المناخ وراحة الإنسان في مدينتي الحديدة و باجل بالجمهورية اليمنية
دراسة في المناخ التطبيقي

د. ياسين أحمد عبدالله القحطاني
استاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد– كلية التربية–جامعة صنعاء

الملخص

تهدف الدراسة إلى تحديد أثر المناخ في راحة الإنسان بمدينتي الحديدة و باجل، وهما من أهم مدن سهل تهامة الساحلي في غرب الجمهورية اليمنية، وقد اعتمدت الدراسة بشكل رئيسي على بيانات مناخية تمتد من عام 1983م– 2019م تم تنزيلها من قاعدة بيانات الشبكية العالمية POWER وهي قاعدة بيانات أطلقتها وكالة ناسا الدولية لعلوم الفضاء ، واعتمادا على المنهجين الموضوعي والتطبيقي والاسلوبين الوصفي التحليلي والكمي تم تطبيق أربع قرائن حيوية هي التوازن الحراري، التوازن المائي، قرينة الحرارة الفعّالة، دليل الانزعاج ، دليل تبريد الرياح، وذلك لتحدد الشهور المريحة وغير المريحة والفصول المريحة وغير المريحة وإبراز مدى تباين المدينتين في ذلك، ومن خلال تطبيق المؤشرات السابقة توصلت الدراسة إلى أن النهار في مدينة الحديدة أفضل نسبيا مما هو في مدينة باجل, وأن الليل في مدينة باجل أفضل نسبيا مما هو في مدينة الحديدة.

1

Abstract

The study aims to determine the impact of climate on human comfort in Hudaydah and Bagel, two of the most important cities of the Tihama coastal plain in the west of the Republic of Yemen. And the study relies mainly on climatic data from 1983 to 2019 downloaded from the Power Global Network Database, a database released by NASA International Space Science Agency. Using objective and applied methods and analytical and quantitative descriptive manners, four biologic indexes are applied: Thermal Balance, Water Balance, Discomfort index and Wind-Chill Index in order to determine the comfortable and uncomfortable months and comfortable and uncomfortable seasons and to highlight the extent of the contrast of the two cities. And through the application of previous indicators, the study finds that the day in Hudaydah is relatively better than in Bagel, and that the night in Bagel is relatively better than in Hudaydah.

المقدمة:

يعد المناخ بعناصره المختلفة أكثر عناصر البيئة الطبيعية تأثيرا في حياة الإنسان اليومية بصورة مباشرة وغير مباشرة، وذلك من خلال تأثيره المباشر في حالته الجسمية والنفسية والسلوكية وراحته وطاقته، وتأثيره في أنشطته التي يمارسها مثل الزراعة والصناعة والنقل والسياحة وغيرها من الأنشطة، وهناك تفاوت بين العناصر المناخية في درجة التأثير سواءً على الإنسان أو على انشطته، وقد بُذلت جهود عديدة لتحديد الظروف المناخية المثلى لأنشطة الإنسان غير أن نتائجها لم تكن واضحة (Hobbs,1980,p60) وفيما يتعلق براحة الإنسان – موضوع هذه الدراسة – فبالرغم أنها تتأثر بجميع عناصر المناخ مجتمعة إلا أن هناك أربعة عناصر مناخية رئيسية هي التي تحدد راحة الجسم الطبيعية من عدم راحته أكثر من غيرها، و تتمثل بالإشعاع ودرجة حرارة الهواء والرطوبة والرياح (Hobbs,1980,p62)"وفي أي مكان يعيش فيه الانسان فإنه يستجيب للظروف الجوية ويتكيف لها ويتعايش معها من خلال ما يرتديه من ملابس، وما يأكله من طعام وما يقطنه

من مسكن، وما يستعمله من وسائل تكييف للهواء في مسكنه ومحل عمله، وذلك لكي يحقق نوعا من التوازن بينه وبين الحالة الجوية السائدة في المكان الذي يعيش فيه مما يوفر لنفسه الشعور بالراحة"(الراوي، 2007م،ص214) "وبالرغم من التقدم التكنولوجي الذي يشهده العالم اليوم والذي عزز قدرة الإنسان على التحكم في ظروف البيئة الطبيعية، فإن المناخ ما يزال يؤثر سلبًا وإيجابًا على راحة الإنسان"(الإمام،2010م،ص1) ويقف الإنسان عاجزا في كثير من الاحيان عن التحكم في الظروف المناخية خاصة في البيئات المفتوحة. ويعد موضوع راحة الانسان ذو أهمية كبيرة على مر العصور لما له من تأثير على مختلف جوانب الانتاج والتنمية والتي تعتمد على العنصر البشري. وترتبط راحة الانسان سواء كانت جسمية أو نفسية بالأحوال الجوية، وأي اضطراب بها يقلل من نشاط الانسان ويحد من قدرته على العمل والانتاج، كما أن تأجيل العمل والإضرار بالممتلكات – لأسباب غالبا ما تكون مناخية – يسئ من الحالة النفسية للإنسان بجانب الخسارة المادية المباشرة (رشاش،2005م، ص99) وتعد راحة الإنسان المناخية من أهم العوامل التي تؤثر في نشاطاته، ومن ثم تؤثر في إنتاجه من حيث الكم والكيف، وتعد كذلك من أهم العوامل التي تحدد مكان وزمان ممارسته لكثير من أنشطته (الكليبي, 2006م ص153) وقد أظهرت الدراسات أن صحة الانسان وكفاءته الانتاجية تعتمدان على الراحة الحرارية حيث وجدت زيادة في الانتاج وتحسن في الصحة خلال الفصول معتدلة الحرارة (الربيع والخريف) في حين كانت تلك النسب منخفضة في فصلي الصيف والشتاء(الدميني، حلبوني، 2009م، ص409) لذلك فإن تحقيق الراحة المناخية يعد من أهم المطالب التي يبحث عنها الإنسان ليتسنى له الاستمتاع بنشاطاته المختلفة والقيام بها على أكمل وجه ممكن لتحقيق أفضل

مردود (الكليبي , 2006م ص157)

وتعد الدراسات التي تتناول علاقة الظروف المناخية براحة الإنسان من الدراسات المناخية الحيوية التطبيقية المهمة، بل ومن أقرب الدراسات إلى حياة الإنسان المباشرة (الراوي، السامرائي 1990م، ص217) إلا أنها تتسم بالتركيب والتعقيد بحكم أنها تدخل في مجال أحاسيس البشر الذين يختلفون فيما بينهم (يوسف ، 2008م ، ص2) إضافة إلى أن شعور الإنسان بالراحة يتأثر بعدد من العوامل الداخلية والخارجية، مما يجعل الظروف المناخية التي تبدو مريحة لبعض الناس قد لا تبدو مريحة للبعض الاخر، ولذلك يختلف مفهوم الراحة والعوامل التي تسببها من شخص لآخر تبعا لاختلاف الجنس والعمر والحالة الصحية والبيئة المحلية والمستوى الحضاري، كما انها تتأثر بطبيعة الملابس ونوعها وسمكها والمواد الغذائية ومدى تأقلم الإنسان مع ظروف البيئة التي يعيش فيها. لذلك من الصعب تحديد درجة راحة معينة للإنسان لاختلاف البيئات المناخية التي يعيش فيها، وتفاوت درجة تحمله من بيئة لأخرى، وكذلك نتيجة للاختلافات الشخصية بين الناس (غانم، 2010م، ص 66)

وقد بدأ الاهتمام بهذه الدراسات منذ فترة مبكرة تعود لبدايات القرن العشرين؛ ففي عام 1905م قدم هالدان لأول مرة مؤشر الاجهاد الحراري باستخدام بيانات الثيرمومتر الرطب (Assael & Others 2010,p204) ومنذ عشرينيات القرن الماضي بدأ العلماء بمحاولة وضع الاسس التصنيفية للمناخ الحيوي اعتمادا على أهم العناصر المناخية المؤثرة على راحة الانسان ونشاطه وصحته وتم رصد العديد من القرائن المناخية الحيوية(علي موسى ، 2002م، ص36) وقد وضع كل من إبستين وموران قائمة تتكون من حوالي40 قرينة، منذ

عام 1905م وحتى 2005م تضمنت تاريخ القرينة واسمها ورمزها ومبتكرها (Epstein, Y.& Moran, D. S., 2006, p392)وتأخذ هذه القرائن شكل علاقات ومعادلات رياضية تجريبية مثل: قرينة الحرارة الفعّالة لهوجتن و يوجلو (Houghten & Yaglou,1923) ، قرينة الانزعاج لتوم(Thom, 1959) قرينة الحرارة – الرطوبة لأوليفر(Oliver, 1973)، دليل تبريد الرياح لسيبل وبازل (Siple,& Passle, 1945)أو تأخذ شكل رسوم بيانية ومخططات مثل دليل تيرجنج (Terjung,1966)، خريطة أوليجياي (Olgyay,1963)، ومخطط سنجر وغيرها، تهدف جميعها إلى تحديد أثر عناصر المناخ على راحة الإنسان, ومن ثم تحديد النطاق الحراري المريح للإنسان، ولكنها في الحقيقة لم تستطع أن تحدد نطاقا حراريا موحدا يمكن تطبيقه على الإنسان في جميع البيئات الجغرافية وتحت جميع الظروف(الاحيدب، 1423هـ، ص107) ولذلك أُدخلت عليها العديد من التعديلات لتتناسب مع البيئات التي طبقت فيها.

أ–منطقة الدراسة: تتحدد منطقة الدراسة بمدينتي الحديدة وباجل، وهما من أهم مدن سهل تهامة الساحلي في غرب الجمهورية اليمنية شكل(1) وتقع مدينة الحديدة في وسط الساحل الغربي لليمن على البحر الاحمر عند دائرة عرض 48َ 14ْ شمالا وخط طول 57َ 42ْ شرقا، وتمتد حدودها الادارية من شمال الميناء ورأس الكثيب شمالا إلى جنوب قرية المنظر جنوبا، ومن ساحل البحر الاحمر غربا إلى حقول الكثبان الرملية شرقا عند خط طول 43ْ شرقا (مصلحة المساحة) لتشغل مساحة تخطيطية[1] تصل إلى أكثر من 181 الف كم2، وتتموضع المدينة على منسوب يتراوح بين مستوى سطح البحر في الغرب و40

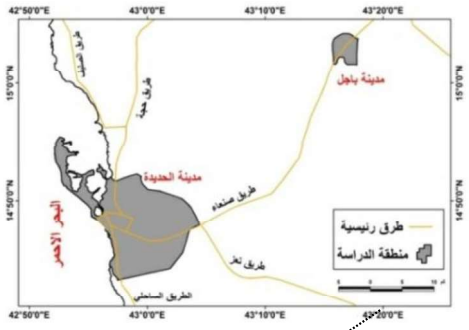
1) تبلغ مساحتها المبنية حوالي 78كم2 (العشاوي، 2007م، ص 240) ومن المؤكد ان المساحة المبنية قد زادت عما كانت عليه.

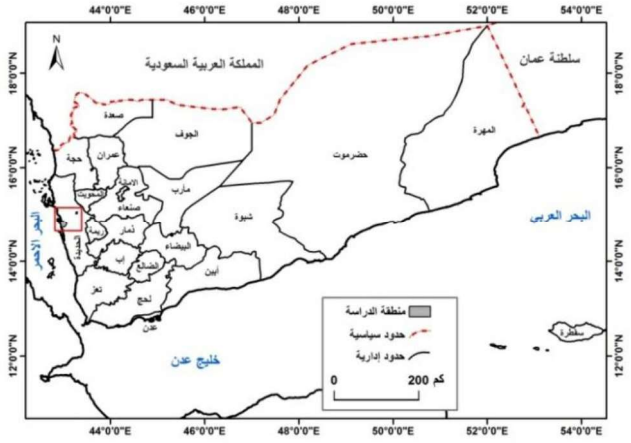
متر في أطرافها الشرقية. و يبلغ عدد السكان فيها حوالي 415285 نسمة حسب تعداد 2004م(الجهاز المركزي للإحصاء، 2004م، ص ص201, 204)

أما مدينة باجل فتقع في الاطراف الشرقية من سهل تهامة على طريق صنعاء – الحديدة عند دائرة عرض 32ً 3َ 15ْ شمالا وخط طول 7ً 17َ 43ْ شرقا، و تقع إلى الشمال الشرقي من مدينة الحديدة على بعد 44 كم تقريبا، وتبعد عن البحر الاحمر شرقا بمسافة 46 كم، وتشغل مساحة تخطيطية تقدر بحوالي 7.1 الف كم2، ويتراوح موضعها بين منسوبي 180- 218 متر(مصلحة المساحة) ويبلغ عدد السكان فيها حوالي 55016 نسمة حسب تعداد 2004م (الجهاز المركزي للإحصاء، 2004م، ص73)

تتشكل الظروف المناخية في مدينتي الحديدة وباجل نتيجة لمجموعة من العوامل التي تعمل بصورة متداخلة والتي ساهمت ولا زالت في صياغة ظروف مناخية مائلة للحرارة أغلب شهور العام. وتتمثل بموقعهما الفلكي المداري وموقعهما الجغرافي في غرب اليمن، وبساطة خصائص سطح موضعهما ضمن اقليم سهل تهامة الساحلي الذي يتميز بخصائص تضاريسية بسيطة وبمنسوب قريب من سطح البحر، والذي ينتمي مناخيا حسب تصنيف كوبن الى اقليم المناخ الصحراوي المداري الجاف والحار صيفا Bwh (Al-Jibly 1993,p99),(الشميري، 2007م، ص51) بالإضافة إلى خضوعه لتأثير البحر الاحمر في زياد كمية الرطوبة النسبية، وزيادة نشاط الرياح وتلطيف درجة الحرارة نهارا خاصة في اجزاءه الغربية. وقد ادت كل هذه العوامل إلى أن تكون الحرارة العالية والرطوبة العالية هي السمه الغالبة على الظروف المناخية في هذه الاجزاء، وقد كان لاقتران الرطوبة بالحرارة في سهل تهامة أن جعل الطقس رديئا، ويزيد من احتمالات تعرض الإنسان لضربات الشمس،

ويقلل طاقة الإنتاج والرغبة في العمل، لان وجود السلاسل الجبلية إلى الشرق من إقليم سهل تهامة الساحلي يحول دون انتشار كمية الرطوبة الآتية من البحر والتي تبقى محتبسة ومركزة في هواءه (بحيري، 1979م، ص161) مما انعكس على طبيعة شعور السكان في مديني الحديدة وباجل وبقية التجمعات السكانية في سهل تهامة واحساسهم بالضيق وعدم الراحة معظم أيام السنة.





