

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير
The Impact of Cold Waves on Human'
Health in Aseer Region

عهد بنت عامر بن حمد الشهراني
محاضر بجامعة بيشة – كلية الآداب والإدارة ببيشة

قسم الجغرافيا

oamer@ub.edu.sa

ahood-44@hotmail.com

ملخص الدراسة

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الموجات الباردة على صحة الإنسان في منطقة عسير. ولتحقيق الهدف من الدراسة، تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال تحليل البيانات اللازمة لحصر موجات البرد في منطقة عسير خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)، بالإضافة إلى توزيعها الزمني والمكاني في محطات الدراسة (أبها، خميس مشيط، بيشة). كما تم الكشف عن العلاقة بين تكرار الموجات الباردة ومعدلات إصابة الإنسان ببعض الأمراض. وأسفرت نتائج الدراسة عن أن درجات الحرارة الصغرى تتخذ اتجاهاً تصاعدياً في منطقة عسير على مدى العقود الثلاثة الأخيرة بين عامي (١٩٨٥-٢٠١٧م). كما شهدت عسير خلال هذه الفترة (٢٤١٨) موجة باردة، كان معظمها في أبها (١٠٢٣) موجة، تلتها خميس مشيط بواقع (٨٣٩) موجة، وأخيراً بيشة بواقع (٥٥٦) موجة. كما أسفرت نتائج الدراسة عن أن الموجات الباردة تؤدي إلى إصابة الإنسان بأمراض العيون، والأنف والأذن والحنجرة، والأمراض الصدرية، وأمراض العظام.

الكلمات المفتاحية: الموجات الباردة، منطقة عسير.

ABSTRACT

The study aimed to identify the impact of cold waves on human health in Aseer region. To achieve the objective of the study, the descriptive analytical approach was followed, through analyzing the data necessary to count the cold waves in Aseer region during the period (1985-2017), in addition to their temporal and spatial distribution in the study stations (Abha, Khamis Mushayt, Bisha). The relationship between the frequency of cold waves and the rates of human infection with some diseases was also revealed. The results of the study revealed that minimum temperatures are taking an upward trend in Aseer over the last three decades between (1985-2017). Aseer exposed during this period to (2418) cold waves, most of these waves were in Abha (1023) waves, followed by Khamis Mushayt with (839) waves, and finally Bisha by (556) waves. The results of the study also revealed that cold waves lead to human eye diseases, nose, ear, and throat, and bone diseases.

Key words: Heat waves, Cold waves, Aseer region.

مقدمة:

يعد المناخ من أهم العناصر المؤثرة على صحة الإنسان، وذلك نتيجة العلاقة التبادلية بين عناصر المناخ المختلفة وبين العديد من العناصر الحيوية والطبيعية على الأرض، حيث يؤثر فيها ويتأثر بها، كما يعد التغير سمة من سمات المناخ، وعلى مدى فترة من الزمن يمكن ملاحظة التباين في كمية الأمطار، وحرارة وبرودة الطقس، واختلاف سرعة الرياح، وتسبب هذه التغيرات حدوث مشكلات في الأنظمة البيولوجية للإنسان؛ مما قد يكون له آثاراً سلبية على الأنشطة البشرية.

وتؤثر ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي على الارتفاع المطرد في درجة حرارة الأرض، وزيادة الكوارث الطبيعية كماً ونوعاً، الأمر الذي يهدد صحة الإنسان وأنشطته التنموية (الحداد، ٢٠١٠م، ص ١١٠). ويهتم الإنسان بالمناخ كظاهرة كونية تمس حياته بصورة مباشرة من خلال تأثر صحته وراحته بالمناخ أكثر من أي عنصر آخر في البيئة الطبيعية، وتقترب درجة حرارة جسم الإنسان الاعتيادية من ٣٧م، في حين تتراوح درجة حرارة أطرافه المغطاة بالملابس بين ٣١-٣٣م، وهنا يحدث في الجسم ما يعرف بالتوازن الحراري في ظروف السكون والملابس الاعتيادية، مع توافر الظروف الصحية وحركة الهواء الاعتيادية أيضاً، ولكن جسم الإنسان إذا تعرض إلى محيط خارجي درجة حرارته أقل من درجة حرارة الجسم؛ فإنه يفقد جزءاً من الحرارة لتثبيت التوازن الحراري؛ مما يتسبب في عدم الراحة والشعور بالبرد، خصوصاً عندما يكون فقدان حرارة الجسم سريعاً نسبياً (الشمري، ٢٠١٢م، ص ٢٥٦).

وأكد تقرير التقييم الرابع الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (Intergovernmental panel on Climate Change IPCC) مطلع العام ٢٠٠٧م أن هناك درجة عالية من اليقين للتغيرات الحالية في درجات الحرارة؛ مما يترتب عليه حدوث العديد من الظواهر المتطرفة المرتبطة بالتغير المناخي، كموجات الحرارة

والجفاف والصقيع وهطول الأمطار والعواصف والفيضانات والأعاصير، ويمكن تحديد خمسة مجالات لأخطار التغير المناخي في العالم والمتوقعة باحتمال يتراوح بين ٦٦-٩٩%، وهذه الأخطار هي: الضغوط المائية وانعدام الأمن المائي، وتهديد الإنتاج الزراعي، والأمن الغذائي، وارتفاع مستوى سطح البحر، والتعرض للكوارث المناخية، وتهديد الأنظمة الإيكولوجية والأنواع النباتية والحيوانية والميكروبية المتواجدة بها، وتهديد الأوضاع الصحية للإنسان (توفيق، ٢٠١٠م، ص ٥٥٧).

ولفت التغير في درجات الحرارة انتباه العديد من الباحثين منذ فترة، حيث درس كولينز (Collins, 2011) التغيرات المتطرفة في درجات الحرارة عبر قارة أفريقيا بين عامي (١٩٧٩-٢٠١٠م)، وتبين له أن هناك ارتفاعاً ملحوظاً في درجات الحرارة في جميع أقاليم أفريقيا في تلك الفترة. كما درس بارنيت وآخرون (Barnett, et al, 2012) موجات الحر والبرد في (٩٩) مدينة أمريكية بين عامي (١٩٨٧-٢٠٠٠م)، وعلاقتها بمعدلات الوفيات، وتبين من الدراسة أن موجات الحر لها تأثير أكبر بكثير على معدلات الوفيات من موجات البرد، كما أشارت الدراسة إلى أن موجات الحر والبرد التي تأتي مبكرة قبل موسمها تكون أكثر قوة، وأشد خطراً. وأوضح كريستيدس وآخرون (Christidis, et al, 2005) أن درجات الحرارة العظمى والصغرى باتت أعلى منذ منتصف القرن العشرين، واتفق معه سيشريني وآخرون (Ceccherini, et al, 2016) في أن موجات الحر تزايدت من حيث الشدة والتكرار في السنوات العشر الأخيرة في أمريكا الجنوبية.

وموجة البرد فهي الطقس البارد الملحوظ وغير المعتاد الذي يتميز بانخفاض حاد في درجات حرارة الهواء القريب من سطح الأرض، وتستمر تحت مستوى معين من العتبات الحرارية، لمدة يومين متتاليين على الأقل خلال الموسم البارد" (Añel, et al, 2017). وقد تتسبب موجة البرد بآثار صحية سلبية مباشرة على الإنسان، ومن

أسوأ تلك الآثار الصحية السلبية المباشرة انخفاض درجة حرارة الجسم (Hypothermia)، مع ما قد ينجم عن ذلك من الإصابة بعضات الصقيع (Frostbite) في أطراف الجسم، خصوصاً أصابع القدمين واليدين، وقد تصيب الإنسان كذلك آثار صحية غير مباشرة لموجة البرد والصقيع، منها نزلة البرد الفيروسية والإنفلونزا، واضطرابات أخرى في الجسم، كارتفاع ضغط الدم، واحتمالات الإصابة بنوبة الجلطة القلبية (مبارك، ٢٠١٧م).

وفي المملكة العربية السعودية، وخاصة في منطقة عسير تتشابه الظروف المناخية والبيئية في بعض سفوح الجبال وقممها المرتفعة في جبال السروات غربي المملكة، وخاصة في أجزائها الجنوبية الغربية المتمثلة في مرتفعات عسير وما حولها، مع ما هو موجود في مناطق المرتفعات حول العالم؛ فلهذه الظروف المناخية بعض الآثار السلبية على نشاطات السكان والمكونات البيئية والاقتصادية المختلفة فيها، مما يتطلب الدراسة العلمية للتعرف عليها، وإيضاح كيفية التعامل معها (آل مشيط، ٢٠١٦م، ص ٣).

مشكلة الدراسة:

نظراً لتداخل عوامل محلية وإقليمية في منطقة عسير؛ فإنها تشكل نطاقاً جغرافياً متطرفاً، حيث ترتفع المنطقة بشكل عام عن كافة مناطق المملكة، هذا النطاق الجغرافي المتطرف يؤدي إلى تعرض السكان والمكونات البيئية إلى بعض حالات الطقس المتباينة خلال أشهر السنة وفصولها، ومن هذه الحالات ما يكون أثره سلبياً على أنشطتهم ومجريات حياتهم، وأحياناً قد تكون بعض الحالات والظواهر السلبية متطرفة إلى الحد الذي يؤدي إلى الكثير من المخاطر، وبخاصة حدوث موجات البرد القارس والسيول العارمة والضباب أو تلك الحالات التي يصاحبها انخفاض حاد في

درجات الحرارة، وينجم عنها مضاعفات سلبية صحية على السكان (آل مشيط، ٢٠١٦م، ص ٨).

وتشهد منطقة عسير موجات باردة خلال فصل الشتاء، وعلى وجه الخصوص في كل من أبها وخميس مشيط، ومن أمثلة ذلك الموجة الباردة المصحوبة برياح نشطة مثيرة للأتربة والغبار والتي ضربت منطقة عسير في الثامن من ديسمبر ٢٠١٧م واستمرت لفترة أسبوع كامل. كما تشهد العديد من مناطق المملكة موجات شديدة البرودة، وقد يصل الأمر إلى تكون الصقيع خلال ساعات الليل والصباح الباكر، وهو ما حدث أيضاً في الثامن من ديسمبر ٢٠١٧ في منطقة الحدود الشمالية، والجوف، وتبوك، وحائل (صحيفة سبق الإلكترونية، ٢٠١٧م).

وتوصلت حبيب (٢٠٠٥م) في دراستها حول المناخ والحاجة إلى تكييف الهواء في وسط وجنوب غرب المملكة العربية السعودية، إلى أن درجات الحرارة في القطاع الجنوبي الغربي تتراوح أثناء الليل في فصل الشتاء بين (٥-١١م)، في حين تتراوح معدلات درجات الحرارة نهاراً في مناطق مرتفعات عسير ما بين (٢٩-٣٤م) خلال فصل الصيف. كما ذكر سالم (٢٠٠٣م) أن القطاع الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية يعد من أكثر المناطق برودة خلال فصل الشتاء، وخصوصاً أبها؛ حيث إنها منطقة جبلية وتقع على ارتفاع يتراوح ما بين ١٩٠٠-٣٠٠٠م، فوق مستوى سطح البحر، وتصل معدلات درجات الحرارة فيها خلال شهر يناير إلى ٧.٦م.

مما سبق يتضح أن منطقة عسير تشهد انخفاضاً في درجات الحرارة معظم أوقات السنة، ويصل هذا الانخفاض إلى حالة من الموجات الباردة تختلف في طولها وشدتها، وقد تكون لهذه الموجات الباردة آثاراً سلبية على صحة الإنسان وحياته، الأمر الذي دعا الباحثة إلى إدرء الدراسة الحالية.

أسئلة الدراسة:

سعت الدراسة الحالية إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- (١) ما واقع تكرار الموجات الباردة في منطقة عسير خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)؟
- (٢) ما عناصر الطقس المصاحبة للموجات الباردة في منطقة عسير؟
- (٣) ما أثر الموجات الباردة على صحة الإنسان في منطقة عسير؟

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة إلى تحديد الموجات الباردة، التي تستغرق ثلاثة أيام متتالية على الأقل، في منطقة عسير خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م). وتحديد عناصر الطقس المصاحبة للموجات الباردة في منطقة عسير؛ والتي تنذر بحدوث هذه الموجات، بالإضافة إلى التعرف على أثر الموجات الباردة على صحة الإنسان في منطقة عسير.

أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة فيما يأتي:

- (١) تستمد الدراسة أهميتها من تناولها موضوعاً بارزاً وحديثاً استجابة للاهتمام العالمي والمحلي بظاهرة التغير المناخي، وما يرافقها من تطرف في درجة حرارة الهواء الجوي، وهو ما قد يتسبب في مخاطر على صحة الإنسان والبيئة، ويؤثر بشكل مباشر على كافة جوانب التنمية.

٢) تركز الدراسة على منطقة عسير إحدى أهم مناطق المملكة العربية السعودية، والتي يبلغ عدد سكانها (٢.٢١١.٨٧٥) نسمة (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٧م).

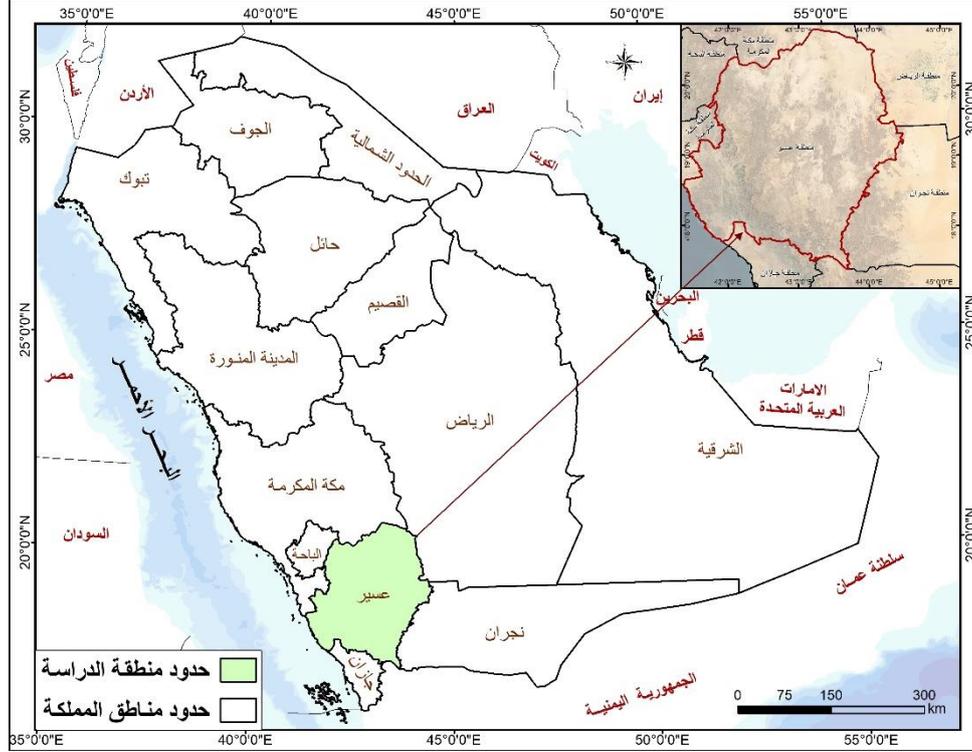
٣) تكشف الدراسة عن مدى تعرض منطقة عسير لموجات باردة، وتقدم نموذجاً للتنبؤ بها من خلال حالات الطقس المصاحبة لها، لاتخاذ التدابير اللازمة من الإنذار المبكر لسكان المنطقة.

