التقييم الجغرافي لقرائن الراحة الفسيولوجية لتطبيقها على رؤى التنمية السياحية في المملكة العربية السعودية

د. فهدة فلاح بن حشر *

الملخص:

مع تزايد الاهتمام بقطاع السياحة في المملكة العربية السعودية لتنويع إيرادات الدولة غير النفطية ضمن رؤية ٢٠٣٠ التي تسعى إلى التخلص من الاعتماد على البترول كمصدر وحيد للإيرادات، تلعب البحوث المناخية التطبيقية دوراً مهماً في المساهمة بالتعريف بمناطق الجذب السياحي. ومن أهم البحوث المناخية التطبيقية التي بإمكانها لعب دورٍ مهم في التعريف بمناطق الجذب السياحي بالمملكة تطبيقات قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان.

وفي هذا الإطار يتناول هذا البحث دراسة أثر عناصر المناخ ذات الإرتباط المباشر بالحركة السياحية في المملكة العربية السعودية؛ وهي الرطوبة النسبية، والحرارة، وسرعة الرياح من خلال تطبيق ثلاث قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان الأكثر إستخداما في العالم هي قرينة الانزعاج (قرينة توم Discomfort Index (DI) (Thom, 1959 وقرينة الحرارة الفعالة (قرينة جافني Net Temperature Efficiency (NET) (Gaffney, 1973 وقرينة تأثير الحرارة والرطوبة (قرينة أوليفر Temperature Humidity (Oliver, 1981 Index (THI).

ولقد أظهرت نتائج تطبيق قرائن الراحة المذكورة باستخدام البيانات اليومية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح بمجموع ٢٦ محطة منتشرة عبر مختلف مناطق المملكة أن هناك نوعاً من التكامل والتنوع في التوزيع المكاني لفترات الراحة النسبية وفترات الراحة التامة بين مختلف مناطق المملكة. وقد دلت نتائج قرينة جافني أن الفترة الممتدة من مايو إلى سبتمبر في أبها وخميس مشيط، وأن شهري أكتوبر وأبريل هي فترة الراحة التامة. كما

* أستاذ مشارك – جغرافيا مناخية، قسم الجغرافيا – كلية الآداب، جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، الرياض المملكة العربية السعودية.

أظهرت نتائج تطبيق قرينة توم أن المنطقة الشمالية، ومناطق الدمام، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر، والطائف، والباحة، وخميس مشيط، وأبها هي مناطق للراحة النسبية من أواخر الخريف إلى بداية الربيع، وهي أيضاً مناطق الراحة التامة خلال فصل الشتاء؛ مع امتداد فترة الراحة التامة من نهاية الربيع إلى بداية الخريف بخميس مشيط وأبها. ومن جهة أخرى أظهرت نتائج تطبيق قرينة أوليفر أن أفضل المواسم للراحة التامة هما فصلا الربيع والخريف بتبوك، والجوف، وحائل، وخميس مشيط، وأبها؛ وفصل الشتاء بالباحة، ووادي الدواسر، ونجران، وبيشة.

الكلمات المفتاحية:

قرينة الانزعاج، قرينة الحرارة الفعالة، قرينة تأثير الحرارة والرطوبة، الراحة الفسيولوجية، المملكة العربية السعودية.

المقدمة:

يختلف مناخ المملكة من منطقة لأخرى لاختلاف تضاريسها وهي تقع تحت تأثير المرتفع الجوي المداري. وفي العموم فإن مناخ المملكة قاريٌ حارُ صيفاً باردٌ شتاء وأمطارها شتوية ويعتدل المناخ على المرتفعات الغربية والجنوبية الغربية، أما المناطق الوسطى فصيفها حار وجاف وشتائها بارد وجاف وعلى السواحل ترتفع درجة الحرارة والرطوبة وتسقط الأمطار في فصل الشتاء والربيع وهي أمطار شحيحه على معظم مناطق المملكة ما عدا المرتفعات الجنوبية الغربية من المملكة فأمطارها موسمية صيفية أكثر غزارة من باقي المناطق. أما الرطوبة النسبية فترتفع على السواحل والمرتفعات الغربية في معظم أيام السنة وتقل كلما اتجهنا إلى الأجزاء الداخلية.

وتؤثر الظروف الجوية بشكل مباشر على نشاط الإنسان من خلال عناصر الطقس اليومي المعروفة بمختلف مناطق المملكة، حيث أن هناك العديد من الأمراض يرتبط ظهورها الزمني وانتشارها المكاني بالظروف المناخية السائدة خلال كل فصل من السنة كالأنفلونزا التي تصيب الأفراد بشكل كبير خلال فصل الشتاء بسبب تدني درجة الحرارة بالمرتفعات الجبلية بالجنوب الغربي وأمراض العيون التي تنشر بين الناس خلال فصلي الصيف والربيع بالمناطق الوسطى والشرقية بسبب ارتفاع تكرار هبوب العواصف الترابية والرملية والأمراض الجلدية وزيادة التعرض للإشعاع الشمسي.

ونظراً للتأثيرات المباشرة على مختلف نشاطات الإنسان اليومية فإن درجة الحرارة هي أكثر العناصر المناخية اعتمد عليها علماء المناخ منذ ثلاثينات القرن الماضي في تحديد قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان بمناطق مختلفة من العالم كدراسات (Houghton and Yaglou, 1923) ; (Duffon, 1929) ; (Vernon & Warner, 1932) ; (Missenard, 1948) ; (Giovani, 1952) ; (Lee & Henshel, 1958) ; (Gagge et al., 1971) ; (Wallance et al., 2005).

ومنذ ثمانينات القرن الماضي تزايد الاهتمام بالدراسات المناخية الكمية الهادفة إلى تحديد الظروف المناخية المناسبة لراحة الإنسان باستخدام العديد من الطرق والنماذج الرياضية

كدراسات (Gagge et al., 1986) ; (Frank et al., 1996) ; (Moran et al., 1999) ; (Moran et al., 2001).

وتمثل مجموعة المحطات المناخية المختارة في هذه الدراسة التنوع التضاريسي لأراضي المملكة كما أن بياناتها المناخية تسمح بتطبيق قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان المطبقة في هذه الدراسة ومن ثم التعرف على فترات الراحة الفسيولوجية التي بإمكان الإنسان الاستفادة منها في توجيه اختياراته وحركته السياحية من منطقة لأخرى.

وتساعد أيضاً نتائج تطبيق قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان المعتمدة في هذه الدراسة في تطوير المقومات السياحية الطبيعية من خلال تحديد عوامل الجذب المناخي من اعتدال في الحرارة والرطوبة والشعور بسهولة الحركة خلال الليل والنهار. ومن جهة أخرى تساهم نتائج تطبيق هذه القرائن في تحديد عوامل الجذب السياحي خلال مختلف السنة بصورة متكاملة بين المناطق ومن ثم وضع برنامج سياحي من طرف المسؤولين على قطاع السياحة يسعى إلى تحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠ الطموحة.

١ - موضوع الدراسة وأهميته:

ترتبط الحركة السياحية بالمملكة العربية السعودية كثيرا بالظروف المناخية السائدة بها كونها منطقة مدارية صحراوية جافة تتسم بمناخ معتدل خلال فصل الشتاء وحار جاف خلال مختلف فصول السنة الأخرى. ويتطلب استمرار مسيرة تنمية قطاع السياحة توفر الدراسات المناخية التي تساعد على تحديد الخصائص المناخية السائدة خلال مختلف فصول السنة. ولقد ساعد توفر بيانات محطات الرصد الجوي ومحاولة الاستفادة القصوى منها من جهة وكذلك توفر عوامل الجذب السياحي وتنوعها من منطقة لأخرى بالمملكة على إختيار موضوع هذه الدراسة الذي يساهم في دعم حرص الدولة الدائم على تنمية السياحة وتسويقها داخلياً وخارجياً، وإقامة العديد من المهرجانات والفعاليات التي تساعد على الجذب السياحي.

ومن هنا تكمن أهمية هذه الدراسة في:

- أنها تغطي جميع مناطق المملكة ببيانات مناخية لا تقل سلاسها الزمنية عن ٢٨ سنة مكنت من تطبيق ثلاث قرائن للراحة الفسيولوجية للإنسان.
- تساعد في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية وتصميم خريطة قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان لجميع مناطق المملكة.
- تقدم مقارنة لمختلف قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان التي تعتمد في تحديدها لفترات الاصطياف والتنزه على تحليل العناصر المناخية المسجلة بمحطات الرصد الجوي.
- قلة الدراسات المناخية التطبيقية التي تتناول تحليل الراحة الفسيولوجية للإنسان تشمل إجمالي مناطق المملكة.

٢ - منطقة الدراسة:

تمتد المملكة العربية السُّعُودِيّة على مساحة تبلغ نحو ٢,٢٥ مليون كم^{٢} في جنوب غرب قارة آسيَا بين دائرتي عرض ٤٦ً ٢٢َ ١٦ْ و ٠٠ً ١٤َ ٣٢ْ شمالاً، وبين خطي طول ٣٠ً ٢٩َ ٣٤ْ و ٠٠ً ٤٠َ ٥٥ْ شرقاً ويحدها من الشرق والغرب مياه الخليج العربي والبحر الأحمر، بينما تحد باقي أراضيها حدود برية من جميع الجهات (الشكل١). وتنقسم أراضي المملكة إلى ١٣ منطقة إدارية تتشكل من ١٣٥ محافظة، منها ٤٥ محافظة من فئة (أ) و٩٠ محافظة من فئة (ب) يتبع لها ١٥٢١ مركز عمراني (هيئة المساحة الجيولوجية، ٢٠١٧م، ص ٢٣). وتتوزع المحطات المناخية المدروسة بين دائرتي العرض ٠٠َ ١٦ْ و ٠٠َ ٣٢ْ شمالاً وخطي الطول ٠٠َ ٣٦ْ و ٠٠َ ٥١ْ شرقاً (شكل ١).

كما يتباين التوزيع المكاني للمحطات المناخية المدروسة حسب المناطق الإدارية على النحو الآتي:

- منطقة الرياض وتشتمل على محطتي مطار الملك خالد ووادي الدواسر.
- منطقة مكة المكرمة وتشتمل على محطات مكة المكرمة والطائف وجدة.
- منطقة المدينة المنورة وتشتمل على محطتي المدينة المنورة وينبع.
- المنطقة الشرقية وتشتمل على محطات الدمام والأحساء والقيصومة.

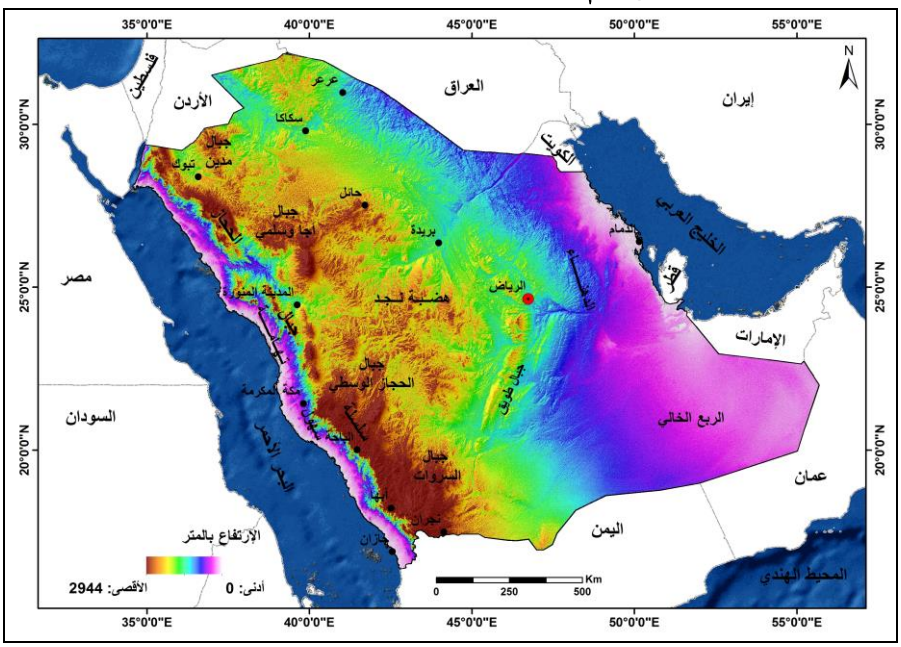
الشكل رقم١ : الموقع الجغرافي للمملكة العربية السعودية.

المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ١٤٣٨ هـ (٢٠١٧م): ٢٢.

- منطقة القصيم وتشتمل على محطة مطار الأمير نايف ببريدة.
- منطقة حائل وتشتمل على محطة مطار حائل الإقليمي.
- منطقة تبوك وتشتمل على محطتي تبوك والوجه.
- منطقة الحدود الشمالية وتشتمل على محطات رفحه وطريف وعرعر.
- منطقة الجوف وتشتمل على محطتي سكاكا والقريات.
- منطقة عسير وتشتمل على محطات خميس مشيط وأبها وبيشة.
- منطقة الباحة وتشتمل على محطة الباحة.
- منطقة نجران وتشتمل على محطتي نجران وشرورة.
- منطقة جازان وتشتمل على محطة جازان.

ويتباين كذلك التوزيع المكاني للمحطات المناخية المدروسة حسب تنوع التضاريس، بحيث يمكننا تصنيفها كما يأتي (الشكل ٢):

الشكل رقم ٢ : تضاريس المملكة العربية السعودية.



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي SRTM.

١ - المحطات الساحلية:

تقع خمس محطات على ارتفاعات يقل عن ١٠٠م، منها أربع محطات على ساحل البحر الأحمر هي جدة وينبع والوجه وجازان بالإضافة إلى محطة الدمام على ساحل الخليج العربي.

٢ - محطات الهضاب:

وهي المحطات التي تنتشر على ارتفاعات تتراوح بين ٢٤٠.٤م بمحطة مكة المكرمة و٧٦٨.١م بمحطة تبوك، وتقع على تضاريس الهضاب محطات تسع محطات مناخية هي مكة المكرمة، والقيصومة، ورفحة، والقريات، ومطار الملك خالد بالرياض، والمدينة المنورة، وسكاكا، وشرورة، وتبوك.

٣ - المحطات الجبلية:

وهي المحطات التي تتوزع على ارتفاعات تفوق ٨٥٠م بالمرتفعات الجبلية. وتضم هذه المجموعة سبع محطات مناخية هي حائل والطائف وطريف وأبها وخميس مشيط والباحة وبيشة.

٤ - محطات السهول الداخلية:

وتمثلها محطة الأحساء التي تقع على ارتفاع ١٤٣.٠م بالمنطقة الشرقية.

٣ - الدراسات السابقة:

حظي تطبيق قرائن الراحة المناخية باهتمام الكثير من الباحثين منذ خمسينات القرن الماضي. وتزايد الاهتمام بتطبيق قرائن الراحة المناخية في العديد من المجالات الحيوية كالسياحة والتخطيط العمراني. ونظراً لتنوع الدراسات السابقة لقرائن الراحة المناخية فإنه يمكن تصنيفها في ثلاثة محاور رئيسة هي:

١ - الدراسات العربية.

٢ - الدراسات غير العربية.

٣ - الدراسات المحلية.

٣ -١ - الدراسات العربية:

ومن أهم هذه الدراسات:

- بحث (خير الله، ٢٠١٧م) الذي تناول الباحث من خلاله تحديد تأثير درجة الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية العظمى والصغرى لفترة ٣٣ سنة بمجموع ٢٠ محطة. وقد أظهرت هذه الدراسة أن المعدل السنول لمؤشر (THI) (توم Thom, 1959) يتراوح بين ١٤.٨ و٢٢.٢°م، مما يدل على وجود ظروف مناخية ملائمة ومريحة بمناطق الدراسة.

- دراسة (الموسوي والحلو، ٢٠١٦م) التي اهتمت بتحليل تأثير الظروف المناخية السائدة على راحة الإنسان في محافظة النجف بتطبيق قرينة الحرارة الفعالة Net Effective

Temperature (جافني Gaffney, 1973)، وقرينة تبريد الرياح Wind Chill (سيبل وباسل، Siple and Passle, 1945)، ومخطط (سنجر Singer, 1968). وقد توصلت هذه الدراسة إلى تحديد أفضل الفترات المريحة حرارياً للإنسان خلال الليل والنهار.

- دراسة (يعقوب وآخرين، ٢٠١٦م) التي تناولت توضيح أهم العناصر المناخية المؤثرة على راحة وصحة الإنسان في مدينة البصرة اعتماداً على معلومات الأرصاد الجوية العراقية خلال الفترة ١٩٤٩ -٢٠١١م. وبتطبيق قرينة درجة الحرارة الفعالة Net Effective Temperature (جافني Gaffney, 1973)، وقرينة تبريد الرياح Wind Chill (سيبل وباسل Siple and Passle, 1945). وتوصلت هذه الدراسة إلى تحديد مستويات الراحة زمانياً، وتحديد الفترات الزمنية للراحة المناخية للاستفادة منها في الجانب السياحي.

- بحث (عنبر، م٢٠١٢) الذي تناول من خلاله إلقاء الضوء على مدى تأثير المناخ على راحة الإنسان اللفسيولوجية والنفسية وعلى نشاطه أثناء أداء عمله بتطبيق قرينة (أدولف Adolph, 1947)، وقرينة (جافني Gaffney, 1973)، وقرينة (توم Thom, 1945)، وقرينة (أوليفر Oliver, 1981)، وقرينة (سيبل وباسل Siple and Passle, 1945). وقد توصلت هذه الدراسة إلى توضيح تأثير درجة الحرارة على الفقد الحراري لجسم الإنسان على مدار السنة. كما توصلت نتائج تطبيق قرائن الراحة المناخية المدروسة على أن الظروف المناخية غير ملائمة في فصل الصيف بشرقي دلتا النيل لراحة الإنسان الفسيولوجية والنفسية وأن هناك راحة نسبية خلال فصل الشتاء.