شكل(1) موقع منطقة الدراسة

ب- مشكلة الدراسة: تتمحور مشكلة الدراسة في الاجابة على الاسئلة التالية:

1- ماهي مستويات الراحة الحرارية والانزعاج الحراري لدى سكان مدينتي الحديدة و باجل؟

2- ماهي فترات الراحة الحرارية وفترات الانزعاج الحراري (الشهرية والفصلية) في المدينتين؟

3- هل هناك تباين بين المدينتين في فترات الراحة الحرارية و فترات الانزعاج الحراري؟

جـ-فروض الدراسة: تفترض الدراسة أن سكان مدينتي الحديدة وباجل يعانون من عدم الراحة أغلب شهور السنة خاصة في النهار. وان فترات الشعور بالراحة لدى سكان المدينتين تقتصر على شهور فصل الشتاء فقط. وأن هناك تباين بين المدينتين في مستويات الراحة والانزعاج.

د- أهمية الدراسة: تعد هذه الدراسة من الدراسات المناخية التطبيقية، وموضوعها من الموضوعات التي لم تطرق كثيرا في البيئة اليمنية على حد علم الباحث. كما أن مدينتي الحديدة وباجل من المدن اليمنية الهامة في سهل تهامة، حيث تمثل مدينة الحديدة ثاني أكبر ميناء بحري تجاري في اليمن وأكبر مدينة ساحلية على البحر الاحمر، والعاصمة الادارية

لمحافظة الحديدة، في حين تمثل مدينة باجل مركزا لمديرية باجل في محافظة الحديدة وتعد إحدى المدن الواعدة والتي تمتلك العديد من مقومات الجذب والنمو الحضري المتسارع، والتي لم تحظ بنصيب وافر من الدراسات، إضافة الى أن المدينتين تعدان من مدن الجذب السياحي الداخلي لسكان المناطق الجبلية خاصة في شهور الشتاء البارد. لذا تمثل هذه الدراسة اضافة علمية في مجال المناخ التطبيقي للبيئة الحضرية اليمنية والتي تتسم بالندرة النسبية. كما أن هذه الدراسة تعالج موضوعا هاما وضروريا وهو راحة الانسان؛ التي لها علاقة مباشرة بنشاطات السكان وإنتاجيتهم وكفاءة الأعمال التي يؤدونها، وكذلك يرتبط موضوع الدراسة ارتباطا مباشرا في طبيعة عمليات التخطيط والتنمية الحضرية، وتوفير الخدمات التي يحتاجها السكان في كلا المدينتين ووضع الخطط المناسبة لها.

هـ- أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى تحديد أثر المناخ في راحة الإنسان بمدينتي الحديدة و باجل من خلال تطبيق عدد من القرائن الكمية. ولتلبية ذلك تطلب الامر تحقيق الأهداف الجزئية التالية:1- إبراز دور أهم العناصر المناخية المؤثرة في الشعور بالراحة والضيق في المدينتين.

2- تقدير التوازن الحراري والتوازن المائي لجسم الانسان خلال النهار والليل في المدينتين.

3-تطبيق دليلي الانزعاج، وتبريد الرياح نهارا وليلا في المدينتين.

4-تحديد الشهور المريحة وغير المريحة ومن ثم تحديد الفصول المريحة وغير المريحة في المدينتين.

5- إبراز مدى تباين المدينتين في فترات الراحة والانزعاج الحراريين وتفسير ذلك.

و- مناهج وأساليب الدراسة: تطلبت الدراسة الاعتماد على المنهج الموضوعي بالتركيز على

موضوع راحة الإنسان المناخية من حيث مفهومها والعوامل المناخية المؤثرة فيها ومؤشراتها في المدينتين، كما تم استخدام المنهج التطبيقي من خلال إبراز القيمة النفعية لدراسة العناصر المناخية المؤثرة في راحة الإنسان والتي تتوقف عليها وتتأثر بها كثير من الانشطة التي يمارسها السكان في البيئة الداخلية والخارجية للمدينتين، ومن ثم تحديد المعالجات والحلول المطلوبة لتحقيق الراحة الحرارية في الشهور غير المريحة. كما تم الاستعانة بالأسلوب الكمي والاحصائي وذلك بتطبيق أربع قرائن حيوية تستخدم في تحديد مستويات الراحة المناخية، تأخذ شكل معادلات رياضية، بالإضافة إلى معالجة البيانات باستخدام بعض الطرق الإحصائية مثل المتوسطات والانحراف المعياري ومعامل الاختلاف. كما تم استخدام برنامج ArcGIS v.10.2لرسم خريطتي تحديد موقع منطقة الدراسة، وبرنامج 2010 Microsoft Excel لتمثيل البيانات الجدولية بالمنحنيات والاعمدة. وتم استخدام الأسلوب الوصفي التحليلي: للعناصر المناخية المؤثرة في راحة الانسان المناخية وإبراز دورها في تحديد مستوياتها، بالإضافة إلى وصف وتحليل وتعليل ما نتج عن تطبيق القرائن والمعادلات من نتائج على مستوى الشهور والفصول حسب ما تقتضيه الحاجة.

ز- مصادر الدراسة وإجراءاتها:1- تجميع البيانات المناخية المؤثرة في راحة الإنسان وهي البيانات الشهرية للحرارة والرطوبة والرياح في المدينتين، وقد اعتمدت الدراسة بشكل رئيسي على بيانات مناخية تمتد من عام 1983م- 2019م تم تنزيلها من قاعدة بيانات الشبكية العالميةPOWER [1] وهي قاعدة بيانات أطلقتها وكالة ناسا الدولية لعلوم الفضاء؛ كأحد

1) هي قاعدة بيانات شاملة لعناصر المناخ للفترة من 1983م – 2019م وهي أحد المشروعات التابعة لوكالة ناسا لعلوم الفضاء؛ من خلال برنامجها لأبحاث علوم الأرض اعتماداً على البيانات المستمدة من صور الأقمار الصناعية ودمجها بمصادر أخري سواء بيانات رصدية أرضية أو رادارا ت أو تنبؤات، ويبلغ عدد العناصر التي توفرها هذه القاعدة نحو 90 عنصراً ويتيح هذا المشروع الوصول إلى بيانات المتوسطات اليومية للعناصر المناخية لأي نقطة على خريطة العالم، وتنزيل البيانات الخاصة بها في ملفات جدولية بامتدادات مختلفة (بدوي،2020م،ص 293، 296)

مشروعاتها الذي يعرف بـ Prediction Of Worldwide Energy Resources على الرابط التالي :

https://power.larc.nasa.gov/cgi-bin/cgiwrap/solar/agro.cgi

2- تم تطبيق أربع قرائن حيوية هي التوازن الحراري، التوازن المائي، دليل الانزعاج، دليل تبريد الرياح؛ لتحدد مستويات الراحة والانزعاج بالمدينتين خلال النهار و الليل.

3- الاطلاع على المراجع العلمية سواء الكتب أو الأبحاث التي لها صلة بموضوع الدراسة والتي اجريت في مناطق مختلفة والتي تتضمن بعضها قائمة المراجع، وذلك لتكوين خلفية علمية جيدة تساعد في فهم جوانب الموضوع وكيفية معالجته. ورافق ذلك الاطلاع على الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الدراسة ومنطقة الدراسة بشكل مباشر والتي تضم الدراسات التالية:

- دراسة الجبلي (1993م) Human Climatology of Republic of Yemen , The Climate of Yemen and its impact on the Population رسالة دكتوراه، وهي دراسة عامة تناولت مناخ الجمهورية اليمنية وتأثيره على راحة السكان، وتناولت مدينة الحديدة ضمن إقليم تهامة الساحلي.
- دراسة الجبلي (2000م) الموارد المناخية الفسيولوجية في اليمن، دراسة أولية، ورقة بحث هدفت إلى تطبيق دليل تيرجنج للراحة (1966م) على عدد من المناطق في الجمهورية اليمنية ، وتوصلت الدراسة إلى أن معظم مناطق اليمن تمتلك مناخات جذابة ومريحة لنمو وازدهار السياحة على مدار السنة وأن هناك مناطق ساحلية محدودة تبدو غير مريحة خاصة في الصيف حيث تجمع بين الأحوال المناخية الحارة الرطبة وشديد الحرارة.
- دراسة حيدر(2003م) خصائص مناخ اليمن السياحي، رسالة ماجستير تناولت

الخصائص المناخية لليمن كإحدى عناصر الجذب السياحي الهامة وقد تناولت مدينة الحديدة ضمن إقليم سهل تهامة الساحلي.

- دراسة حيدر (2008م) المناخ وعلاقته بالأنشطة الصناعية والتلوث في البيئة الساحلية اليمنية، رسالة دكتوراه، وقد ركَّزت الدراسة على دور العناصر المناخية لاسيما درجة الحرارة، وسرعة الرياح، والرطوبة النسبية، والزوابع الغبارية والرملية في المنشآت الصناعية الكبيرة في السهول الساحلية اليمنية بالإضافة إلى تلوث الهواء الناتج عنها. وتوصلت الدراسة الى أن كافة شهور السنة في الساحل الغربي أثناء النهار غير مريحة للعمال وهي كذلك غير مريحة أثناء الليل باستثناء شهور نوفمبر وديسمبر، ويناير وفبراير. وأكدت الدراسة على أن العمل داخل المنشآت الصناعية في السهول الساحلية يتطلب التكييف المستمر لتحقيق الراحة المناخية أما العمل خارج المنشآت فيعرض العمال الى الاجهاد الحراري والانزعاج والضيق وبالتالي انخفاض كفاءة العمل.
- دراسة الدميني، حلبوني (2009م) معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية في عدد من المدن اليمنية، ورقة بحث بيومناخية هدفت لتوضيح العلاقة بين المناخ وراحة الانسان في ثلاث مدن يمنية هي صنعاء وعدن وسيئون، وقد خلصت الدراسة إلى مجموعة من المعايير والتوصيات لتحسين الراحة الحرارية في الابنية السكنية اليمنية.
- دراسة القحطاني (2010م) المشكلات البيئية المرتبطة بالمناخ في الجزء الأوسط من سهل تهامة بالجمهورية اليمنية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه، تناولت ثلاث مشكلات بيئية مرتبطة بالمناخ هي الجفاف والعواصف الرملية والسيول، وتؤكد الدراسة على دور المناخ في ظهور عدد من المشكلات البيئية في سهل تهامة.

أولا–الراحة الحرارية: تعرّف الراحة Comfort بشكل عام بأنها حالة الجهاز العصبي المركزي التي تؤدي إلى شعور الإنسان بالرضا عن البيئة المحيطة به، وتكون على نوعين هما: الراحة الفسيولوجية (الحرارية) والراحة النفسية، وتتحقق الراحة الفسيولوجية عندما يكون هناك توازن حراري بين جسم الانسان والبيئة المحيطة به؛ وذلك عندما يحافظ على ثبات درجة حرارته عند 37ْ مئوية دون اللجوء إلى زيادة حرارة الجسم عن طريق الارتجاف أو زيادة التبريد بالتبخر(Hobbs,1980,p63) أما الراحة النفسية فبالرغم من قلة الدراسات التي تناولتها فقد اثبتت دراسات حديثة علاقة قوية مباشرة بين الاحوال الجوية وبعض الاضطرابات النفسية التي تصيب الإنسان.[1] وتعّرف الراحة الحرارية وفقا للجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء(ASHRAE) بانها حالة العقل التي تعبر عن الرضا عن البيئة الحرارية (Stathopoulou, M., .& Others,2005,p1) ويعرّف واطسون الراحة الحرارية بانها حالة عقلية يشعر معها الإنسان بالرضى عن ظروف البيئة المحيطة به، في حين يعرّفها ماركوس، أوليجياي بانها حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرد أو بالحر أو يشعر بأي مضايقة نتيجة لخلل في البيئة الحرارية(الزعفراني، 2000م ص48) وتصنف الراحة الحرارية حسب البيئة إلى نوعين الأول: راحة في البيئة الداخلية أي داخل المباني والغرف السكنية ومن خلالها يلجأ الأنسان إلى اتخاذ أساليب معمارية تساعد على التكيف مع البيئة داخل المحيط المناخي سواءً كان باردا أو حارا، والثاني: راحة في البيئة الخارجية أي في الهواء الطلق وهى المؤثرة على تحركات الإنسان ونشاطاته اليومية. وتتحدد الراحة الحرارية

1) ففي دراسة قام بها مجموعة من الباحثين في جامعة ألاباما بالولايات المتحدة الامريكية – ونشرت بمجلة الصحة البيئية الطقس في 28 يوليو 2009م – أكدت أن الشمس تعالج الاكتئاب وأن الاماكن التي لا تسطع فيها الشمس كثيرا في فصل الشتاء يعاني سكانها بما يسمى بالاضطراب العاطفي الموسمي (عنبر، 2012م، ص ص268–269) ومن المؤكد ان المزاج النفسي للإنسان يخضع كثيرا لتقلبات الطقس والاحوال الجوية السائدة.

بمدى قدرة الجسم على التخلص من الحرارة والرطوبة، والتي تنتج باستمرار من عملية التمثيل الغذائي التي تحدث داخله؛ لتوليد الطاقة المطلوبة لأداء كافة الوظائف العضوية، والتي تحافظ على حرارة الجسم عند 35-37ْ م، ويشعر الانسان بالراحة عندما تتم إزالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل انتاجها إلى الجو المحيط. والبشرة الخارجية هي التي تشعر بالحرارة أو البرودة، ونتيجة لذلك اصبحت الراحة أو عدمها تتوقف على درجة حرارة البشرة التي يجب أن تتراوح بين 31- 34ْ م لكي يشعر الانسان بالراحة، وذلك تبعا لطبيعة الشخص، ولا يمكن الابقاء على هذه الدرجة ثابته إلا بتحقيق الاتزان بين الحرارة التي يكتسبها الجسم والبيئة المحيطة والحرارة التي تخرج منه (الوكيل، سراج، 1989م، ص 227) وهذا ما يطلق عليه بالموازنة الحرارية لجسم الإنسان.