٤) قد تسهم نتائج هذه الدراسة في فتح المجال أمام عدد من الدراسات والأبحاث الحديثة في المناخ التطبيقي على منطقة عسير؛ حيث تعاني هذه المنطقة، على حد علم الباحثة وما توصلت إليه، من شح الدراسات الجغرافية الحديثة.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة عسير ضمن الإقليم الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية، وتتحصر بين دائرتي عرض (٠٠° ١٨' ١٧°) و(٠٠° ٢١' ٠٠°) درجة شمالاً، وخطي الطول (٣٩° ٣٩' ٤٢°) و(٠٠° ٢٧' ٤٤°) درجة شرقاً، أي على امتداد ٥ درجات عرضية و ٤ درجات طولية تقريباً. وتشمل محطات (أبها، خميس مشيط، بيشة) (حبيب، ٢٠٠٥م، ص ٨) (شكل: ١).

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (١) موقع منطقة عسير بالنسبة للمملكة العربية السعودية

المصدر: من عمل الباحثة، استناداً إلى هيئة المساحة العسكرية. (١٤٣٧هـ). المملكة العربية السعودية.

وتتوجه المظاهر الطبيعية بشكل عام في جنوب غربي المملكة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي متأثرة بالبنية التضاريسية؛ ففي الغرب يوجد سهل ساحلي يحاذي شاطئ البحر الأحمر، ويتخذ الاتجاه نفسه، يليه منطقة معقدة التضاريس تغلب عليها النجود المرتفعة التي تتناوب مع الأغوار العميقة الناتجة عن الانكسارات المرافقة للانهدام الرئيس القديم لمنطقة البحر الأحمر، يليها شرقاً مرتفعات عسير والحجاز التي تشكلت في الأصل من ارتفاع الحافة المجاورة لمنطقة الانهدام المذكورة، يلي المرتفعات شرقاً منطقة هضبية عريضة تعد امتداداً لها باتجاه الشرق والشمال الشرقي بعد انخفاض سطحها نسبياً (الشريف، ١٩٨٤م، ص ٤١). ويمكن تقسيم سطح

المنطقة إلى ثلاثة أقسام رئيسة هي: منطقة ساحل البحر الأحمر وتعرف بساحل تهامة، والسلسلة الجبلية، والهضبة (الأحيدب، ١٩٩٢م، ص ٩).

مناخ منطقة الدراسة:

تختلف الظروف المناخية باختلاف الوحدات الجغرافية والخصائص الطبوغرافية المختلفة، بما في ذلك عامل الارتفاع واختلاف أشكال التضاريس؛ فاختلاف مساحة امتدادات الجبال طولاً وعرضاً، واختلاف ارتفاعات قممها، يؤثر في توجيه الظواهر المناخية الديناميكية كالأمطار والرياح، ومن ثم يؤثر في مناخ المنطقة (Riehl, 1972).

ونظراً لامتداد الكتلة الهوائية الاستوائية على مناطق كبيرة من سطح الأرض، وبالتحديد جنوب المرتفعات الجوية بعد المدارية الدائمة؛ فهي تغزو جنوب غرب آسيا ووسط أفريقيا والسودان كرياح موسمية جنوبية غربية في فصل الصيف، وتكون محملة ببخار الماء لمرورها على المسطحات المائية لفترة طويلة، وعندما تغزو منطقة الدراسة تتحول إلى كتل هوائية غير مستقرة مشكّلة السحب الركامية فوق مرتفعات عسير، مسببة سقوط الأمطار الغزيرة المصحوبة بالعواصف الرعدية، وحدوث السيول على معظم مناطق عسير في فصل الصيف، وتساعد على تحول اتجاهات الرياح إلى جنوبية غربية ممطرة، وتسيطر هذه الكتل على المنطقة لمدة تصل أحياناً إلى ٦ أسابيع (سالم، ٢٠٠٣م، ص ٢٣).

ويمكن تقسيم مناخ المنطقة الجنوبية الغربية حسب تصنيف (كوبن) (Koppen Classification) إلى ثلاثة أنواع كما ذكرها الأحيدب (١٩٩٢م، ص ١٣):

١) المناخ الصحراوي الحار الجاف (BWH)، ويتمثل في ساحل البحر الأحمر أو سهل تهامة.

٢) المناخ الحار شبه الجاف (BSh)، ويتمثل في الهضبة.

٣) المناخ المعتدل الدافئ شبه الجاف (Cw)، ويتمثل في مرتفعات عسير.

ويتشكل مناخ المنطقة الجنوبية الغربية نتيجة تأثير الحركة الهوائية المحلية التي تحدث بسبب اختلاف تضاريس وطبوغرافية المنطقة، وتأثير الحركة الهوائية العامة فوق المنطقة وما حولها (Taha, et al., 1981, and Al-Mawled, 1982). ويختلف اتجاه الهواء الذي يهب على المنطقة من فصل لآخر، ففي فصل الشتاء تكون الرياح شمالية وشمالية شرقية، وفي فصل الصيف تكون شمالية غربية إلى جنوبية غربية (الأحيدب، ١٩٩٢م، ص ١٣).

وتمثل المحطات المناخية الثلاث (أبها، خميس مشيط، بيشة) ثلاثة أقاليم مناخية مختلفة الارتفاع في جنوب غربي المملكة العربية السعودية، ويمكن من خلالها التعرف على المناخ السائد في منطقة الدراسة بشكل عام.

وتختلف معدلات درجات الحرارة في إقليم جنوب غرب المملكة من منطقة إلى أخرى تبعاً لدائرة العرض والارتفاع والموقع بالنسبة للبحر؛ فبشكل عام نجد أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في أبها يبلغ (١٥.٥م) فيما يصل في خميس مشيط إلى (١٥.٤م)، وفي بيشة إلى ما يزيد عن (١٥م)، وفي أشهر الصيف تصل درجة الحرارة العظمى في أبها، وهي الأكثر ارتفاعاً بين محطات الدراسة، إلى (١٨.٨م)، فيما تبلغ في خميس مشيط (١٨.٢م)، وكلما اتجهنا شمالاً تزداد ارتفاعاً، إذ تبلغ في بيشة (٢٢م)؛ أما في فصل الشتاء، فنجد أن درجات الحرارة الدنيا تبلغ في محطة أبها (٦.٣م) تقريباً، وفي خميس مشيط (٦.٨م) تقريباً، أما في بيشة والتي تقل عن أبها وخميس مشيط ارتفاعاً وتقع إلى الشمال منهما فتبلغ فيها درجات الحرارة الدنيا ما يقرب من (٩م). ويبين العرض السابق أن خط الحرارة المتقاربة يمتد من الجنوب إلى الشمال في منطقة المرتفعات، وتتباين درجات الحرارة تبعاً للارتفاع كما تأخذ في

الانخفاض كلما اتجهنا شمالاً بين دائرتي عرض (١٨-٢٠) درجة (حبيب، ٢٠٠٥م؛ آل مشيط، ٢٠١٦م). وتقتصر الدراسة الحالية على البيانات المناخية لمنطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م).

مصطلحات الدراسة:

الموجات الباردة (Cold Waves):

كلفت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (World Meteorological Organization WMO) فريق مهام متخصص في العام ٢٠١٠م لتقديم التعريف المناسب للموجات الباردة، حيث عرفها بأنها: "الطقس البارد الملحوظ وغير المعتاد الذي يتميز بانخفاض حاد في درجات حرارة الهواء القريب من سطح الأرض، مع الأخذ في الاعتبار بالدرجات المعتادة في المنطقة لدرجات الحرارة (العظمى، والصغرى، والمعدل اليومي)، وتنتشر الموجة الباردة على مساحة كبيرة، وتستمر تحت مستوى معين من العتبات الحرارية، لمدة يومين متتاليين على الأقل خلال الموسم البارد" (Añel, et al, 2017).

كما عرف أحمد (١٩٩٤م) موجات البرد بأنها: "هبوط واضح في درجة حرارة الهواء فوق منطقة كبيرة، أو غزو شديد البرودة لهذه المنطقة" (ص ٢٨).

وتعرفها الباحثة إجرائياً بأنها: انخفاض درجة حرارة الهواء الجوي وتأثره بالرطوبة النسبية بالقدر الذي يسبب تراجع قيمة قرينة الانزعاج الحراري دون (١٠)، واستمرارها كذلك لفترة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية في كل من أبها وخميس مشيط وبيشة.

الدراسات السابقة:

هناك عدد من الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت الموجات الحارة والباردة، نستعرض فيما يلي أبرز هذه الدراسات:

دراسة بارنيت وآخرون (Barnett, et al, 2012)، بعنوان "الموجات الباردة والحارة في الولايات المتحدة الأمريكية". هدفت الدراسة إلى التعرف على الموجات الباردة والحارة في (٩٩) مدينة أمريكية، خلال الفترة (١٩٨٧-٢٠٠٠م)، وإيجاد العلاقة بينها وبين مخاطر التعرض للوفاة عند حد معين من درجات الحرارة سواءً بالارتفاع أو الانخفاض. بالإضافة إلى التعرف على توقيت وطول وكثافة هذه الموجات، حيث تم اعتبار الموجة هي التي تستمر ليومين أو أكثر. وأوضحت نتائج الدراسة أن حالات الوفاة بسبب الموجات الباردة كانت بشكل عام قليلة ومعامل الارتباط غير دال إحصائياً، في حين كانت حالات الوفاة بسبب الموجات الحارة أكثر عدداً خصوصاً في فصل الصيف الحار.

دراسة عبدالرحمن ووهاب (٢٠١٥م)، بعنوان "خصائص الموجات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق". هدفت الدراسة إلى التعرف على معدل أطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة المؤثرة في العراق لدورة مناخية صغرى أحد عشر عاماً، حيث اختيرت ثلاث محطات تمثل أقسام سطح العراق، وهي الموصل وبغداد والبصرة. كما تم ربط أيام حدوث الموجات مع العناصر المناخية ذات العلاقة. وأسفرت نتائج الدراسة عن أن العراق يتأثر بموجات حارة أكثر من الموجات الباردة، فيما كانت أطوال الموجات الباردة أكبر منها في الموجات الحارة، حيث كانت الموجات الباردة أكثر عمقاً، أما الموجات الحارة وهي الأكثر عدداً نتيجة ظاهرة الاحترار العالمي فكانت تتصف بالضعف.

دراسة سيشيريني وآخرون (Ceccherini, et al, 2016)، بعنوان "حجم وتكرار الموجات الحارة والباردة في العقود الأخيرة: دراسة حالة أمريكا الجنوبية". هدفت الدراسة إلى التعرف على الموجات الحارة والباردة في أمريكا الجنوبية خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٤م). وأشارت النتائج إلى زيادة كثافة وتكرار الموجات الحارة، خاصة في السنوات العشر الأخيرة. على العكس من ذلك، لم يتم الكشف عن أي تغييرات كبيرة لموجات البرد. بالإضافة إلى ذلك، فإن اتجاه نطاق درجة الحرارة السنوي هو اتجاه إيجابي يصل إلى درجة مئوية واحدة لكل عقد، على امتداد المناطق الاستوائية وسالب ٠.٥ درجة مئوية لكل عقد، على امتداد المناطق المدارية.

دراسة بيتيكار وآخرون (Piticar, et al, 2017)، بعنوان "التغيرات الأخيرة في الموجات الحارة والباردة في ضوء عامل الحرارة الزائدة وعامل البرد الزائد في رومانيا". هدفت الدراسة إلى تحديد الموجات الحارة والباردة في رومانيا خلال الفترة (١٩٦١-٢٠١٥م)، وذلك من خلال استخدام عامل الحرارة الزائد لتحديد الموجات الحارة، وعامل البرد الزائد لتحديد الموجات الباردة. تم حساب خمسة مؤشرات ثم تحليلها لكل من الموجات الحارة والباردة؛ مما نتج عنه مجموعة من عشرة مؤشرات. تم تعيين عتبة الشدة على أن تكون مساوية أو أعلى من ٩٠% للموجات الحارة، وتساوي أو تقل عن ١٠% للموجات الباردة، في حين أن مدة كل من الموجات الحارة والباردة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية. وتم تقسيم فترة الدراسة على ثلاثة أقسام: (١٩٦١-١٩٩٠، ١٩٧١-٢٠٠٠، و١٩٨١-٢٠١٠م). وأشارت النتائج إلى أن عملية الاحتزار تنعكس أكثر في شكل موجات حارة. وهكذا أصبحت الموجات الحارة أكثر تكراراً وأطول وأكثر كثافة، بينما أصبحت الموجات الباردة أقل تكراراً، ولكنها أكثر كثافة.

دراسة بيسون وآخرون (Besson, et al, 2019)، بعنوان "رصد موجات الحرارة والبرودة في فرنسا باستخدام مرجعية درجات الحرارة اليومية من ١٩٤٧ إلى الوقت الحاضر". هدفت الدراسة إلى رصد الموجات الحارة والباردة على ٣٠ محطة أرصاد خلال سنوات عدة من خلال مقياس وطني دقيق تم تطويره خصيصاً لهذا الغرض ويعرف باسم شبكة "ANASTASIA". حيث أظهرت النتائج وجود انخفاض في رصد الموجات سواءً الحارة أو الباردة بعد فترة الستينيات، في حين بدأت في الازدياد ابتداءً من السبعينيات وما بعدها، ومازالت تستمر في الازدياد حتى وقتنا الحالي. وأظهرت الشبكة نجاحاً كبيراً في قياس الموجات الحارة والباردة، وهي تستخدم الآن في عموم فرنسا لرصد هذه الموجات.