- دراسة (ثابت، ٢٠١١م) التي هدفت إلى التعرف على تأثير الظروف المناخية السائدة ومدى تأثيرها على الراحة الجسمية والنفسية للإنسان بتطبيق قرينة (توم Thom, 1959)، وقرينة (أوليفر Oliver, 1981)، وقرينة (جريجورسك Gregorczuk,1967)، وقرينة (ترجنج Terjung,1966). وتوصلت هذه الدراسة إلى تحديد فترات الراحة المناخية بغزة، وطولكرم، وجنين، ونابلس، والقدس، والخليل، وأريحا.

- دراسة (الياسري، م٢٠١٠) التي اعتمدت على درجتي الحرارة العظمى والصغرى وعلى نسبة الرطوبة العظمى والصغرى للفترة ١٩٩٠ -٢٠٠٧م لتحديد أفضل الفترات من السنة للراحة المناخية بتطبيق قرينة الحرارة -الرطوبة (THI) لأوليفر Oliver، وقرينة تبريد الرياح (K) لسيبل وباسل Siple and Passle. وقد أوضحت قرينة أوليفر أن الأشهر المناسبة للراحة المثالية هي أبريل، ومايو، وسبتمبر، وأكتوبر، في حين لم تظهر نتائج قرينة تبريد الرياح وجود أي شهر من السنة مناسباً للراحة المثالية للإنسان.

٣ -٢ - الدراسات غير العربية:

نال تطبيق قرائن الراحة المناخية اهتمام الكثير من الباحثين في مختلف مناطق العالم. ومن الدراسات غير العربية نورد على سبيل المثال لا الحصر الدراسات الآتية:

- دراسة (Staiger وآخرون، ٢٠١٨) التي خصصها لتصنيف ١٦٥ قرينة حرارية في الدراسات المناخية الحيوية التطبيقية؛ منها ١٢ قرينة فقط أظهرت الدراسة أنها أفضل القرائن لتقييم الإدراك الحراري البشري ولتقييم الأرصاد الجوية الحيوية البشرية في المناطق الحضرية وفي التخطيط الإقليمي. ولقد توصلت هذه الدراسة أيضاً باختيار أربع قرائن أوصت بتطبيقها هي قرينة ITCI للمؤشر المناخ الحراري العالمي، وقرينة PJI لدرجة الحرارة المتوقعة، وقرينة PET لدرجة الحرارة الفعلية وقرينة SET لدرجة الحرارة الفعلية المعيارية.

- دراسة (Al Abdla وآخرون، ٢٠١٨) التي هدفت إلى التعرف على مدى الراحة والانزعاج المناخيين بنابلس (الضفة الغربية) بتطبيق قرينة الحرارة الفعالة (NET) (جافني Gaffney, 1973)، وقرينة الانزعاج (DI) (توم Thom, 1945)، وقرينة الحرارة - الرطوبة (THI) (أوليفر Oliver, 1981) باستخدام البيانات المناخية لفترة ١٢ سنة متواية من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١١م. ولقد أظهرت نتائج قرينة الحرارة الفعالة أن الفترة الممتدة من نوفمبر إلى مايو هي فترة انزعاج شديد بسبب البرد (NET<13)، بينما بقية شهور السنة بفترة راحة تتراوح خلالها قرينة الحرارة الفعالة بين ١٦ و ٢٢°م، في حين أظهرت نتائج قرينة الانزعاج لتوم أن أقل من ٥٠٪ من الأفراد يشعرون بالانزعاج خلال الفترة الممتدة من يونيو إلى

سبتمبر، وبانزعاج نسبي خلال الفترة من ديسمبر إلى مارس. أما نتائج قرينة أوليفر فقد أظهرت أن أغلب الأفراد يشعرون بالراحة خلال ثلاثة أشهر فقط هي أبريل، ومايو، ونوفمبر.

- بحث (Nedel وآخرون، ٢٠١٥) الذي تعرض إلى الراحة المناخية بمدينة ساو باولو البرازيلية بتطبيق ثلاث قرائن للراحة المناخية هي قرينة الانزعاج لتوم (DI) (Thom, 1959)، وقرينة الحرارة الفعالة (ET) (Missenard, 1937)، وقرينة الحرارة الفعالة المرتبطة بالرياح (ET_w) (Suping et al., 1992) خلال الفترة ١٩٨٠ -٢٠٠٥م. ولقد استخدمت هذه الدراسة متوسط درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية في الحالة الأولى، ودرجة الحرارة العظمى والرطوبة النسبية الدنيا في الحالة الثانية، ودرجة الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية العظمى في الحالة الثالثة. ولقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن ٧٣.٨٪ من عدد أيام الفترة المدروسة اتسمت بالراحة المناخية و٢٥.٦٪ منها شعر خلالها أقل من ٥٠٪ من الأفراد بالانزعاج في الحالة الأولى، وأن ٢٨.٨٪ من عدد أيام الفترة المدروسة تميزت بالراحة المناخية و٣٦.٩٪ منها شعر خلالها أقل من ٥٠٪ من الأفراد بالانزعاج في الحالة الثانية و٩٩.٥٪ من عدد أيام الفترة المدروسة كانت مريحة في الحالة الثالثة.

- بحث (Garba, 2011) الذي تناول فيه تحديد الراحة الحرارية بالاعتماد على بيانات درجة الحرارة والطوبة النسبية بمدينة زاريا في مقاطعة كدونا (نيجيريا) لفترة ٣٦ سنة (١٩٧٥ -٢٠١٠م). ولقد استخدمت هذه الدراسة العديد من الأساليب الإحصائية في تحليل التباين واتجاه التغير العام للعناصر المناخية المذكورة. ولقد تبين أن قيم اختبار F المحسوبة لفحص التباين الأحادي ANOVA تفوق مثيلاتها الحرجة عند مستوى الدلالة ٠.٠٥. كما أن قيمة معامل الانحدار الخطي بين الزمن من جهة، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وقرينة الراحة -الرطوبة من جهة ثانية جاءت كلها موجبة وتدل على وجود اتجاه متزايد في الاتجاه العام للتغير.

- بحث (Assael وآخرون،٢٠١٠) الذي اعتمد على تطبيق قرينة فانجر (Fanger,

(1972 الحرارية لتحديد ومقارنة ثلاثة مستويات من التغير المناخي بمجموع ٣٥ مدينة باليونان. ولقد أظهرت نتائج تطبيق هذه القرينة قيماً مرتفعة اعتبرها الباحثون بمثابة مؤشر لاستمرار ارتفاع درجة الحرارة خلال ١٠ سنوات قادمة. كما اعتمدت هذه الدراسة على تطبيق قرينة الانزعاج لتوم (Thom, 1959) لمقارنة التباين المناخي بين شمال ووسط وجنوب اليونان وبين المناطق العمرانية والريفية.

- بحث (Blazejczyk & Epstein، ٢٠١٠) الذي تناول تحليلاً مقارناً بين المؤشر العالمي للمناخ الحراري Universal Thermal Climatic Index المعروف اختصاراً (UTCI) المطور حديثاً، وقرائن الراحة الفسيولوجية الأخرى للإنسان باستخدام ثلاث مجموعات من البيانات المناخية هي البيانات العالمية، والبيانات السنوبتيكية، والبيانات المحلية لعدة مواقع بالعالم. ولقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن مؤشر UTCI يعبر بشكل دقيق وأفضل عن الظروف المناخية المؤثرة في الراحة الفسيولوجية للإنسان المعروفة؛ وهو أكثر تمثيلاً للتنوع المناخي بالإضافة إلى أن له القدرة على تحديد التغيرات البيئية المرتبطة بالاشعاع الشمسي، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والرياح.

- بحث (Theoharatos وآخرون، ٢٠٠٩) الذي تناول تحليل قرينة الانزعاج لتوم (Thom, 1959) خلال موجات الحر لشهري يونيو ويوليو ٢٠٠٧م باليونان باستخدام البيانات اليومية للطقس بمجموع ٣١ محطة مناخية. ولقد أظهرت نتائج هذه الدراسة ارتفاع قرينة الانزعاج بالليل والنهار خلال موجات الحر التي ميزت نهاية شهري يونيو ويوليو ٢٠٠٧ باليونان. ولقد تبين ان مدى تأثير الرطوبة ودرجة حرارة الهواء على قرينة الانزعاج خلال شهر يونيو على عكس شهر يوليو الذي اتسم بانخفاض قيمة هذه القرينة بسبب انخفاض الرطوبة النسبية.

- بحث (McGregor وآخرون، ٢٠٠٢) الذي تناول تقدير وتقييم طبيعة وتوقيت الانزعاج من الحرارة خلال فصل الصيف بأثينا (اليونان) خلال الفترة ١٩٦٦ -١٩٩٥م بتطبيق أسلوب المتوسط المتوقع من الاستبيان Predict Mean Vote (PMV) الذي أظهر

عتبة بداية الانزعاج من الحرارة عند درجة الحرارة التي تفوق ٢٠°م، في اليوم بأثينا مع زيادة الانزعاج بشكل كبير عند منتصف النهار خلال شهر يوليو. كما أظهر اختبار Mann-Kendel أن هناك تزايداً ملحوظاً في الاتجاه العام للانزعاج من الحرارة خلال الفترة المدروسة.

٣ -٣ - الدراسات المحلية:

لا تتوفر كثير من الدراسات التي تناولت تحليل تأثير عناصر المناخ على راحة الإنسان بالمملكة العربية السعودية. وما توفر من هذه الدراسات نورده في ما يأتي:

- بحث (الرحيلي، ٢٠١٧م) الذي تعرض لدراسة التصنيفات المناخية بتطبيق نماذج كل من دي مارتون (DeMartonne, 1947)، وكوبن (Koppen, 1937)، وتريوارتا (Trewartha, 1968)، وميلر (K(Miller, 1951 وتونثوايت (Thornthwaite, 1951)، وهولدريدج (Holdridge, 1967). بالإضافة إلى ذلك اعتمدت هذه الدراسة على تطبيق قرينة الانزعاج (DI) لتوم Thom، وقرينة الحرارة -الرطوبة (THI) لأوليفر Oliver في تحديد فترات الراحة المناخية بمدن الطائف، وجدة، ومكة المكرمة باستخدام البيانات المناخية اليومية للفترة ١٩٧٠ -٢٠٠٠م. وقد أظهرت نتائج تطبيق قرينة الانزعاج أن الفترة الممتدة من ديسمبر إلى مارس هي فترة راحة نسبية وأن شهري أبريل ونوفمبر هما فترتان تتسمان بانزعاج نسبي في مكة وجدة، وأن الفترة الممتدة من مايو إلى أكتوبر هي فترة انزعاج شديد بسبب الحرارة المرتفعة في مدينتي مكة وجدة، بينما تتسم الظروف المناخية بالطائف بفترات راحة قبل فصل الشتاء وفي أواخر الربيع والخريف. كما تبين من نتائج تطبيق قرينة أوليفر أن فترة الانزعاج الشديد بسبب البرد تمتد من ديسمبر إلى مارس بمكة وجدة وحتى أبريل بالطائف، بينما يتسم شهرا أبريل وأكتوبر بانزعاج نسبي يشعر به ٥٠٪ من الأفراد بمكة وجدة. في حين أن الفترة الممتدة من مايو إلى أغسطس هي فترة انزعاج شديد بمكة وجدة. وتتميز مدينة الطائف بفترات راحة قبل حلول فصل الشتاء، وخلال شهري مايو ونوفمبر.

- بحث (سالم، ٢٠٠٩م) التي اهتمت بالبحث في العلاقة بين المناخ والسياحة في منطقة أبها الحضرية بالمملكة العربية السعودية تحت تأثير درجة الحرارة، والرطوبة، والرياح، والأمطار كعوامل جذب سياحي، وتعرضت إلى تحليل المقومات وتطور حجم السياحة في منطقة أبها الحضرية، ومدى ارتباط توزيع السياح بالتباينات المكانية والزمنية لمدى الراحة المناخية بهدف التعرف على المناطق الأكثر راحة على المستوى الشهري والفصلي والسنوي وعلى مدى التوافق بين الراحة المناخية وتوزيع حركة السياحة بتطبيق قرينة تبريد الرياح (Wind Chill) لسيبل وباسل Siple and Passle باستخدام البيانات اليومية والشهرية لدرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح للفترة ١٩٨٥ -٢٠٠٧م بمحطتي أبها وخميس مشيط. وتوصلت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات التي تهدف إلى تحديد أماكن الراحة المناخية في أبها الحضرية وتحديد أكثر المناطق ملاءمة للتنزه والاستجمام وتحديد أفضل الأوقات الملائمة للسياحة الداخلية والخارجية الموسمية والدائمة.

- دراسة (آل مشيط، ٢٠٠٩م) التي اعتمدت على البيانات المناخية لسبع محطات أرصاد جوية خلال الفترة من ١٩٨٦ -٢٠٠٥م في تحليل عناصر المناخ وتأثيرها على السياحة في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية بتطبيق قرائن المناخ السياحي في عسير وهي قرينة جافني Gaffney، وقرينة سيبل وباسل Siple and Passle، وقرينة توم Thom، وقرينة تيرجنج Terjung التي أظهرت بأن المناطق الجبلية شاهقة الارتفاع تساعد على جذب السياحة الصيفية نظراً لاعتدال عناصر المناخ، خاصةً عنصر الحرارة. في حين وضحت الدراسة بأن المناطق الساحلية المطلة على البحر الأحمر والهضاب الشرقية المتمثلة في بيشة وتثليث بأنها مناطق جذب سياحي شتوية.

- دراسة (حبيب، ٢٠٠٤م) التي تناولت أنموذج توم البسيط لدراسة التوزيع الجغرافي لأقاليم الراحة في المملكة في كل شهر من شهور السنة بغرض الإستفادة منها في تحديد موقع التفعيل السياحي، ومعرفة مدى انسجام وملائمة توقيت إجازات الطلاب والمواطنين لطبيعة

مناخ المملكة لتحديد مواعيد التنقل والرحلات للسياح بداخل المملكة واكتشاف المناطق الصالحة للتفعيل السياحي الدوري والحث على تطويرها من قبل الهيئة العليا للسياحة.

- بحث (شحاته، ٢٠٠٤م) الذي تناول من خلاله التعرف على أنسب الطرق لقياس معامل الحرارة -الرطوبة (قرينة الراحة) الشهري والفصلي ومدى ارتباطهما ببعض العوامل الجغرافية. واعتمدت الدراسة على تحديد تأثير الموازنة الحرارية للجسم Thermal Balance لإيضاح العلاقة بين المؤثرات المناخية والحرارة الطبيعية للجسم، والعمليات الكيماوية والميكانيكية التي يقوم بها الإنسان، وعلى تأثير الحرارة على معدلات التعرق Sweating بهدف التعرف على المدن الأكثر راحة من الناحية المناخية؛ مع تحديد الفترات التي يشعر خلالها السكان في كل مدينة بالراحة.

- دراسة (حبيب، ١٩٩٥م) التي اعتمدت على تطبيق تصنيف ترجنج Terjungعلى المملكة لتحديد الأقاليم الفسيولوجية فيها للاستفادة منها في مجال الجغرافيا السياحية. كما درست العلاقة بين المناطق السياحية والأقاليم الفسيولوجية في المملكة للاستفادة منها في مجال الجغرافيا الطبية.

- دراسة (الجخيذب، ١٩٩٢م) التي أوضحت العلاقة بين معدلات التعرق ودرجة الحرارة والإحساس بالحرارة بتطبيق قرينة الانزعاج لتوم Thom التي أوضحت أن أكثر من ٥٠٪ من سكان المنطقة يعانون من الانزعاج خلال فصل الصيف وأن فصل الخريف أيضاً فصل انزعاج حراري لأنه انتقالي وامتداد لفصل الصيف الحار. كما أظهرت هذه الدراسة العلاقة بين الغبار المثار والأمراض المتوطنة بالمنطقة، في حين يمثل فصل الشتاء أنسب فصول السنة، بينما يميل فصل الربيع إلى الراحة لأنه امتداد لفصل الشتاء.

٤ - أهداف الدراسة:

تتلخص أهداف هذه الدراسة في هدفين أساسيين هما:

١. التعرف على الفترات الزمنية المناسبة للنشاط السياحي بمجموع ٢٦ موقع تمثله المحطات المناخية المدروسة بتطبيق قرائن الراحة الفيسيولوجية للإنسان لتوم (Thom, 1958) وجافني (Gaffney, 1973) وأوليفر (Oliver, 1981).

٢. تحديد تباينات التوزيع المكاني لفترات الراحة الفسيولوجية للإنسان التي حددتها كل قرينة.

٣. مقارنة نتائج تطبيق قرائن الراحة المدروسة.

٥ - منهجية وأساليب الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة اعتمد هذا البحث على المناهج الآتية:

- **المنهج التحليلي الوصفي:**

يتم في هذا المنهج استعراض وتحليل التوزيع المكاني للعناصر المناخية المستخدمة في حساب قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان، وكذلك في تحليل تباياتها المكانية خلال فترة الدراسة.

- **المنهج التحليلي الكمي (الإحصائي):**

استخدم هذا المنهج لتطبيق مقاييس النزعة المركزية (المتوسط والانحراف المعياري)، وكذلك معادلات نماذج قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان لتوم وجافني وأوليفر التي تمثل موضوع الدراسة.

- **المنهج التحليلي الخرائطي:**

استخدم هذا المنهج لتمثيل نتائج تطبيق قرائن الراحة الفسيولوجية للإنسان المدروسة باستخدام أدوات إعداد الخرائط المتاحة في بيئة برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS التي ساهمت في تحليل نتائج الدراسة.