ثانيا : العوامل المناخية المؤثرة في الشعور بالراحة أو الضيق في مدينتي الحديدة وباجل:

تتأثر راحة الإنسان في مختلف البيئات بالأحوال المناخية السائدة، كما تتأثر بأحوال الطقس المتغيرة مثل: موجات الحر الشديدة وموجات البرد القارصة، والعواصف الرملية والترابية التي تسبب إزعاجاً شديداً للإنسان، في حين يشعر بالراحة الحرارية في شمس ساطعة ورياح هادئة ودرجات حرارة معتدلة. وفيما يلي سيتم تناول أهم العناصر المناخية المؤثرة على راحة الانسان في المدينتين:

1- الاشعاع الشمسي: من المعروف ان الإشعاع الشمسي والارضي يوفران التسخين المباشر للجسم وغيابهما يؤدي إلى فقدان الجسم للحرارة بالإشعاع (الراوي، السامرائي 1990م، ص224) ولذلك يشعر الإنسان بالحرارة إذا تعرض لأشعة الشمس، مما يعطيه إحساساً بالدفء في الشتاء، واحساس بالحرارة في الصيف. وتتميز مدينتي الحديدة وباجل

بارتفاع الاشعاع الشمسي نتيجة لموقعهما الفلكي الذي جعلهما يقعان ضمن العروض المدارية التي تتميز بزيادة كمية الاشعاع الشمسي نتيجة تعامد أشعة الشمس عليهما مرتين في العام، وهذا ما جعل زاوية سقوط الاشعاع عليهما عمودية أو قريبة من العمودية معظم أيام السنة، مما يعني أن المدينتين تتلقيان كميات كبيرة من الأشعة الشمسية، تعمل على رفع الحرارة طول العام[1]وزيادة كمية التبخر ومن ثم زيادة كمية الرطوبة في الجو. وتتلقى المنطقة التي تقع فيها المدينتين كمية من الأشعة الشمسية تتراوح بين 402 – 483 سعر حراري/ سم2/ يوم، وبمتوسط سنوي يصل إلى 442.2 سعر حراري/ سم2/ يوم، و تختلف كمية الإشعاع الشمسي من شهر لآخر ومن فصل لآخر، فقد حظي أبريل بأكبر كمية إشعاع شمسي تصل إلى 483 سعر حراري / سم2/ يوم، وذلك لان زاوية سقوط الأشعة الشمسية تكون قريبة من التعامد (83ْ) كما أن مدة السطوع الشمسي اليومي تقترب من 9 ساعات، أما أدنى كمية إشعاع فقد سجلت في ديسمبر 402 سعر حراري/ سم2/ يوم، وذلك لميل زاوية سقوط الأشعة الشمسية على المنطقة والتي تقدر بـ 51.5ْ . أما فصليا فقد سجل الربيع أعلى فصول السنة تلقيا للإشعاع الشمسي بكمية تصل إلى 462 سعر حراري / سم2/ يوم، وذلك لاقتراب الشمس من التعامد على المنطقة خلال هذا الفصل، فضلا عن صفاء السماء وقلة الغيوم، يليه الصيف بكمية تصل إلى 446 سعر حراري / سم2/ يوم، لتعامد الشمس على المنطقة، ويعود الانخفاض في الصيف إلى قصر فترة السطوع الشمسي فيه مقارنة بالربيع، بسبب زيادة الغيوم وحدوث العواصف الرملية، ولا تختلف الصورة كثيرا

1) لأن كميات الأشعة الشمسية التي تتلقاها العروض المدارية بشكل عام لها من الخصائص ما تجعلها أكثر فاعلية حراريا إذا قورنت بالعروض العليا، حيث تتحول نسبة كبيرة منها (حوالي 60%) إلى حرارة محسوسة (يوسف ، 1987م، ص2)

في الخريف حيث بلغت كمية الإشعاع المسجلة حوالي 445 سعر حراري / سم2/ يوم، وذلك لزيادة فترة السطوع الشمسي وصفاء السماء، ويسجل الشتاء أدنى كمية إشعاع تصل إلى 427 سعر حراري/ سم2/ يوم، وذلك لميل الأشعة الشمسية الساقطة على المنطقة وقصر طول النهار نسبيا(القحطاني،2010م،ص14، 15)

2- درجة حرارة الهواء : تعد درجة حرارة الهواء العنصر المناخي الأكثر فاعلية وأهم عامل مناخي في تحقيق الراحة الحرارية. كما أن نظام تغيرها من فصل لآخر ومدى اعتدالها أو تطرفها هو الذي يحدد مدى ملاءمة المناخ لمتطلبات الحياة والعمل، وبالتالي تحدد درجة حرارة الهواء نظام العمل وتوزيعه على ساعات اليوم وعلى شهور السنة (الإمام،2010م،ص4) فإذا كانت درجة حرارة الهواء أعلى من درجة حرارة البشرة فإن الحرارة المتولدة من الجسم تجد صعوبة في الخروج، وينتج عن ذلك ارتفاع في درجة حرارة البشرة ونشاط في الغدد التي تفرز العرق، وينتج عند تبخره احساس بالبرودة الناتجة عن امتصاص الحرارة اللازمة للتبخر. أما إذا انخفضت درجة حرارة الهواء عن الحد المناسب فإن الاستجابة الفسيولوجية الأولى لذلك هي انقباض الشعيرات الدموية تحت الجلد، وبالتالي يقل اندفاع الدم إلى البشرة مما يؤدي إلى برودة البشرة وخاصة اليدين والقدمين، وتحدث رعشة لا إرادية في حالات البرد الشديد، ويزيد معدل الاحتراق إلى مرتين أو ثلاث مرات. وفي حالة عجز الجسم عن تحقيق الاتزان الحراري تنخفض درجة حرارته الداخلية لتصل إلى 35ْ م، وقد تحدث الوفاة بين درجتي 25-30ْ مئوية (الوكيل، سراج، 1989م، ص 229) وذلك لأن درجات الحرارة الأقل من 28ْ مئوية يمكن أن تؤدي إلى عدم انتظام ضربات القلب التي تؤدي إلى الوفاة (Stathopoulou & Others,2005,p1) كما أن ارتفاع الحرارة يكون أكثر خطورة

على الجسم لأن قدرته تضعف ويميل الانسان إلى تقليل الحركة والنشاط كمحاولة لتقليل تولد الحرارة الداخلية (الراوي،1987م،ص642) وكلما زادت درجة الحرارة ضعفت قدرة الإنسان على العطاء وضعفت قدرته على الاستمتاع بنشاطاته (الكليبي, 2006م ص157) ويحتاج الانسان العادي المسترخي لكي يشعر براحة تامة إلى درجة حرارة مقدارها 29ْ مئوية إذا كان مرتديا الملابس العادية (الخفاف، خضير،1999م ص49) غير أن الإنسان لا يشعر بدرجة الحرارة التي تسجلها موازين الحرارة العادية مجردة بل ان شعوره بها يقترن بالرطوبة النسبية وسرعة الرياح، فإذا كان الإنسان يستطيع ان يتحمل ارتفاع درجة الحرارة إلى حد معين؛ فإن قوة احتماله تقل كثيرا إذا اقترن ذلك بارتفاع مماثل في الرطوبة النسبية، كما ان انخفاض درجة الحرارة في المناطق الباردة يتضاعف تأثيره كثيرا إذا اقترن برياح قوية(شحادة،1983م،ص65)

جدول(1) التوزيع الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمتوسط والرطوبة النسبية وسرعة الرياح في مدينتي الحديدة وباجل للفترة 1983- 2018م

	مدينة الحديدة					مدينة باجل				
	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	المتوسط الحراري الشهري	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح متر/ثانية	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	المتوسط الحراري الشهري	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح متر/ثانية
يناير	27.4	23.8	25.5	72.3	4.8	30	19.8	24.2	59	2.4
فبراير	27.8	24	25.8	72	4.8	31.1	20.6	25.3	56.3	2.7
مارس	29.2	25.2	27.2	69.7	4.6	33.2	22.6	27.4	50.8	2.8
أبريل	31.2	27.2	29.2	66.8	4.4	35.3	24.9	29.7	45.4	2.7
مايو	32.7	29.1	30.9	64.9	3.4	36.7	26.5	31.3	42.6	2.6
يونيو	33.8	29.8	31.8	64.6	3.4	38.1	27.4	32.3	39.9	2.9
يوليو	34	30.4	32.2	65.3	3.8	37.4	27.2	31.8	44.9	3.5
أغسطس	33.7	30	31.8	66.3	3.6	36.9	26.8	31.3	49.7	3.2
سبتمبر	33.4	30.2	31.5	62.8	3.3	37.6	26.6	31.4	45.4	2.7
أكتوبر	32.3	28.8	30.5	61.7	4.2	35.2	23.9	28.9	45.2	2.5
نوفمبر	29.8	26.1	27.9	66.8	5	32.5	21.5	26.3	50	2.4
ديسمبر	28.1	24.5	26.2	71	4.9	30.6	20.1	24.7	56.6	2.3
المتوسط السنوي	31.1	27.4	29.2	67	4.2	34.6	24	28.7	48.8	2.7

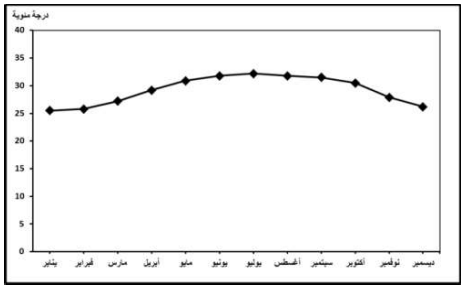
الانحراف المعياري	2.6	2.6	2.6	3.5	0.7	2.9	3	3.0	6.0	0.3
معامل الاختلاف	8.2%	9.4%	8.8%	5.2%	15.5%	8.5%	12.3%	10.5%	12.3%	12.8%

المصدر: https://power.larc.nasa.gov/cgi-bin/cgiwrap/solar/agro.cgi من حساب الباحث

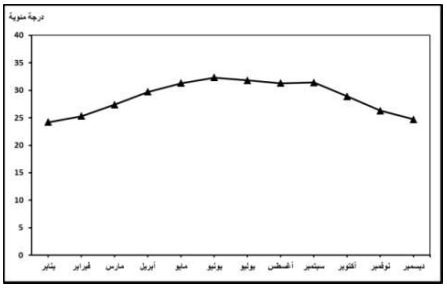
وكما هو واضح من جدول (1) والشكلين(2، 3) ارتفاع المتوسطات الحرارية الشهرية في المدينتين في جميع شهور العام بلا استثناء، ففي الحديدة تتراوح المتوسطات الشهرية بين 25.5 م في يناير ، 32.2 م في يوليو، وبمتوسط سنوي يصل الى 29.2 م، ولا تختلف الصورة كثيرا في باجل التي تتراوح المتوسطات الحرارية الشهرية فيها بين 24.2 م في يناير، 32.3 م في يونيو، وبمتوسط سنوي 28.7 م. ويتضح كذلك أن هناك تجانسا واضحا في المتوسطات الشهرية للحرارة في المدينتين والدليل على ذلك انخفاض قيمة الانحراف المعياري التي لم تتجاوز 2.6 م في الحديدة، ولم تزيد عن 3 م في باجل ومعامل الاختلاف[1] الذي بلغ 8.8%، 10.5% في المدينتين على التوالي، وهذا ما جعل الظروف الحرارية في المدينتين متشابهة في معظم شهور العام، وأصبحت الحرارة العالية هي السمة الغالبة على مناخهما، وبالرغم من هذا التجانس إلا أنه خلال ستة شهور ابتداء من مايو وحتى أكتوبر تسجل المتوسطات الحرارية الشهرية فيها ارتفاعا ملحوظا يزيد عن المتوسط السنوي في المدينتين لتزيد عن30 م.

1) الانحراف المعياري هو الجذر التربيعي لمجموع مربعات انحرافات القيم عن متوسطها الحسابي ويحسب باستخدام المعادلة التالية: $S.D=\sqrt{\sum(x-x-)2/n}$ حيث أن : S.D= الانحراف المعياري، x= قيمة العنصر، x- = المتوسط الحسابي، n = عدد القيم ، أما معامل الاختلاف فيؤخذ من المعادلة التالية: م= الانحراف المعياري/المتوسط الحسابي × 100(أبو عيانه،1987م، ص104 ، 115)

شكل(2) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في مدينة الحديدة



شكل(3) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة في مدينة باجل



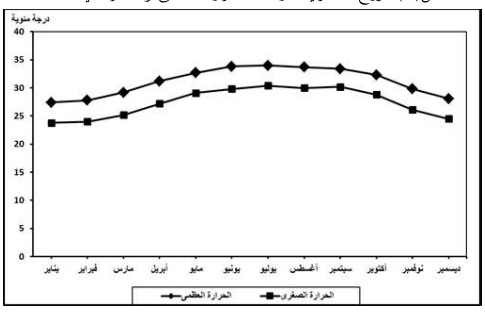
اعتمادا على ملحق(1)

ومن جدول(1) والشكلين (4،5) يتضح أن درجات الحرارة العظمى في الحديدة تتراوح بين27.4ْ م في يناير و33.8ْ م في يونيو، وبمتوسط سنوي 31.1ْ م، وانحراف معياري2.6ْ م ومعامل اختلاف 8.2%، وتتراوح في باجل بين30ْ م في يناير و38.1ْ م في يونيو وبمتوسط سنوي 34.6ْ م، وانحراف معياري2.9ْ م ومعامل اختلاف 8.5%، وهذا يعني أن باجل تتفوق نسبيا على الحديدة في درجات الحرارة العظمى التي تتأثر بنسيم البحر الذي يعمل على خفض حرارة الهواء نهارا.

