J. (2001): **On the Definition of a Heat Wave.** Journal of Applied Meteorology, (40): 762-775. American Meteorological Society.
- Shafiqur Rahman and Al-Hadrami, L.M. (2012) : **Extreme temperature trends on the West coast of Saudi Arabia, Atmospheric and Climate Sciences, 2, pp.351-361** <http://dx.doi.org/10.4236/acs.2012.23031> Published Online July 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/acs>).
- Tawarneh, Q.Y. and Chodhury, S. (2018) : **Trends of climate change in Saudi Arabia: Implications on water resources,** Climate, 6, 8 ; doi:10.3390/cli6010008.