(١) - جمع البيانات:

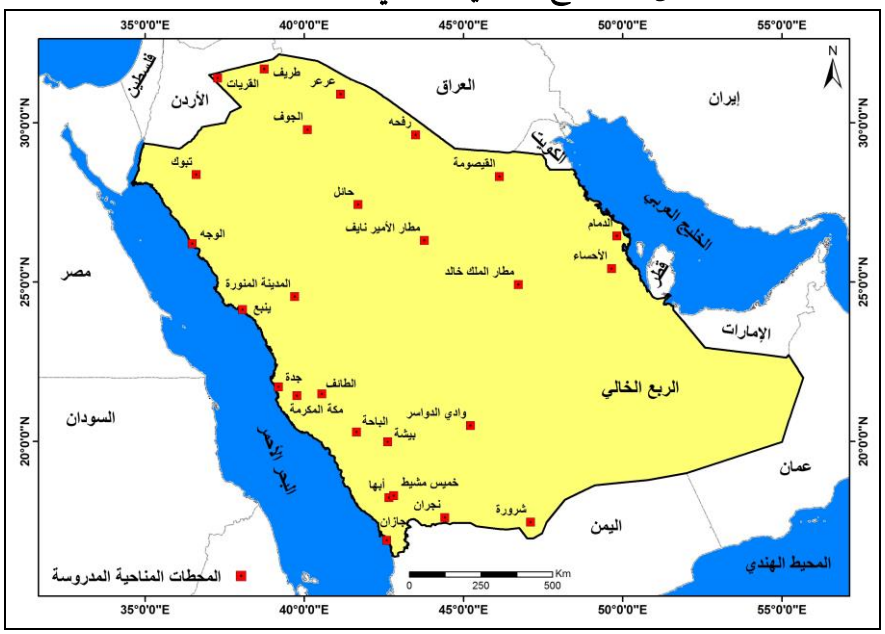
تعتمد هذه الدراسة على بيانات درجات الحرارة، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح اليومية المرصودة بمجموع ٢٦ محطة خلال فترات تتراوح بين ٢٨ بمحطة الأحساء و٤٦ سنة بمحطة خميس مشيط المناخية بالمملكة العربية السعودية (الجدول ١ ، والشكل ٣).

الجدول رقم (١): المحطات المناخية للمملكة العربية السعودية

م	رقم المحطة	اسم المحطة	دائرة العرض (شمالا)	خط الطول (شرقا)	الارتفاع (متر)	الفترة	عدد السنوات
١	٤١١١٢	أبها	"١٨°١٣'٥٩	"٤٢°٣٩'٣٩	٢٠٩٣,٣	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٢	٤٠٤٢٠	الأحساء	"٢٥°٢٥'٣٩	"٤٩°٣٨'٥٧	١٤٣,٠	١٩٨٥- ٢٠١٣	٢٨
٣	٤١٠٥٥	الباحة	"٢٠°١٧'٤١	"٤١°٣٨'٣٥	١٦٥١,٩	١٩٨٥- ٢٠١٧	٣٢
٤	٤٠٣٦١	سكاكا	"٢٩°٤٧'١٩	"٤٠°٠٥'٥٥	٦٦٨,٧	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٥	٤٠٣٧٣	القيصومة	"٢٨°١٩'٠٨	"٤٦°٠٧'٤٩	٣٥٧,٦	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٦	٤٠٤٠٠	الوجه	"٢٦°١٢'١٩	"٣٦°٢٨'٣٧	٢٣,٧	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٧	٤١٠٨٤	بيشة	"١٩°٥٩'٢٨	"٤٢°٣٧'٠٩	١١٦٢,٠	١٩٧٠- ٢٠١٥	٤٥
٨	٤٠٤٠٥	مطار الأمير نايف	"٢٦°١٨'٢٨	"٤٣°٤٦'٠٣	٦٤٦,٧	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٩	٤٠٣٦٠	القريات	"٣١°٢٤'٢٧	"٣٧°١٦'٥٦	٥٠٣,٩	١٩٨٥- ٢٠١٧	٣٢
١٠	٧٤٠٤١	الدمام	"٢٦°٢٧'٠٠	"٤٩°٤٩'٠٠	١٢,٠	١٩٧٧- ٢٠١٣	٣٦
١١	٤٠٣٩٤	حائل	"٢٧°٢٦'٠٤	"٤١°٤١'٢٨	١٠٠١,٥	١٩٧٠- ٢٠١٥	٤٥
١٢	٤١١٤٠	جازان	"١٦°٥٣'٤٩	"٤٢°٣٥'٠٥	٧,٢	١٩٧٠- ٢٠١٥	٤٥
١٣	٤١٠٢٤	جدة	"٢١°٤٢'٣٧	"٣٩°١١'١٢	١٦,٩	١٩٧٠- ٢٠١٥	٤٥
١٤	٤١١١٢	خميس مشيط	"١٨°١٧'٥٨	"٤٢°٤٨'٢٣	٢٠٥٥,٩	١٩٧٠- ٢٠١٦	٤٦
١٥	٤٠٤٣٧	مطار الملك خالد	"٢٤°٥٥'٣١	"٤٦°٤٣'١٩	٦١٣,٦	١٩٨٥- ٢٠١٧	٣٢
١٦	٤٠٤٣٠	المدينة المنورة	"٢٤°٣٢'٥٣	"٣٩°٤١'٥٥	٦٥٣,٦	١٩٧٠- ٢٠١٥	٤٥
١٧	٤١٠٣٠	مكة المكرمة	"٢١°٢٦'١٦	"٣٩°٤٦'٠٨	٢٤٠,٤	١٩٨٥- ٢٠١٧	٣٢
١٨	٤١١٢٨	نجران	"١٧°٣٦'٤١	"٤٤°٢٤'٤٩	١٢١٢,٣	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
١٩	٤٠٣٦٢	رفحه	"٢٩°٣٧'١٧	"٤٣°٢٩'٤١	٤٤٤,١	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٢٠	٤١١٣٦	شرورة	"١٧°٢٨'٠٤	"٤٧°٠٦'٢٤	٧٢٤,٧	١٩٨٥- ٢٠١٣	٢٨
٢١	٤٠٣٧٥	تبوك	"٢٨°٢٢'٣٥	"٣٦°٣٦'٢٥	٧٦٨,١	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٢٢	٤١٠٣٦	الطائف	"٢١°٢٩'٤٤	"٤٠°٣٢'٥٦	١٤٥٢,٨	١٩٧٠- ٢٠١٥	٤٥
٢٣	٤١٠٦١	وادي الدواسر	"٢٠°٣٠'٠٠	"٤٥°١٣'٠٠	٦٢٢,٠	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٢٤	٤٠٤٣٩	ينبع	"٢٤°٠٨'٢٤	"٣٨°٠٣'٥٠	١٠,٤	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٢٥	٤٠٣٥٦	طريف	"٣١°٤١'١٦	"٣٨°٤٤'٢٢	٨٥٢,٤	١٩٧٨- ٢٠١٧	٣٩
٢٦	٤٠٣٥٧	عرعر	"٣٠°٥٤'٠٨	"٤١°٠٨'٢٦	٥٤٨,٩	١٩٧٩- ٢٠١٧	٣٨

المصدر : وزارة الدفاع والطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

الشكل ٣: الموقع الجغرافي والفلكي للمحطات المدروسة.



المصدر: خريطة المناطق الإدارية، ١ : ٤٠٠٠٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ١٤٢٤هـ (٢٠٠٣م).

ويتطلب حساب قرائن الراحة المناخية المدروسة حساب المتوسطات الشهرية لعناصر الطقس المذكورة. كما يحتاج حساب قرينة أوليفر Oliver إلى تحويل درجات الحرارة المئوية إلى درجات حرارة فهرنهايتية بتطبيق المعادلة الآتية:

$$T(F^o) = \frac{9\,T(C^o)}{5} + 32^o$$

وفيها يمثل $T(F^o)$ درجة الحرارة الفهرنهايتية، و(C^o) درجة الحرارة المئوية. وتلخص الجداول ٢ و٣ و٤ المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح للفترات المدروسة بكل محطة.

الجدول رقم (٢): المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة (مْ) بالمحطات المدروسة

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	١٣,٥	١٤,٩	١٦,٩	١٨,٨	٢١,٤	٢٤,٤	٢٣,٤	٢٢,٨	٢٢,٢	١٨,٧	١٥,٨	١٣,٩
الأحساء	١٤,٥	١٧,٢	٢١,٥	٢٧,٣	٣٣,٠	٣٦,٢	٣٧,٨	٣٧,٢	٣٣,٩	٢٩,٠	٢٢,١	١٦,٥
الباحة	١٥,٨	١٧,٧	٢٠,٢	٢٢,٥	٢٥,٩	٢٨,٩	٢٩,٠	٢٩,١	٢٧,٥	٢٣,٢	١٩,١	١٦,٥
الجوف	٩,٨	١٢,٣	١٦,٦	٢٢,٣	٢٧,٤	٣١,٢	٣٢,٩	٣٣,١	٣٠,٣	٢٤,٦	١٦,٥	١١,٣
القيصومة	١١,٩	١٤,٤	١٩,٣	٢٥,٦	٣١,٩	٣٥,٤	٣٧,٠	٣٦,٧	٣٣,٥	٢٧,٦	١٩,٠	١٣,٣
الوجه	٢٠,٧	١٩,٨	٢١,٩	٢٤,٨	٢٧,٢	٢٨,٦	٢٩,٩	٣٠,٢	٢٨,٩	٢٧,٣	٢٤,٣	٢٠,٧
بيشة	١٧,٧	٢٠,٤	٢٣,٥	٢٦,٤	٢٩,٨	٣٢,١	٣٢,٧	٣٢,٦	٢٩,٩	٢٥,٤	٢١,٥	١٨,٣
مطار الأمير نايف	١٣,٠	١٥,٥	١٩,٩	٢٥,٣	٣١,١	٣٤,٢	٣٥,٣	٣٥,٤	٣٢,٦	٢٧,١	١٩,٧	١٤,٥
القريات	٨,٥	١٠,٧	١٤,٧	١٩,٨	٢٤,٥	٢٧,٦	٢٩,٥	٢٩,٤	٢٦,٤	٢١,٩	١٤,٨	٩,٩
الدمام	١٥,٢	١٧,٠	٢٠,٧	٢٦,١	٣١,٦	٣٤,٨	٣٦,١	٣٥,٤	٣٢,٦	٢٨,٦	٢٢,٦	١٧,٤
حائل	١٠,٤	١٢,٩	١٦,٩	٢٢,٣	٢٧,٦	٣١,٢	٣٢,٤	٣٢,٧	٣٠,٣	٢٤,٦	١٦,٩	١٦,٩
جازان	٢٥,٦	٢٦,٥	٢٨,٢	٣٠,٥	٣٢,٣	٣٣,٥	٣٣,٧	٣٣,٣	٣٢,٩	٣١,٣	٢٩,٠	٢٦,٨
جدة	٢٣,٣	٢٣,٦	٢٥,٣	٢٨,٠	٣٠,٢	٣١,٢	٣٢,٦	٣٢,٦	٣١,٤	٢٩,٧	٢٧,٣	٢٤,٨
خميس مشيط	١٤,١	١٥,٧	١٧,٦	١٩,٥	٢٢,١	٢٤,٢	٢٤,٠	٢٣,٦	٢٢,٨	١٩,٤	١٦,٥	١٤,٥
مطار الملك خالد	١٣,٧	١٦,٤	٢٠,٨	٢٦,٢	٣٢,١	٣٤,٨	٣٦,٠	٣٥,٩	٣٢,٥	٢٧,٣	٢٠,٣	١٥,٢
المدينة المنورة	١٧,٩	٢٠,٤	٢٤,٠	٢٨,٥	٣٢,٩	٣٦,١	٣٦,٤	٣٦,٨	٣٥,٣	٣٠,٢	٢٣,٩	١٩,٥
مكة المكرمة	٢٤,٢	٢٥,٢	٢٧,٧	٣١,١	٣٤,٥	٣٦,١	٣٦,١	٣٥,٨	٣٥,١	٣٢,٤	٢٨,٦	٢٥,٨
نجران	١٧,٥	٢٠,٣	٢٣,٨	٢٦,٦	٢٩,٩	٣١,٧	٣٢,٩	٣٢,٤	٢٩,٣	٢٤,٣	٢٠,٥	١٧,٧
رفحة	١٠,٤	١٢,٨	١٧,٥	٢٣,٦	٢٩,٥	٣٣,٠	٣٤,٧	٣٤,٧	٣١,٨	٢٥,٩	١٧,٣	١١,٩
شرورة	١٨,٧	٢٢,٥	٢٦,٢	٣٠,١	٣٢,٩	٣٤,٦	٣٥,٧	٣٥,٥	٣٣,٠	٢٨,٢	٢٣,٨	٢٠,١
تبوك	١٠,٩	١٣,٤	١٧,٤	٢٢,٦	٢٦,٨	٣٠,٠	٣١,٥	٣١,٥	٢٩,٠	٢٤,١	١٧,٣	١٢,٤
الطائف	١٥,٤	١٧,٢	١٩,٨	٢٢,٨	٢٦,١	٢٩,٠	٢٨,٩	٢٩,١	٢٧,٧	٢٣,٣	١٩,٣	١٦,٤
وادي الدواسر	١٧,٤	٢٠,٥	٢٤,٧	٢٩,٦	٣٣,٧	٣٥,٥	٣٦,٧	٣٦,٤	٣٣,٣	٢٧,٩	٢٢,٥	١٨,٣
ينبع	٢٠,٧	٢١,٦	٢٤,١	٢٧,٥	٣٠,٧	٣٢,٤	٣٢,٩	٣٣,٢	٣٢,٣	٢٩,٧	٢٥,٨	٢٢,٤
طريف	٧,٢	٩,٢	١٣,٣	١٨,٨	٢٣,٨	٢٧,٦	٢٩,٦	٢٩,٦	٢٦,٨	٢١,٣	١٣,٧	٨,٨
عرعر	٩,٠	١١,٥	١٦,٢	٢٢,١	٢٧,٧	٣١,٩	٣٤,١	٣٤,١	٣٠,٦	٢٤,٢	١٥,٨	١٠,٤

المصدر : البيانات الخام من وزارة الدفاع والطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

الجدول رقم (٣): المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية (٪) بالمحطات المدروسة.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	٦٩,٧	٦٦,٥	٦٢,٧	٥٩,٤	٥١,١	٣٥,٥	٤٥,٦	٥٢,٣	٣٩,١	٤٣,٩	٦١,٨	٦٦,٦
الأحساء	٥٥,٣	٤٨.٢	٤٢,٤	٣٧,١	٢٧,٢	٢١,٢	٢٢,٢	٢٨,٨	٣١,٨	٣٨,٧	٤٨,٢	٥٥,٥
الباحة	٥٥,٨	٤٨,٩	٤٦,٨	٤٦,٤	٣٦,٨	٢٤,٨	٢٧,٦	٢٩,٦	٢٥,٧	٣٠,٣	٤٧,٤	٥٤,٥
الجوف	٥٤,٩	٤٣,٩	٣٤,٦	٢٦,٤	١٩,٥	١٥,٤	١٦,٠	١٦,٤	١٨,٩	٢٧,٤	٤٣,٦	٥٢,٧
القيصومة	٥٨,٨	٤٨,٥	٤٠,٤	٣٢,٣	٢٠,٩	١٤,٠	١٢,٩	١٤,٦	١٧,٤	٢٦,٩	٤٥,٦	٥٦,٩
الوجه	٥٦,٤	٥٦,٦	٥٨,٦	٦٠,٨	٦٤,٠	٦٩,٣	٧٢,٨	٧٤,١	٧٤,٧	٦٧,٠	٥٨,٠	٥٥,٨
بيشة	٤٤,٦	٣٧,٤	٣٦,٠	٣٥,٣	٢٧,٦	١٧,٠	١٨,٩	٢٠,٥	١٧,٦	٢٠,٨	٣٣,٥	٤١,٩
مطار الأمير نايف	٥٤,٨	٤٤,٢	٣٨,٩	٣٤,٤	٢٣,٠	١٤,١	١٣,٦	١٤,٢	١٥,٩	٢٤,١	٤٤,٦	٥٥,١
القريات	٦٣,٢	٥٤,٧	٤٥,٨	٣٦,٥	٣١,٤	٣١,٢	٣٢,٥	٣٦,٣	٣٨,٧	٤٣,٢	٥١,١	٥٩,٥
الدمام	٦٧,٩	٦٣,٤	٥٦,٣	٤٦,١	٣٦,٤	٣٠,٣	٣٥,٢	٤٤,٥	٥٠,١	٥٨,٠	٦٢,٥	٦٦,٤
حائل	٥٥,١	٤٥,٢	٣٩,١	٣٢,٩	٢٤,٢	١٦,٨	١٦,٤	١٧,٣	١٨,٨	٢٨,٦	٤٧,٩	٤٧,٩
جازان	٧٣,٢	٧٢,٢	٧٠,٤	٦٥,٦	٦٣,٢	٦٣,٣	٦١,٤	٦٣,٨	٦٦,٩	٦٦,٤	٦٨,٧	٧٢,٦
جدة	٥٩,٨	٦٠,١	٥٨,٨	٥٦,٣	٥٥,٨	٥٦,٩	٥٣,٠	٥٨,٥	٦٦,١	٦٥,٩	٦٣,٠	٦٠,٦
خميس مشيط	٦٥,٢	٦١,٢	٥٨,٥	٥٤,٣	٤٨,٢	٣٧,٩	٤٣,٧	٤٩,٢	٣٦,٦	٣٩,٥	٥٦,٥	٦٣,٨
مطار الملك خالد	٤٧,١	٣٧,٢	٣٢,٩	٢٩,٦	١٧,٩	١٠,٧	١٠,٧	١٢,٦	١٤,٥	٢١,١	٣٨,٦	٤٧,٠
المدينة المنورة	٣٨,٤	٣٠,٧	٢٥,٤	٢٢,١	١٦,٦	١١,٧	١٣,٤	١٥,٠	١٣,٨	١٩,٢	٣٣,٠	٣٨,٥
مكة المكرمة	٥٧,٦	٥٤,٠	٤٧,٩	٤٢,٦	٣٦,٣	٣٢,٥	٣٣,٥	٣٩,٦	٤٤,٤	٤٩,٩	٥٧,٥	٥٨,٨
نجران	٤٠,٩	٣٣,٩	٣٢,٠	٣٠,٤	٢١,٩	١٥,٤	١٧,٥	١٩,٩	١٨,٨	٢٤,٦	٣٤,٢	٤١,٢
رفحة	٦٠,٠	٥١,٩	٤٠,٩	٣٤,٠	٢٤,٦	١٨,٥	١٧,٤	١٨,١	٢٠,٣	٢٩,٨	٤٨,٩	٥٨,٥
شرورة	٧٢,٨	٣٩,٥	٣١,٢	٢٨,١	٢٣,٣	١٨,٩	٢٠,٨	٢٣,٩	٢٠,٩	٢٥,٢	٣٣,٢	٣٩,٦
تبوك	٤٨,٣	٣٩,٨	٣٣,٠	٢٥,٧	٢٢,٤	٢٠,٧	٢١,٥	٢٣,٧	٢٦,٥	٣٢,٠	٤٢,٤	٤٨,٤
الطائف	٦٠,٤	٥٣,٠	٤٧,٨	٤٤,٧	٣٧,٤	٢٤,١	٢٥,٨	٢٩,٤	٣١,٣	٤١,٠	٥٥,٠	٦١,٦
وادي الدواسر	٤٧,٠	٣٨,٨	٣٤,٧	٣٠,٤	٢٢,٩	١٦,٢	١٧,٠	١٨,٦	١٩,٢	٢٦,١	٣٩,٥	٤٧,٥
ينبع	٥٤,٦	٥٣,٥	٥١,٩	٤٩,٣	٤٧,٤	٤٩,٣	٥٣,٩	٥٤,٤	٥٤,٧	٥٨,٤	٥٦,٨	٥٥,٦
طريف	٦٦,٩	٥٨,٠	٤٧,٤	٣٦,٣	٢٩,٣	٢٥,٣	٢٦,١	٢٧,١	٢٨,٤	٣٨,٣	٥٣,٨	٥٤,٧
عرعر	٦٦,١	٥٥,٦	٤٤,٣	٣٥,٦	٢٧,٢	٢٠,٣	٢٠,٠	٢٠,٦	٢٣,٤	٣٥,٣	٥٣,٤	٦٣,٦