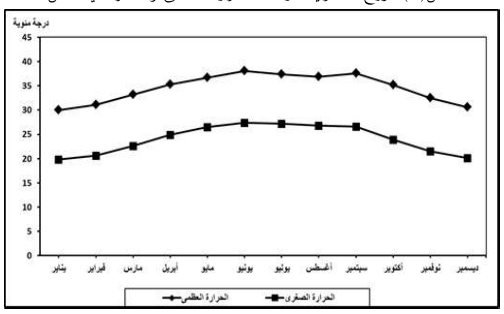
أما درجات الحرارة الصغرى فتتراوح في الحديدة بين23.8ْ م في يناير و30.4ْ م في يونيو وبمتوسط سنوي يصل إلى 27.4ْ م، وانحراف معياري2.6ْ م و معامل اختلاف 9.4% ، وتتراوح في باجل بين19.8ْ م في يناير و27.4ْ م في يونيو وبمتوسط سنوي 24ْ م، وانحراف معياري3ْ م ومعامل اختلاف 12.3% ، وهذا يعني ان درجات الحرارة الدنيا في الحديدة تزيد عن ماهي في باجل؛ وقد يعود ذلك الى تأثر باجل بكتل هوائية قادمة من المرتفعات الجبلية الواقعة الى الشرق منها والتي تتدني فيها درجات الحرارة في بعض ليالي الشتاء إلى ما دون الصفر المئوي، إضافة إلى ذلك فإن ارتفاع كمية بخار الماء ليلا في أجواء الحديدة وما يحتويه من حرارة كامنة يعمل على المحافظة على المستوى الحراري ويمنعه

من التدني.

شكل(4)التوزيع الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في الحديدة



شكل(5)التوزيع الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في باجل



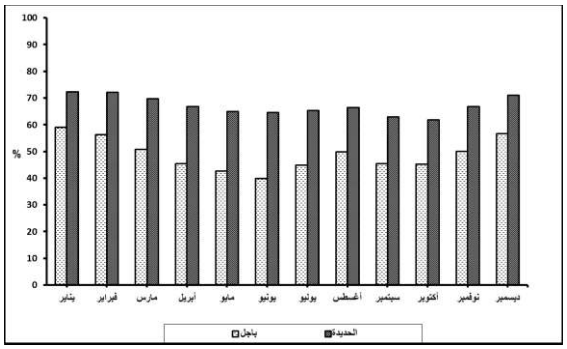
اعتمادا على ملحق(1)

3- الرطوبة النسبية: تعد الرطوبة النسبية من عناصر المناخ المهمة التي تلعب دورا هاما في راحة الإنسان وصحته، حيث تحدد مدى إحساس الانسان بالراحة أو الضيق، لأنها تؤثر في سعة البخر للهواء، ومن ثم تتحكم في درجة التبريد الذي يحدث عند تبخر العرق من سطح البشرة (الوكيل، سراج، 1989م، ص230) فإذا كانت نسبة الرطوبة في الهواء منخفضة فإن ذلك يساعد على زيادة وسرعة تبخر العرق من سطح الجلد، وبالتالي انخفاض درجة حرارته وشعور الانسان بالراحة، أما إذا كانت الرطوبة النسبية مرتفعة ومصحوبة بارتفاع درجة حرارة الهواء فإن ذلك يعيق عملية تبخر العرق من سطح الجلد؛ لأن الهواء يكون مشبعا ببخار الماء وتضعف قدرته على حمل المزيد منه؛ مما يؤدي إلى استمرار عملية التعرّق من الجسم إلى الحد الذي يبدأ فيه العرق يتصبب منه دون أن يتبخر، وبالتالي يشعر الانسان بالضيق وعدم الارتياح (طلبة، 2004م ج2، ص266) وهذا يعني أن الاجواء الحارة الجافة توفر راحة أكثر للإنسان من الاجواء الحارة الرطبة (الكليبي, 2006م ص 158) لأن الانسان في مثل هذه الظروف يشعر بدرجة حرارة أعلى مما يسجلها الثيرمومتر(الراوي، السامرائي 1990م، ص224) والتأثير الفسيولوجي لزيادة نسبة الرطوبة

عن الحد المحتمل هو الاحساس بالاختناق والضيق وفشل البشرة الخارجية في تنظيم معدل انتقال الماء من داخل الجسم إلى خارجه؛ مما يسبب تورم البشرة وتضييق مسام الجلد، أما انخفاض الرطوبة الجوية عن الحد المناسب ولمدة طويلة فيسبب جفافا شديدا بالبشرة خاصة بالشفاه والانف وتتكون طبقة جافة على سطح البشرة (الوكيل، سراج، 1989م، ص230) ويمكن تحقيق الراحة الحرارية عندما تكون الرطوبة النسبية بين 20-80%، وتعد الرطوبة النسبية التي تتراوح بين 40-60% هي الاكثر ملائمة لجسم الإنسان ولخلق فاعلية حرارية مقبولة (موسى ، 2002م،ص 115) ولان فعل الرطوبة النسبية يتداخل مع فعل درجة الحرارة، فإن قدرة الانسان على تحمل الارتفاع في درجة الحرارة يرتبط ارتباطا وثيقا برطوبة الهواء (مندور،2011م، ص15) ولذلك ينعدم الاحساس بتأثير الرطوبة النسبية عندما تتراوح بين 30-50 % وذلك تحت درجات حرارة 20-25درجة مئوية. وإذا زادت درجة الحرارة عن 25 درجة مئوية يزداد الاحساس بالرطوبة في الجو ويصبح أثرها واضحا في نداوة البشرة الناتج عن زيادة معدل العرق عن البخر ويقل هذا التأثير بزيادة سرعة الهواء(الوكيل، سراج، 1989م، ص230) وفي حال توافق رطوبة جوية نسبية مرتفعة فوق 70% مع وجود حرارة عالية اكثر من 30ْ م فسيشعر الإنسان بالإرهاق، أما في حال توافق رطوبة نسبية منخفضة دون 30% مع درجة حرارة مرتفعة أكثر من 30ْ م فيكون الجو عندئذ لافحا؛ ويمكن أن يصاب الإنسان بضربة شمس، وفي حال انخفاض الرطوبة النسبية كثيرا دون 30% وهبوط درجة الحرارة إلى حدود دنيا اقل من 5ْ م فيشعر الناس ببرودة حادة يصاحبها آلام عدة في الجهاز العصبي والمفاصل مع امراض في الجهاز التنفسي، وتكون الحالة الصحية اسوأ وعدم الراحة أكبر عندما تتوافق الرطوبة النسبية المرتفعة فوق 70% مع درجات حرارية

منخفضة(موسى ، 2002م،ص 115)

شكل(6) التوزيع الشهري للرطوبة النسبية في مدينتي الحديدة وباجل للفترة 1983-2018م



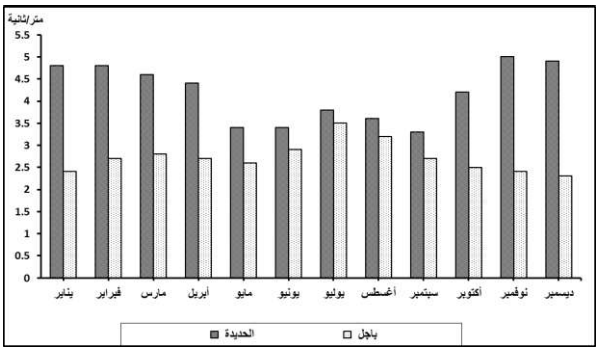
اعتمادا على ملحق(1)

ومن جدول(1) وشكل(6) يتضح أن الرطوبة النسبية تتراوح في الحديدة بين 72.3% في يناير و61.7% في اكتوبر وبمتوسط سنوي 67% وانحراف معياري 3.5% ومعامل اختلاف 5.2%، أما في باجل فتتراوح بين39.9% في يونيو، 59% في يناير و بمتوسط سنوي 48.8% وانحراف معياري 6% و معامل اختلاف12.3% ، ويتضح كذلك أن المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية في الحديدة تزيد عن باجل في جميع الشهور بلا استثناء، وذلك لتأثير البحر الأحمر، كما أن هناك تجانسا في التوزيع الشهري للرطوبة النسبية في الحديدة أكثر مما هو في باجل، وهذا سينعكس على قيم قرائن الراحة التي سيتم تناولها فيما بعد. وتجدر الاشارة إلى ان زيادة نسبة الرطوبة في الحديدة يزيد من درجة الاحساس بالبرودة في شهور الشتاء ليلا مقارنة ببقية الشهور كما سيتضح.

4- سرعة الرياح: تعد الرياح أحد عناصر المناخ الهامة التي لها تأثير واضح في شعور الإنسان بالبرودة أو الحرارة، وبالتالي تعد أحد العناصر المحددة لمستوى احساسه بالراحة أو الضيق، فسرعة الرياح لها أثر تبريدي على جسم الإنسان؛ حيث تساعد على خفض درجة

حرارة الجسم في الاجواء الباردة إذا كانت حرارة الهواء أقل من حرارة الجسم؛ وذلك عن طريق ازاحة الطبقة الهوائية الدافئة المحيطة بالجسم. وكلما زادت سرعة الرياح كانت عملية الازاحة أسرع والانخفاض في حرارة الجسم أسرع، ويعتمد شعور الإنسان بالبرودة على كمية الطاقة الحرارية التي يفقدها الجسم للهواء المحيط عن طريق الجلد, وبذلك فإن سرعة الرياح بالإضافة للبرودة تساعد على سرعة فقدان الجسم للحرارة، وبالتالي إلى شعور الإنسان بالبرودة، وفي الاجواء الحارة التي تكون حرارة الهواء أعلى من حرارة الجسم تساعد سرعة الرياح على زيادة الاحساس بالحرارة (الراوي ، 1990م ،ص 117،118)

شكل(7) المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح في مدينتي الحديدة وباجل



اعتمادا على ملحق(1)

ومن جدول (1) وشكل(7) يتضح ان المتوسط الشهري لسرعة الرياح في الحديدة يزيد عن باجل في جميع الشهور دون استثناء، حيث تسجل الحديدة متوسطا شهريا يتراوح بين 3.3متر/ثانية في سبتمبر و5 متر/ثانية في نوفمبر بمتوسط 4.2متر/ثانية وانحراف معياري 0.7متر/ثانية ومعامل اختلاف 15.5%. مما يعني أن هناك تجانسا نسبيا في سرعة الرياح خلال شهور السنة، مع ملاحظة ان سرعة الرياح في المدينة تسجل ارتفاعا ملحوظا ابتداءً من أكتوبر وحتى أبريل. أما باجل فيتراوح المتوسط الشهري لسرعة الرياح فيها بين

2.3متر/ثانية في ديسمبر و3.5 متر/ثانية في يوليو بمتوسط 2.7متر/ثانية وانحراف معياري 0.3متر/ثانية ومعامل اختلاف 12.8% مما يعني أن هناك تجانسا نسبيا في سرعة الرياح خلال شهور السنة كذلك. ويعود تفوق سرعة الرياح في الحديدة إلى تأثير نسيم البحر الذي ينشأ نهارا بسبب التباين الحراري بين اليابس والماء.

ثالثا- مؤشرات الراحة أو الضيق في مدينتي الحديدة وباجل:

لتحقيق اهداف الدراسة سيتم تطبيق أربع مؤشرات لتحديد الراحة أو الضيق في المدينتين هي التوازن الحراري، التوازن المائي، دليل الانزعاج ، دليل تبريد الرياح.

1-التوازن الحراري:

يعد التوازن الحراري والتوازن المائي لجسم الانسان من المؤشرات التي تقيس وتحدد طبيعة العلاقة بين عناصر المناخ ودرجة احساس الناس بالراحة أو الضيق من الاحوال الجوية (عنبر، 2012م, ص277) و تعتمد النماذج الحديثة في دراسة وتحليل العلاقة بين المناخ والشعور بالراحة أو الضيق لدى الناس على دراسة الموازنة الحرارية لجسم الانسان، وقد بات من الثابت أن درجة حرارة الجسم الداخلية تظل ثابتة عند درجة حرارة 37 ْم، وتحاول جميع أعضاء الجسم أن تحافظ على تلك الدرجة مهما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي وذلك لتحقيق التوازن الحراري للجسم (طلبة، 2004م ج2،ص262) وعند هذه الدرجة تعمل أعضاء الجسم بفعالية ونشاط مناسبين. ولأن المدى الطبيعي لدرجة حرارة جسم الانسان يتراوح بين 35.5 ْم-40 ْم فإن اختلاف درجة حرارة الجسم عن هذا المدى يكون له تأثير على حياة الانسان وسلوكه، لذلك يجب الحفاظ على تلك الدرجة لأن تغيرها يؤثر سلبا على الانسان، ويستطيع الانسان الحفاظ على تلك الدرجة بأساليب ثلاثة هي: الطاقة

التي تتولد داخل الجسم من التمثيل الغذائي، واكتساب الطاقة من البيئة المحيطة، و فقدان الطاقة للبيئة المحيطة(غانم، 2010م، ص 47) وبمعنى آخر أن الانسان يحافظ على درجة الحرارة المثلى لجسمه عن طريق سلسلة من التبادلات الحرارية بين جسمه والبيئية المحيطة به والمتمثلة بأربع عمليات للكسب الحراري هي: الاشعاع والحمل والتوصيل والتسخين العضوي؛ و أربع عمليات لتبديد الحرارة الزائدة هي: الاشعاع والحمل والتوصيل والتبخر، وعندما تتساوى عمليات الكسب مع الفقد فإن الجسم يصبح متوازنا حراريا، ومن ثم يشعر الإنسان براحة حرارية مثلى (رشاش ، 2005م، ص 101) وتجدر الاشارة هنا ان درجة حرارة الجلد (33 درجة مئوية) تلعب دورا هاما في عملية التوازن الحراري لكونها إحدى عناصر عملية التبادل الحراري مع الوسط المحيط بالجسم، فعندما تكون درجة حرارة الوسط المحيط اكبر من 33 درجة مئوية يحدث عندئذ انتقال حراري نحو الجسم والعكس صحيح (موسى ، 2002م، ص156) أما إذا عجز الجسم بوسائله عن تحقيق الاتزان الحراري تحدث ضربة شمس والتي ترفع درجة حرارة الجسم الداخلية إلى 40 ْ مئوية وتكون ذات تأثير سيء(الوكيل، سراج، 1989م، ص 229) وعندما تزيد درجة حرارة الجسم الداخلية عن 46 درجة مئوية يمكن أن تسبب تلف في الدماغ لا رجعة فيه (Stathopoulou & Others,2005,p1)

ومما سبق يمكن القول أن شعور الانسان بالراحة يكون بالمحافظة على توازن الطاقة في جسمه، فجسم الانسان نظام مفتوح يتبادل الطاقة مع ما يحيط به، ويتعرض الانسان لفقدان الطاقة أو اكتسابها عند تعرضه للأحوال الجوية المتغيرة وعند قيامه بالنشاطات اليومية المختلفة، فاذا كانت الطاقة المفقودة أكبر من الطاقة المكتسبة فإن درجة حرارة الجسم تنخفض فيشعر الانسان بالبرودة وعدم الراحة والعكس صحيح؛ فعندما تكون الطاقة المكتسبة

اكبر من المفقودة يشعر الانسان بالحر وعدم الراحة الناتج عن ارتفاع درجة حرارته، وفي كلتا الحالتين يحدث عند الانسان رد فعل فسيولوجي وغير ارادي يتناسب مع درجة شعوره بالحر أو البرد، ويعمل جسم الانسان تلقائيا للسيطرة على تلك الاساليب لتنظيم درجة حرارته وفقا للمعادلة التالية:

$S = M \pm R \pm Cv \pm Cd \pm P - E \ (w/m^2)$ (1) ويتحقق توازن الطاقة في جسم الانسان عندما تتساوى قيم ما يفقد ويكتسب من الطاقة أي يكون ناتج المعادلة صفر (S= صفر) (غانم، 2010م، ص ص46, 47, 48) ولتقييم التوازن الحراري لجسم الانسان في مدينتي الحديدة وباجل سيتم تطبيق معادلتي أدلف التاليتين:1- $R=100+22(T-33)$ لقياس الكسب الحراري نهارا.