مما سبق، نجد أن الدراسة الحالية اتفقت من حيث الهدف مع بعض الدراسات السابقة في سعيها إلى حصر الموجات الحارة أو الموجات الباردة والتعرف على أثرها على الإنسان والبيئة، فنجد أن بعض الدراسات تناولت الموجات الحارة والباردة معاً، كدراسة كل من (عبدالرحمن ووهاب، ٢٠١٥؛ Barnett, et al, 2012؛ Ceccherini, et al, 2016؛ Piticar, et al, 2017؛ Besson, et al, 2019).

كما اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة (Barnett, et al, 2012) في التعرف على أثر الموجات الحارة والباردة على الإنسان والبيئة. وتوصلت الدراسات السابقة بشكل عام إلى أن للتغير الشديد في درجات الحرارة سواءً بالزيادة أو النقصان تأثير كبير على حياة الإنسان وصحته وعلى البيئة والثروة الاقتصادية، وأن هناك مجموعة من عناصر الطقس المصاحبة للموجات، يمكن من خلالها التنبؤ بهذه الموجات.

منهج الدراسة:

فرضت طبيعة الدراسة استخدام المنهج الوصفي التحليلي لوصف العوامل الجغرافية المؤثرة في مناخ منطقة عسير، ووصف الموجات الباردة في منطقة عسير
العدد الرابع والخمسون ١٥ أكتوبر ٢٠٢٠

من حيث آلية حدوثها واستمراريتها، ووصف آثارها على صحة الإنسان في ضوء البيانات التي تم الحصول عليها. حيث استخدم هذا المنهج لإجراء عمليات التحليل الإحصائي للبيانات اللازمة لتحديد موجات البرد في منطقة عسير، بالإضافة إلى توزيعها الزمني والمكاني في محطات الدراسة. كما استخدم للكشف عن العلاقة بين تكرار الموجات الباردة ومعدلات إصابة الإنسان ببعض الأمراض.

مصادر البيانات المستخدمة في الدراسة:

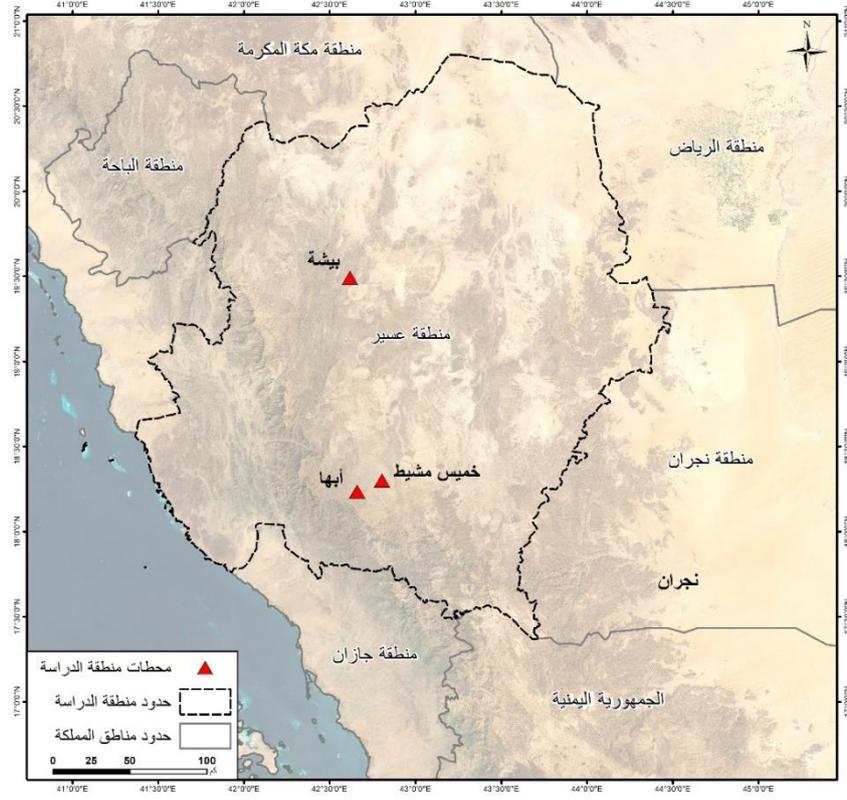
(١) البيانات اليومية (وفقاً للقياس السنوي Synoptic measurement) لجميع عناصر المناخ خلال فترة الدراسة الممتدة بين عامي (١٩٨٥-٢٠١٧م)؛ وذلك لمحطات (أبها، خميس مشيط، بيشة)، ومصدرها هيئة الأرصاد وحماية البيئة.

(٢) بيانات حالات الإصابة بأمراض العيون والأنف والأذن والحنجرة، والأمراض الصدرية، وأمراض الجهاز الهضمي، والأمراض الجلدية، وأمراض العظام، والالتهاب السحائي في منطقة عسير بين عامي (٢٠٠٦-٢٠١٥م)، ومصدرها الكتاب الإحصائي السنوي لوزارة الصحة.

المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة:

يوضح شكل (٢) وجدول (١) المحطات المناخية التي تناولتها الدراسة:

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (٢) توزيع المحطات المناخية في منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة، استناداً على بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة (١٤٣٧هـ)، المملكة العربية السعودية.

جدول (١) المحطات المناخية المستخدمة في منطقة الدراسة

المحطة	رقم المحطة	خط الطول (شرقاً)	دائرة العرض (شمالاً)	الارتفاع عن مستوى سطح البحر بالمتري
أبها	٤١١١٢	٣٩ ° ٣٩ ' ٤٢ °	١٣ ° ١٨ ' ٥٩ °	٢٠٩٣.٣٥
خميس مشيط	٤١١١٤	٢٣ ° ٤٨ ' ٤٢ °	١٧ ° ١٨ ' ٥٨ °	٢٠٥٥.٩٣
بيشة	٤١٠٨٤	٠٩ ° ٣٧ ' ٤٢ °	٢٨ ° ٥٩ ' ١٩ °	١١٦١.٩٧

المصدر: البيانات المناخية لهيئة الأرصاد وحماية البيئة عن الفترة ١٩٨٥-٢٠١٧م.

الأساليب المستخدمة في الدراسة:

- (١) الرسوم البيانية: وذلك لترجمة البيانات الإحصائية المناخية وغيرها إلى أشكال ورسوم توضيحية وبيانية.
- (٢) نظم المعلومات الجغرافية: لتمثيل توزيع الموجات الباردة على مستوى فصول السنة على محطات الدراسة الثلاث.
- (٣) السلاسل الزمنية: لتحديد اتجاه درجات الحرارة الصغرى في محطات الدراسة للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م) لمعرفة تطور اتجاهها عبر الزمن.
- (٤) التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية: لإيجاد العلاقة بين تكرار الموجات الباردة، وعناصر الطقس المصاحبة لحدوثها، وذلك للحصول على نموذج يمكن من خلاله التنبؤ باحتمالية حدوث هذه الموجات وتحديد العناصر التي يمكن استخدامها في التنبؤ لكل حالة.
- (٥) معامل ارتباط بيرسون: وذلك لإيجاد العلاقة الارتباطية بين تكرار الموجات الباردة كمتغير مستقل، وبين إصابة الإنسان بعدد من الأمراض في منطقة عسير.
- (٦) قرينة توم للانزعاج الحراري: اعتمدت الدراسة على حدود قرينة توم (Thom) للانزعاج الحراري، كمرجع لتحديد تكرار الموجات الباردة في محطات منطقة الدراسة. حيث تم تطبيق قرينة توم باستخدام عنصري الحرارة والرطوبة النسبية في كل من أبها وخميس مشيط وبيشة. للتعرف على مدى تكرار الموجات الباردة في كل منها.

واهتم عدد من الباحثين بإيضاح تأثير درجة الحرارة والرطوبة النسبية معاً على راحة الإنسان. وكان من أوائل هؤلاء الباحثين العالم توم (Thom) الذي طور مقياس الجهد الحراري، وأطلق عليه مصطلح قرينة عدم الراحة المناخية (قرينة الانزعاج الحراري)، وحدد بواسطتها حالات الطقس بالولايات المتحدة الأمريكية. ووضع توم عام ١٩٥٩م علاقة لتحديد درجة راحة الإنسان في ظل ظروف مناخية معينة، معتمداً في

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

ذلك على درجة الحرارة والرطوبة النسبية، أو درجة الحرارة الجافة، ودرجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى (Thom, 1959, p. 57). وتعرف هذه القرينة بمصطلح قرينة توم للانزعاج الحراري. ويتم التعبير عنها بالنموذج التالي (Yousif & Tahir, 2013, p.) (36):

$$DI = (T_d) - [(0.55)^* (RH)] (T_d - 14.5)$$

حيث إن:

DI: قرينة الانزعاج الحراري.

RH: الرطوبة النسبية ككسر من الواحد الصحيح.

T_d: درجة حرارة الترمومتر الجاف.

وتستخدم قرينة الانزعاج الحراري للكشف عن فصلية المناخ الفسيولوجي لتحديد تأثيرات الحرارة والرطوبة على جسم الإنسان. حيث وضع توم تصنيفات للعتبات الحرارية المؤثرة على جسم الإنسان كما هو موضح في جدول (٢).

جدول (٢) حدود قرينة الانزعاج الحراري لتوم

مستوى الراحة	قرينة الانزعاج
انزعاج شديد (بارد)	DI < 10
انزعاج متوسط (بارد)	10 < DI < 15
راحة نسبية (بارد)	15 < DI < 18
راحة تامة	18 < DI < 21
راحة نسبية (دافئ) (١٠-٥٠٪ من الناس يشعرون بعدم الراحة)	21 < DI < 24
انزعاج متوسط (حار) (١٠٠٪ من الناس يشعرون بعدم الراحة)	24 < DI < 27
انزعاج شديد (حار)	27 < DI < 29
إجهاد كبير وخطير على الصحة (حار)	DI > 29

المصدر: Thom, E. C. (1959). The Discomfort Index. *WeatherWise*, (12), 57-58.

واستناداً إلى حدود قرينة توم (Thom) في الدراسة الحالية تم اعتبار الموجات الباردة هي كل ثلاثة أيام متتالية نقل فيها قيمة القرينة عن (١٠) والتي تمثل انزعاجاً شديداً بارداً.

الموجات الباردة في منطقة عسير وأثرها على صحة الإنسان:

نتناول فيما يلي الموجات الباردة في منطقة عسير، من حيث اتجاه تغير درجات الحرارة الصغرى في منطقة عسير خلال العقود الثلاثة الأخيرة، وتكرار الموجات الباردة في منطقة عسير وحالات الطقس المصاحبة لها، وأثر الموجات الباردة في منطقة عسير على صحة الإنسان.

اتجاه تغير درجات الحرارة الصغرى في منطقة عسير:

للقوف على التغيرات التي طرأت على درجة الحرارة الصغرى خلال العقود الثلاثة الأخيرة في الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م) تم حساب متوسط درجة الحرارة الصغرى خلال كل فترة على حدة في كل من أبها وخميس مشيط وبيشة، وذلك على المستويين الشهري والسنوي لكل فترة.

١- درجة الحرارة الصغرى في أبها:

لحساب التغير في درجة الحرارة الصغرى في أبها خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م) تم حساب متوسط درجة الحرارة الصغرى خلال ثلاث فترات، تمثل كل فترة (١١) عاماً.

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

جدول (٢٣) تغير معدلات درجة الحرارة الصغرى في أبعها خلال العقود الابلثة الأخيرة للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

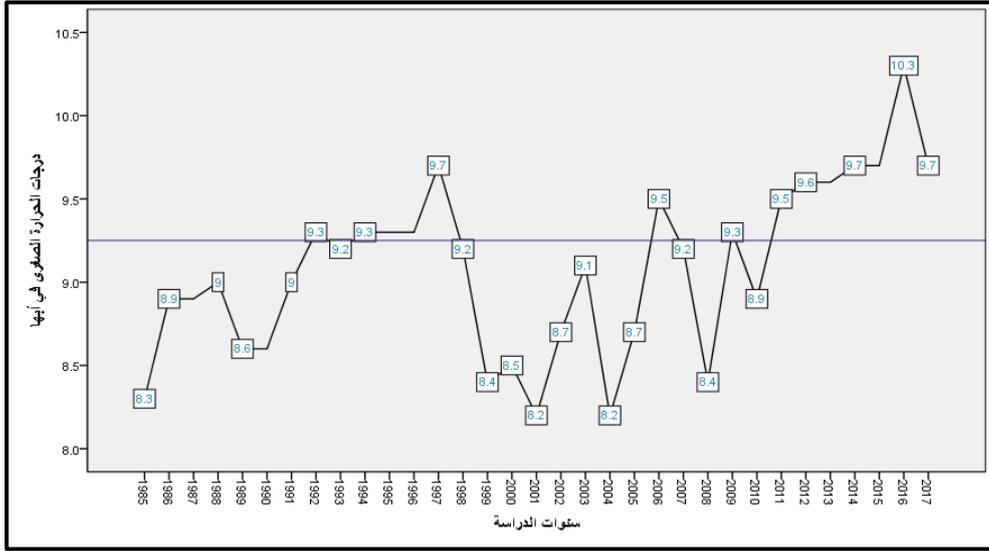
المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الفترة
٨.٩	٦.١	٦.٥	٧.٣	٩.٤	١٢.٢	١١.٤	١٠.٣	١٠.٩	١٠.٣	٩.٠	٧.٩	٦.٠	-١٩٨٥ ١٩٩٥
٨.٩	٦.٤	٧.٤	٧.٠	٨.٥	١٢.٠	١١.٤	١٠.٠	١٠.٦	١٠.٠	٩.١	٧.٣	٦.٩	-١٩٩٦ ٢٠٠٦
٩.٤	٦.١	٨.٢	٧.٢	٩.٨	١٣.١	١٢.٥	١٠.٨	١١.٧	١١.٠	٨.٨	٧.١	٦.٨	-٢٠٠٧ ٢٠١٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

يوضح جدول (٢٣) أن متوسط درجة الحرارة الصغرى في أبعها خلال العقد الأول (١٩٨٥-١٩٩٥م) بلغ ٨.٩م، ثم كانت هناك حالة من الاستقرار حيث بلغ خلال العقد الثاني (١٩٩٦-٢٠٠٦م) ٨.٩م، فيما ارتفع خلال العقد الأخير (٢٠٠٧-٢٠١٧م)، حيث بلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى ٩.٤م.