المصدر: البيانات الخام من وزارة الدفاع والطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

الجدول رقم (٤): المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح (م/ثانية) بالمحطات المدروسة.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	٧.٠	٧.٩	٧.٩	٦.٤	٥.٢	٥.٥	٥.٧	٥.٥	٥.٥	٥.٠	٤.٨	٥.٥
الأحساء	٦.٦	٧.٢	٧.٣	٦.٨	٧.٠	٨.١	٧.٩	٦.٤	٥.٦	٤.٨	٥.٨	٦.٤
الباحة	٥.٢	٥.٩	٦.١	٥.٨	٥.٦	٧.٣	٩.٠	٨.٣	٦.٥	٥.٦	٤.٨	٤.٩
الجوف	٦.٦	٧.٤	٨.٢	٨.٤	٧.٩	٧.٧	٨.٠	٧.٠	٦.٤	٦.٣	٦.١	٥.٩
القيصومة	٦.٣	٧.٠	٧.٤	٧.٦	٧.٤	٧.٩	٧.٧	٦.٦	٥.٧	٦.١	٦.١	٦.٢
الوجه	٧.٤	٨.٣	٨.٨	٨.٦	٨.٧	٨.٧	٨.٠	٨.٢	٨.٦	٧.٤	٧.٠	٧.٠
بيشة	٣.٩	٤.٥	٥.٢	٥.٢	٤.٧	٤.٤	٥.٠	٤.٨	٤.٩	٥.٢	٤.١	٣.٦
مطار الأمير نايف	٥.٠	٥.٨	٦.٥	٦.٧	٦.٦	٥.٩	٥.٥	٥.١	٤.٧	٤.٨	٥.٣	٥.٠
القريات	٠.٦	٧.٠	٨.٢	٨.٢	٨.٨	١٠.١	١١.٢	١٠.٢	٨.٦	٦.٣	٥.٠	٥.٠
الدمام	٠.٨	٨.٠	٨.٣	٨.٢	٨.٧	٩.٦	٨.٤	٧.٣	٦.٩	٦.٥	٧.٢	٧.٥
حائل	٥.٩	٦.٥	٦.٩	٧.١	٦.٨	٦.٢	٦.٠	٥.٤	٥.١	٥.٥	٥.٤	٥.٤
جازان	٥.٨	٥.٩	٦.٠	٥.٩	٦.٠	٦.٣	٧.٣	٦.٩	٥.٩	٥.٥	٥.٦	٥.٧
جدة	٧.٠	٧.١	٧.٤	٧.١	٧.٠	٧.٢	٦.٧	٦.٨	٦.٤	٥.٢	٥.٧	٦.٣
خميس مشيط	٦.١	٦.٥	٦.٩	٥.٩	٥.٠	٥.٤	٥.٥	٥.٤	٦.٠	٥.٢	٤.٢	٤.٨
مطار الملك خالد	٥.٠	٥.٨	٦.٤	٦.٣	٥.٩	٦.٤	٦.٦	٥.٤	٤.٣	٣.٨	٤.٣	٤.٧
المدينة المنورة	٥.٦	٦.٠	٦.٦	٦.٤	٦.١	٦.١	٦.٦	٦.٣	٥.٤	٥.٠	٥.٤	٥.٣
مكة المكرمة	٢.٦	٢.٩	٣.٠	٢.٩	٢.٧	٢.٦	٢.٦	٢.٧	٢.٥	٢.٢	٢.١	٢.٢
نجران	٣.٢	٣.٩	٤.٥	٤.٦	٤.٥	٤.٧	٥.٥	٥.٢	٤.٤	٣.٥	٣.٠	٣.٠
رفحة	٦.٥	٧.٢	٧.٦	٧.٨	٧.٣	٦.٩	٦.٨	٥.٩	٥.٧	٦.٥	٦.٢	٦.١
شرورة	٦.٣	٦.٩	٧.٢	٧.٠	٦.٣	٥.٥	٥.٨	٦.٣	٥.٦	٥.٤	٥.٧	٥.٧
تبوك	٤.٢	٥.٢	٦.٠	٦.٣	٦.٤	٦.١	٦.٠	٥.٧	٥.١	٤.٥	٣.٩	٣.٦
الطائف	٦.٠	٦.٧	٧.٤	٧.٠	٦.٤	٧.٨	١٠.١	٩.٣	٦.٤	٥.٤	٥.٢	٥.٣
وادي الدواسر	٧.٣	٧.٧	٨.١	٧.٦	٦.٢	٥.٣	٦.٢	٥.٨	٥.٣	٥.٤	٦.٦	٧.٠
ينبع	٥.٩	٦.٥	٧.٠	٧.٠	٧.٥	٨.٦	٨.٤	٨.٤	٧.٤	٦.٠	٥.٥	٥.٣
طريف	٧.٣	٨.٢	٨.٧	٨.٦	٨.٢	٨.٠	٨.٠	٧.٣	٧.٠	٦.٩	٧.٠	٦.٩
عرعر	٦.٢	٧.٠	٧.٧	٧.٩	٧.٦	٧.٤	٧.٨	٦.٦	٥.٩	٥.٩	٥.٧	٥.٥

المصدر: البيانات الخام من وزارة الدفاع والطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

(٢) - حساب قرائن الراحة المناخية:

بعد جمع بيانات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح تم حساب قرائن الراحة المناخية بتطبيق معادلات النماذج التالية:

١ - قرينة الحرارة الفعالة Effective Temperature (Missenard, 1933):

كان أول من استخدم مصطلح "الحرارة الفعالة" كل من Houghton وYaglou في عام ١٩٢٣م. بعد ذلك توصل Missenard في عام ١٩٣٣م إلى صياغة نموذج رياضي لحساب درجة الحرارة الفعالة باستخدام درجة حرارة الهواء ($T(C^o)$، والرطوبة النسبية RH(%). وقد تم تعديل هذا النموذج من طرف المنظمة العالمية للأرصاد الجوي WMO في عام ١٩٧٢م، ثم من طرف Hentschel في عام ١٩٨٧م، وبعد ذلك من طرف Suping وآخرين في عام ١٩٩٢م. ويمكن حساب الحرارة الفعالة بتطبيق النموذج المعدل الآتي: (Nedel, et al., 2015: 190).

$$NET(C^o) = 37 - \frac{37 - T}{0.68 - 0.001\,RH + \left[\frac{1}{1.76 + 1.4\,V^{0.75}}\right]} - 0.29\,T\,(1 - 0.01\,RH)$$

وفيها تمثل T درجة الحرارة (مْ)، وRH الرطوبة النسبية (٪)، وV متوسط سرعة الرياح (م/ثانية). وللحصول على قرينة الراحة المناخية المحسوبة بهذا النموذج، تقارن درجة الحرارة الفعالة المحسوبة بالتصنيف الذي اقترحه جافني في عام ١٩٧٣م من الجدول الآتي: (الجدول ٥).

الجدول رقم (٥): القيم المعيارية لقرينة الراحة المناخية لجافني

$NET(C^o)$	مستوى الانزعاج	الاحساس بالحرارة
أقل من ١٣	انزعاج شديد من البرد	جو شديد البرودة
13 < NET < 16	انتقالي بين انزعاج نسبي و انزعاج شديد	جو بارد
16 < NET < 22	انزعاج نسبي من البرد	جو منعش
22 < NET < 25	حرارة معتدلة	راحة تامة
25 < NET < 28	أحساس قليل بصعوبة في التنفس	جو دافيء
28 < NET < 31	تعرق	جو حار قليلاً
31 < NET < 34	تعرق شديد	جو حار
أكبر من ٣٤	فشل الجسم في تنظيم درجة الحرارة	جو شديد الحرارة

المصدر: Suping, et al., 1992 : 63-68.

٢ - قرينة الانزعاج لتوم Discomfort Index (Thom, 1959):

يعتمد حساب قرينة الراحة المناخية لتوم على درجة الحرارة والرطوبة النسبية بتطبيق المعادلة الآتية:

$$DI(C^o) = T - [(0.55 - 0.0055\ RH)(T - 14.5)]$$

وفيها تمثل T درجة الحرارة (مْ)، وRH الرطوبة النسبية (٪)، و$DI(C^o)$ قرينة الانزعاج لتوم. وللحصول على قرينة الانزعاج المحسوبة بهذا النموذج، تقارن قيمة هذه القرينة بالتصنيف الذي اقترحه توم في (الجدول رقم ٦).

الجدول رقم (٦): القيم المعيارية لقرينة الانزعاج لتوم

$DI(C^o)$	مستوى الاحساس بالانزعاج
أقل من ١٠	انزعاج شديد
$10 < DI < 15$	انزعاج قليل
$15 < DI < 18$	راحة نسبية
$18 < DI < 21$	راحة تامة
$21 < DI < 25$	أقل من ٥٠٪ من الأفراد يشعرون بالانزعاج
$25 < DI < 28$	أكثر من ٥٠٪ من الأفراد يشعرون بالانزعاج
$28 < DI < 30$	أغلب الأفراد يشعرون بالانزعاج
$30 < DI < 32$	انزعاج شديد وخطير
أكبر من ٣٢	حدوث إصابات استعجالية

المصدر: Giles et al., 1990, 98-140.

3 - قرينة الحرارة والرطوبة لأوليفر Temperature - Humidity Index (Oliver, 1981):

يعتمد حساب قرينة الحرارة والرطوبة لأوليفر على درجة الحرارة والرطوبة النسبية بتطبيق المعادلة التالية:

$$THI(F^o) = T - \left[(0.55 - (0.55\ \frac{RH}{100})\right](T - 58)$$

وفيها يمثل T درجة الحرارة (فـْ)، وRH الرطوبة النسبية (٪)، و$THI(F^o)$ قرينة الانزعاج لأوليفر. وللحصول على قرينة الانزعاج المحسوبة بهذا النموذج، يجب تحويل

درجات الحرارة المئوية إلى درجات حرارة فهرنهايتية ثم تقارن قيمة هذه القرينة بالتصنيف الذي اقترحه أوليفر في الجدول التالي (الجدول ٧):

الجدول رقم (٧): القيم المعيارية لقرينة الانزعاج لأوليفر.

$THI(F^o)$	مستوى الإحساس بالراحة
أقل من ٦٠	أغلب الأفراد يحسون بالانزعاج بسبب البرد
$60 < THI < 65$	أغلب الأفراد يحسون بالراحة
$65 < NET < 80$	٥٠٪ من الأفراد يحسون بالانزعاج
أكبر من ٨٠	أغلب الأفراد يحسون بالانزعاج بسبب الحر

المصدر: Oliver., 1981, 189-191.

٦ - المناقشة والتحليل:

لتحليل نتائج تطبيق قرائن الراحة المناخية تم تقسيم المحطات المناخية المدروسة إلى ثلاث مناطق بالاعتماد على موقعها بالنسبة لدوائر العرض على النحو الآتي:

١ - محطات المناطق الشمالية:

تمتد هذه المحطات على ارتفاعات تتراوح بين ٣٥٧.٦ و٨٥٢.١م، وبين دائرتي العرض ٢٨° و ٣٢° شمالاً وهي تضم سبع محطات:

- طريف.
- القريات.
- عرعر.
- الجوف.
- رفحه.
- تبوك.
- القيصومة.

٢ - محطات المناطق الوسطى:

تمتد هذه المحطات على ارتفاعات تتراوح بين ١٠.٤ و١٦٥١.٩م وبين دائرتي العرض 20^{o} و28^{o} شمالاً، وهي تضم ثلاث عشرة محطة هي:

- حائل.
- الوجه.
- الدمام.
- بريدة.
- الأحساء.
- الرياض.
- المدينة المنورة.
- ينبع.
- جدة.
- مكة المكرمة.
- الطائف.
- وادي الدواسر.
- الباحة.

٣ - محطات المناطق الجنوبية:

تمتد هذه المحطات على ارتفاعات تتراوح بين ٧.٢ و٢٠٩٣.٣م وبين دائرتي العرض ١٦° و ٢٠° شمالاً وهي تضم ست محطات:

- بيشة.
- خميس مشيط.
- أبها.
- نجران.

- جازان.
- شرورة.

وتتلخص نتائج هذه الدراسة في الآتي:

٦ -١ - قرينة درجة الحرارة الفعالة Effective Temperature:

تعد التغيرات الحرارية من أهم العناصر المناخية المؤثرة على نشاط وحركة الإنسان. ولذا اتخذ الكثير من علماء المناخ والبيئة درجة الحرارة كمؤشر مناخي حيوي للإستدلال على راحة الإنسان في وسط المحيط الذي يعيش فيه. وتهتم الدراسات المناخية التطبيقية بدراسة تأثيرات درجة الحرارة الفعالة التي يرمز لها بالرمز ET وهي درجة الحرارة المؤثرة على نشاط الإنسان من خلال التغيرات الفسيولوجية الناتجة عن تعرض هذا الأخير للبرد والحرارة من خلال العلاقات المتبادلة بين الرطوبة، والحرارة، والرياح.

وقد اقترح العالم جافني Gaffney في عام ١٩٧٣م مخططا بيانيا لتقدير درجة الحرارة الفعالة تم استخلاصه من خلال سلسلة التجارب التي قام بها في بيئات داخلية (داخل المنازل) بأستراليا على أشخاص يلبسون لباسا عاديا في وضع الجلوس. ولقد أعطت هذه التجارب بالإضافة إلى المخطط البياني تصنيفا لنوع الراحة التي يشعر بها الإنسان تحت تأثير درجة الحرارة. وبتطبيق هذا النموذج على المحطات المناخية المدروسة تبين أن التوزيع المكاني لقرينة الراحة المناخية لجافني يتسم بتباينات مكانية مهمة تتلخص في الآتي: (الجدول رقم ٨، والشكل رقم ٨).

ويتضح من خلال نتائج تطبيق قرينة جافني أن المنطقة الشمالية تتسم خلال الفترة الممتدة من شهر نوفمبر (منتصف الخريف) إلى مارس (بداية الربيع) بدرجات حرارة فعالة لا تتعدى ١٦ °م، وهي تتسبب في حدوث انزعاج نسبي إلى شديد بسبب البرد. كما يتسم شهرا أبريل (منتصف الربيع) وأكتوبر (منتصف الخريف) بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ١٦ °م و٢٨ °م يشعر خلالهما السكان بقليل من الانزعاج بسبب البرد بمناطق عرعر والقريات وطريف، وبراحة أكثر بمناطق رفحة، وتبوك، والقيصومة، والجوف. وعلى العكس من

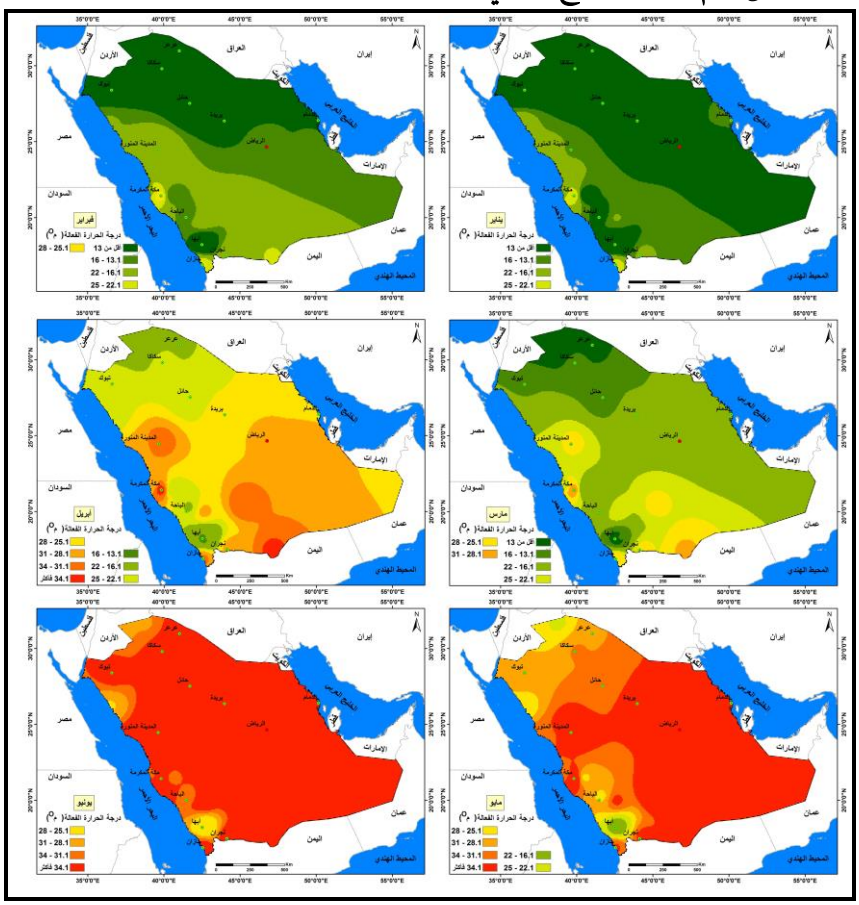
ذلك تتسم الفترة من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بدرجة حرارة فعالة تفوق ٣١ °م وتؤدي إلى حدوث تعرق وانزعاج كبير من الظروف المناخية.