(2) $R=20+18(T-33)$ 2- لقياس الكسب الحراري ليلا (عبده على الخفاف، ثعبان كاظم خضير،1999م ص26) والتي تظهر نتائج تطبيقهما في جدول (2)ومن ملاحظة جدول (2) والشكلين(8، 9) يتضح أن الكسب الحراري لجسم الانسان في المدينتين يتركز في النهار فقط في جميع الشهور باستثناء شهور ديسمبر، يناير، فبراير في الحديدة، وأنه لا يوجد أي كسب حراري لجسم الانسان في الليل حيث تسجل جميع الشهور قيما سالبة، مما يعني أن جسم الانسان ليلا في المدينتين يعاني من فقد حراري تبلغ ذروته خلال شهور ديسمبر، يناير، فبراير.

1(حيث ان S (Storage) تغير مخزون الطاقة في جسم الإنسان، M = (Metabolism) الطاقة المولدة في الجسم من التمثيل الغذائي،R (Radiation) انتقال الطاقة بالإشعاع، Cv (Convection) انتقال الطاقة بالحمل، Cd (Conduction)انتقال الطاقة بالتوصيل، P (Perspiration)انتقال الطاقة بالتنفس،E (Evaporation) فقدان الطاقة بالتبخر. وتمثل اشارة السالب (–) فقدان الطاقة واشارة الموجب(+) اكتساب الطاقة، ودائما تنتقل الطاقة من الجسم الاسخن إلى الابرد.

2) حيث R= كمية الحرارة (المكتسبة أو المفقودة) بالإشعاع (كيلو سعر/ساعة)، T = درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية(العظمى نهارا، الصغرى ليلا) ، 100،22 ، 20 ، 18 ثوابت ، 33 درجة حرارة الجلد البشري بالدرجة المئوية.

جدول(2) التوزيع الشهري والفصلي للتوازن الحراري (ك سعر/س) لجسم الانسان نهارا وليلا في مدينتي الحديدة وباجل

شهور وفصول السنة	مدينة الحديدة		مدينة باجل	
	التوازن الحراري نهارا	التوازن الحراري ليلا	التوازن الحراري نهارا	التوازن الحراري ليلا
ديسمبر	- 8.5	- 133.0	47.2	- 211.5
يناير	- 23.9	- 145.8	34.9	- 217.8
فبراير	- 15.3	- 142.2	58.9	- 202.8
الشتاء	- 15.9	- 140.3	47	- 210.7
مارس	16.6	- 119.9	103.7	- 167.9
أبريل	60.6	- 84.4	151.0	- 126.5
مايو	93.0	- 51.1	182.1	- 96.6
الربيع	56.7	-85.1	145.6	-130.3
يونيو	117.2	- 37.4	213.1	- 81.2
يوليو	122.7	- 26.8	196.1	- 83.9
أغسطس	116.3	- 34.4	185.4	- 92.1
الصيف	118.7	-32.9	198.2	-85.7
سبتمبر	108.8	- 30.4	200.3	- 94.8
أكتوبر	85.3	- 56.5	147.7	- 144.2
نوفمبر	29.4	- 104.2	88.8	- 186.6
الخريف	74.5	-63.7	145.6	-141.9
المتوسط	59.7	- 80.5	134.1	- 142.2

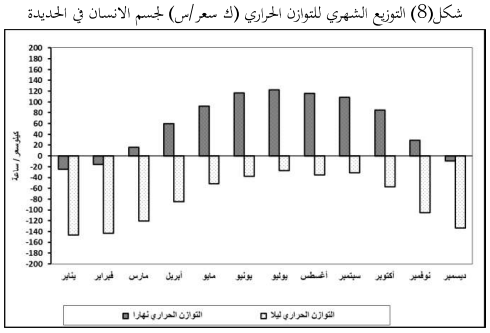
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على ملحق(1) وتطبيق معادلتي أدلفAdolph لقياس التوازن الحراري

– الارقام بالسالب تعني أن هناك فقدا حراريا من الجسم والارقام بدون اشارة تعني أن هناك كسبا حراريا

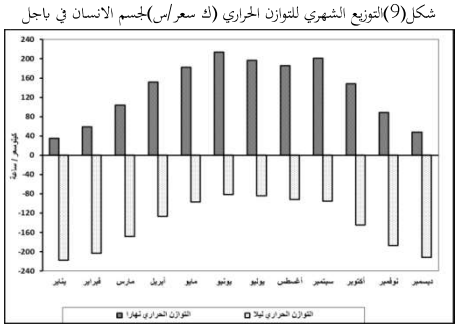
ويتضح كذلك أن هناك تباين بين المدينتين في التوازن الحراري لجسم الانسان نهارا وليلا، فبينما يسجل يوليو أعلى كسب حراري خلال النهار في الحديدة بقيمة تصل إلى 122.7كيلوسعر/ساعة، ويسجل أيضا ادني الشهور في الفقد الحراري ليلا بقيمة – 26.8 كيلوسعر/ساعة، فقد سجل يونيو أعلى الشهور في الكسب الحراري نهارا وأدناها في الفقد الحراري ليلا في باجل بقيم تصل إلى 213.1 كيلوسعر/ساعة، – 81.2 كيلوسعر/ساعة على التوالي، إضافة إلى ذلك فإن باجل تتفوق بصفه عامة على الحديدة سواء في الكسب الحراري نهارا أو الفقد الحراري ليلا في جميع الشهور باستثناء شهور الشتاء التي تتميز فيها الحديدة بفقد حراري بسيط يتراوح بين – 8.5 الى –23.9 كيلوسعر/ساعة، ويظهر تفوق

باجل عند مقارنة المتوسط السنوي للكسب والفقد الحراري بين المدينتين، فبينما يبلغ المتوسط السنوي للفقد الحراري والكسب الحراري لجسم الانسان في الحديدة 59.7 – 80.5 كيلوسعر/ساعة على التوالي، يرتفع في باجل الى 134.1 كيلوسعر/ساعة للكسب الحراري و – 142.2 كيلوسعر/ساعة للفقد الحراري، يعكس هذا التباين تأثير البحر ودوره في خفض درجات الحرارة العظمى نهارا في الحديدة، والمحافظة على المستوى الحراري ليلا وتمنعه من التدني خاصة في الشتاء. بالإضافة الى اختلاف درجة القارية بين المدينتين التي تزداد في سهل تهامة من الغرب الى الشرق (القحطاني، 2010م، ص7)

شكل(8) التوزيع الشهري للتوازن الحراري (ك سعر/س) لجسم الانسان في الحديدة



شكل(9)التوزيع الشهري للتوازن الحراري (ك سعر/س)لجسم الانسان في باجل



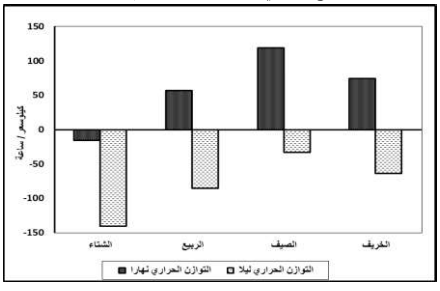
اعتمادا على ملحق(2)

أما على مستوى الفصول فمن ملاحظة جدول (2) والشكلين (10، 11) يتضح أن الصيف يسجل أقصى كسب حراري لجسم الانسان نهارا في المدينتين حيث وصل إلى 118.7 كيلوسعر/ساعة في الحديدة، و إلى198.2 كيلوسعر/ساعة في باجل، كما يسجل أدنى فقد حراري لجسم الانسان ليلا في كلا المدينتين حيث وصل إلى –32.9 ، –85.7 كيلوسعر/ساعة على التوالي، مما يعني أن السكان يشعرون بعدم الراحة أو الانزعاج خلال النهار في هذا الفصل نتيجة ارتفاع قيم الكسب الحراري في المدينتين، ويشعرون براحة نسبية خلال الليل. أما الشتاء فقد سجل أعلى الفصول في الفقد الحراري لجسم الانسان ليلا حيث

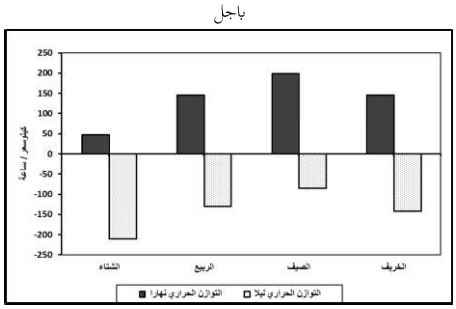
وصل إلى – 140.3 كيلوسعر/ساعة في الحديدة، وإلى – 210.7 كيلوسعر/ساعة في باجل، كما تميز الشتاء بفقد حراري بسيط نهارا في الحديدة يصل إلى – 15.9 كيلوسعر/ساعة، وسجل كذلك أدنى كسب حراري لجسم الانسان في باجل حيث بلغ 47 كيلوسعر/ساعة. أي أن السكان يشعرون شتاءً بالانزعاج وعدم الراحة في الليل نتيجة زيادة الفقد الحراري والبرودة النسبية في المدينتين، ويشعرون براحة نسبية نهارا في باجل وعدم راحة في الحديدة، ولذلك يلجأ السكان في المدينتين خلال هذا الفصل إلى استخدام الملابس الاثقل نسبيا مقارنة ببقية الفصول.

أما فصلي الربيع والخريف فهناك تقارب بينهما في معدلات الكسب والفقد في كل مدينة على حده، فقد سجلا كسبا حراريا لجسم الانسان يصل إلى 56.7كيلوسعر/ساعة، 74.5كيلوسعر/ساعة في الحديدة على التوالي، وسجلا معدلا فصليا متطابقا للكسب الحراري في باجل بلغ 145.6كيلوسعر/ساعة، وهنا يظهر تفوق باجل في الكسب الحراري نهارا خلال الفصلين، أما في الليل فقد بلغ الفقد الحراري لجسم الانسان – 85.1 كيلوسعر/ساعة ربيعا، وبلغ – 63.7كيلوسعر/ساعة خريفا في الحديدة، ويرتفع في باجل إلى – 130.3كيلوسعر/ساعة في الربيع والى– 141.9كيلوسعر/ساعة في الخريف.

شكل(10) التوزيع الفصلي للتوازن الحراري لجسم الانسان في الحديدة



شكل(11) التوزيع الفصلي للتوازن الحراري لجسم الانسان في باجل



اعتمادا على ملحق(2)

2-التوازن المائي:

من المعلوم ان جسم الانسان يحتوي على ثلثي وزنه من الماء، وتؤكد الد راسات أن أية زيادة أو نقصان عن هذه النسبة المرتفعة بمقدار 1% يمكن أن تسبب اضطرابات لجسم الإنسان، بينما لو نقصت بنسبة 10% فإن الإنسان يعجز عن المشي، وقد يتعرض للموت إذا نقصت بمقدار 20% ولم يُنقَذ بالماء اللازم بسرعة (موسى ، 1982م،ص95) وقد سبق الذكر أن التوازن المائي لجسم الانسان أحد المؤشرات التي تحدد طبيعة العلاقة بين عناصر المناخ ودرجة إحساس الإنسان بالراحة أو الضيق من الاحوال الجوية، وهناك ارتباط وثيق بين التوازن الحراري والتوازن المائي لجسم الإنسان، فبالإضافة إلى أهمية الماء في الحفاظ على حياة الانسان، فانه يلعب دورا كبيرا في تنظيم و موازنة درجة حرارة جسم الانسان، حيث يعمل على خفض حرارة الجسم عند بذل أي مجهود بدني، أو عند زيادة درجة حرارة الجو عن طريق عملية التعرّق Sweating. وتحدث عملية التعرّق عندما يعمل الجو على رفع حرارة الجسم، وهي عملية تبريد ميكانيكية تهدف إلى خفض حرارة الجسم الداخلية، وتستمر عملية التعرّق بارتفاع الحرارة إلى الحد الذي يتحتم على الانسان الابتعاد عن المؤثرات الجوية، بالبقاء داخل المسكن أو مكان العمل و استخدام اجهزة التبريد، ودون ذلك يعرض الانسان نفسه لخطر الموت في حالة استمرار الحرارة واستمرار عملية التعرّق، وباستمرارها تتأثر قوة ومناعة الجسم؛ حيث يزداد فقدان السوائل من الجسم وارتفاع نسبة الاملاح فيه (الراوي،1987م،ص642) أي أن عملية التعرّق تعد احدى الاستجابات الفسيولوجية للجسم لتخفيض حرارته، وتتم من خلال إفراز العرق من الغدد العرقيّة، و يتخلص جسم الانسان من حرارته الزائدة عن طريق تبخر العرق من سطح الجلد، الذي يأخذ حرارته الكامنة اللازمة