ويلاحظ من الشكل أن معدلات درجة الحرارة الصغرى في أبعها كانت في أدنى مستوياتها خلال شهر ديسمبر حيث بلغت خلال الفترة (١٩٨٥-١٩٩٥م) ٦م، في حين بلغت أعلى مستوى لها خلال شهر أغسطس، حيث سجلت خلال الفترة (٢٠٠٧-٢٠١٧م) ١٣.١م.

وللوقوف على اتجاه درجات الحرارة الصغرى في أبعها خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠١٧م)، تم التعبير عنها من خلال السلسلة الزمنية كما هو مبين في شكل (٢١):



شكل (٢١) السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى في أبعها خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

ويشير شكل (٢١) إلى الاتجاه الثابت لدرجات الحرارة الصغرى في أبعها خلال السنوات العشرين الأولى، وهو ما يمكن ملاحظته من خلال اتجاه السلسلة الزمنية إلى أعلى خط الأساس خلال هذه الفترة، فيما اتجهت للارتفاع بشكل كبير خلال السنوات العشر الأخيرة.

درجة الحرارة الصغرى في خميس مشيط:

لحساب التغير في درجة الحرارة الصغرى في خميس مشيط خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م) تم حساب متوسط درجة الحرارة الصغرى خلال ثلاث فترات، تمثل كل فترة (١١) عاماً.

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

جدول (٢٤) تغير معدلات درجة الحرارة الصغرى في خميس مشيط خلال العقود الثلاثة الأخيرة للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

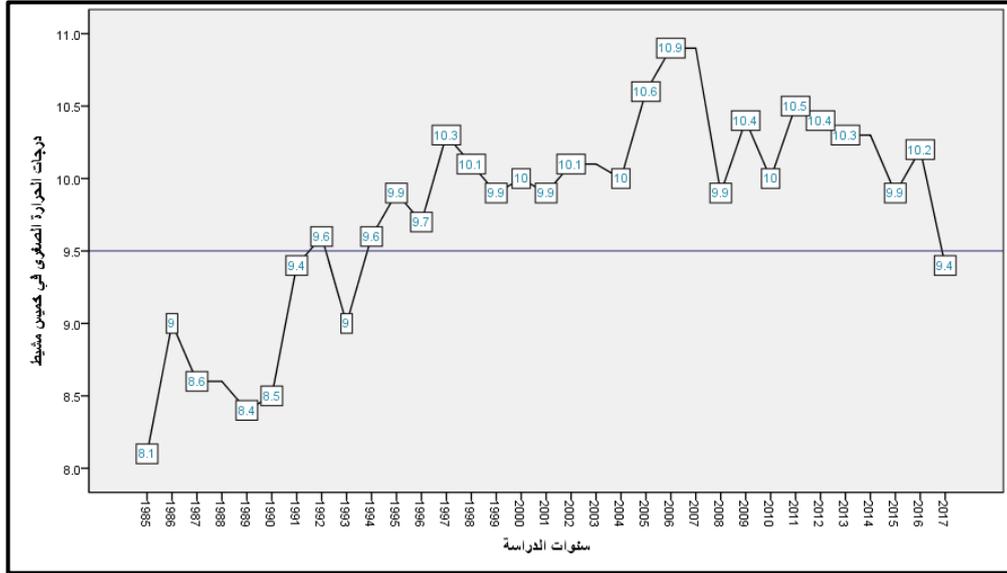
المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الفترة
٩.٠	٦.٥	٦.٧	٧.٠	٩.٣	١٢.٣	١١.٦	١٠.٤	١٠.٩	١٠.٢	٨.٩	٧.٧	٦.١	١٩٩٥-١٩٨٥
١٠.١	٧.٥	٨.٥	٨.٣	١٠.٥	١٣.٦	١٣.٢	١٢.١	١٢.٠	١٠.٨	٩.٦	٨.١	٧.٤	٢٠٠٦-١٩٩٦
١٠.٢	٦.٨	٨.٥	٨.٤	١١.٢	١٣.٧	١٣.٢	١٢.٢	١٢.٥	١١.٣	٩.٤	٨.٢	٧.١	٢٠١٧-٢٠٠٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

يشير جدول (٢٤) إلى أن معدل درجة الحرارة الصغرى في خميس مشيط بلغ خلال العقد الأول (١٩٨٥-١٩٩٥م) ٩م، ثم استمر في الارتفاع مسجلاً ١٠.١م في العقد الثاني (١٩٩٦-٢٠٠٦م)، ثم واصل ارتفاعاً طفيفاً خلال العقد الأخير (٢٠٠٧-٢٠١٧م) حيث سجل ١٠.٢م.

وتتخفص معدلات درجة الحرارة الصغرى في خميس مشيط إلى أقل مستوى لها خلال أشهر الشتاء، حيث بلغت في شهر يناير خلال الفترة (١٩٨٥-١٩٩٥م) ٦.١م، بينما تسجل أعلى مستوياتها في أشهر الصيف خلال شهر أغسطس، إذ سجلت خلال الفترة (٢٠٠٧-٢٠١٧م) ١٣.٧م.

وللتعرف على اتجاه درجات الحرارة الصغرى في خميس مشيط خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠١٧م)، تم رسم السلسلة الزمنية لها كما هو مبين في شكل (٢٣):



شكل (٢٣) السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى في خميس مشيط خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

ويشير شكل (٢٣) إلى الاتجاه التصاعدي الملحوظ في درجات الحرارة الصغرى في خميس مشيط خلال فترة الدراسة، إلا أنها في السنوات الأخيرة شهدت زيادة ملحوظة، حيث لامست ١٠.٩م.

٣- درجة الحرارة الصغرى في بيثشة:

لحساب التغير في درجة الحرارة الصغرى في بيثشة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م) تم حساب متوسط درجة الحرارة الصغرى خلال ثلاث فترات، تمثل كل فترة (١١) عاماً.

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

جدول (٢٥) تغير معدلات درجة الحرارة الصغرى في بيشة خلال العقود الثلاثة الأخيرة للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

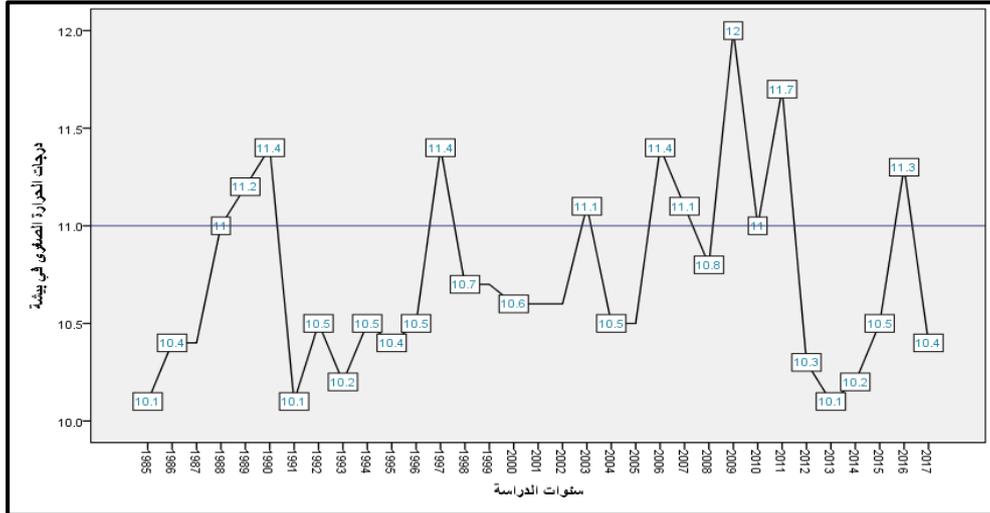
المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الفترة
١٠.٦	٦.٨	٧.٥	٨.٨	١١.٣	١٤.٤	١٣.٨	١٢.٧	١٤.٢	١٣.٢	١٠.٧	٧.٥	٥.٩	١٩٩٥-١٩٨٥
١٠.٨	٧.٠	٨.٥	٨.٧	١١.٠	١٤.٤	١٤.٢	١٣.٢	١٣.٩	١٣.١	١٠.٢	٨.١	٧.١	٢٠٠٦-١٩٩٦
١٠.٩	٥.٨	٨.٨	٨.٧	١١.٩	١٤.٨	١٤.٩	١٣.١	١٤.٩	١٣.٦	١٠.٢	٧.٤	٦.٤	٢٠١٧-٢٠٠٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

يشير كل من جدول (٢٥) إلى أن معدل درجة الحرارة الصغرى في بيشة اتجه إلى الارتفاع المطرد طوال فترة الدراسة، حيث سجل خلال العقدين الأول (١٩٨٥-١٩٩٥م) ١٠.٦م، ثم ارتفع خلال العقد الثاني (١٩٩٦-٢٠٠٦م) إلى ١٠.٨م، وواصل ارتفاعه خلال العقد الثالث (٢٠٠٧-٢٠١٧م) مسجلاً ١٠.٩م.

وتكون درجة الحرارة الصغرى في بيشة في أدنى مستوياتها خلال شهري ديسمبر ويناير، حيث سجلت خلال الفترة (٢٠٠٧-٢٠١٧م) ٥.٨م، بينما ترتفع إلى أعلى مستوياتها خلال أشهر الصيف، وخصوصاً خلال شهري يوليو وأغسطس، حيث سجلت خلال الفترة (٢٠٠٧-٢٠١٧م) ١٤.٩م.

وحتى يتم التعرف على اتجاه درجات الحرارة الصغرى في بيشة خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠١٧م)، تم رسم السلسلة الزمنية لها كما هو مبين في شكل (٢٥):



شكل (٢٥) السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى في بنها خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

ويشير شكل (٢٥) إلى التزايد المطرد في درجات الحرارة الصغرى في بنها خلال فترة الدراسة، وعلى الرغم من أن معدل التزايد منخفض، إلا أنه في اتجاه تصاعدي، كما يلاحظ أنها في السنوات الأخيرة شهدت زيادة ملحوظة، حيث لامست ١٢م.

٤- الاتجاه العام لتغير درجة الحرارة الصغرى في منطقة عسير:

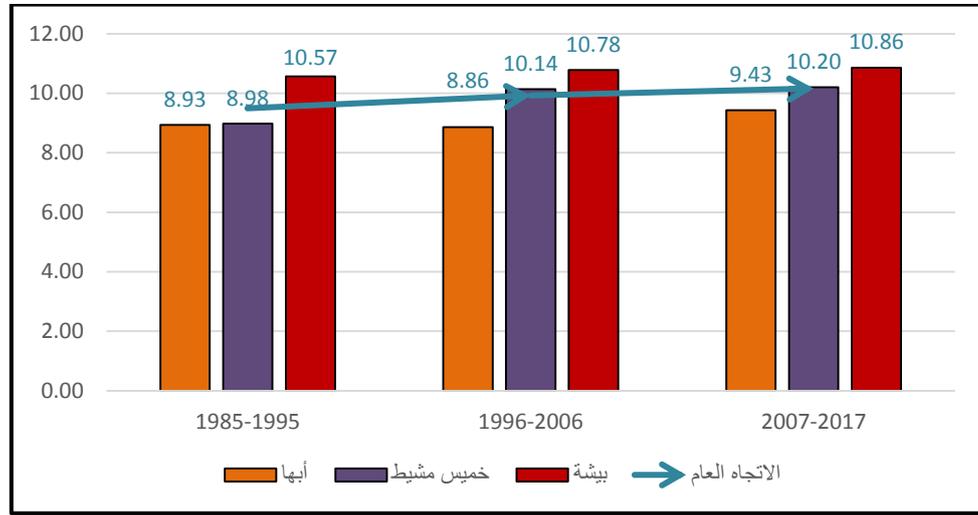
جدول (٢٦) تغير معدلات درجة الحرارة الصغرى في منطقة عسير خلال الفترة (١٩٨٥-

٢٠١٧م)

الاتجاه العام	بيشة	خميس مشيط	أبها	الفترة الزمنية
٩.٤٩	١٠.٥٧	٨.٩٨	٨.٩٣	١٩٩٥-١٩٨٥
٩.٩٣	١٠.٧٨	١٠.١٤	٨.٨٦	٢٠٠٦-١٩٩٦
١٠.١٦	١٠.٨٦	١٠.٢٠	٩.٤٣	٢٠١٧-٢٠٠٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (٢٦) تغير معدلات درجة الحرارة الصغرى في منطقة عسير خلال العقود الثلاثة الأخيرة للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

يشير كل من جدول (٢٦) وشكل (٢٦) إلى اتجاه درجة الحرارة الصغرى في منطقة عسير إلى الارتفاع المطرد على مدى فترة الدراسة، حيث سجلت خلال العقد الأول (١٩٨٥-١٩٩٥م) 9.49°C ، ومن ثم ارتفعت إلى 9.93°C خلال العقد الثاني (١٩٩٦-٢٠٠٦م)، ثم واصلت ارتفاعها لتسجل 10.16°C خلال العقد الأخير (٢٠٠٧-٢٠١٧م). ويلاحظ أيضاً ارتفاع درجة الحرارة الصغرى في كل من بيشة وخميس مشيط عنها في أبها، وقد يُعزى ذلك إلى ارتفاعها عن سطح البحر، إذ تقع أعلى قمة في المملكة وهي جبال السودة في أبها على ارتفاع 3015m فوق مستوى سطح البحر، كما تعد أبها هي المنتمي الأول للرياح الجنوبية الغربية الناتجة عن منخفض السودان الموسمي، حيث تكون هذه الرياح محملة بالرطوبة، ومن ثم يؤدي ارتفاع الرطوبة النسبية في الهواء الجوي إلى انخفاض درجات الحرارة.