الجدول رقم (٨) : قرينة الحرارة الفعالة لجافني Gaffney بالمملكة العربية السعودية.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	٦,٤	٨,٣	١١,٦	١٥,١	٢٠,٠	٢٥,٦	٢٣,٢	٢١,٨	٢٢,١	١٦,٩	١١,٥	٨,٠
الأحساء	٩,٢	١٣,٥	٢٠,٣	٢٩,٤	٣٨,٩	٤٤,٢	٤٦,٦	٤٤,٩	٣٩,٨	٣٢,٢	٢١,١	١٢,٢
الباحة	١١,٧	١٤,٦	١٨,٤	٢١,٨	٢٧,٧	٣٢,٩	٣٢,٦	٣٢,٦	٣٠,٩	٢٤,٣	١٧,٣	١٣,٠
الجوف	٢,٤	٦,٥	١٣,٤	٢٢,٦	٣١,١	٣٧,٣	٣٩,٨	٤٠,١	٣٥,٧	٢٦,٥	١٣,٣	٥,١
القيصومة	٥,٣	٩,٤	١٧,٢	٢٧,٢	٣٧,٨	٤٣,٨	٤٦,٣	٤٥,٧	٤٠,٧	٣١,٠	١٦,٧	٧,٥
الوجه	١٧,٨	١٦,٢	١٩,١	٢٣,٢	٢٦,٤	٢٧,٩	٢٩,٦	٢٩,٩	٢٧,٩	٢٦,٥	٢٣,٠	١٨,٠
بيشة	١٦,١	٢٠,١	٢٤,٤	٢٨,٦	٣٤,٤	٣٨,٨	٣٩,٤	٣٩,١	٣٥,٥	٢٨,٥	٢٢,٢	١٧,٣
مطار الأمير نايف	٧,٩	١١,٩	١٨,٥	٢٦,٨	٣٦,٥	٤٢,١	٤٣,٨	٤٣,٩	٣٩,٦	٣٠,٨	١٨,١	١٠,١
القريات	٩,١	٣,٥	٩,٦	١٨,٠	٢٥,٤	٣٠,٠	٣٢,٧	٣٢,٢	٢٧,٧	٢١,١	١٠,٨	٣,٢
الدمام	١٥,٦	١١,٦	١٧,٦	٢٦,٦	٣٥,٧	٤١,١	٤٢,٦	٤٠,٦	٣٥,٩	٢٩,٤	٢٠,١	١٢,١
حائل	٣,٦	٧,٧	١٣,٩	٢٢,٣	٣١,١	٣٧,٣	٣٩,١	٣٩,٥	٣٥,٩	٢٦,٦	١٣,٨	١٣,٨
جازان	٢٣,٨	٢٥,١	٢٧,٧	٣١,٤	٣٤,٢	٣٥,٩	٣٦,٣	٣٥,٥	٣٤,٧	٣٢,٦	٢٩,١	٢٥,٦
جدة	٢١,٤	٢١,٨	٢٤,٣	٢٨,٦	٣١,٨	٣٣,٢	٣٥,٦	٣٥,١	٣٢,٦	٣٠,٤	٢٧,٢	٢٣,٧
خميس مشيط	٨,٠	١٠,٥	١٣,٣	١٦,٨	٢١,٤	٢٥,٢	٢٤,٣	٢٣,٣	٢٣,١	١٨,٢	١٣,٣	٩,٥
مطار الملك خالد	٩,٥	١٣,٨	٢٠,٣	٢٨,٦	٣٨,٥	٤٣,٣	٤٥,١	٤٤,٨	٣٩,٧	٣١,٧	٢٠,٠	١١,٩
المدينة المنورة	١٥,٩	٢٠,١	٢٥,٧	٣٢,٧	٣٩,٨	٤٥,١	٤٥,٤	٤٥,٨	٤٣,٧	٣٥,٧	٢٥,٢	١٨,٤
مكة المكرمة	٢٤,٧	٢٦,٢	٣٠,٠	٣٥,٢	٤٠,٥	٤٣,٠	٤٢,٩	٤١,٩	٤٠,٤	٣٦,٤	٣٠,٨	٢٧,٠
نجران	١٦,٦	٢٠,٦	٢٥,٥	٢٩,٦	٣٥,١	٣٨,٤	٣٩,٨	٣٨,٩	٣٤,٦	٢٧,٢	٢١,٤	١٧,١
رفحة	٢,٩	٦,٧	١٤,٤	٢٤,٠	٣٣,٨	٣٩,٧	٤٢,٤	٤٢,٤	٣٧,٩	٢٨,١	١٣,٩	٥,٤
شرورة	١٣,٩	٢٢,١	٢٨,٣	٣٤,٤	٣٩,١	٤٢,٢	٤٣,٦	٤٢,٩	٣٩,٦	٣٢,٢	٢٤,٩	١٩,٠
تبوك	٦,١	٩,٥	١٥,٥	٢٣,٧	٣٠,٢	٣٥,١	٣٧,٣	٣٧,١	٣٣,٣	٢٥,٩	١٥,٧	٨,٧
الطائف	١٠,٣	١٣,٣	١٧,٣	٢٢,١	٢٧,٧	٣٣,١	٣٢,٥	٣٢,٥	٣٠,٧	٢٣,٦	١٦,٧	١٢,٠
وادي الدواسر	١٣,٨	١٩,٠	٢٥,٦	٣٣,٤	٤٠,٤	٤٣,٨	٤٥,٥	٤٤,٨	٤٠,٢	٣١,٦	٢٢,٢	١٥,٢
ينبع	١٨,٥	١٩,٧	٢٣,٣	٢٨,٥	٣٣,٣	٣٥,٦	٣٥,٩	٣٦,٣	٣٥,٠	٣١,٠	٢٥,٧	٢١,٠
طريف	-٢,٧	٠,٥	٧,٣	١٦,٥	٢٤,٧	٣٠,٨	٣٣,٨	٣٣,٧	٢٩,٥	٢٠,٥	٨,٠	٠,٨
عرعر	٠,٦	٤,٦	١٢,١	٢١,٦	٣٠,٨	٣٧,٩	٤١,٢	٤١,٢	٣٥,٨	٢٥,٣	١١,٦	٣,٣

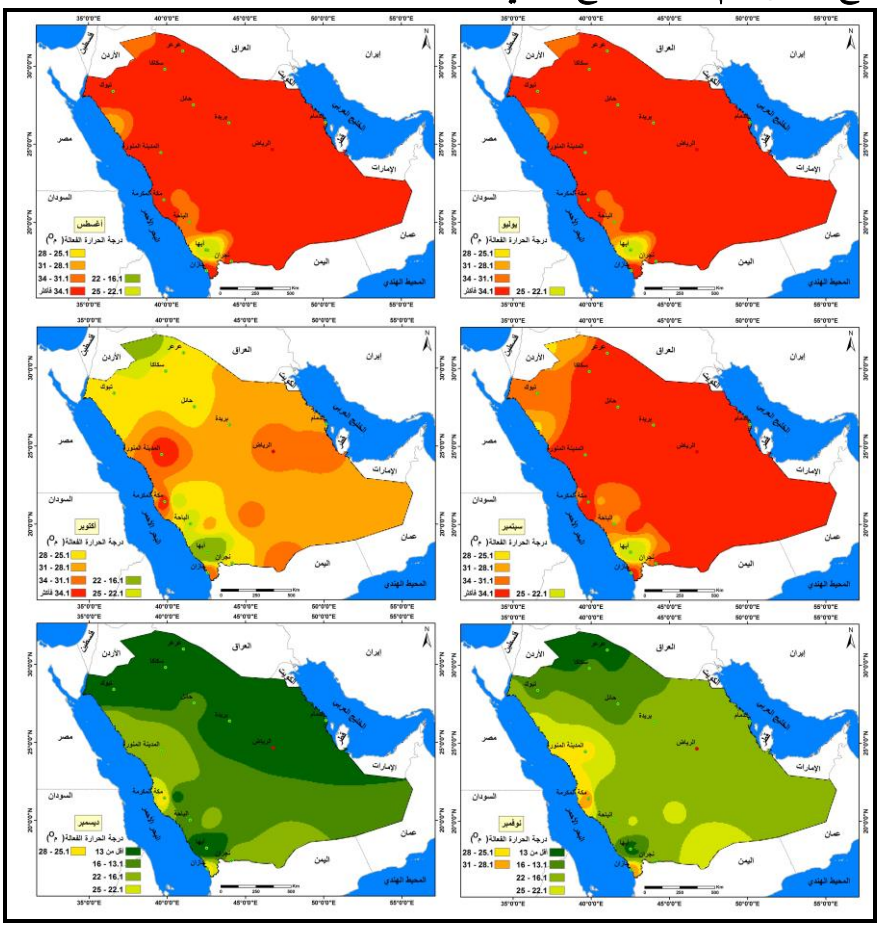
المصدر: بيانات الجداول ٢ و٣ و٤.

الشكل رقم (٨): التوزيع المكاني لقرينة الحرارة الفعالة بالمملكة العربية السعودية.



المصدر : بيانات الجدول رقم (٨).

تابع الشكل رقم (٨): التوزيع المكاني لقرينة الحرارة الفعالة بالمملكة العربية السعودية.



المصدر: بيانات الجدول رقم (٨).

أما المنطقة الوسطى فهي تنقسم إلى ثلاثة نطاقات حرارية، يضم النطاق الحراري الأول منها محطات حائل، والدمام، والقصيم، والأحساء، والرياض وهي ذات فصل شتاء يتسم بدرجات حرارة فعالة تقل عن ٢٢°م تتسبب في حدوث انزعاج نسبي أو شديد من البرد. في حين يتسم شهرا أكتوبر (منتصف الخريف) وأبريل (منتصف الربيع) بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ٢٥ و٣٤°م. وكثيراً ما تؤدي هذه الظروف المناخية إلى حدوث إحساس

نسبي بالتعرق أو بضيق في عملية التنفس. وعلى النقيض من ذلك فإن الفترة الممتدة من مايو (أواخر الربيع) إلى أغسطس (أواخر الصيف) فهي فترة انزعاج شديد من الظروف المناخية بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

أما النطاق الحراري الثاني فيضم محطات مكة المكرمة، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر، وجدة، ويتسم بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ١٦°م و٣١°م خلال الفترة الممتدة من نوفمبر (أواخر الخريف) إلى مارس (بداية الربيع) تؤدي بشكل عام إلى حدوث انزعاج نسبي من البرد، في حين يتسم شهرا أكتوبر (منتصف الخريف) وأبريل (منتصف الربيع) بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ٢٥°م و٣٤°م. وتؤدي هذه الظروف إلى حدوث انزعاج نسبي بسبب التعرق وصعوبة التنفس بسبب ارتفاع درجة الحرارة، بينما تتسم الفترة من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بدرجات حرارة فعالة تفوق ٣٤°م، وهي فترة الانزعاج الشديد بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

بالإضافة إلى ذلك هناك نطاق حراري ثالث يضم محطات الوجه والطائف والباحة لا تتعدى فيه درجة الحرارة الفعالة ٢٢°م خلال الفترة الممتدة من نوفمبر (أواخر الخريف) إلى مارس (بداية الربيع)، في حين يتسم شهرا أكتوبر (منتصف الخريف) وأبريل (منتصف الربيع) بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ٢٢ و٢٥°م، وهي أفضل مناخياً للراحة بهذا النطاق. وبالمقابل نجد أن الفترة الممتدة من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) تتسم بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ٢٥ و٣٤°م تؤدي إلى حدوث انزعاج وتأثير على نشاط الإنسان بسبب التعرق.

أما بالنسبة للمنطقة الجنوبية فهي تضم محطات أبها، وخميس مشيط، ونجران، وجازان، وشرورة، وبيشة. وتنقسم هذه المنطقة إلى نطاقين حراريين، يضم النطاق الأول منهما محطتي أبها، وخميس مشيط، وهو يتسم بدرجات حرارة فعالة تقل عن ١٦°م خلال الفترة الممتدة من نوفمبر (أواخر الخريف) إلى مارس (بداية الربيع). وتؤدي الظروف المناخية السائدة خلال هذه الفترة إلى حدوث انزعاج نسبي أو شديد من البرد. في حين تتسم أشهر

أبريل (منتصف الربيع) ومايو (أواخر الربيع) وأكتوبر (منتصف الخريف) بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ١٦ و٢٢°م وهي فترة انزعاج نسبي من البرد. أما الفترة الممتدة من يونيو (بداية الصيف) إلى سبتمبر (بداية الخريف) فهي تتميز بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ٢٢ و٢٥°م، وهي فترة حرارية معتدلة مناسبة كثيراً للسياحة وللراحة الفسيولوجية والنفسية للإنسان.

ويختلف النطاق الحراري الثاني عن النطاق الحراري الأول وهو يضم محطات نجران، وجازان، وشرورة، وبيشة؛ وهو يتسم بدرجات حرارة فعالة تتراوح بين ١٦°م و٣١°م، وهي فترة انزعاج نسبي من البرد بمحطتي بيشة ونجران خلال فصل الشتاء وفترة حرارة معتدلة نوعاً ما بمحطتي جازان وشرورة. بالإضافة إلى ذلك يتميز شهر نوفمبر (أواخر الخريف) بدرجة حرارة فعالة تتراوح بين ١٦ و٢٨°م، وشهر مارس (بداية الربيع) بدرجة حرارة فعالة تتراوح بين ٢٥ و٣١°م، بينما يتسم شهرا أكتوبر (منتصف الخريف) وأبريل (منتصف الربيع) بدرجة حرارة فعالة تتراوح بين ٢٨ و٣٤°م، وهي فترة انزعاج يسببه التعرق الذي يحدث للإنسان خلالها. أما الفترة الممتدة من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) فهي فترة تتسم بدرجة حرارة فعالة تفوق ٣٤°م تؤدي إلى حدوث انزعاج شديد بسبب الارتفاع الكبير لدرجة الحرارة.

٦ -٢ - قرينة الانزعاج Discomfort Index (Thom, 1959):

أظهرت نتائج تطبيق قرينة الانزعاج لThom وجود تباينات مهمة في التوزيع المكاني لهذه القرينة بمناطق المملكة العربية السعودية الشمالية والوسطى والجنوبية. فبالنسبة للمنطقة الشمالية فهي تتصف بمتوسطات منخفضة لدرجة الحرارة تؤثر على الراحة المناخية المحسوبة بنموذج توم (الجدول رقم ٩ والشكل رقم ٩).