للتبخير من حرارة الجسم، وتعد الحرارة اللازمة لتبخير العرق من سطح الجلد حرارة مفقودة من جسم الانسان (طلبة، 2004م، ص274) ولهذا تعد عملية تبخر العرق من أهم العمليات فعالية في تبريد جسم الانسان حيث هي العملية التي يتحكم فيها جسم الانسان ويسيطر عليها أكثر من أية عملية اخرى من عمليات التبريد(طلبة، 2004م، ص266) وتسبب عملية البخر تأثيرا تبريديا يبلغ 2400 جول/لتر من العرق المفروز (الوكيل، سراج، 1989م، ص 229) و يفقد الإنسان حوالي 7 لترات من الماء يوميا عن طريق التعرّق في الطقس الحار, واذا لم تعوض تلك الكمية عن طريق شرب الماء فإن ذلك يقلل كفاءة ونشاط الدورة الدموية لان نقص الماء في الدم يجعله لزجا ثقيلا إلى حد لا يقوى معه القلب على دفعه بالسرعة اللازمة للتخلص من حرارة الجسم مما يؤدي إلى ارتفاعها ارتفاعا سريعا مفاجئا يؤدي إلى توقف المنظم الحراري في الجسم يعقبه الموت(الدليمي، 1990م ص154)عن (Loras&Margery,1964) خاصة أن الاعياء الناجم عن فقد الماء خادع احيانا حيث يمكن للمرء ان ينهار من نقص الماء في جسمه دون ان يدرك سبب انهياره ولقد سجلت حالات عديدة لأناس انهاروا رغم أنه كانت في حوزتهم أوعيه مملوءة بالماء، وهكذا فإن معرفة كميات التعرق يمكن أن تقدم فوائد لأي شخص يجد نفسه في ظروف ضغط حراري حتى عندما يكون في نزهة سيرا على الاقدام في يوم صيفي حار(موسى 2002م،ص158)

وتلعب الرطوبة النسبية هنا دورا هاما في عملية التوازن المائي ومن ثم التوازن الحراري لجسم الإنسان؛ فكلما زادت الرطوبة في الهواء نقص مقدار التبخر من جسم الإنسان، ومن ثم ضعفت قدرة الجسم على القيام بعملية التبريد الذاتية التي تعتمد على كمية تبخر العرق من جسم الإنسان. والنقص في التبخر من الجسم يعني بقاء الحرارة في الجسم (الكليبي,

2006م ص157، 158) لان الرطوبة النسبية المرتفعة المصحوبة بارتفاع درجة حرارة الهواء تعيق عملية تبخر العرق من سطح الجلد ؛ لأن الهواء يكون مشبعا ببخار الماء وتضعف قدرته على حمل المزيد منه؛ مما يؤدي إلى استمرار عملية التعرّق من الجسم إلى الحد الذي يبدأ فيه العرق يتصبب منه دون أن يتبخر، وتعد عملية تصبب العرق في هذه الحالة عملية فقدان لماء الجسم وليس وسيلة من وسائل تبريده، ويؤدي ذلك إلى نقص كبير للماء في الدم، مما يجعل الدم أكثر لزوجة وينهك القلب نتيجة للجهد الذي يبذله في ضخ هذا الدم اللزج مما يؤدي إلى زيادة الاستهلاك الحراري ويقل نشاط الجسم وتقل افرازاته. كما يؤدي العرق المفرط إلى نقص الملح (كلوريد الصوديوم) في الجسم مما يسبب التشنجات الحرارية. أما إذا كانت نسبة الرطوبة في الهواء منخفضة فإن ذلك يساعد على زيادة وسرعة تبخر العرق من سطح الجلد، وبالتالي انخفاض درجة حرارته وشعور الانسان بالراحة (طلبة، 2004م ج2،ص266) لان عملية تبخر العرق لكي تتم تحتاج إلى حرارة تكتسبها من جسم الإنسان ومن ثم تساعده على التخلص من الحرارة الزائدة ومن ثم تبريده مما يؤدي إلى الشعور بالراحة ولا سيما في أوقات الصيف الحارة (الكليبي, 2006م ص 158) ويتضح مما سبق أن عملية التعرّق إحدى أهم العمليات الطبيعية التي تساعد على تنظيم وموازنة حرارة جسم الانسان، لذلك استعمل عدد من الباحثين معدل افراز الجسم للعرق كقرينة لقياس مدى شعور الانسان بالراحة أو الضيق من الاحوال الجوية ومن هؤلاء الباحثين أدلف الذي حدد معدلات التعرّق (جرام في الساعة) بالنسبة للإنسان العادي في الاقاليم الصحراوية الجافة باستخدام المعادلتين التاليتين:

1-كمية العرق= 720+41(ح-33) بالنسبة لإنسان يمشي في الشمس.

2-كمية العرق= 400+39(ح-33) بالنسبة لإنسان يمشي في الليل (موسى 2002م، ص157) ومن تطبيق المعادلتين على مدينتي الحديدة وباجل والتي تظهر نتائجهما في جدول(3) والشكلين(12،13) يتضح أن هناك تصاعدا تدريجيا في كمية التعرّق من جسم الإنسان نهارا في الحديدة ابتداءً من يناير- الذي يسجل ادنى كمية تعرق489.2 جرام/ساعة- ليصل ذروته في نهار يوليو بكمية تعرق تبلغ حوالي 762.2 جرام/ساعة - ليعاود التناقص التدريجي حتى ديسمبر الذي يسجل كمية تعرق تبلغ حوالي 517.9 جرام/ساعة، وتختلف الصورة قليلا في باجل حيث تزداد كمية التعرّق نهارا ابتداءً من يناير بكمية تبلغ حوالي 598.6 جرام/ساعة حتى تصل إلى الذروة في يونيو بكمية 930.7جرام/ساعة لتتناقص تدريجيا خلال يوليو وأغسطس بكمية 899.2 جرام/ساعة، 879.1 جرام/ساعة على التوالي؛ لتعاود الارتفاع من جديد في سبتمبر إلى907 جرام/ساعة، ثم تتناقص تدريجيا مرة اخرى خلال الشهور الثلاثة الاخيرة من السنة.

وهنا ينبغي التأكيد أن زيادة كميات التعرق في المدينتين نهارا يتطلب تعويض النقص الحاصل في كمية الماء في جسم الانسان، وينبغي أن تكون مياه صحية وذات تركيب معدني مناسب، وهذا يتطلب رقابة صحية صارمة على مصادر مياه الشرب في المدينتين، بالإضافة الى ضرورة زيادة نصيب الفرد من المياه سواءً للشرب أو الاستخدامات الاخرى خاصة في الشهور التي تزداد فيها كمية التعرق.

أما في الليل فتقل كميات التعرق من جسم الإنسان بشكل واضح في الحديدة لتتراوح بين 40.8 جرام/ساعة في يناير، 290.8 جرام/ساعة في سبتمبر بمتوسط 181.5جرام/ساعة، وينعدم التعرق في باجل ليلا خلال خمسة شهور (نوفمبر، ديسمبر،

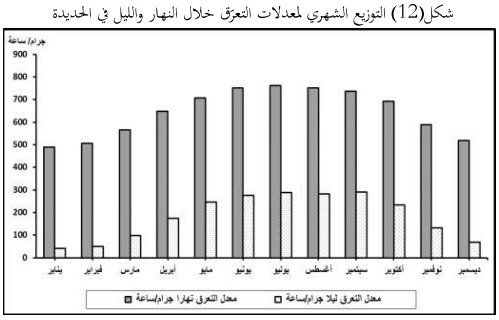
يناير، فبراير، مارس) والتي تسجل قيما سالبة، بينما تسجل بقية الشهور كميات تعرق قليلة نسبيا تتراوح بين 180.8جرام/ساعة في يونيو، 44.3 جرام/ساعة في اكتوبر.

جدول(3) التوزيع الشهري والفصلي لمعدلات التعرّق (ج/س) خلال النهار والليل في مدينتي الحديدة وباجل

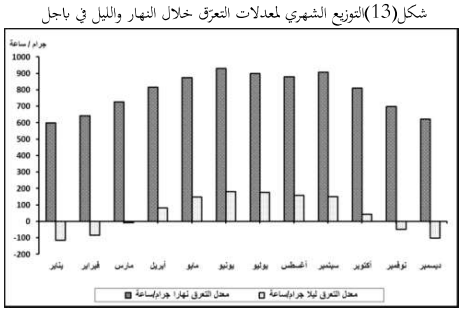
شهور وفصول السنة	مدينة الحديدة		بمدينة باجل	
	معدل التعرّق نهارا	معدل التعرّق ليلا	معدل التعرّق نهارا	معدل التعرّق ليلا
ديسمبر	517.9	68.5	621.6	- 101.4
يناير	489.2	40.8	598.6	- 115.2
فبراير	505.2	48.6	643.3	- 82.8
الشتاء	504.1	52.6	621.2	-99.8
مارس	564.6	97	727	- 7.2
أبريل	646.6	173.8	815.1	82.5
مايو	706.9	246	872.9	147.3
الربيع	639.4	172.3	805	74.2
يونيو	752	275.6	930.7	180.8
يوليو	762.2	288.9	899.2	175
أغسطس	750.3	282.2	879.1	157
الصيف	754.8	282.2	903	170.9
سبتمبر	736.4	290.8	907	151.2
أكتوبر	692.5	234.3	809	44.3
نوفمبر	588.4	130.9	699.1	- 47.7
الخريف	672.4	218.7	805	49.3

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على ملحق(1) الارقام بالسالب تعني انعدام العرق تماما من جسم الإنسان

شكل(12) التوزيع الشهري لمعدلات التعرّق خلال النهار والليل في الحديدة



شكل(13)التوزيع الشهري لمعدلات التعرّق خلال النهار والليل في باجل

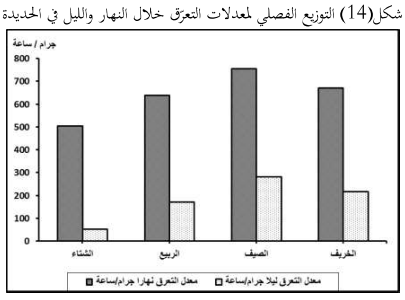


اعتمادا على ملحق(3)

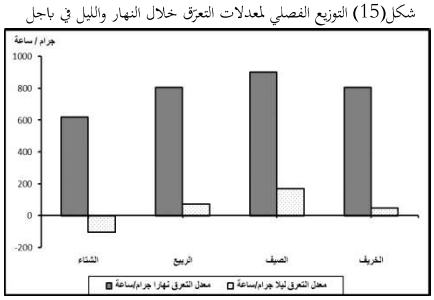
أما على مستوى فصول السنة فيسجل الصيف أكثر الفصول في كمية التعرق في المدينتين سواء نهارا أو ليلا وهذا

أمر طبيعي حيث يرتبط ذلك بزيادة درجة الحرارة وزيادة كمية الرطوبة خلال شهور هذا الفصل، وخلال هذا الفصل تتفوق باجل على الحديدة في معدل التعرق نهارا بمعدل 903جرام/ساعة؛ مقابل 754.8 جرام/ساعة في الحديدة، في حين يزداد معدل التعرق في الحديدة ليلا بمعدل 282.2 جرام/ساعة مقابل 170.9 جرام/ساعة في باجل، ويعود ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة الصغرى في الحديدة مقارنة بباجل. ويسجل الشتاء أدنى كمية تعرّق خلال النهار في المدينتين بمعدل 504.1 جرام/ساعة في الحديدة، 621.2جرام/ساعة في باجل. ويسجل أيضا أدني كمية تعرّق خلال الليل في الحديدة بمعدل 52.6 جرام/ساعة، في حين ينعدم التعرق خلال الليل في باجل شتاءً والذي يسجل قيمة سالبة تبلغ – 99.8جرام/ساعة. ويأتي الخريف في المرتبة الثانية بعد الصيف في كمية التعرّق نهارا وليلا في الحديدة بمعدل 672.4 جرام/ساعة، 218.7جرام/ساعة على التوالي، في حين يأتي الربيع في المرتبة الثالثة بمعدل 639.4جرام/ساعة نهارا، 172.3جرام/ساعة ليلا، أما في باجل فيسجل فصلي الربيع والخريف معدلا متساويا للتعرق نهارا يبلغ 805 جرام/ساعة، في حين يتفوق الربيع نسبيا في كمية التعرق ليلا بمعدل 74.2جرام/ساعة مقارنة بـ 49.3جرام/ساعة في الخريف.

شكل(14) التوزيع الفصلي لمعدلات التعرّق خلال النهار والليل في الحديدة



شكل(15) التوزيع الفصلي لمعدلات التعرّق خلال النهار والليل في باجل



اعتمادا على ملحق(3)

3-دليل الانزعاج Discomfort Index

وضعه توم Thom عام 1959م لتحديد درجة راحة الإنسان في ظل طروف مناخية معينة بالاعتماد على درجة الحرارة والرطوبة النسبية، أي انها تستخدم لتحديد فعل الحرارة والرطوبة على جسم الإنسان، وليس فعل البرودة، لذلك تستخدم في المناطق الحارة وللفترات الحارة من السنة التي تزيد حرارتها عن 14.5 ْم (موسى، 2002م، ص57،58) وتأخذ المعادلة الصيغة التالية: DI=T−0.55(1−0.1*RH)*(T−14.5)[1] ومن نتائج تطبيق المعادلة يمكن تحديد درجة مستوى الانزعاج حسب الحالة المناخية التي يوضحها جدول(4)وباستخدامها تم استخراج دليل الانزعاج ليلا ونهارا[2] لجميع شهور السنة في المدينتين والتي يوضحها ملحق(1)

جدول (4) مستويات دليل الانزعاج (DI) والشعور بالحالة المناخية

دليل الانزعاج	الشعور بالحالة المناخية
– اقل من 21	لا انزعاج (راحة)
21- 23.9	انزعاج نسبي (اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج)
24- 26.9	انزعاج متوسط (اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج)
27- 28.9	انزعاج شديد (اغلب السكان يشعرون بالانزعاج)
29- 31.9	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)
32 فاكثر	اجهاد شديد وخطر على الصحة

المصدر: بتصرف عن (3Bady, M. , 2014,p)

ومن دراسة ملحق(1) و الشكلين (16، 17) يتضح أن مستويات الانزعاج في الحديدة نهارا تتراوح بين انزعاج متوسط (25.4 في يناير) وانزعاج شديد جدا (30.3 في يوليو) ويتراوح في باجل أيضا بين انزعاج متوسط (26.5 في يناير) وانزعاج شديد جدا (30.7 في

1) حيث DI= دليل الانزعاج، T = درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية، RH = الرطوبة النسبية.

2) استخدمت بيانات الحرارة العظمى والصغرى وبيانات المتوسط الشهري للرطوبة النسبية لاستخراج دليل الانزعاج ليلا ونهارا لعدم توفر بيانات الرطوبة النسبية العظمى والصغرى.