ووفقاً لقرينة توم (Thom) فإن متوسط درجة الحرارة الصغرى خلال العقدين الأول والثاني في منطقة عسير يدخل ضمن نطاق المناخ البارد الذي يمثل خطورة

على الإنسان والبيئة، حيث بلغت قيمة قرينة توم أقل من ١٠. وفي العقد الأخير، ونتيجة لارتفاع درجة حرارة الأرض بشكل عام، فقد ارتفع متوسط درجة الحرارة الصغرى فوق معدل ١٠م، ومن ثم خرج من نطاق الخطورة الباردة على الإنسان والبيئة.

تكرار الموجات الباردة في منطقة عسير وحالات الطقس المصاحبة لها:

يتناول هذا الجزء من البحث تكرار الموجات الباردة في كل من أبها وخميس مشيط وبيشة، بالإضافة إلى حالات الطقس المصاحبة لكل منها خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م).

١- تكرار الموجات الباردة في أبها وعناصر الطقس المصاحبة لها:

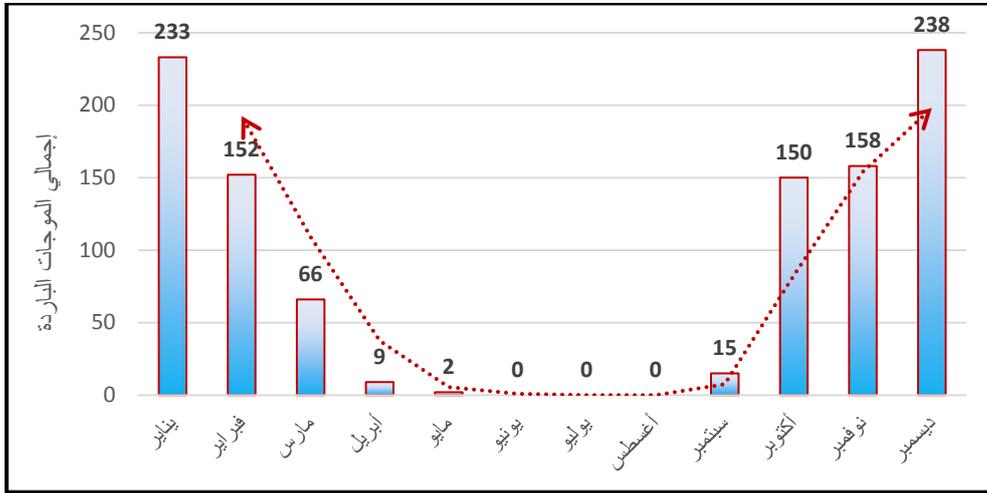
للتعرف على تكرار الموجات الباردة في أبها خلال فترة الدراسة؛ تم حصر الموجات الباردة التي استمرت على مدى ثلاثة أيام متتالية، وذلك بعد حساب قرينة توم (Thom) للانزعاج الحراري في أبها واعتبار الأيام التي تقل فيها قيمة القرينة عن (١٠) تمثل انزعاجاً حرارياً بارداً استناداً إلى حدود القرينة. وذلك كما هو موضح في جدول (٢٧):

جدول (٢٧) تكرار الموجات الباردة في أبها خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

التكرار السنوي	ديسمبر	يناير	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر	السنة
٤٧	١٠	٦	٨	١	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٨	١٠	١٩٨٥	
٣٠	٤	٤	٧	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٣	٩	١٩٨٦	
٣٦	١٠	٨	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧	١٠	١٩٨٧	
٣٢	١٠	٨	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٨	١٩٨٨	
٣٦	٦	٤	٤	٠	٠	٠	٠	١	١	٣	٧	١٠	١٩٨٩	
٣٧	١٠	١٠	٦	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	١	٧	١٩٩٠	

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

التكرار السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر
													السنة
٣٢	٨	٨	٥	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٧	١٩٩١
٢٨	٤	٦	٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٤	٥	١٩٩٢
٣٥	١١	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٤	٤	٨	١٩٩٣
٣١	٨	٤	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٤	١٠	١٩٩٤
٣٠	٥	٦	٥	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	١١	١٩٩٥
٣٦	٩	٨	٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٥	٥	١٩٩٦
٢٦	٥	٣	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨	٨	١٩٩٧
٢٨	٩	٩	٤	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٢	٢	١٩٩٨
٣٢	٨	٤	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٣	٩	١٩٩٩
٣٤	٨	٢	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٦	٩	٢٠٠٠
٤٠	٨	٦	٥	١	٠	٠	٠	٠	١	٢	٧	١٠	٢٠٠١
٣١	٧	٦	٤	٣	٠	٠	٠	٠	١	٣	٤	٣	٢٠٠٢
٢٩	٧	٤	٧	١	٠	٠	٠	٠	١	١	٢	٦	٢٠٠٣
٣٣	٦	٣	٨	٠	٠	٠	٠	١	٠	٤	٦	٥	٢٠٠٤
٣٢	١١	٢	٦	٢	٠	٠	٠	٠	١	٠	٤	٦	٢٠٠٥
١٨	١	٣	٣	١	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٢	٦	٢٠٠٦
٢٩	٦	٤	٩	١	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٠	٥	٢٠٠٧
٤٢	١٠	٣	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩	٩	٥	٢٠٠٨
٢٧	٤	٤	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	٨	٥	٢٠٠٩
٣٤	٨	٨	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٢	٨	٢٠١٠
٣٢	١٠	١	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٧	٧	٢٠١١
٢٤	٣	٤	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٦	٦	٢٠١٢
٢٨	٩	١	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٨	٥	٢٠١٣
٢٧	٨	٣	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٤	٧	٢٠١٤
٢٠	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧	١٠	٢٠١٥
٢٢	٤	٥	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥	٤	٢٠١٦
٢٥	٩	٣	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٧	٢٠١٧
١٠٢٣	٢٣٨	١٥٨	١٥٠	١٥	٠	٠	٠	٢	٩	٦٦	١٥٢	٢٣٣	التكرار الشهري



شكل (٢٧) تكرار الموجات الباردة في أبعها خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

يشير جدول (٢٧) وشكل (٢٧) إلى أن أبعها شهدت خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠١٧م) ١٠٢٣ حالة من حالات الموجات الباردة، وكان عام ١٩٨٥م هو أكثرها على الإطلاق، حيث بلغ عدد الموجات الباردة خلال هذا العام ٤٧ موجة. فيما كان عام ٢٠٠٦م، هو أقل السنوات التي شهدت موجات باردة، حيث سجل خلال هذا العام ١٨ موجة فقط.

كما يلاحظ من الجدول تركيز الموجات الباردة في أبعها خلال شهر يناير وديسمبر، اللذان سجلا معاً ٤٧١ موجة، أي بنسبة ٤٦% من إجمالي الموجات الباردة خلال فترة الدراسة. فيما انعدمت الموجات الباردة خلال أشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس).

جدول (٢٨) الموجات الباردة في أبعها حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

السنة	خريف	صيف	ربيع	شتاء	الفصل
١٠٢٣	٣٢٣	٠	٧٧	٦٢٣	الموجات الباردة

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (٢٨) الموجات الباردة في أهبأ حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

وعلى المستوى الفصلي، يوضح كل من جدول (٢٨) وشكل (٢٨) أن فصل الشتاء له النصيب الأكبر من الموجات الباردة، حيث سجل في أهبأ خلال فترة الدراسة ٦٢٣ موجة، تلاه فصل الخريف مسجلاً ٣٢٣ موجة، فيما سجل فصل الربيع ٧٧ موجة، أما فصل الصيف فانهدمت فيه الموجات الباردة. ويلاحظ هنا أن أهبأ تشهد موجات باردة مرتفعة ومكثفة على مدى ثلاثة فصول متعاقبة هي الخريف والشتاء والربيع، أي خلال معظم فصول السنة.

التنبؤ بالموجات الباردة في أهبأ من خلال حالات الطقس المصاحبة لها:

للتعرف على حالات الطقس المصاحبة للموجات الباردة في أهبأ والتي يمكن التنبؤ من خلالها بحدوث الموجات، تم استخدام تحليل التنبؤ بالسلاسل الزمنية، باستخدام المتغيرات المستقلة (درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، ومتوسط الرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، والضغط الجوي عند سطح المحطة، والتغيم، وتساقط الأمطار)، في حين يتمثل المتغير التابع في تكرار الموجات الباردة، وذلك كما هو موضح في جدول (٢٩).

جدول (٢٩) الإحصاء الوصفي لنموذج التنبؤ بالموجات الباردة بواسطة السلاسل الزمنية في أباها

اختبار عشوائية البواقي (Ljung-Box Q (18)			معامل التحديد (R^2)	العناصر المستخدمة في التنبؤ	النموذج
الدلالة	درجات الحرية (df)	الإحصاءات			
٠.٥٣٠	١٧	١٥.٩١١	٠.٧٧٠	٢	الموجات الباردة

ويلاحظ من جدول (٢٩) أن معامل التحديد للعلاقة الارتباطية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع بلغ ٠.٧٧٠، وهي قيمة مرتفعة. كما أن اختبار عشوائية البواقي أسفر عن أنها غير دالة إحصائياً، حيث بلغ مستوى الدلالة ٠.٥٣٠، عند درجات حرية ١٧، وهو أكبر من ٠.٠٥، ومن ثم فإن بواقي النموذج تتسم بالعشوائية. ما يدل على صلاحيته للتطبيق.

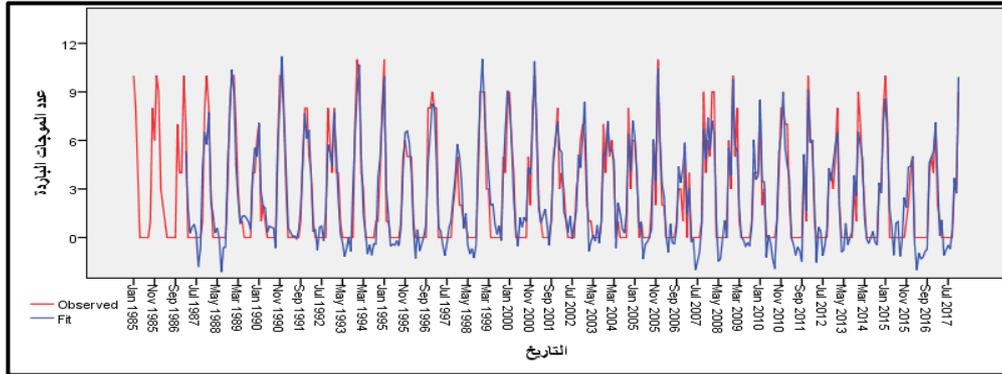
جدول (٣٠) نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة (ARIMA) للتنبؤ بالموجات الباردة في أباها

النموذج	العناصر المستخدمة في التنبؤ	المعاملات الافتراضية	الخطأ المعياري	(ت)	الدلالة
الموجات الباردة	درجة الحرارة الصغرى	٠.٩٣١-	٠.٠٤٨	١٩.٣٩٩-	٠.٠٠٠
	سرعة الرياح	٠.٢٠١-	٠.٠٥٥	٣.٦٥٠-	٠.٠٠٠

ويشير جدول (٣٠) إلى أن هناك عنصرين من أصل ستة يمكن من خلالهما التنبؤ بالموجات الباردة، وهما: درجات الحرارة الصغرى، وسرعة الرياح، حيث كان مستوى دلالة (ت) لكل منهما أصغر من ٠.٠٥؛ مما يعني أنه يمكن التنبؤ بالموجات الباردة باستخدام المعاملات الافتراضية الناتجة عن النموذج للعنصرين معاً. كما هو موضح في المعادلة الآتية:

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

$$\text{الموجات الباردة} = \text{درجة الحرارة الصغرى} \times (-0.931) + \text{سرعة الرياح} \times (-0.201)$$



شكل (٢٩) القيم المشاهدة والقيم المقدرة لنموذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بالموجات الباردة في أبعها

ومن خلال شكل (٢٩) يمكن ملاحظة تطابق القيم المشاهدة (Observed values)، مع القيم المقدرة (Fit values)، الناتجة عن نموذج التنبؤ بالموجات الباردة في أبعها من خلال السلاسل الزمنية للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)؛ مما يعني أن النموذج جيد جداً، ويمثل البيانات تمثيلاً مرتفعاً، وهو ما أكدته قيمة معامل التحديد (R^2) التي بلغت ٧٧%.

٢- تكرار الموجات الباردة في خميس مشيط وعناصر الطقس المصاحبة لها:

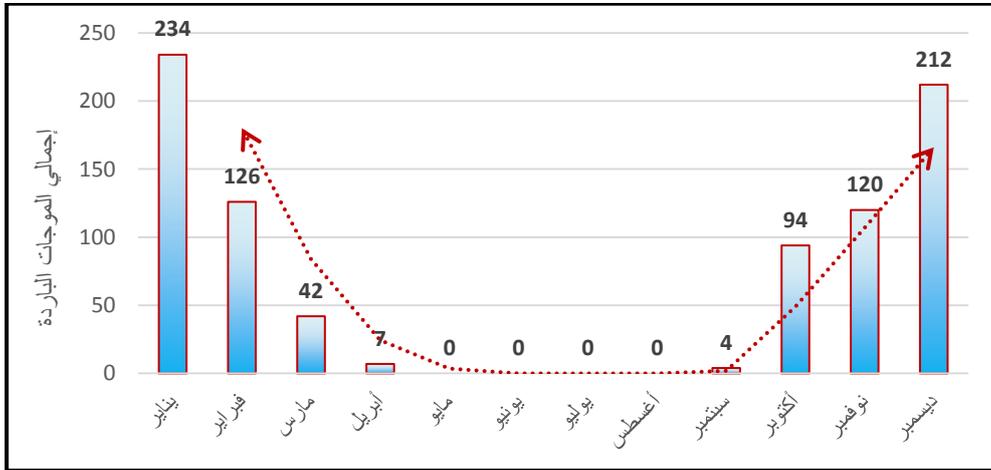
للتعرف على تكرار الموجات الباردة في خميس مشيط خلال فترة الدراسة؛ تم حصر الموجات الباردة التي استمرت على مدى ثلاثة أيام متتالية، وذلك بعد حساب قرينة توم (Thom) للانزعاج الحراري في خميس مشيط واعتبار الأيام التي تقل فيها قيمة القرينة عن (١٠) تمثل انزعاجاً حرارياً بارداً استناداً إلى حدود القرينة. وذلك كما هو موضح في جدول (٣١):

جدول (٣١) تكرار الموجات الباردة في خميس مشيط خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