الجدول رقم (٩): تطبيق قرينة الانزعاج لتوم Thom على مناطق المملكة العربية السعودية

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	١٣,٧	١٤,٨	١٦,٤	١٧,٨	١٩,٥	٢٠,٩	٢٠,٧	٢٠,٦	١٩,٦	١٧,٤	١٥,٥	١٤,٠
الأحساء	١٤,٥	١٦,٤	١٩,٣	٢٢,٩	٢٥,٦	٢٦,٨	٢٧,٨	٢٨,٣	٢٦,٦	٢٤,١	١٩,٩	١٦,٠
الباحة	١٥,٥	١٦,٨	١٨,٥	٢٠,١	٢١,٩	٢٢,٩	٢٣,٢	٢٣,٤	٢٢,٢	١٩,٩	١٧,٨	١٦,٠
الجوف	١١,٠	١٣,٠	١٥,٨	١٩,١	٢١,٧	٢٣,٤	٢٤,٤	٢٤,٥	٢٣,٣	٢٠,٦	١٥,٩	١٢,١
القيصومة	١٢,٥	١٤,٤	١٧,٧	٢١,٥	٢٤,٣	٢٥,٥	٢٦,٢	٢٦,٣	٢٤,٩	٢٢,٣	١٧,٧	١٣,٦
الوجه	١٩,٢	١٨,٥	٢٠,٢	٢٢,٦	٢٤,٧	٢٦,٢	٢٧,٦	٢٨,٠	٢٦,٩	٢٥,٠	٢٢,٠	١٩,٢
بيشة	١٦,٧	١٨,٤	٢٠,٣	٢٢,٢	٢٣,٧	٢٤,١	٢٤,٦	٢٤,٧	٢٢,٩	٢٠,٧	١٨,٩	١٧,١
مطار الأمير نايف	١٣,٤	١٥,٢	١٨,١	٢١,٤	٢٤,١	٢٤,٩	٢٥,٤	٢٥,٥	٢٤,٢	٢١,٨	١٨,١	١٤,٥
القريات	٩,٧	١١,٦	١٤,٦	١٧,٩	٢٠,٧	٢٢,٦	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٢,٤	١٩,٦	١٤,٧	١٠,٩
الدمام	١٥,١	١٦,٥	١٩,٢	٢٢,٧	٢٥,٦	٢٧,٠	٢٨,٤	٢٩,٠	٢٧,٦	٢٥,٣	٢٠,٩	١٦,٩
حائل	١١,٤	١٣,٤	١٦,١	١٩,٤	٢٢,١	٢٣,٦	٢٤,٢	٢٤,٤	٢٣,٢	٢٠,٦	١٦,٢	١٦,٢
جازان	٢٤,٠	٢٤,٧	٢٦,٠	٢٧,٥	٢٨,٧	٢٩,٧	٢٩,٦	٢٩,٦	٢٩,٦	٢٨,٢	٢٦,٥	٢٤,٩
جدة	٢١,٤	٢١,٦	٢٢,٩	٢٤,٨	٢٦,٤	٢٧,٢	٢٧,٩	٢٨,٥	٢٨,٢	٢٦,٨	٢٤,٧	٢٢,٦
خميس مشيط	١٤,٢	١٥,٤	١٦,٩	١٨,٢	١٩,٩	٢٠,٩	٢١,١	٢١,١	١٩,٩	١٧,٨	١٦,٠	١٤,٥
مطار الملك خالد	١٣,٩	١٥,٧	١٨,٥	٢١,٧	٢٤,٢	٢٤,٨	٢٥,٤	٢٥,٦	٢٤,٠	٢١,٧	١٨,٣	١٥,٠
المدينة المنورة	١٦,٧	١٨,٢	٢٠,١	٢٢,٥	٢٤,٥	٢٥,٦	٢٦,٠	٢٦,٤	٢٥,٤	٢٣,٢	٢٠,٤	١٧,٨
مكة المكرمة	٢١,٩	٢٢,٥	٢٣,٩	٢٥,٩	٢٧,٥	٢٨,١	٢٨,٢	٢٨,٧	٢٨,٨	٢٧,٥	٢٥,٣	٢٣,٢
نجران	١٦,٥	١٨,٢	٢٠,٣	٢٢,٠	٢٣,٣	٢٣,٧	٢٤,٦	٢٤,٥	٢٢,٧	٢٠,٢	١٨,٣	١٦,٧
رفحة	١١,٣	١٣,٢	١٦,٥	٢٠,٣	٢٣,٣	٢٤,٧	٢٥,٥	٢٥,٦	٢٤,٢	٢١,٥	١٦,٥	١٢,٥
شرورة	١٨,١	١٩,٨	٢١,٨	٢٣,٩	٢٥,١	٢٥,٦	٢٦,٥	٢٦,٧	٢٥,٠	٢٢,٦	٢٠,٤	١٨,٢
تبوك	١١,٩	١٣,٨	١٦,٣	١٩,٣	٢١,٦	٢٣,٢	٢٤,٢	٢٤,٤	٢٣,١	٢٠,٥	١٦,٤	١٣,٠
الطائف	١٥,٢	١٦,٥	١٨,٣	٢٠,٣	٢٢,١	٢٢,٩	٢٣,٠	٢٣,٤	٢٢,٧	٢٠,٤	١٨,١	١٦,٠
وادي الدواسر	١٦,٦	١٨,٥	٢١,٠	٢٣,٨	٢٥,٦	٢٥,٨	٢٦,٦	٢٦,٦	٢٤,٩	٢٢,٥	١٩,٨	١٧,٢
ينبع	١٩,٢	١٩,٨	٢١,٦	٢٣,٩	٢٦,٠	٢٧,٤	٢٨,٢	٢٨,٥	٢٧,٩	٢٦,٢	٢٣,١	٢٠,٥
طريف	٨,٥	١٠,٤	١٣,٦	١٧,٣	٢٠,٢	٢٢,٢	٢٣,٥	٢٣,٥	٢٢,٠	١٩,٠	١٣,٩	١٠,٢
عرعر	١٠,٠	١٢,٢	١٥,٧	١٩,٤	٢٢,٤	٢٤,٣	٢٥,٥	٢٥,٥	٢٣,٨	٢٠,٧	١٥,٥	١١,٢

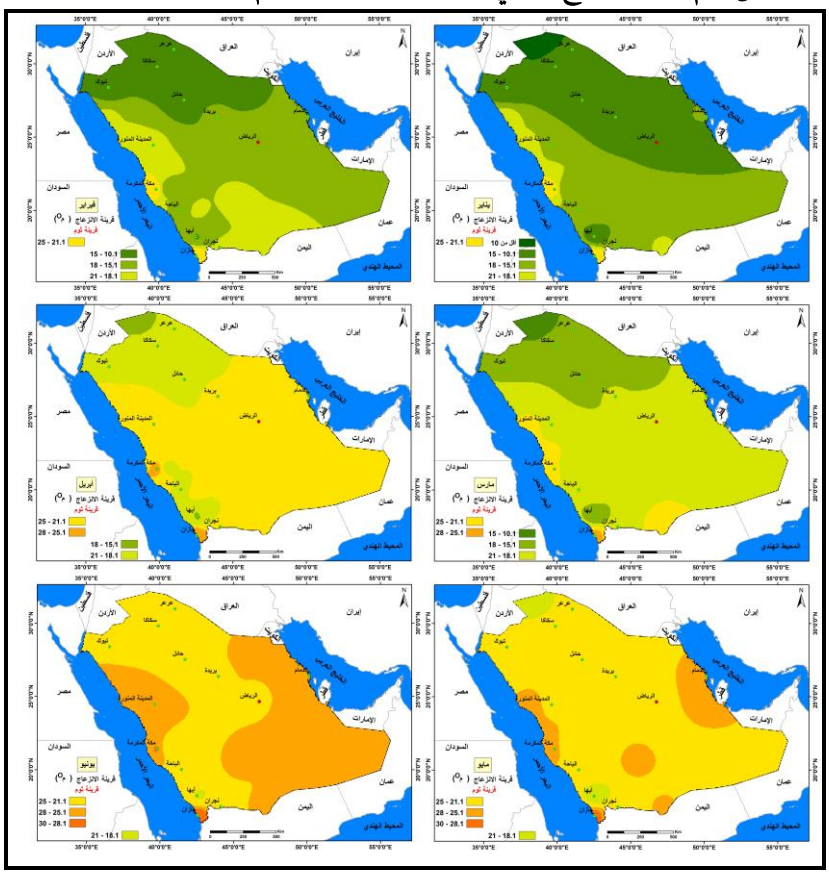
المصدر: بيانات الجداول رقم ٢ و٣ و٤.

وتتلخص التباينات الزمنية والمكانية لقرينة توم فيما يأتي :

١ - فترة الانزعاج :

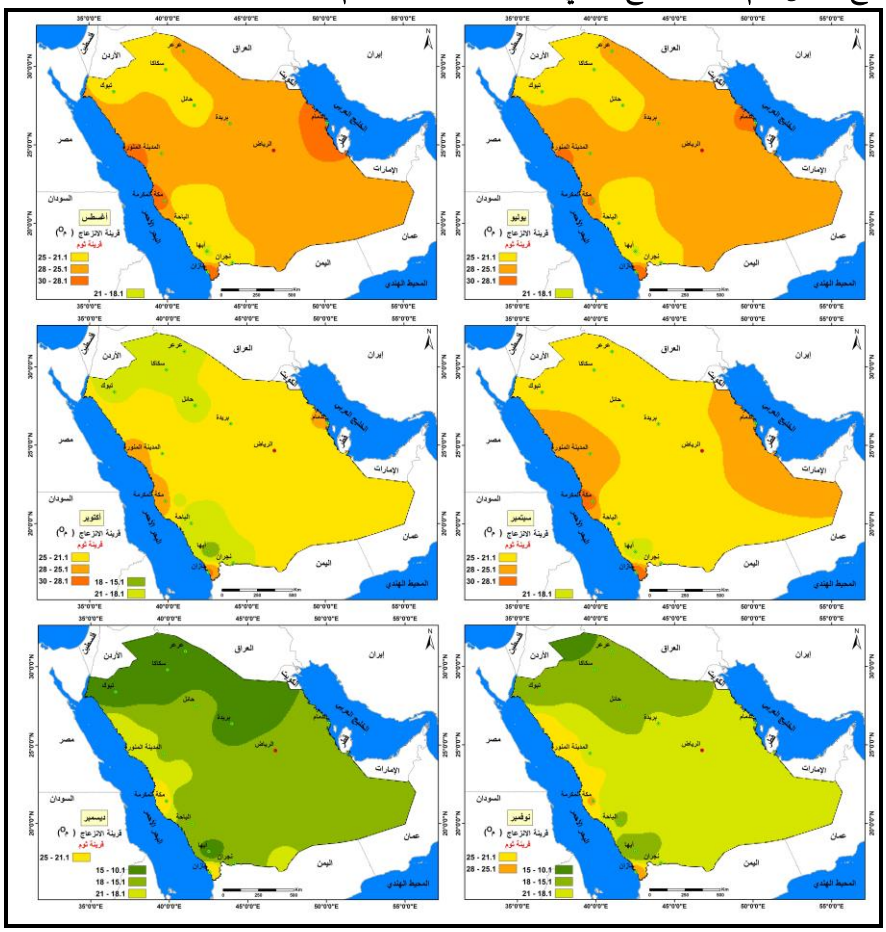
تبين أن قرينة الانزعاج لتوم تقل عن ١٥°م خلال فصل الشتاء وتتسبب في حدوث انزعاج من البرد بأبها، والجوف، والقيصومة، ورفحا، وتبوك، وعرعر وكذلك خلال شهر يناير للأحساء، ووادي الدواسر؛ وخلال شهري ديسمبر ويناير بالقصيم، وخميس مشيط، والرياض، والطائف؛ وخلال الفترة الممتدة من نوفمبر إلى مارس بالقريات، وطريف؛ وخلال شهري يناير وفبراير بحائل.

الشكل رقم (٩): التوزيع المكاني لقرينة الراحة المناخية لتوم Thom بالمملكة العربية السعودية.



المصدر: بيانات الجدول رقم (٩).

تابع الشكل رقم (٩): التوزيع المكاني لقرينة الراحة المناخية لتوم Thom بالمملكة العربية السعودية.



المصدر: بيانات الجدول رقم (٩).

٢ - فترة الراحة النسبية:

تتميز هذه الفترة بقرينة انزعاج تتراوح بين ١٥ و١٨ م° بفترة تصل إلى أربعة أشهر بمرتفعات عسير والباحة، وتمتد من نوفمبر إلى فبراير بالباحة؛ وخلال شهري أكتوبر ونوفمبر بخميس مشيط وأبها، بالإضافة إلى شهري مارس وأبريل بأبها وفبراير ومارس بخميس مشيط. كما تتميز منطقة نجران بفترة راحة نسبية تمتد إلى أربعة أشهر من ديسمبر إلى مارس.

كما تمتد فترة الراحة النسبية إلى ثلاثة أشهر بالدمام خلال فصل الشتاء وخلال أشهر نوفمبر، وديسمبر، ومارس بحائل، بينما لا تتعدى شهري ديسمبر، ويناير ببيشة والمدينة المنورة؛ ونوفمبر ومارس في رفحا، وتبوك، وعرعر، والجوف؛ وشهري يناير وفبراير في ينبع؛ وشهري ديسمبر وفبراير بالأحساء. ويعتبر شهر ديسمبر فترة الراحة النسبية بوادي الدواسر والطائف؛ وشهر فبراير بالقصيم والرياض؛ وكذلك شهر أبريل بالقريات.

٣ - فترة الراحة التامة:

تمتد فترة الراحة التامة التي تتميز بقرينة انزعاج تتراوح بين ١٨ و٢١°م إلى خمسة أشهر متواصلة من مايو إلى سبتمبر بأبها وإلى أربعة أشهر متواصلة من ديسمبر إلى مارس في الوجه؛ وخلال أكتوبر، ونوفمبر، وفبراير، ومارس ببيشة؛ وسبتمبر، وأبريل، ومايو، ويونيو بخميس مشيط؛ وأكتوبر، ونوفمبر، ومارس، وأبريل بالطائف.

كما تمتد فترة الراحة التامة إلى ثلاثة أشهر هي مارس، وأبريل، وأكتوبر بالباحة؛ وديسمبر، ويناير، وفبراير بشرورة؛ ونوفمبر، وفبراير، ومارس بوادي الدواسر؛ وأكتوبر، وأبريل، ومايو، بطريف. في حين لا تتعدى هذه الفترة شهري نوفمبر ومارس بالأحساء، والقصيم، والدمام، والرياض، وأبريل؛ وأكتوبر بتبوك، وحائل، والجوف؛ وفبراير ومارس بالمدينة المنورة؛ وأكتوبر ونوفمبر بنجران. كما لا تتعدى هذه الفترة شهر أبريل برفحا، وعرعر؛ وديسمبر في ينبع؛ وأكتوبر بالقريات؛ ومارس بالقيصومة.

٣ - فترة الانزعاج النسبي:

تتراوح فترة الانزعاج النسبي التي تتميز بقرينة انزعاج تتراوح بين ٢١ و٢٥°م ويشعر خلالها أقل من ٥٠٪ من الأفراد بالانزعاج بسبب ارتفاع درجة الحرارة بين شهرين وستة أشهر؛ تمتد من شهر نوفمبر إلى أبريل بجدة؛ ومن مايو إلى سبتمبر بالباحة، والجوف، والقريات، وحائل، وتبوك، والطائف. وتمتد هذه الفترة خلال أشهر سبتمبر وأكتوبر وأبريل ومايو ويونيو بالقصيم والرياض. وتتميز أيضاً المدينة المنورة والوجه بفترة انزعاج نسبي تمتد إلى أربعة أشهر هي أكتوبر، ونوفمبر، وأبريل، ومايو. ومن جهة أخرى تعد أشهر سبتمبر،

وأكتوبر، ومايو، ويونيو فترة انزعاج نسبي في رفحة، وعرعر؛ وأشهر سبتمبر، وأكتوبر، وأبريل، ومايو فترة انزعاج نسبي بالقيصومة، بالاضافة إلى الفترة الممتدة من ديسمبر إلى مارس بمكة المكرمة، والفترة الممتدة من يونيو إلى سبتمبر بطريف. وتتسم كذلك أشهر أكتوبر، ونوفمبر، ومارس، وأبريل بفترة انزعاج نسبي بسبب ارتفاع درجة الحرارة بشرورة.

٤ - فترات الانزعاج الشديد:

وهي الفترات التي تتسم بقرينة انزعاج تفوق ٢٥ ْم يشعر خلالها أكثر من ٥٠٪ من الأفراد بانزعاج شديد وهي تمتد خلال فصل الصيف بشكل عام بجميع المحطات باستثناء محطات الباحة، والجوف، وأبها، وبيشة، والقريات، وحائل، وخميس مشيط، ونجران، وتبوك، والطائف، وطريف.

٦ -٣ - قرينة الحرارة - الرطوبة Temperature-Humidity Index (Oliver, 1981):

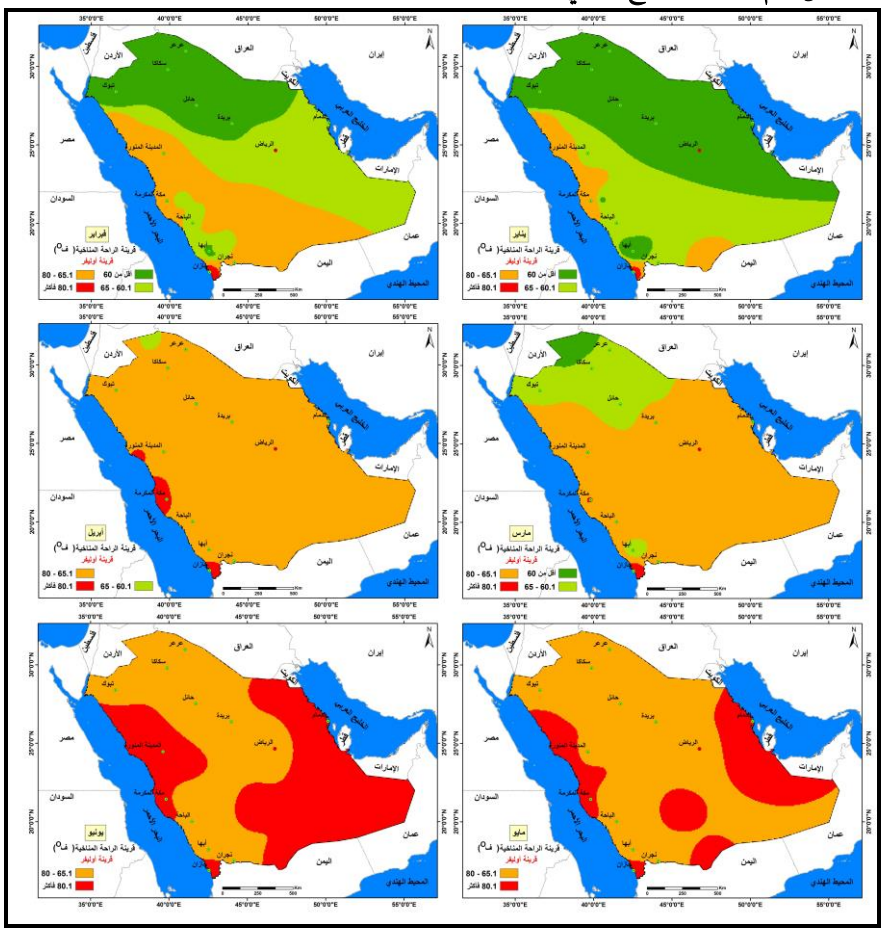
أظهرت نتائج قرينة أوليفر أن هناك ثلاث فترات تتباين فيها الراحة المناخية بالمنطقة الشمالية، وهي فصل الشتاء الذي يتميز بقرينة تقل عن ٦٠ فْ (١٥,٥ْم) وهي فترة الانزعاج بسبب البرد؛ وفترة ثانية هي فترة الراحة التامة بقرينة تتراوح بين ٦٠ و٦٥ فْ خلال شهري مارس (بداية الربيع) ونوفمبر (أواخر الخريف) بمحطتي الجوف وتبوك. كما يتسم شهرا أكتوبر ونوفمبر (فصل الخريف) بمحطتي رفحة وعرعر وكذلك شهر أبريل (منتصف الربيع) بمحطة طريف بفترة راحة تامة. أما الفترة الثالثة فهي فترة الانزعاج بسب ارتفاع درجة الحرارة وتمتد من شهر أبريل إلى شهر أكتوبر بمحطات الجوف، وتبوك، وطريف، والقريات؛ ومن مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بمحطتي رفحة، وعرعر؛ ومن مايو إلى نوفمبر بمحطة القيصومة وهي تتضمن فصل الصيف الحار الذي يتميز بقرينة تفوق ٨٠ فْ.