أغسطس) أي أن مستويات الانزعاج خلال شهور السنة نهارا تسجل المستويات التالية:

1- انزعاج متوسط: يشعر أكثر من 50% من السكان بالانزعاج ويسجل هذا المستوى خلال أربعة شهور يناير، فبراير، مارس، ديسمبر في الحديدة وخلال شهري يناير وديسمبر في باجل.

2- انزعاج شديد: حيث يشعر أغلب السكان بالانزعاج وعدم الراحة ويسجل هذا الشعور خلال ثلاثة شهور هي: أبريل ، اكتوبر ، نوفمبر في الحديدة وخلال أربعة شهور هي فبراير، مارس، اكتوبر، نوفمبر في باجل.

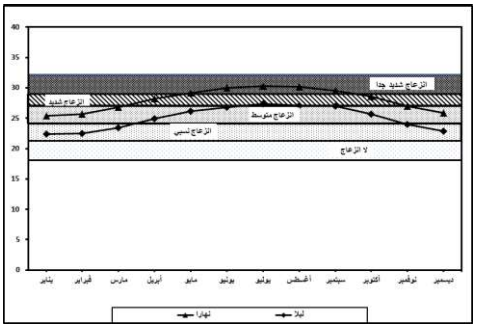
3- انزعاج شديد جدا: حيث يشعر كل شخص بالإجهاد، ويسجل هذا الشعور خلال خمسه شهور متصلة تمتد من مايو إلى سبتمبر في الحديدة، ويسجل خلال ستة شهور متصلة تبدأ من أبريل وتنتهي بسبتمبر في باجل.

أما في الليل فتتراوح مستويات الانزعاج في الحديدة بين انزعاج نسبي (22.4 في يناير) وانزعاج شديد (27.4 في يوليو) وتتراوح في باجل بين الراحة التامة (18.6 في يناير) والانزعاج النسبي (23.4 في يوليو واغسطس) ويمكن تقسيم الشعور ليلا خلال شهور السنة إلى المستويات التالية:

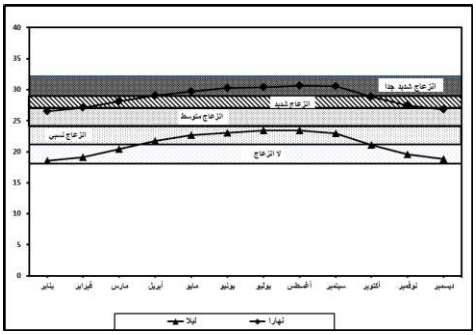
1-انزعاج شديد: ويسجل خلال ثلاثة شهور هي يوليو واغسطس وسبتمبر ويشعر فيها أغلب سكان الحديدة بالانزعاج ولا يسجل هذا الشعور في باجل.

2- انزعاج متوسط: ويسجل خلال خمسة شهور هي ابريل مايو يونيو، اكتوبر، نوفمبر ويشعر فيها أكثر من 50% من سكان الحديدة بالانزعاج ولا يسجل هذا الشعور في باجل.

شكل(16) التوزيع الشهري لدليل الانزعاج نهارا وليلا في الحديدة



شكل(17) التوزيع الشهري لدليل الانزعاج نهارا وليلا في باجل



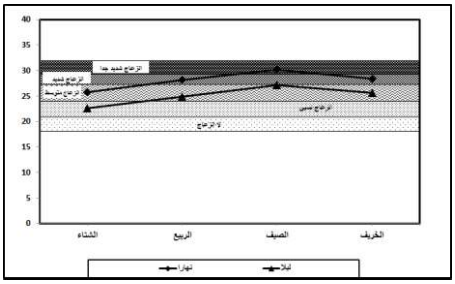
اعتماد على ملحق(5)

3- انزعاج نسبي: حيث يشعر أقل من 50% من سكان المدينتين بالانزعاج ويسجل هذا الشعور خلال أربعة شهور هي يناير، فبراير، مارس، ديسمبر في الحديدة ، وخلال سبعة شهور متصلة في باجل تمتد من أبريل إلى اكتوبر.

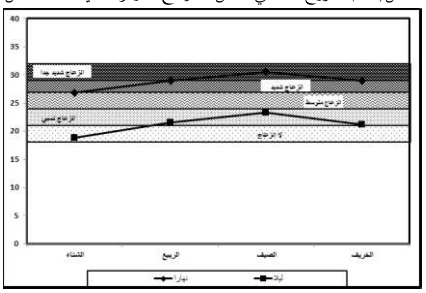
4- لا انزعاج: ويشعر فيها جميع السكان بالراحة التامة في باجل خلال خمسة شهور هي يناير، فبراير، مارس، نوفمبر، ديسمبر ولا يسجل هذا الشعور في أي شهر بالحديدة.

وفصليا يتضح من الشكلين (18، 19) أن الشتاء يسجل شعورا بالانزعاج المتوسط نهارا في المدينتين، في حين يسجل الربيع شعورا بالانزعاج الشديد في الحديدة والانزعاج الشديد جدا في باجل، ويسجل الصيف شعورا بالانزعاج الشديد جدا في المدينتين ، ويسجل الخريف نفس الشعور المسجل في الربيع اي شعورا بالانزعاج الشديد في الحديدة والانزعاج الشديد جدا في باجل؛ مما يجعل النهار في الحديدة أفضل نسبيا مما هو في باجل. وفي الليل يسجل الشتاء انزعاجا نسبيا في الحديدة وشعورا بعدم الانزعاج في باجل. في حين يسجل فصلي الخريف والربيع انزعاجا متوسطا في المدينتين، يضاف اليهما الصيف في باجل؛ الذي يسجل شعورا بالانزعاج الشديد في الحديدة.

شكل(18) التوزيع الفصلي لدليل الانزعاج نهارا وليلا في مدينة الحديدة



شكل(19) التوزيع الفصلي لدليل الانزعاج نهارا وليلا في مدينة باجل



اعتماد على ملحق(5)

4-دليل تبريد الرياح Wind-Chill Index (K)

يقدم هذا المقياس مستويات الاحساس بالبرودة عند حدود معينة من سرعة الرياح ودرة الحرارة (عبدالحكيم، الديب،2012م،ص56) ولذلك تستخدم هذه القرينة في قياس أثر كل من الرياح ودرجات الحرارة المنخفضة في التبريد، أي تقدير الأثر التبريدي الناتج عن اقتران درجة الحرارة المنخفضة مع رياح سريعة على جسم الإنسان(عبيدات،2007م، ص ص17، 18) وقد وضعت هذه القرينة من قبل العالمان سيبل وباسل عام 1945م، وعرفاها بأنها عبارة عن مقياس لكمية الحرارة التي يستطيع الهواء امتصاصها خلال ساعة زمنية من سطح مكشوف مساحته واحد متر مربع، وهي محصلة تجارب عديدة اجريت في القارة القطبية الجنوبية على معدلات تجمد الماء الموضوع في اسطوانات بلاستيكية تحت ظروف حرارية و ريحية معينة (موسى 2002م،صـ49) وقد ركزا في تجاربهما على فقدان الحرارة من الجسم عند سرعات رياح محددة (بدرالدين، 2008م، صـ7) ويمكن ايجاد دليل تبريد الرياح من المعادلة التالية : $K=(33-T)(10\sqrt{V}+10.45-V)$ [1] (موسى 2002م،صـ49)

1) حيث K= قرينة تبريد الرياح (كيلو حريرة/م2/ ساعة) ، T= درجة حرارة الهواء(درجة مئوية)، V= سرعة الرياح(م/ثانية) ، 33= ثابت يمثل درجة حرارة الجلد البشري (درجة مئوية)

وقد وضعت عتبات لحدود درجات الراحة وفقاً لهذه القرينة يوضحها جدول(5) وغالبا ما يستخدم هذا الدليل في حالات الجو البارد الذي يكون للرياح فيه تأثير كبير على إحساس الإنسان بحالة الجو، حيث تعمل الرياح على إزالة الهواء الدافئ الملامس للجسم واستبداله بهواء أكثر برودة؛ يؤدي إلى زيادة الفرق الحراري بينهما؛ فيزيد معدل الفقد الحراري من الجسم، مما يزيد من إحساسه بالبرودة ويسمى ذلك بالتبريد الناتج عن هبوب الرياح، أما في الجو الحار الذي تقل درجة حرارته عن 33 ْم (متوسط حرارة الجلد) فإن حركة الهواء تقوم بإزالة الهواء الرطب الملامس للجسم واستبداله بهواء جاف يساعد على زيادة التبخر من سطح الجلد، ومن ثم الاحساس بتلطيف الجو، بينما في الجو الحار الذي تزيد درجة الحرارة فيه عن 33 ْم فإن حركة الهواء تعمل على ازاحة الهواء الملامس للجسم واحلال هواء أكثر حرارة منه تفوق حرارته معدل الفقد الحراري من الجسم بسبب التبخر، ويعمل هذا الهواء على زيادة الشعور بالحر، خاصة أن الجسم تحت هذه الظروف يكون في أمس الحاجة إلى التخلص من حرارته الزائدة (الدليمي، 1990م، ص117, 118) يقيس هذا الدليل مستويات الراحة في الهواء الطلق والبيئة الخارجية، ولذلك يعد مكملا للقرائن السابقة التي تستخدم لقياس مستويات الراحة داخل المنازل والمكاتب أي في البيئة الداخلية.

جدول(5) دليل تبريد الرياح و درجة الاحساس بتبريد الرياح

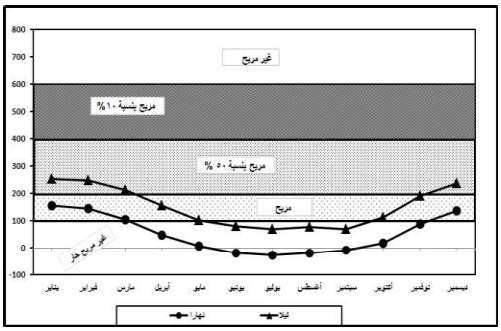
دليل تبريد الرياح كيلو حريرة/م2/ ساعة	الاحساس
اقل من الصفر	شديد الحرارة
0 - 50	حار (غير مريح)
50 - 100	دافئ (غير مريح)
100 - 200	لطيف (مريح)
200 - 400	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
400 - 600	اميل للبرودة (مريح بنسبة 10%)
600 - 800	بارد (غير مريح)
800 - 1000	بارد جدا (غير مريح)

100- 1200	قارس البرودة(غير مريح)
1200 - 1400	يتجمد اللحم المكشوف
1400 - 2000	يتجمد اللحم المكشوف في دقيقة واحدة
2000 - 2500	لا يحتمل

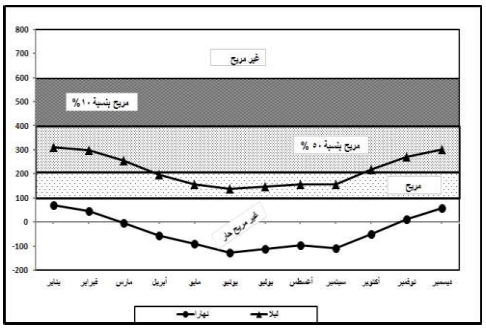
المصدر: موسى 2002م،ص50.،

وبتطبيق المعادلة السابقة والتي ظهرت نتائجها في ملحق(2) ومن دراسته وملاحظة الشكلين (20، 21) يتضح ما يلي: أن تأثير تبريد الرياح في النهار يتراوح بين المريح وشديد الحرارة في الحديدة وبين الدافئ غير المريح وشديد الحرارة في باجل؛ وهذا يعنى أن النهار في الحديدة أفضل نسبيا مما هو في باجل نتيجة تأثير نسيم البحر.

شكل(20) التوزيع الشهري لدليل تبريد الرياح نهارا وليلا في مدينة الحديدة



شكل(21) التوزيع الشهري لدليل تبريد الرياح نهارا وليلا في مدينة باجل



اعتماد على ملحق(6)

ويمكن تقسيم الشعور بتأثير الرياح نهارا في المدينتين خلال شهور السنة إلى أربعة مستويات هي:

1-لطيف(مريح): ويسجل هذا الشعور خلال أربعة شهور هي يناير، فبراير، مارس، ديسمبر في الحديدة ويكون فيها تأثير الرياح لطيفا ومنعشا، ولا يسجل هذا الشعور في أي في باجل.

2- دافئ(غير مريح): ويسجل خلال نوفمبر في الحديدة، وخلال يناير، فبراير في باجل.

3- حار(غير مريح): ويسجل خلال ثلاثة شهور هي أبريل, مايو، أكتوبر في الحديدة، وخلال فبراير، نوفمبر في باجل.

4-شديد الحرارة: ويسجل خلال أربعة شهور متصلة من يونيو، إلى سبتمبر في الحديدة، وخلال ثمانية شهور متصلة من مارس الى اكتوبر في باجل. وتصبح الرياح خلال هذه الشهور عاملا مساعدا على زيادة شعور سكان المدينتين بدرجة حرارة الجو؛ وبالتالي الشعور بالضيق الشديد.

وفي الليل يكون تأثير تبريد الرياح أكثر وضوحا مما هو في النهار؛ حيث يتراوح تأثيرها بين المريح والمائل للبرودة في المدينتين وإن كان تأثيرها في باجل أكثر وضوحا. ويمكن تقسيم الشعور ليلا في المدينتين خلال شهور السنة إلى ثلاثة مستويات هي:

1- لطيف(مريح): يسجل هذا الشعور خلال أربعة شهور هي أبريل, مايو، اكتوبر، نوفمبر في الحديدة ويكون تأثير الرياح فيها ليلا لطيفا ومنعشا، و يسجل خلال ستة شهور متصلة من أبريل إلى سبتمبر في باجل.

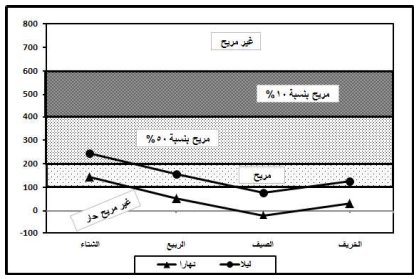
2- دافئ(غير مريح): يسجل خلال أربعة شهور متصلة تمتد من يونيو الى سبتمبر في الحديدة، ولا يسجل هذا الشعور في أي في باجل.