التكرار السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر / السنة
٥٣	٩	٨	٩	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٥	٨	١٠	١٩٨٥
٣١	٨	٢	٦	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٣	١٠	١٩٨٦
٣٢	٨	٦	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧	١٠	١٩٨٧
٣٥	١٠	٨	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣	٦	١٩٨٨
٣٩	٨	٣	٧	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٨	١٠	١٩٨٩
٣٣	١٠	٧	٨	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٢	٠	٣	١٩٩٠
٢٩	٨	٧	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٩	١٩٩١
٢٦	١	٥	٨	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٤	٦	١٩٩٢
٣١	١١	٦	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٣	٨	١٩٩٣
٢٤	٥	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٥	١٠	١٩٩٤
٢٤	٥	٦	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٩	١٩٩٥
٣٠	٩	٦	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٥	٥	١٩٩٦
٢٢	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٩	٨	١٩٩٧
٢٧	٨	٨	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٣	١٩٩٨
٢٧	٦	٣	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٢	١١	١٩٩٩
٢٢	٦	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧	٨	٢٠٠٠
٢٥	٧	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٩	٢٠٠١
١٤	٠	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٤	٤	٢٠٠٢
١٧	٣	٣	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣	٥	٢٠٠٣
٢٣	٣	٣	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٣	٥	٢٠٠٤
٢١	١٠	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٥	٢٠٠٥
٧	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٤	٢٠٠٦
١٩	٧	٣	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٥	٢٠٠٧
٢٧	١٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٦	٧	٢٠٠٨

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

التكرار السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر السنة
٢٠	٣	١	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٤	٨	٢٠٠٩
٢٩	٩	٨	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٨	٢٠١٠
٢٣	٩	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٤	٦	٢٠١١
٢١	٢	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٤	٩	٢٠١٢
١٨	٩	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٥	٢٠١٣
٢٤	٩	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣	٨	٢٠١٤
١٧	٣	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٩	٢٠١٥
٢٣	٣	٥	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦	٣	٢٠١٦
٢٦	٩	٣	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٨	٢٠١٧
٨٣٩	٢١٢	١٢٠	٩٤	٤	٠	٠	٠	٠	٧	٤٢	١٢٦	٢٣٤	التكرار الشهري



شكل (٣٠) تكرار الموجات الباردة في خميس مشيط خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

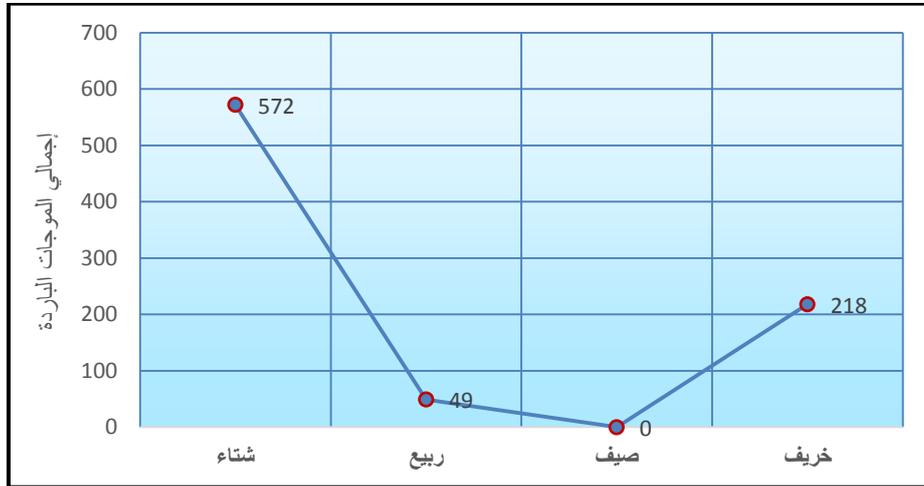
يشير جدول (٣١) وشكل (٣٠) إلى أن خميس مشيط شهدت خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠١٧م) ٨٣٩ حالة من حالات الموجات الباردة، وكان عام

١٩٨٥م، هو أكثرها حظاً من الموجات الباردة بواقع ٥٣ موجة، فيما سجل عام ٢٠٠٦م سبع موجات باردة فقط خلال فترة الدراسة.

كما يلاحظ من الجدول تركز الموجات الباردة في خميس مشيط خلال شهري يناير وديسمبر، اللذان سجلا معاً ٤٤٦ موجة، أي بنسبة ٥٣% من إجمالي الموجات الباردة في خميس مشيط أثناء فترة الدراسة. فيما انعدمت الموجات الباردة خلال الفترة (مايو-أغسطس).

جدول (٣٢) الموجات الباردة في خميس مشيط حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

السنة	خريف	صيف	ربيع	شتاء	الفصل
٨٣٩	٢١٨	٠	٤٩	٥٧٢	الموجات الباردة



شكل (٣١) الموجات الباردة في خميس مشيط حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

وعلى المستوى الفصلي، يوضح كل من جدول (٣٣) وشكل (٣١) أن فصل الشتاء له النصيب الأكبر من الموجات الباردة، حيث سجل في خميس مشيط خلال فترة الدراسة ٥٧٢ موجة، تلاه فصل الخريف مسجلاً ٢١٨ موجة، ثم فصل الربيع ٤٩ موجة، فيما انعدمت الموجات الباردة خلال فصل الصيف. وهكذا نلاحظ أن خميس مشيط تشهد موجات باردة معظم فصول السنة، إلا إنها تقل تدريجياً ابتداءً من فصل الربيع، ثم تنعدم تماماً خلال فصل الصيف، لتعاود دورتها مرة أخرى في الارتفاع أثناء أشهر الخريف.

النتبؤ بالموجات الباردة في خميس مشيط من خلال حالات الطقس المصاحبة

لها:

للتعرف على حالات الطقس المصاحبة للموجات الباردة في خميس مشيط والتي يمكن التنبؤ من خلالها بحدوث الموجات، تم استخدام تحليل التنبؤ بالسلاسل الزمنية، باستخدام المتغيرات المستقلة (درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، ومتوسط الرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، والضغط الجوي عند سطح المحطة، والتغيم، وتساقط الأمطار)، في حين يتمثل المتغير التابع في تكرار الموجات الباردة، وذلك كما هو موضح في جدول (٣٣).

جدول (٣٣) الإحصاء الوصفي لنموذج التنبؤ بالموجات الباردة بواسطة السلاسل الزمنية في

خميس مشيط

اختبار عشوائية البواقي (Ljung-Box Q (18)			معامل التحديد (R^2)	العناصر المستخدمة في التنبؤ	النموذج
الدلالة	درجات الحرية (df)	الإحصاءات			
٠.١٧١	١٧	٢٢.٣٦١	٠.٧٣٢	٢	الموجات الباردة

ويلاحظ من جدول (٣٣) أن معامل التحديد للعلاقة الارتباطية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع بلغ ٠.٧٣٢، وهي قيمة مرتفعة. كما أن اختبار عشوائية البواقي أسفر عن أنها غير دالة إحصائياً، حيث بلغ مستوى الدلالة ٠.١٧١، عند درجات حرية ١٧، وهو أكبر من ٠.٠٥، فيتم رفض فرضية عدم عشوائية البواقي، والقبول بالفرضية البديلة، وهي أن بواقي النموذج تتسم بالعشوائية. ما يدل على صلاحية النموذج للتطبيق.

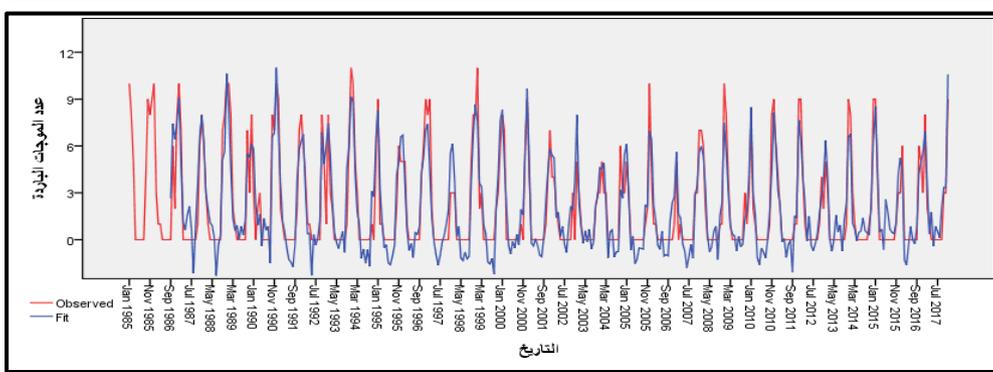
جدول (٣٤) نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة (ARIMA) للتنبؤ بالموجات الباردة في خميس مشيط

النموذج	العناصر المستخدمة في التنبؤ	المعاملات الافتراضية	الخطأ المعياري	(ت)	الدلالة
الموجات الباردة	درجة الحرارة الصغرى	١.٠٢٣-	٠.٠٥٧	١٧.٩٨٨-	٠.٠٠٠
	الرطوبة النسبية	٠.٠٢٩	٠.٠٠٩	٣.٠٥٤	٠.٠٠٢

ويشير جدول (٣٤) إلى أن هناك عنصرين من أصل ستة يمكن من خلالهما التنبؤ بالموجات الباردة، وهما: درجات الحرارة الصغرى، والرطوبة النسبية، حيث كان مستوى دلالة (ت) لكل منهما أصغر من ٠.٠٥؛ مما يعني أنه يمكن التنبؤ بالموجات الباردة باستخدام المعاملات الافتراضية الناتجة عن النموذج للعنصرين معاً. كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$\text{الموجات الباردة} = \text{درجة الحرارة الصغرى} \times (-1.023) + \text{الرطوبة النسبية} \times (0.029)$$

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (٣٢) القيم المشاهدة والقيم المقدرة لنموذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بالموجات الباردة في خميس مشيط

ومن خلال شكل (٣٢) يمكن ملاحظة تطابق القيم المشاهدة (Observed values)، مع القيم المقدرة (Fit values)، الناتجة عن نموذج التنبؤ بالموجات الباردة في خميس مشيط من خلال السلاسل الزمنية للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)؛ مما يعني أن النموذج جيد جداً، ويمثل البيانات تمثيلاً مرتفعاً، وهو ما أكدته قيمة معامل التحديد (R^2) التي بلغت ٧٣.٢٪.

٣- تكرار الموجات الباردة في بيئة وعناصر الطقس المصاحبة لها:

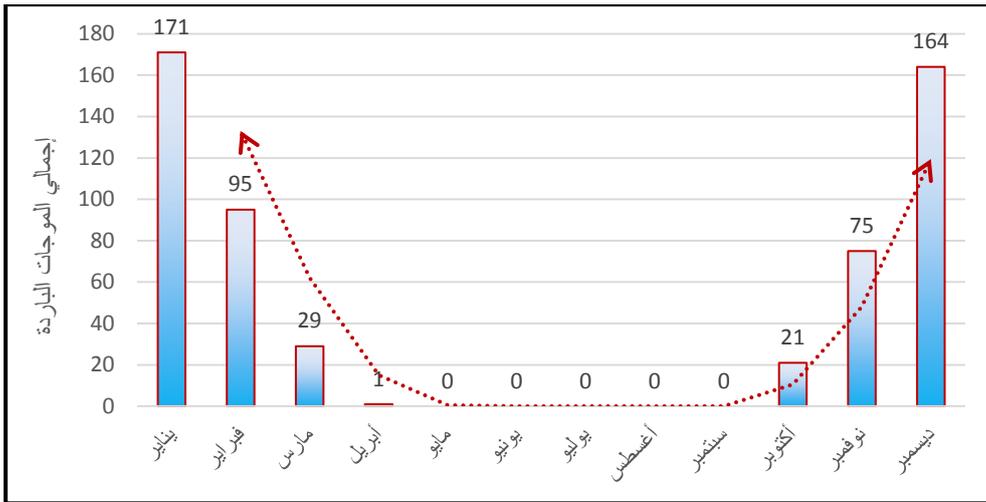
للتعرف على تكرار الموجات الباردة في بيئة خلال فترة الدراسة؛ تم حصر الموجات الباردة التي استمرت على مدى ثلاثة أيام متتالية، وذلك بعد حساب قرينة توم (Thom) للانزعاج الحراري في بيئة واعتبار الأيام التي تقل فيها قيمة القرينة عن (١٠) تمثل انزعاجاً حرارياً بارداً استناداً إلى حدود القرينة. وذلك كما هو موضح في جدول (٣٥):

جدول (٣٥) تكرار الموجات الباردة في بيشة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

التكرار السنوي	ديسمبر	يناير	فبراير	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر / السنة
٢٤	٧	٣	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٦	٥	١٩٨٥
١٥	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٩	١٩٨٦
٢١	٥	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٦	١٩٨٧
١٦	٥	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٧	١٩٨٨
١٥	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٤	٨	١٩٨٩
١٤	١٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	١٩٩٠
١٧	٢	٨	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٣	١٩٩١
١٧	١	١	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥	٧	١٩٩٢
٢٢	١٠	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣	٤	١٩٩٣
١٦	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٧	١٩٩٤
١٨	١	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٩	١٩٩٥
١٧	٧	٥	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	١	١٩٩٦
١١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٨	١٩٩٧
٢٧	١٠	٧	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٣	١٩٩٨
١٣	٦	٣	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	١٩٩٩
١٢	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٢	٥	٢٠٠٠
١٩	٢	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٩	٢٠٠١
١٢	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٤	٤	٢٠٠٢
١١	٢	٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٦	٢٠٠٣
١١	٤	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٣	٠	٢٠٠٤
١٦	٩	١	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣	٢٠٠٥
١٢	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	١	٦	٢٠٠٦
٢١	٧	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٧	٢٠٠٧
٢٣	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٦	٤	٢٠٠٨
٦	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٤	٢٠٠٩
٢٣	٨	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٣	٦	٢٠١٠

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

الشهر السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	التكرار السنوي
٢٠١١	٢	١	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١٠	١٦
٢٠١٢	٥	٦	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	١٨
٢٠١٣	٧	٥	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٧	٢٣
٢٠١٤	٥	٥	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٦	١٩
٢٠١٥	١٠	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١٤
٢٠١٦	٢	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٤	٤	١٧
٢٠١٧	٥	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣	٨	٢٠
التكرار الشهري	١٧١	٩٥	٢٩	١	٠	٠	٠	٠	٠	٢١	٧٥	١٦٤	٥٥٦



شكل (٣٣) تكرار الموجات الباردة في بيشة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

يشير جدول (٣٥) وشكل (٣٣) إلى أن بيشة شهدت خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠١٧م) ٥٥٦ حالة من حالات الموجات الباردة، وكان عام ١٩٩٨م، هو أكثرها على الإطلاق، حيث بلغ عدد الموجات الباردة خلال هذا العام ٢٧ موجة، فيما كان عام ٢٠٠٩م، هو الأقل من حيث الموجات الباردة حيث سجل ٦ موجات فقط.