الجدول رقم (١٠): قرينة الحراة -الرطوبة لأوليفر Oliver بالمملكة العربية السعودية

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	٥٦,١	٥٨,٩	٦٢,٨	٦٦,٢	٧٠,٠	٧٢,٤	٧٢,٦	٧٢,٦	٦٩,٧	٦٤,٨	٦٠,٦	٥٦,٩
الأحساء	٥٨,١	٦٢,٦	٦٩,١	٧٧,٠	٨٢,١	٨٣,٩	٨٦,٣	٨٨,٢	٨٤,٩	٧٩,٩	٧٠,٨	٦١,٧
الباحة	٦٠,٥	٦٣,٥	٦٧,٥	٧١,٣	٧٤,٩	٧٦,٢	٧٧,٠	٧٧,٧	٧٤,٦	٦٩,٩	٦٥,٧	٦١,٧
الجوف	٤٩,٦	٥٤,٦	٦١,١	٦٨,١	٧٣,٠	٧٦,٢	٧٨,٣	٧٨,٦	٧٦,٢	٧١,٢	٦١,٣	٥٢,٥
القيصومة	٥٣,٢	٥٧,٩	٦٥,٥	٧٣,٥	٧٨,٧	٨٠,٣	٨١,٥	٨١,٩	٧٩,٤	٧٥,٠	٦٥,٤	٥٥,٩
الوجه	٦٩,٤	٦٧,٨	٧١,٩	٧٧,٧	٨٣,٠	٨٧,١	٩٠,٨	٩١,٨	٨٩,١	٨٣,٩	٧٦,٣	٦٩,٤
بيشة	٦٣,٣	٦٦,٨	٧١,٢	٧٥,٣	٧٨,١	٧٧,٧	٧٩,٠	٧٩,٤	٧٥,٤	٧١,٠	٦٨,٠	٦٤,٠
مطار الأمير نايف	٥٥,٤	٥٩,٧	٦٦,٢	٧٣,٥	٧٨,٤	٧٩,٠	٨٠,٠	٨٠,٣	٧٧,٩	٧٣,٧	٦٦,٥	٥٨,١
القريات	٤٦,٤	٥١,٣	٥٨,٤	٦٥,٩	٧١,٨	٧٦,٠	٧٩,٠	٧٩,٩	٧٦,٠	٦٩,٨	٥٨,٦	٤٩,٥
الدمام	٥٩,٥	٦٣,٠	٦٩,٤	٧٧,١	٨٣,١	٨٥,٦	٨٩,٣	٩١,٨	٨٩,١	٨٤,٢	٧٣,٨	٦٣,٩
حائل	٥٠,٧	٥٥,٥	٦١,٧	٦٩,٠	٧٤,٤	٧٦,٦	٧٧,٨	٧٨,٥	٧٦,٢	٧١,٥	٦٢,١	٦٢,١
جازان	٨١,٧	٨٣,٤	٨٦,٦	٩٠,٠	٩٢,٨	٩٥,١	٩٤,٩	٩٤,٩	٩٥,٢	٩١,٨	٨٧,٨	٨٤,٢
جدة	٧٤,٧	٧٥,٣	٧٨,٣	٨٢,٧	٨٦,٦	٨٨,٧	٩٠,٠	٩١,٨	٩١,٩	٨٨,٥	٨٣,٠	٧٧,٧
خميس مشيط	٥٧,٣	٦٠,٤	٦٣,٩	٦٧,٠	٧٠,٨	٧٢,٦	٧٣,٣	٧٣,٥	٧٠,٣	٦٥,٥	٦١,٨	٥٨,١
مطار الملك خالد	٥٦,٨	٦٠,٩	٦٦,٩	٧٣,٨	٧٨,٠	٧٨,٤	٧٩,٦	٨٠,٢	٧٧,٣	٧٣,٣	٦٦,٨	٥٩,٣
المدينة المنورة	٦٣,٢	٦٦,١	٧٠,١	٧٥,٠	٧٨,٥	٨٠,١	٨١,١	٨٢,١	٨٠,١	٧٦,٢	٧١,٣	٦٥,٦
مكة المكرمة	٧٦,٠	٧٧,٢	٨٠,٢	٨٤,٣	٨٧,٣	٨٨,٢	٨٨,٦	٩٠,٥	٩١,٢	٨٨,٧	٨٤,١	٧٩,٢
نجران	٦٢,٧	٦٦,٣	٧١,٠	٧٤,٥	٧٦,٦	٧٦,٨	٧٨,٨	٧٩,٠	٧٥,١	٧٠,٣	٦٦,٦	٦٣,١
رفحة	٥٠,٤	٥٥,١	٦٢,٧	٧١,٠	٧٦,٩	٧٩,٢	٨٠,٨	٨١,٠	٧٨,٤	٧٣,٤	٦٢,٨	٥٣,٣
شرورة	٦٧,٠	٧٠,٣	٧٤,١	٧٨,٦	٨٠,٧	٨١,٢	٨٣,٢	٨٤,١	٨٠,٠	٧٥,٤	٧١,٢	٦٦,٦
تبوك	٥٢,٠	٥٦,٤	٦٢,١	٦٨,٤	٧٣,٠	٧٦,٤	٧٨,٤	٧٩,١	٧٦,٧	٧١,٤	٦٢,٥	٥٤,٦
الطائف	٥٩,٨	٦٢,٩	٦٦,٩	٧١,٥	٧٥,٣	٧٦,١	٧٦,٤	٧٧,٦	٧٦,٢	٧١,٧	٦٦,٧	٦١,٨
وادي الدواسر	٦٢,٩	٦٧,١	٧٢,٧	٧٨,٦	٨١,٥	٨١,٢	٨٢,٨	٨٣,١	٧٩,٨	٧٥,٢	٧٠,٣	٦٤,٤
ينبع	٦٩,٢	٧٠,٧	٧٤,٨	٨٠,٢	٨٥,٠	٨٨,٥	٩٠,٩	٩١,٦	٩٠,٠	٨٦,٤	٧٨,٨	٧٢,٤
طريف	٤٣,٤	٤٨,٣	٥٦,١	٦٤,٤	٧٠,٥	٧٤,٦	٧٧,٤	٧٧,٧	٧٤,٣	٦٨,٣	٥٦,٧	٤٧,٩
عرعر	٤٧,١	٥٢,٧	٦٠,٨	٦٩,١	٧٥,٢	٧٨,٥	٨١,٠	٨١,٢	٧٧,٩	٧٢,١	٦٠,٤	٥٠,١

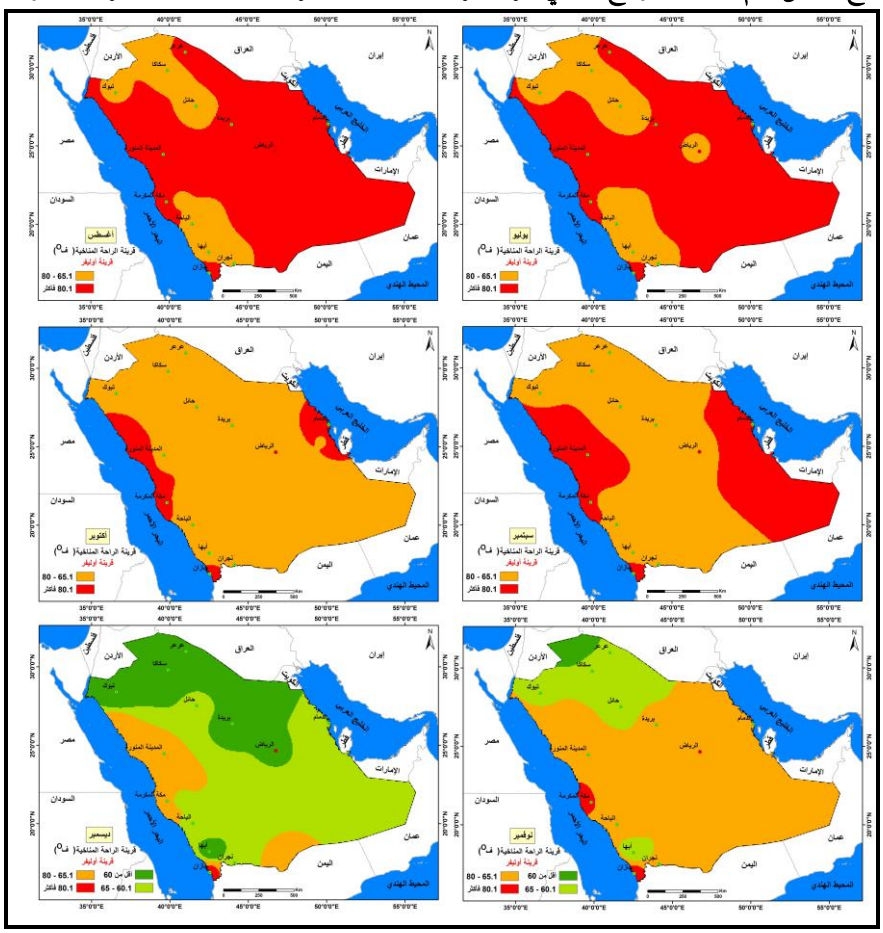
المصدر: بيانات الجداول ٢ و٣ و٤.

الشكل رقم (١٠): التوزيع المكاني لقرينة الراحة المناخية لأوليفر Oliver بالمملكة العربية السعودية.



المصدر: بيانات الجدول ١٠.

تابع الشكل رقم (١٠): التوزيع المكاني لقرينة الراحة المناخية لأوليفر Oliver بالمملكة العربية السعودية



المصدر: بيانات الجدول ١٠.

أما المنطقة فهي تنقسم إلى ثلاثة نطاقات حرارية، يضم النطاق الأول منها محطات الدمام، وحائل، والأحساء، والقصيم، والرياض - وهي تتسم بثلاث فترات للراحة المناخية. تميز الفترة الأولى منها فصل الشتاء الذي تتناوب خلاله فترات الراحة وفترات الانزعاج من البرد. ولا تتعدى فيه قرينة الراحة المناخية لأوليفر ٦٥ فْ. أما الفترة الثانية فهي تميز شهري مارس وأبريل (فصل الربيع) بالإضافة إلى شهر نوفمبر (أواخر الخريف)، وهي فترة تتسم بقرينة مناخية تتراوح بين ٦٥ و٨٠ فْ يشعر خلالها ٥٠٪ من الأفراد بالانزعاج

بسبب الحرارة. أما الفترة الثالثة فهي الفترة الممتدة من مايو (أواخر الربيع) إلى أكتوبر (منتصف الخريف)، وهي تتسم بقرينة مناخية تفوق ٨٠ فْ ويشعر خلالها أغلب الأفراد بالانزعاج من الحرارة المرتفعة.

ويضم النطاق الثاني محطات مكة المكرمة، وجدة، وينبع، ووادي الدواسر، والمدينة المنورة وهو يتسم بفترتين للراحة المناخية: الفترة الأولى منها هي فصل الشتاء الذي يتسم بقرينة مناخية تتراوح بين ٦٥ و٨٠فْ، يشعر خلالها ٥٠٪ من الأفراد بالانزعاج. وتمتد هذه الفترة إلى شهر مارس بمحطتي جدة وينبع. كما تمتد هذه الفترة من فبراير (أواخر الشتاء) إلى أبريل (منتصف الربيع) بمحطة وادي الدواسر وتستمر إلى شهر مايو (أواخر الربيع) بمحطة المدينة المنورة. أما الفترة الثانية فهي فترة الانزعاج الذي يشعر به أغلب الأفراد بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وهي تتسم بقرينة مناخية تفوق ٨٠ فْ وتمتد هذه الفترة من مايو (أواخر الربيع) إلى نوفمبر (أواخر الخريف).

بالإضافة إلى ما سبق يتسم شهرا ديسمبر ويناير (فصل الشتاء) بوادي الدواسر وشهر يناير بالمدينة المنورة بفترة راحة تامة تتراوح خلالها قرينة أوليفر بين ٦٠ و٦٥ فْ. وتشكل محطات الطائف، والباحة، والوجه النطاق الحراري الثالث وهو يختلف نوعاً ما عن النطاق الحراري الثاني، بحيث يتسم بفترتين من الراحة هما فترة الراحة التامة التي تتسم بقرينة مناخية تتراوح بين ٦٠ و٦٥ فْ، وهي فترة الشتاء بمحطتي الطائف والباحة. أما الفترة الثانية فهي فترة تفوق خلالها قرينة أوليفر ٦٥فْ، وهي فترة الانزعاج التي يشعر بها ٥٠٪ من الأفراد وتمتد على مدار السنة بمحطة الوجه؛ ومن مارس (بداية الربيع) إلى نوفمبر (أواخر الخريف) بمحطتي الباحة، والطائف.

أما بالنسبة للمنطقة الجنوبية فهي تنقسم إلى نطاقين حراريين، يضم النطاق الأول منها محطتي خميس مشيط وأبها. ويتسم هذا النطاق بثلاث فترات للراحة المناخية هي فترة الانزعاج من البرد التي يشعر بها أغلب الأفراد وتتسم بقرينة مناخية تقل عن ٦٠ فْ وتميز فصل الشتاء بمحطة أبها وشهري ديسمبر ويناير بمحطة خميس مشيط. وهناك فترة الراحة

التامة التي تتسم بقرينة مناخية تتراوح بين ٦٠ و٦٥ فْ وهي تميز أشهر فبراير (أواخر الشتاء) ومارس (بداية الربيع)، بالإضافة إلى شهر نوفمبر (أواخر الخريف) بمحطة خميس مشيط ؛ وأشهر أكتوبر ونوفمبر (فصل الخريف)، بالإضافة إلى شهر مارس (بداية الربيع) بمحطة أبها. أما الفترة الثالثة فهي فترة الانزعاج التي يشعر بها ٥٠٪ من الأفراد، وهي تتسم بقرينة مناخية تتراوح بين ٦٥ و٨٠ فْ وتمتد من أبريل (منتصف الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بأبها وإلى أكتوبر (منتصف الخريف) بخميس مشيط.

ويضم النطاق الحراري الثاني محطات نجران، وبيشة، وشرورة، وجازان. ويتسم هذا النطاق بقرينة مناخية تفوق ٦٥ فْ وبفترة انزعاج بسبب ارتفاع درجة الحرارة يشعر بها أغلب الأفراد على مدار السنة بمحطتي شرورة وجازان، وتمتد من فبراير (أواخر الشتاء) إلى نوفمبر (أواخر الخريف) بمحطتي نجران وبيشة. بالإضافة إلى ذلك يتسم شهرا ديسمبر ويناير (فصل الشتاء) بفترة من الراحة التامة وبقرينة مناخية تتراوح بين ٦٠ و٦٥ فْ بمحطتي نجران وبيشة.

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهر تطبيق نماذج قرائن الراحة المناخية لجافني وتوم وأوليفر وجود تباينات مهمة للتوزيع المكاني لقرائن الراحة المناخية يرتبط مباشرة بالتباين المكاني لتوزيع درجات الحرارة والرطوبة النسبية بمناطق المملكة. ويمكننا تلخيص هذه التباينات في ما يلي :

١ - أظهرت نتائج قرينة الحرارة الفعالة لجافني أن هناك خمس فترات متباينة للراحة المناخية بمختلف مناطق المملكة هي :

أ - فترة الانزعاج الشديد بسبب البرد، وهي تمتد من نوفمبر (أواخر الخريف) إلى مارس (بداية الربيع) بجميع المناطق عدا مناطق ينبع، ومكة المكرمة، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر، وجدة.

ب - فترة الانزعاج النسبي من البرد، وهي تمتد من نوفمبر (أواخر الخريف) إلى مارس (بداية الربيع) بمناطق ينبع، ومكة المكرمة، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر، وجدة.

ج - فترة الانزعاج الشديد بسبب الحرارة، وهي تمتد من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بالمنطقة الشمالية، وبالرياض، والأحساء، وحائل، والدمام، والقصيم في المنطقة الوسطى، وخلال شهري أكتوبر (منتصف الخريف) وأبريل (منتصف الربيع) بمكة المكرمة، والمدينة المنورة، وينبع، ووادي الدواسر، وجدة بالمنطقة الوسطى.

د - فترة الانزعاج النسبي بسبب الحرارة، وهي تميز شهري أكتوبر (منتصف الخريف)، وأبريل (منتصف الربيع) بالرياض، والأحساء، وحائل، والدمام، والقصيم في المنطقة الوسطى.

ه - فترة الراحة التامة وهي تتميز بدرجات الحرارة المعتدلة وتمتد من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بأبها، وخميس مشيط، وخلال شهري أكتوبر (منتصف الخريف)، وأبريل (منتصف الربيع) بالمنطقة الشمالية.