كما يلاحظ من الجدول أن شهري يناير وديسمبر هما الأكثر حظاً من الموجات الباردة في بيشة، حيث سجلا معاً ٣٣٥ موجة بواقع ٦٠% من إجمالي الموجات الباردة في بيشة.

جدول (٣٦) الموجات الباردة في بيشة حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

السنة	خريف	صيف	ربيع	شتاء	الفصل
٥٥٦	٩٦	٠	٣٠	٤٣٠	الموجات الباردة



شكل (٣٤) الموجات الباردة في بيشة حسب فصول السنة خلال الفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)

وعلى المستوى الفصلي، يوضح كل من جدول (٣٦) وشكل (٣٤) أن فصل الشتاء له النصيب الأكبر من الموجات الباردة، حيث سجل في بيشة خلال فترة الدراسة ٤٣٠ موجة، تلاه فصل الخريف مسجلاً ٩٦ موجة، فيما سجل فصل الربيع ٣٠ موجة، أما صيف بيشة فأنعدمت فيه الموجات الباردة.

التنبؤ بالموجات الباردة في بيشة من خلال حالات الطقس المصاحبة لها:

للتعرف على حالات الطقس المصاحبة للموجات الباردة في بيشة والتي يمكن التنبؤ من خلالها بحدوث الموجات، تم استخدام تحليل التنبؤ بالسلاسل الزمنية، باستخدام المتغيرات المستقلة (درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، ومتوسط الرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، والضغط الجوي عند سطح المحطة، والتغيم، وتساقط الأمطار)، في حين يتمثل المتغير التابع في تكرار الموجات الباردة، وذلك كما هو موضح في جدول (٣٧).

جدول (٣٧) الإحصاء الوصفي لنموذج التنبؤ بالموجات الباردة بواسطة السلاسل الزمنية في بيشة

النموذج	العناصر المستخدمة في التنبؤ	معامل التحديد (R^2)	اختبار عشوائية البواقي (Ljung-Box Q (18))	
			الإحصاءات	درجات الحرية (df)
الموجات الباردة	٤	٠.٨٠٩	١٤.٩٥٩	١٦
				الدلالة
				٠.٥٢٨

ويلاحظ من جدول (٣٧) أن معامل التحديد للعلاقة الارتباطية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع بلغ ٠.٨٠٩، وهي قيمة مرتفعة. كما أن اختبار عشوائية البواقي أسفر عن أنها غير دالة إحصائياً، حيث بلغ مستوى الدلالة ٠.٥٢٨، عند درجات حرية ١٦، وهو أكبر من ٠.٠٥، فيتم رفض فرضية عدم عشوائية البواقي، والقبول بالفرضية البديلة، وهي أن بواقي النموذج تتسم بالعشوائية. ما يدل على صلاحية النموذج للتطبيق.

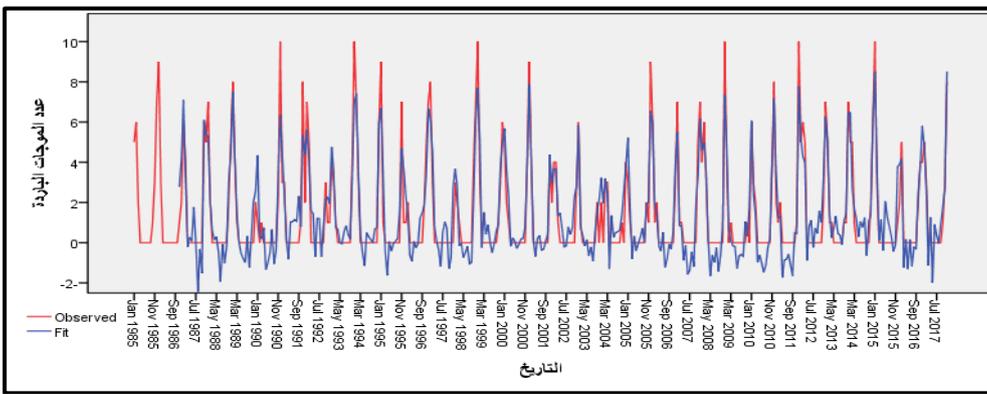
جدول (٣٨) نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة (ARIMA) للتنبؤ بالموجات الباردة في ببشة

النموذج	العناصر المستخدمة في التنبؤ	المعاملات الافتراضية	الخطأ المعياري	(ت)	الدلالة
الموجات الباردة	درجة الحرارة الصغرى	-٠.٧٦٩	٠.٠٤٠	-١٩.٠٢٩	٠.٠٠٠
	الضغط الجوي	٠.١٩١	٠.٠٧٣	٢.٦٣٢	٠.٠٠٩
	التغيم	-٠.١٣٦	٠.٠٦٦	-٢.٠٧٠	٠.٠٣٩
	كميات الأمطار	٠.٠٠٩	٠.٠٠٤	٢.٣٦٠	٠.٠١٩

ويشير جدول (٣٨) إلى أن هناك أربعة عناصر من أصل ستة يمكن من خلالها التنبؤ بالموجات الباردة في ببشة، وهي: درجات الحرارة الصغرى، الضغط الجوي، التغيم، وكميات الأمطار. حيث كان مستوى دلالة (ت) لكل من العناصر الأربعة أصغر من ٠.٠٥؛ مما يعني أنه يمكن التنبؤ بالموجات الباردة في ببشة باستخدام المعاملات الافتراضية الناتجة عن النموذج. كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$\text{الموجات الباردة} = \text{درجة الحرارة الصغرى} \times (-0.769) + \text{الضغط الجوي} \times (0.191) + \text{التغيم} \times (-0.136) + \text{كميات الأمطار} \times (0.009)$$

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (٣٥) القيم المشاهدة والقيم المقدرة لنموذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بالموجات الباردة في بيشة ويلاحظ من شكل (٣٥) أن هناك تطابقاً كبيراً بين القيم المشاهدة (Observed values)، والقيم المقدرة (Fit values)، الناتجة عن نموذج التنبؤ بالموجات الباردة في بيشة من خلال السلاسل الزمنية للفترة (١٩٨٥-٢٠١٧م)؛ مما يعني أن النموذج جيد جداً، ويمثل البيانات تمثيلاً مرتفعاً، وهو ما أكدته قيمة معامل التحديد (R^2) التي بلغت ٨١%.

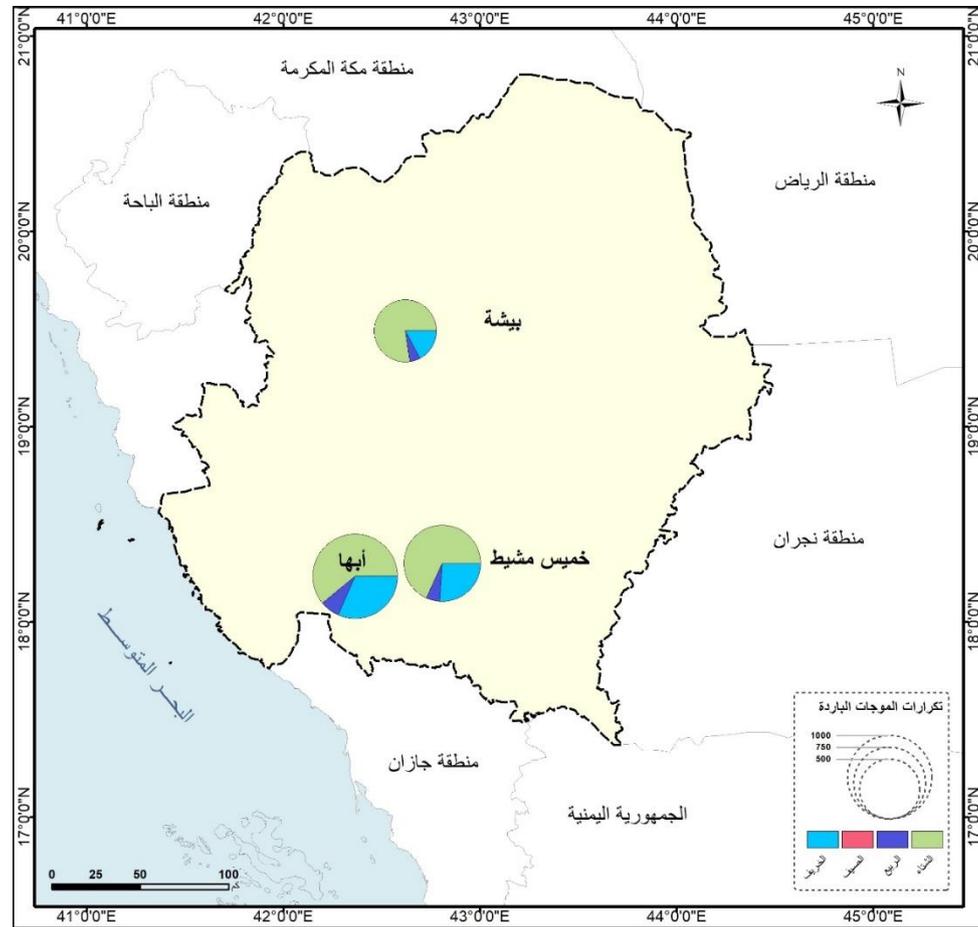
ويمكن تمثيل تكرار الموجات الباردة في منطقة الدراسة على محطات أربها، وخميس مشيط، وبيشة، موزعة وفقاً لفصول السنة، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية كما هو موضح في شكل (٣٦).

ونلاحظ مما تقدم أن منطقة الدراسة تتأثر بالعديد من الموجات الباردة على مدار فصول السنة، إلا أن توزيعها يتسم بالتباين بين محطات الدراسة نظراً لطبيعة الإقليم الذي تقع ضمنه المحطة. حيث يمتاز فصل الشتاء بدرجات حرارة منخفضة في إقليم جبال السروات، إذ تصل درجات الحرارة الصغرى في هذا الإقليم خلال فصل الشتاء نحو ٨م°. وقد تبلغ درجات الحرارة المطلقة الصفر المئوي في بعض أيام الشتاء خاصة في القمم الجبلية المرتفعة، وقد تغطيها الثلوج كما في النماص (النافع، ٢٠١٩م).

أما في فصل الصيف فيسود شمال أفريقيا وشمال شرقها منخفض السودان الموسمي؛ نتيجة الاختلاف في درجة حرارة اليابسة والماء، إذ ترتفع درجة حرارة اليابسة في شمال أفريقيا وشمال شرقها مقارنة بالمسطحات المائية المحيطة بها، مما يؤدي إلى تكون هذا الضغط الجوي وهو يتصل بمنخفض الهند الموسمي شرقاً، ويتصل بالمنخفض الاستوائي جنوباً، إذ يتزحزح المنخفض الاستوائي في فصل الصيف شمالاً، حيث تلتقي الرياح التجارية الشمالية الشرقية بالرياح التجارية الجنوبية الشرقية التي تتحول إلى موسمية جنوبية غربية بعد عبورها خط الاستواء، ويتفاوت امتدادها خلال العام من فصل لآخر، ومن يوم لآخر، وتمتد تقريباً إلى دائرة عرض ١٥ درجة شمالاً، لتصل إلى جنوبي شبه الجزيرة العربية. وقد تتجاوز ذلك أحياناً، حينما تتفاعل مع المنخفضات الحرارية المحلية التي تنشأ فوق شبه الجزيرة العربية (الأحيدب، ١٩٩٨م).

وذكر سالم (٢٠٠٩، ص ٢٢٧) أن المنطقة الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية تقع تحت تأثير نطاقين من الضغط الجوي المنخفض صيفاً، أحدهما يتمركز فوق جنوب قارة آسيا، بينما يتمثل الآخر في المنخفض الجوي السوداني الذي يتمركز على طول خط يمتد من مدينة الخرطوم في الجنوبي الغربي إلى مدينة جدة في الشمال الشرقي، ويساعد المنخفض السوداني على جذب الهواء الرطب من الجنوب الشرقي والجنوب الغربي، ويندفع الهواء إلى اليابسة على طول سواحل البحر الأحمر مكوناً الرياح الجنوبية الغربية الممطرة.

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير



شكل (٣٦) تكرار الموجات الباردة في منطقة عسير حسب فصول السنة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

أثر الموجات الباردة في منطقة عسير على صحة الإنسان:

نتناول فيما يلي أثر الموجات الباردة في منطقة عسير على صحة الإنسان، حيث تم حساب معامل ارتباط بيرسون (Pearson correlation) بين كل من تكرار الموجات الباردة في منطقة عسير، كمتغير مستقل، وبعض الأمراض المختارة المتمثلة في: أمراض العيون، والأنف والأذن والحنجرة، والأمراض الصدرية، والجلد والنسيج

الخلوي، وأمراض الجهاز الهيكلي (العظام)، والالتهاب السحائي، كمتغيرات تابعة. ولتحديد أثر الموجات الباردة في منطقة عسير على صحة الإنسان تم حصر أعداد مراجعي المستشفيات الحكومية في منطقة عسير لبعض العيادات المختارة، حيث تمكنت الباحثة من الحصول على هذه البيانات من الكتاب الإحصائي السنوي لوزارة الصحة السعودية خلال الفترة (٢٠٠٦-٢٠١٥م)، وهي البيانات المتاحة حتى وقت إعداد هذا البحث، كما هو مبين في جدول (٣٩):

جدول (٣٩) أعداد مراجعي بعض الأمراض المختارة في منطقة عسير خلال الفترة (٢٠٠٦-٢٠١٥م)

(٢٠١٥م)

السنة	العيون	أنف وأذن وحنجرة	أمراض صدرية	الجلد والنسيج الخلوي	الجهاز الهيكلي (عظام)	الالتهاب السحائي
٢٠٠٦	٧٨٤٤٤	٦٧١٢٥	٥٩٢٣٤	٦٨٠٠٣	٤٧٩٠٧	٩
٢٠٠٧	٨٦٨٤٥	٦١٢٣٨	٥٨٣٤٣	٦٩٩٧٩	١٠٧٥٧٤	١٦
٢٠٠٨	٩٦١٢٦	٧٤٢٥٨	٥٣٩٥٥	٦٧١٤٩	١٠٦٦٢٩	١٠
٢٠٠٩	٨٥٢٥٥	٧٧٤٠٥	٥٢٩٧١	٦٨٨٨٠	١١١٨١٨	١٥
٢٠١٠	٩٥٨٦٠	٧٧٠٠١	٥٤٣٦٢	٧٧٠٠٤	١١٧٥٩٩	١٣
٢٠١١	٩٥١٦٨	٧٣٦١٨	٤٧٣٧١	٧٣٩٩١	١١٤٨٩٧	١٤
٢٠١٢	٩٢١٧٥	٧٥١٨١	٤٥٤٨٠	٧٠٦٠٥	١٠٢٢٧٦	٤
٢٠١٣	٨٦٠٥٥	٧٢٠٩٤	٣٥٣٠٨	٥٩٥٣٣	١٠٩٩٠٩	٦
٢٠١٤	٨٩١١٤	٧٣٦٣٧	٤٠٣٩٤	٦٥٠٦٩	١٠٦٠٩٢	٤
٢٠١٥	١٢٢٦١٧	١٠٢٠١١	٥٢٩٩١	٨٧٠٢١	١٥١٠٦٥	٩

المصدر: الكتاب الإحصائي السنوي لوزارة الصحة (٢٠٠٦-٢٠١٥م).