٢ - أظهرت نتائج قرينة الانزعاج لتوم أن هناك خمس فترات متباينة للراحة المناخية بمختلف مناطق المملكة هي:

أ - فترة الانزعاج النسبي بسبب البرد، وتشمل فصل الشتاء بالمناطق الشمالية، وأبها، وخميس مشيط بالمنطقة الجنوبية، بالإضافة إلى شهري ديسمبر ويناير (فصل الشتاء) بالقصيم، والرياض؛ وتمتد من مايو (أواخر الربيع) إلى مارس (بداية الربيع) بطريف.

ب - فترة الانزعاج النسبي بسبب الحرارة، وهي تميز أشهر مايو -يونيو (أواخر الصيف بداية الربيع)، بالإضافة إلى سبتمبر (بداية الخريف) بعرعر، والقريات، ورفحة، وخلال شهري أكتوبر (منتصف الخريف)، وأبريل (منتصف الربيع) بتبوك، والقيصومة، والقصيم، والرياض، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر؛ كما تمتد من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بالطائف والباحة.

ج - فترة الانزعاج الشديد بسبب الحرارة، وهي تمتد بشكل عام من مايو (أواخر الربيع) إلى سبتمبر (بداية الخريف) بجميع مناطق المملكة.

د - فترة الراحة النسبية، وهي تميز شهري نوفمبر ومارس بالمنطقة الشمالية، وديسمبر - يناير بالدمام، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر، والطائف، والباحة، وكذلك شهري أكتوبر -نوفمبر، بالإضافة إلى مارس بخميس مشيط وأبها.

ه - فترة الراحة التامة وهي تميز شهري أكتوبر وأبريل بالمنطقة الشمالية، وشهري فبراير - مارس، بالإضافة إلى نوفمبر بالطائف، والباحة، ونجران، وشرورة، والقصيم، والرياض، والأحساء، والدمام، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر. وتمتد هذه الفترة من ديسمبر إلى مارس بالوجه، ومن أبريل إلى سبتمبر بأبها، وخميس مشيط، وخلال فصل الشتاء ببيشة.

٣ - أظهرت نتائج قرينة الحرارة -الرطوبة لأوليفر أن هناك أربع فترات متباينة للراحة المناخية بمختلف مناطق المملكة هي:

أ - فترة الانزعاج بسبب البرد، وهي تشمل فصل الشتاء بالمناطق الشمالية، وأبها، والقصيم، بالإضافة إلى شهري ديسمبر -يناير (فصل الشتاء) بالرياض، وخميس مشيط، وخلال شهري يناير -فبراير لحائل؛ ويناير بالطائف، والدمام، والأحساء.

ب - فترة الانزعاج النسبي بسبب الحرارة، وهي تمتد بشكل عام من أبريل إلى أكتوبر بالمنطقة الشمالية، وخميس مشيط، وأبها؛ ومن مارس إلى أكتوبر بحائل، والدمام، والأحساء، والقصيم، والرياض. ويميز الانزعاج النسبي كذلك الفترات من ديسمبر إلى مارس بجدة، وينبع؛ ومن فبراير إلى أبريل بوادي الدواسر وتمتد حتى شهر مايو بالمدينة المنورة؛ ومن مارس إلى أكتوبر بالطائف والباحة؛ ومن ديسمبر إلى أبريل بالوجه؛ ومن فبراير إلى أكتوبر ببيشة ونجران. كما يتسم فصل الشتاء بالانزعاج النسبي بسبب الحرارة بمكة المكرمة.

ج - فترة الانزعاج الشديد بسبب الحرارة، وهي تمتد من مايو إلى يوليو برفحة، وعرعر؛ ومن مايو إلى أكتوبر بالدمام، والأحساء؛ ومن أبريل إلى أكتوبر بمكة المكرمة، وجدة،

وينبع، ووادي الدواسر؛ ومن مايو إلى سبتمبر بالوجه وشرورة. وتمتد فترة الانزعاج الشديد بسبب درجة الحرارة على مدار السنة بجازان.

د - فترة الراحة، وهي تميز شهري نوفمبرومارس بتبوك والجوف وحائل وشهري ديسمبر وفبراير بالدمام، والأحساء، والطائف؛ وشهري ديسمبر ويناير بوادي الدواسر، ونجران، وبيشة؛ وفصل الشتاء بالباحة؛ وأشهر فبراير ومارس ونوفمبر بخميس مشيط؛ وأشهر أكتوبر ونوفمبر ومارس بأبها. بالإضافة هناك بعض الفترات القصيرة من الراحة خلال أشهر أبريل، وأكتوبر، ونوفمبر بطريف ورفحة وعرعر.

ومما سبق توصي هذه الدراسة بما يأتي:

١. معايرة نتائج هذه الدراسة باستبيانات للسياح وزوار المناطق في مختلف مناطق المملكة للتأكد من مدى مناسبة فترات الراحة الفسيولوجية للإنسان التي توصلت إلى تحديدها القرائن المدروسة مع تدعيم نتائج هذه الدراسة بإجراء المزيد من تطبيقات قرائن الراحة الفسيولوجية ومطابقتها.

٢. توجيه نتائج هذه الدراسة إلى قطاع التخطيط السياحي للمساهمة في وضع تصورات علمية لتنمية الحركة السياحية بما يتناسب مع الظروف المناخية السائدة في كل منطقة من المملكة ووضع هذه الدراسة تحت تصرف الباحثين والمختصين لتمكينهم من الاستفادة من مخرجاتها.

٣. التنسيق مع قطاع السياحة لتنظيم ندوات علمية ومؤتمرات تخدم محاور الراحة الفسيولوجية للإنسان بالمملكة للاستفادة من مخرجات هذه الدراسة وغيرها في وضع تصور لبرنامج سياحي موسمي وتكاملي بين مختلف المناطق التي يتوفر فيها المناخ الملائم لراحة السياح.

٤. التوسع في إنشاء عدد من محطات الرصد وتجهيزها بأحدث أجهزة الرصد الجوي التي تساعد على إنجاز خريطة دقيقة للمناخ السياحي في المملكة العربية السعودية وإنشاء قاعدة بيانات جغرافية للمناخ السياحي في المملكة العربية السعودية.

٥. التنسيق الكامل بين قطاع الأرصاد وقطاع السياحية لمعرفة فترات الراحة الفسيولوجية المناخية المثلى للإنسان في كل منطقة من مناطق المملكة، واستغلال الطبيعة المناخية لمناطق المملكة من حيث خصائص التوزيع المكاني لعناصر المناخ المفيدة لراحة جسم الإنسان من فصل لآخر، والعمل على تنمية وتطوير أنواع جديدة من السياحات مثل السياحة العلاجية والإستشفائية من خلال الإعلان عن الفترات المناسبة لها في المناطق السياحية، وتنظيم الرحلات والتخطيط لها تبعاً للظروف المناخية السائدة في كل منطقة.

٦. ضرورة الحفاظ على الموارد والمصادر السياحية الطبيعية والبشرية للمواقع السياحية وتطويرها تبعاً للتوزيع المكاني لفترات الراحة الفسيولوجية التي أفرزتها نتائج هذه الدراسة وغيرها من الدراسات المماثلة والمكملة لها.

المـراجع والمصادر:

أولاً المراجع العربية:

- آل مشيط، أمل حسين سعيد، (٢٠٠٩م)، **عناصر المناخ وتأثيرها على السياحة في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية**، رسالة ماجستير غير منشورة، عمادة الدراسات العليا والبحث العلمي، كلية التربية للبنات بأبها، جامعة الملك خالد.
- ثابت، أحمد محمد جبريل، (٢٠١١م)، **المناخ وأثره على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة – فلسطين: دراسة في المناخ التطبيقي**، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.
- الجخيدب، مساعد بن عبد الرحمن، (م١٩٩٢): "المناخ وراحة الإنسان بمنطقة القصيم"، **كتاب الندوة الرابعة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية**، جامعة أم القرى، ١٨ -٢٠ جمادي الآخرة ١٤١٢ هـ الموافق (٢٢ -٢٤ -١٢ - ١٩٩١م)، مكة المكرمة.
- حبيب، بدرية محمد عمر، (٢٠٠٣م)،"العلاقة بين درجة الحرارة الفعالة والسياحة في المملكة العربية السعودية (تطبيق أنموذج توم البسيط)"، **الإنسانيات**، كلية الآداب، دمنهور، العدد ١٨، ص ص ٢٦٩ -٣٠١.
- حبيب، بدرية محمد عمر، (م١٩٩٥)، **الحرارة والأقاليم الفسيولوجية في المملكة العربية السعودية - دراسة في المناخ الطبيعي والتطبيقي**، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية للبنات، جدة.
- خير الله، حافظ عيسى، (٢٠١٧م)، "التباين المكاني والزماني للأشهر المريحة والأشهر غير المريحة في ليبيا باستخدام مؤشر (THI): دراسة في المناخ التطبيقي"، **مجلة جامعة سرت (العلوم الانسانية)**، جامعة سرت، المجلد **(٧)**، العدد الثاني، ص ص ٢٤٥ - ٢٧٨.

- الرحيلي، أمينة عطا الله عبد ربه، (٢٠١٧م)، "التصنيفات المناخية في منطقة مكة المكرمة للفترة من عام ١٩٧٠ -٢٠٠٠ وتأثيرها على راحة الإنسان"، **المجلة المصرية للتغير البيئي**، المجلد (٩)، العدد الثاني، ص ص ١٦٩ -٢٠٥.
- سالم، طارق زكريا إبراهيم، (م٢٠٠٣)، : "المناخ والسياحة في منطقة أبها الحضرية بالمملكة العربية السعودية: دراسة في المناخ التطبيقي"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الزقازيق، المجلد (٢٢)، العدد ٥١، ص ص ٢٠٥ -٢٥٢.
- سيد، أحمد طلبة، شحاته(٢٠٠٤م)، "أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة"، **المجلة الجغرافية العربية**، العدد ٤٤، (ج٢)، **الجمعية الجغرافية المصرية**، القاهرة، ص ص ٢٥٧ -٢٩٤.
- شحاته، سعيد أحمد طلبه، (٢٠٠٤م)، "أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة: دراسة في المناخ التطبيقي"، **المجلة الجغرافية العربية**، العدد ٤٤، (ج٢)، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، ص ص ٢٠٥ -٢٥٢.
- عنبر، محمود عبد الفتاح، (٢٠١٢م)، "أثر المناخ على راحة الإنسان في شرقي دلتا النيل"، **مجلة كلية الآداب الانسانية والعلوم الاجتماعية**، جامعة القاهرة، المجلد **(٧٢)**، العدد السابع، ص ص ٢٧٦ -٣١٩.
- الموسوي، علي صاحب طالب، الحلو، عبد الكاظم علي جابر، (٢٠١٦م)، "تحليل جغرافي لمؤشرات الراحة في محافظة النجف"، **مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية**، جامعة الكوفة، العدد ١٩، السنة العاشرة، ص ص ٥٧ -٨٨.
- الياسري، أنعام عبد الصاحب، (٢٠١٠م)، "أثر المناخ على راحة الإنسان في محافظة القادسية"، مجلة أوروك للأبحاث الإنسانية، جامعة المثنى، المجلد (٣)، العدد الثاني، ص ص ١٤٧ -١٥٧.

- يعقوب، رعد رشاد؛ خليل، حسن؛ بدر، جميلة محمد، (٢٠١٦م): "تأثير المناخ على راحة الإنسان في مدينة البصرة"، **حوليات المنتدى**، العدد التخصصي السابع: الدراسات الجغرافية، ص ص ٣٠٠ -٣١٨.

ثانياً: المراجع العربية:

- Adolph, E.F., (1947), **Physiology of Man in the Desert**, Inter-science Publishers Incorporated, New York.
- Al Abdala, Z, Reboaa, S.M. and Abdel Wahab, M.M., (2018), "Application of Outdoor Human Thermal Indices in Nablus, Palestine", **Global Journal of Advanced Research,** Vol. (5), Issue 5, pp. 190-196.
- Assael, M.J., et al, (2010), "Applying Thermal Comfort Indices to Investigate Aspects of Climate in Greece", **International Review of Chemical Engineering**, Vol. (2), no. 2, pp. 204-209.
- Blazejczyk, K. and Epstein, Y., (2012), "Comparison of UTCI to Selected Thermal Indices", **International Journal of Biometeorology**, Vol. (56), pp.515-535.
- Dufton, A.F., (1929), The Eupatheostat, **J Sci Instrum**, Vol.6, pp.249–51.
- Fanger, P.O., (1972), **Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering**, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Frank, A., et al, (1996), "The Estimation of Heat Tolerance by a New Cumulative Heat Strain Index", In Shapiro Y, Moran D, Epstein Y (Eds.), **Environmental Ergonomics: Recent Progress and New Frontiers**, 194–7, Freund Pub House, London.
- Gagge, A., Stolwijk, A., and Nishi, Y., (1971), "An Effective Temperature Scale Based on a Simple Model of Human Physiological Regulatory Response", **ASHRAE Transactions**, Vol. 77, pp. 247-57.
- Gagge, A.P., Fobelets, A.P. and Berglund, L.G., (1986), A Standard Predictive Index of Human Response to the Thermal Environment", ASHRAE Transactions, Vol. 92, pp.709-31.

- Garba, A., (2011), **An Analyze of the Thermal Comfort Indices Based on the Temperature-Humidity Index of Zaria, Kaduna State, Nigeria**, Unpublished Master in Geography, Department of Geogrphy, Faculty of Science, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.
- Giles, B.D., Balafoutis, C.H., and Maheras, P., (1990), "Too Hot for Comfort: The Heat Waves in Greece in 1987 and 1988", **International Journal of Biometerology**, Vol. (34), pp. 98-104.
- Givoni, B., (1962), "The Influence of Work and Environmental Conditions on the Physiological Responses and Thermal Equilibrium of Man", **(In)**, **Proceedings of UNESCO Symposium on Environmental Physiology and Psychology in Arid Conditions**, pp.199-204, Lucknow.
- Gregorczuk, M., and Cena, K. (1967), "Distribution of Effectivc Temperature Over the Surface of the Earth", ***Int. J. Biometeor***., Vol.11 (2), pp. 145-149.
- Hentschel, G., (1987), "A Human Biometeorology Classification of Climate for Large and Local Scales", (in), **Proceedings of WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health**, Leningrad, Vol. (I), WCPA, No. 1, WMO.
- Houghton, F.C. and Yaglou, C.P., (1923), "Determining Lines of Equal Comfort", **Journal of the American Society of Heating and Ventilating Engineers,** Vol.29, pp. 165-176.
- Lee, D.H.K., (1958), "Proprioclimates of Man and Domestic Animals", **Climatology, Arid Zone Research**, Vol.(X),pp. 102-25, UNESCO, Paris.
- Mc Gregor, G.R., et al, (2002), "An Evaluation of the Nature and Timing of Summer Human Thermal Discomfort in Athens, Greece", **Climate Research**, Vol. (20), pp. 83-84.
- Missenard, A. (1948),"A Thermique des Ambiences: Equivalences de Passage, équivalences de séjours", **Chaleur Indust,** Vol. 276, pp.159-72 (in French).
- Missenard, F.A., (1933), Température Effective d'une Atmosphère. Généralisation Température Résultante d'un Milieu,

in: Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation, Paris : Librérie de l'Enseignement Technique, pp. 131-185.

- Moran, D.S., et al, (2001), "An Environmental Stress Index (ESI) as a Substitute for the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)", **J. Thermal Biol**, Vol. 26, pp.427-31.
- Moran, D.S., et al, et al, (1998), A Modified Discomfort Index (MDI) as an Alternative to the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)", (In) Hodgdon JA, Heaney J.H, Buono MJ, (Eds.)**, Environmental Ergonomics**, Vol. VIII, ,77-80, Int. Conf. Environ. Ergo., San Diego.
- Nedel, A.S., et al, (2015), "Climatology of the Human Thermal Comfort on São Paulo Metropolitan Area, Brazil: Indoors and Outdoors", **Brasilian Journal of Geophysics,** pp. 185-204.
- Oliver, J.E. (1981), **Climatology: Selected Applications**, Winston and Sons, London.
- Siple, P.A and Passel, CF., (1945), "Measurements of Dry Atmospheric Cooling in Subfreezing Temperatures", **Proceed. Am. Phi/os. Soc.,** Vol.89, pp. 177-199.
- Staiger, H., Laschewski, G., and Matzarakin, A., (2008), "Selection to Appropriate Thermal Indices for Applications in Human Biometeorological Studies", **Atmosphere**, Vol. (10), Issue 18, pp.: 2-15, doi:10.3390/atmos 10010018.
- Suping, Z, et al, (1992), "Study of the Relationships Between Weather Conditions and the Marathon Race, and of Meteor Tropic Effects on Distance Runners", **International Journal of Biometeorology**, Vol. (36), no. 2, pp.63-68.
- Terjung, W.H., (1966), "Physiologic Climates of the Conterminous United States: A Bioclimatic Classification Based on Man", **Ann. Assoc. Am, Geog**., Vol., 56 (1), pp. 141-179.
- Theoharatos, G, et al, (2009), "Discomfort Index Levels During the Heat Waves of June and July 2007 in Greece", **Proceedings of the 11th International Conference of Environmental Science**

and Technology, China, Crete, Greece, 3-5 September 2009, B-946-952.

- Thom E.C., (1959), "The Discomfort index", **Weather Wise**, Vol. (12), No. 2, pp. 57-61.
- Vernon H.M., Warner, C.G. (1932), "The Influence of the Humidity of the Air on Capacity for Work at High Temperatures", **J. Hyg.**, Vol. (32), pp. 431-462.
- W.M.O., (1972), **The Assessment of Human Bioclimate**, W.M.O. Technical Note, No. 123, WMO No. 331, Geneva.
- Wallace, R.F., et al (2005), The Effects of Continuous Hot Weather Training on Risk of Exertional Heat Illness", **Med Sci Sports Exerc**, Vol. 37, pp. 84-90.