للتعرف على أثر الموجات الباردة في منطقة عسير على صحة الإنسان؛ تم حساب معامل ارتباط بيرسون (Pearson correlation) بين الموجات الباردة وأعداد مراجعي المستشفيات لعيادات أمراض العيون، والأنف والأذن والحنجرة، والأمراض

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

صدرية، والجلد والنسيج الخلوي، والجهاز الهيكلي (العظام)، والالتهاب السحائي كما هو موضح في جدول (٤٠):

جدول (٤٠) ارتباط الموجات الباردة بأعداد مراجعي المستشفيات في منطقة عسير لبعض الأمراض المختارة

التهاب السحائي	عظام	أمراض جلدية	صدرية	أنف وأذن وحنجرة	عيون	الأمراض
٠.٠٠٣	*٠.٨١٨	٠.١٣٤	*٠.٧٣٦	*٠.٨٩٧	*٠.٦٢٠	معامل الارتباط
٠.٠٤٩٧	٠.٠٢١	٠.٣٥٦	٠.٠٠٠	٠.٠٠٥	٠.٠٢٨	الدلالة

(*) دال عند مستوى ٠.٠٠٥

ويتضح من جدول (٤٠) أن هناك علاقة طردية دالة إحصائياً بين الموجات الباردة في منطقة عسير وبين الإصابة بأمراض العيون، حيث بلغ معامل الارتباط ٠.٦٢٠، عند مستوى دلالة ٠.٠٢٨، وهو أصغر من ٠.٠٠٥. وكذلك بين الموجات الباردة والإصابة بأمراض الأنف والأذن والحنجرة، حيث بلغ معامل الارتباط ٠.٨٩٧، عند مستوى دلالة ٠.٠٠٥، وهو أصغر من ٠.٠٠٥. وكذلك الأمراض الصدرية التي بلغ معامل ارتباطها بالموجات الباردة ٠.٧٣٦، عند مستوى دلالة ٠.٠٠٠، وهو أصغر من ٠.٠٠٥. وأمراض العظام التي بلغ معامل ارتباطها بالموجات الباردة ٠.٨١٨، عند مستوى دلالة ٠.٠٢١، وهو أصغر من ٠.٠٠٥؛ مما يعني أن للموجات الباردة أثر في إصابة الإنسان بالأمراض المذكورة.

أما فيما يخص الأمراض الجلدية، والالتهاب السحائي؛ فلا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائية فيما بينها وبين الموجات الباردة في منطقة عسير، حيث كان مستوى دلالتها أكبر من ٠.٠٠٥.

الخاتمة:

يتناول هذا الجزء من الدراسة كل من النتائج التي أسفرت عنها الدراسة، وعدد من التوصيات في ضوء ما توصلت إليه من نتائج، بالإضافة إلى عدد من الدراسات المستقبلية المقترحة.

أولاً: النتائج:

توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج التي يمكن إيجازها فيما يلي:

- (١) تتخذ درجات الحرارة الصغرى اتجاهاً تصاعدياً في منطقة عسير خلال العقود الثلاثة الأخيرة بين عامي (١٩٨٥-٢٠١٧م).
- (٢) تتباين درجات الحرارة الصغرى بين كل من أبها وخميس مشيط وبيشة وفقاً للأقاليم المناخية، حيث تشهد أبها أقل درجات حرارة في منطقة عسير، تتلوها خميس مشيط، ثم بيشة التي تتميز بدرجات حرارة مرتفعة نسبياً.
- (٣) شهدت عسير خلال العقود الثلاثة الأخيرة (١٩٨٥-٢٠١٧م) ٢٤١٨ موجة باردة، كان معظمها في أبها (١٠٢٣) موجة، تلتها خميس مشيط بواقع (٨٣٩) موجة، وأخيراً بيشة بواقع (٥٥٦) موجة.
- (٤) تعد الموجات الباردة هي الحالة السائدة في كل من أبها وخميس مشيط على مدار العام، فيما تشهد بيشة موجات باردة أقل خلال العام.
- (٥) يمكن التنبؤ بحدوث الموجات الباردة في أبها من خلال درجة الحرارة الصغرى وسرعة الرياح.
- (٦) يمكن التنبؤ بحدوث الموجات الباردة في أبها من خلال درجة الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية.
- (٧) يمكن التنبؤ بحدوث الموجات الباردة في أبها من خلال درجة الحرارة الصغرى

والضغط الجوي والتغيم وكميات التساقط.

٨) تؤثر الموجات الباردة في منطقة عسير على صحة الإنسان وإصابته بأمراض العيون والأنف والأذن والحنجرة، والأمراض الصدرية وأمراض العظام.

ثانياً: التوصيات:

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة توصي الباحثة بما يلي:

- ١) الرصد الدقيق والمستمر للموجات الباردة التي تشهدها منطقة عسير مع عمل نشرات دورية يمكن الاستفادة منها عند التخطيط للمشروعات التنموية للمنطقة.
- ٢) الاستفادة من نماذج التنبؤ التي توصلت إليها نتائج الدراسة في عمليات الإنذار المبكر من اجتياح الموجات الباردة لمنطقة عسير.
- ٣) استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التمثيل التكراري للموجات الباردة التي تتعرض لها منطقة عسير حتى يستفيد منها الباحثون في الجغرافيا المناخية.
- ٤) إعداد برامج توعوية للسكان المحليين عن التغير المناخي، وآثاره على الإنسان، والتوقعات المستقبلية في هذا المجال.
- ٥) تفعيل محطات الرصد الثانوية القائمة في عدد من المواقع بمنطقة عسير، وتجهيزها بأحدث التقنيات المتقدمة للرصد المناخي.
- ٦) التوسع في المحطات الأرضية لرصد عناصر المناخ داخل النطاق العمراني في مدن منطقة عسير، ليستفيد من بياناتها أصحاب القرار في اتخاذ القرار الصحيح والدقيق في المنطقة وكذلك تفيد هذه المحطات الباحثين في المستقبل بدراسات مناخية تفصيلية.
- ٧) وضع استراتيجية مناخية صحية اجتماعية من قبل الأمانات لمواجهة أخطار موجات البرد.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- أحمد، شحاتة سيد. (١٩٩٤). موجات الحر والبرد في مصر وأثرها على المحاصيل الزراعية، دراسة في المناخ التطبيقي. رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- الأحيدب، إبراهيم سليمان. (١٩٩٢). توزيع الأمطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية. الرياض: جامعة الملك سعود.
- الأحيدب، إبراهيم سليمان. (١٩٩٨). المناخ، الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي. الرياض: عمادة البحث العلمي، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
- توفيق، أماني مصطفى كمال. (٢٠١٠). تقويم أهم أخطار التغير المناخي المحتملة في مصر. المؤتمر السنوي الخامس عشر "إدارة أزمات المياه والموارد المائية، السيناريوهات المحتملة والاستراتيجيات المتوازنة البناءة"، (٢)، ٥٥٦-٥٩٧، مصر.
- حبيب، بدرية محمد عمر. (٢٠٠٥). المناخ والحاجة إلى تكييف الهواء في وسط وجنوب غرب المملكة العربية السعودية دراسة مقارنة. رسائل جغرافية، (٢٩٧)، ٥١-١، الجمعية الجغرافية السعودية.
- الحداد، محرم صالح. (٢٠١٠). ظاهرة التغير المناخي العالمي والاحتباس الحراري: الأهمية أساسيات الاختلاف نماذج المحاكاة وتقويمها الفني. المجلة المصرية للتنمية والتخطيط، ١٨(١)، ١١٠-١٦٥، مصر.
- سالم، طارق زكريا. (٢٠٠٣). المناخ وراحة الإنسان في إمارة عسير بالمملكة العربية السعودية. مجلة بحوث الشرق الأوسط، (١٣)، جامعة عين شمس، القاهرة.

الموجات الباردة وأثرها على صحة الإنسان في منطقة عسير

- سالم، طارق زكريا. (٢٠٠٧). المناخ وأشهر الراحة وكفاءة العمل في مصر. *المجلة الجغرافية العربية*، ٣٩ (٤٩)، ٣٣-٧٠.
- سالم، طارق زكريا. (٢٠٠٩). المناخ والسياحة في منطقة أبها الحضرية بالمملكة العربية السعودية: دراسة في المناخ التطبيقي. *مجلة كلية الآداب*، (٥١)، ٢٠٥-٢٥٢، جامعة الزقازيق.
- الشريف، عبدالرحمن صادق. (١٩٨٤). *جغرافية المملكة العربية السعودية، إقليم جنوب غرب المملكة*. ج٢، الرياض: دار المريخ.
- الشمري، قاسم يوسف. (٢٠١٢). التغير المناخي وأثره على صحة وراحة الإنسان. *مجلة العلوم الإنسانية*، (١١)، ٢٥٣-٢٧٠، كلية التربية صفي الدين الحلي جامعة بابل، العراق.
- عبدالرحمن، ميسرة عدنان؛ وهاب، باسم إبراهيم. (٢٠١٥). خصائص الموجات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق. *مجلة كلية التربية للبنات*، ٢٦ (٣)، ٧٦٥-٧٧٤.
- النافع، عبداللطيف حمود. (٢٠١٩). *الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية*. الرياض: المؤلف.
- الهيئة العامة للإحصاء. (٢٠١٧-٢٠٠٠). *الكتاب الإحصائي السنوي، إجمالي إنتاج المحاصيل الزراعية*. الرياض: الهيئة العامة للإحصاء.
- الهيئة العامة للإحصاء. (٢٠١٧). *السكان في منطقة عسير حسب الجنس وفئات العمر والجنسية*. الرياض: الكتاب الإحصائي السنوي (٥٣).
- الهيئة العامة للإحصاء. (٢٠١٧). *الكتاب الإحصائي السنوي*، (٥٣). الرياض: الهيئة العامة للإحصاء.
- الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة. (٢٠١٨). *البيانات المناخية للفترة ١٩٨٥-٢٠١٧ م*. جدة: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وزارة الصحة. (٢٠١٧). الكتاب الإحصائي السنوي لوزارة الصحة للفترة ٢٠٠٦-٢٠١٧ م. الرياض: وزارة الصحة.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Añel, Juan A.; Fernández-González, Manuel; Labandeira, Xavier; López-Otero, Xiral and de la Torre, Laura. (2017). Impact of Cold Waves and HeatWaves on the Energy Production Sector. *Atmosphere*, 8(209), 2-13. <http://doi:10.3390/atmos8110209>
- Barnett, A. G. S.; Hajat, A. Gasparrini, J.; Rockl, (2012), Cold and heat waves in USA, *Environmental Research*, (112), 218-224 <http://doi:10.1016/j.envres.2011.12.010>
- Besson, François; Dubuisson, Brigitte; Etchevers, Pierre; Gibelin, Anne-Laure; Lassegues, Pierre; Schneider, Michel and Vincendon, Béatrice. (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>.
- Ceccherini, Guido, Simone Russo, Iban Amezttoy, Claudia Patricia Romero, and Cesar Carmona-Moreno. (2016). Magnitude and frequency of heat and cold waves in recent decades: the case of South America, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, (16), 821-831.
- Christidis, N.; P. A. Stott; S. Brown; G. C. Hegerl, and J. Caesar. (2005), Detection of changes in temperature extremes during the second half of the 20th century. *Geophysical research letters*, (32), 1-4, <http://doi:10.1029/2005GL023885>.
- Collins, Jennifer M. (2011). Temperature Variability over Africa. *Journal of Climate*, 24(14), 3649-3666. <https://goo.gl/19fQqg>
- Piticar, Adrian; Croitoru, Adina-Eliza; Ciupertea, Flavius-Antoniou and Harpa, Gabriela-Victoria. (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>.

Riehl, H. (1972). *Introduction to the atmosphere*. USA: McGraw-Hill, New York.

Taha, M.; Harb, S.; Nagib, M. and Tantawy, A. (1981). The climate of the Middle East. In The climates of southern and western Asia, ed. K. takahashi and H. Arakawa, *World Survey of Climatology*, Vol. 9, pp. 153-155. New York: Elsevier Scientific Publications.

Thom, E.C. (1959). The Discomfort Index. *Weatherwise*, 12, 57-60.

Yousif, Tawhida and Tahir, Hisham M. (2013). *Journal of Forest Products & Industries*, 2(5), 36-38.

ثالثاً: المراجع الإلكترونية:

صحيفة سبق الإلكترونية. (٢٠١٧). موجة باردة على المناطق وصقيع على الشمالية والجوف وتبوك وحائل، تم الاسترجاع بتاريخ ٣٠/١١/٢٠١٨م، من: <https://sabq.org/VGHZSq>

مبارك، عبير. (٢٠١٧). التعامل الصحي مع موجات البرد والصقيع. جريدة الشرق الأوسط، (١٤٢٦٢)، ديسمبر. تم الاسترجاع بتاريخ ٣٠/١١/٢٠١٨م، من: <https://goo.gl/Ng2FYD>