3-مائل للبرودة: يزداد تأثير الرياح التبريدي ولذلك يشعر 50% من سكان المدينتين بعدم الراحة ويسجل هذا الشعور خلال أربعة شهور هي يناير، فبراير، مارس، ديسمبر في الحديدة، وخلال ستة شهور تضم يناير، فبراير، مارس، أكتوبر، نوفمبر, ديسمبر في باجل.

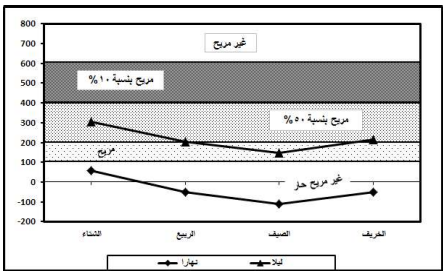
أما فصليا فمن ملاحظة الشكلين(22، 23) يتضح أن تأثير الرياح في الحديدة شتاءً يكون لطيفا ومنعشا في النهار ومائلا للبرودة في الليل، ويكون دافئا غير مريح نهارا ومائلا

للبرودة ليلا في باجل. ومع تزايد درجات الحرارة خلال شهور الربيع يصبح تأثير الرياح دافئا غير مريح نهارا في الحديدة وشديد الحرارة في باجل. ويكون الليل مريحا في الحديدة ومائلا للبرودة في باجل.

شكل(22) التوزيع الفصلي لدليل تبريد الرياح نهارا وليلا في مدينة الحديدة



شكل(23) التوزيع الفصلي لدليل تبريد الرياح نهارا وليلا في مدينة باجل



اعتماد على ملحق(6)

ويزداد الاحساس بحرارة الجو خلال شهور الصيف الذي يسجل شعورا شديد الحرارة في المدينتين نهارا، ودافئ غير مريح ليلا في الحديدة ومريحا منعشا في باجل. ومع دخول فصل الخريف يستمر زيادة الاحساس بحرارة الجو خلال النهار في المدينتين الذي يسجل احساسا حارا وشديد الحرارة في الحديدة وباجل على التوالي، وتنعكس الصورة تماما ليلا خلال هذا لفصل الذي يسجل تأثيرا منعشا ولطيفا للرياح في الحديدة ، ومائلا للبرودة في باجل وهو انعكاس طبيعي لاختلاف المدى الحراري اليومي بين المدينتين.

– النتائج والتوصيات:

توصلت الدراسة أن الكسب الحراري لجسم الانسان في المدينتين يتركز في النهار فقط في جميع الشهور باستثناء شهور الشتاء في الحديدة، وأن جسم الانسان ليلا في المدينتين يعاني من فقد حراري تبلغ ذروته خلال شهور الشتاء، وأن هناك تباين بين المدينتين في التوازن الحراري لجسم الانسان نهارا وليلا. ويسجل الصيف أقصى كسب حراري لجسم

الانسان نهارا، ويسجل كذلك أدنى فقد حراري لجسم الانسان ليلا في المدينتين. ويسجل الشتاء أعلى الفصول في الفقد الحراري لجسم الانسان ليلا في المدينتين، ويتميز بفقد حراري بسيط نهارا في الحديدة، و يسجل كذلك أدنى كسب حراري لجسم الانسان في باجل نهارا.

وأظهرت الدراسة أن كمية التعرّق من جسم الإنسان نهارا في الحديدة تتصاعد تدريجيا ابتداءً من يناير لتصل ذروتها خلال يوليو؛ ثم تتناقص تدريجيا حتى ديسمبر، وفي باجل تزداد كمية التعرّق نهارا ابتداءً من يناير حتى تصل إلى الذروة في يونيو لتتناقص تدريجيا خلال يوليو وأغسطس؛ لتعاود الارتفاع من جديد في سبتمبر، ثم تتناقص تدريجيا مرة اخرى خلال الشهور الثلاثة الاخيرة من السنة. أما في الليل فتقل كميات التعرق من جسم الإنسان بشكل واضح في الحديدة، وينعدم التعرق في باجل ليلا خلال خمسة شهور هي نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير، مارس، وتسجل بقية الشهور كميات تعرق قليلة نسبيا. وفصليا يعد الصيف أكثر الفصول في كمية التعرق في المدينتين ليلا ونهارا، و تتفوق باجل على الحديدة في معدل التعرق نهارا خلال هذا الفصل، في حين يزداد معدل التعرق في الحديدة ليلا عما هو في باجل. ويسجل الشتاء أدنى كمية تعرّق خلال النهار في المدينتين. ويسجل أيضا ادنى كمية تعرّق خلال الليل في الحديدة ، و ينعدم التعرق خلال هذا الفصل في ليلا في باجل.

وتوصلت الدراسة أن دليل الانزعاج في المدينتين نهارا يسجل ثلاثة مستويات هي: انزعاج متوسط، انزعاجا شديد، انزعاجا شديد جدا. ويسجل في الليل أربعة مستويات هي: انزعاج شديد ،انزعاج متوسط، انزعاج نسبي، ولا انزعاج (راحة تامة) وفصليا يسجل الشتاء شعورا بالانزعاج المتوسط نهارا في المدينتين، وانزعاجا نسبيا في الحديدة وشعورا بعدم

الانزعاج في باجل في الليل. ويسجل الصيف شعورا بالانزعاج الشديد جدا في المدينتين نهارا، ويسجل الليل انزعاجا متوسطا في باجل وانزعاجا شديدا في الحديدة.

وتوصلت الدراسة كذلك أن تأثير تبريد الرياح في النهار يتراوح بين المريح وشديد الحرارة في الحديدة وبين الدافئ غير المريح وشديد الحرارة في باجل. و يتراوح في الليل بين المريح والمائل للبرودة في المدينتين. و يسجل الشعور بتأثير الرياح نهارا في المدينتين خلال شهور السنة أربعة مستويات هي: اللطيف المنعش ، الدافئ غير المريح ، الحار غير المريح، الشديد الحرارة. ويسجل الشعور بتأثير الرياح ليلا في المدينتين خلال شهور السنة ثلاثة مستويات هي: اللطيف المنعش ، الدافئ غير المريح ، والمائل للبرودة. وفصليا يكون تأثير الرياح في الحديدة شتاءً لطيفا ومنعشا في النهار ومائلا للبرودة في الليل، ويكون دافئا غير مريح نهارا ومائلا للبرودة ليلا في باجل. ويسجل الصيف شعورا شديد الحرارة في المدينتين نهارا، ودافئا غير مريح ليلا في الحديدة ومريحا منعشا في باجل. ومن خلال المؤشرات السابقة يمكن القول أن النهار في الحديدة افضل نسبيا مما هو في باجل وأن الليل في باجل افضل نسبيا مما هو في الحديدة.

وتوصي الدراسة بما يلي:

1- ضرورة توفير الراحة الحرارية وتبريد الهواء داخل المباني السكنية وأماكن العمل كالمصانع والمدارس والجامعات نهارا وخاصة خلال الشهور الحارة، وتوفير الكهرباء بأسعار مناسبة.

2- التوعية بأهمية تعويض النفص في كمية المياه المفقودة خلال النهار نتيجة زيادة كمية التعرق خاصة في الشهور الحارة.

3- تقليل ساعات العمل اليومية خلال الشهور الحارة، والتوعية بخطورة التعرض لأشعة

الشمس بشكل مباشر.

4- مراعاة معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية والمدارس والمكاتب... الخ بما يتوافق مع طبيعة المناخ في مدينتي الحديدة وباجل وغيرها من مدن سهل تهامة، وهذا يتطلب دراسة أخرى لتحديد معايير تصميم المباني في سهل تهامة.

5- اجراء دراسة للأنماط السكنية في سهل تهامة سواء في المدن أو الارياف وتحديد مدى توافقها مع الظروف المناخية السائدة وعلاقة ذلك براحة الإنسان.

6- زيادة المساحات الخضراء في المدينتين وغيرها من المدن وتشجير الشوارع الرئيسية والفرعية وحول المنازل والمباني لزيادة التظليل والمساهمة في تعديل الظروف المناخية.

المصادر والمراجع:

- الجهاز المركزي للإحصاء (2004م) النتائج النهائية للتعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت ، التقرير الأول محافظة الحديدة ، بدون تاريخ.

- مصلحة المساحة، صنعاء(1985م ، 1986م) خرائط طبوغرافية بمقياس 1 :50000 ، لوحتي الحديدة ،باجل ، طبعت بمعرفة إدارة المسح لما وراء البحار، المملكة المتحدة.

- أبو عيانه، فتحي محمد (1987م) مدخل إلى التحليل الإحصائي في الجغرافيا البشرية، الإسكندرية، دار المعرفة الجامعية.

- أحمد، بدر الدين يوسف محمد (2008م) راحة الإنسان الحرارية في المملكة العربية السعودية بتطبيق بعض القرائن الحيوية – المتيورولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة الزقازيق، العدد 46. (ملف بصيغة word11 صفحة)

- الاحيدب، إبراهيم بن سليمان (1423هـ) المناخ والحياة: دراسة في المناخ التطبيقي، الرياض.

- الإمام، الإمام عمر (2010م) المناخ وأثره في تحديد الشعور البشري بالراحة في منطقة البحر الأحمر (مدينتا بورتسودان و أركويت أنموذجاً) رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية

الآداب – جامعة الخرطوم.

– بدوي، هشام داود صدقي(2020م) تقييم كفاءة قاعدة البيانات المناخية العالمية POWER في رصد بيانات درجة الحرارة السطحية في مصر، مجلة البحث العلمي في الآداب) العلوم الاجتماعية والإنسانية العدد 21، ج6، يوليو،ص291–333.

– الجبلى، عبد الملك على ثابت (2000م) الموارد المناخية الفسيولوجية في اليمن، دراسة أولية، أعمال وبحوث وتوصيات الملتقى الثاني للجغرافيين العرب، الجزء الاول ، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة 20– 23 نوفمبر، ص 495–506.

–الخفاف، عبده على، خضير، ثعبان كاظم (1999م) المناخ والانسان، ط1، عمّان، الاردن، دار المسيرة.

– الدليمي، مهدي حميد فرحان (1990م) اثر المناخ على صحة وراحة الانسان في العراق دراسة في المناخ التطبيقي الطبي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية ، جامعة بغداد.

– الدميني، عبدالحق غالب، حلبوني، غسان(2009م) معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية في عدد من المدن اليمنية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد 25– العدد 2،ص 399–430.

– الراوي، صباح محمود (2007م) المناخ وعلاقته بتكييف الهواء في مدينة الرمادي العراقية، مجلة الجمعية الجغرافية اليمنية، العدد 4، صنعاء، ص ص214–222.

– الراوي، عادل سعيد (1987م) تقييم مناخ الاردن لغرض الاصطياف، مجلة آداب المستنصرية، العدد 15، الجامعة المستنصرية، بغداد، ص 637–653.

– الراوي، عادل سعيد ، السامرائي، قصي عبدالمجيد (1990م) المناخ التطبيقي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، بغداد.

– الزعفراني، عباس محمد (2000م) "التصميم المناخى للمنشآت المعمارية، مدخل كمي لتقييم الأداء المناخى للغلاف الخارجي للمبنى وتفاعله مع محيطه العمراني" (رسالة دكتوراه

غير منشورة)، جامعة القاهرة.

– شحادة، نعمان (1983م) المناخ العملي، عمان، الاردن، مطبعة النور النموذجية.

– الشميري، جيهان علي عبدالغني (2007م) التحليل الجغرافي لمرض الملاريا في اقليم سهل تهامة (1995–2004م) دراسة في الجغرافيا الطبية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة صنعاء.

– طلبة، شحاتة سيد أحمد (2004م ج1) المقومات الطبيعية للسياحة بمنطقة ينبع بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية العدد43، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، ص 169–213.(2004م ج2) أثر المناخ على راحة الانسان بمنطقة المدينة المنورة دراسة في المناخ التطبيقي، المجلة الجغرافية العربية، العدد44، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، ص257–294.

– عبدالحكيم، محمد صبحي، الديب، حمدي أحمد (2012م) جغرافية السياحة، القاهرة، مكتبة الانجلو المصرية.

– عبيدات، سهاد احمد (2007م) خصائص الراحة الحرارية في الاردن، رسالة ماجستير غير منشورة، عمادة الدراسات العليا ، جامعة مؤتة.

– العشاوي، عبدالحكيم ناصر (2007م) التطور العمراني لمدينة الحديدة، مجلة الجمعية الجغرافية اليمنية، العدد 4، صنعاء، ص240–274.

– علي، عبدالله حيدر سالم (2003م) خصائص مناخ اليمن السياحي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة البصرة.

---------(2008م) المناخ وعلاقته بالأنشطة الصناعية والتلوث في البيئة الساحلية اليمنية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب –جامعة دمشق.

– علي، عبدالناصر رشاش (2005م) المناخ وأثره على النشاط البشري بمحافظتي دمياط وسوهاج بمصر دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية

الآداب، جامعة طنطا.

– عنبر، محمود عبدالفتاح (2012م)أثر المناخ على راحة الانسان في شرقي دلتا النيل، مجلة كلية الآداب الانسانيات والعلوم الاجتماعية، المجلد 72 ، العدد 7، اكتوبر، جامعة القاهرة، ص ص267–319.

– غانم، علي أحمد (2010م) المناخ التطبيقي، ط1، عمّان، الاردن، دار المسيرة.

– القحطاني، ياسين أحمد عبدالله (2010م) المشكلات البيئية المرتبطة بالمناخ في الجزء الأوسط من سهل تهامة بالجمهورية اليمنية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

– الكليبي، فهد بن محمد (2006م) تحديد مستويات الراحة المناخية البشرية الشهرية في مناطق المملكة العربية السعودية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، المجلد32، العدد120، الكويت، ص 153–187.

– مندور، مسعد سلامة مسعد (2011م) الاقاليم الجغرافية للرطوبة النسبية بالمملكة العربية السعودية ودورها في تحديد اقاليم السياحة البيئية، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، سلسلة الإصدارات الخاصة، العدد 31، نوفمبر.

– موسى، علي حسن (1982م) الوجيز في المناخ التطبيقي، ط1،دمشق، دار الفكر.

(2002م) المناخ الحيوي،ط1، دمشق، دار نينوى.

– الوكيل، شفق العوضي ، سراج، محمد عبدالله (1989م) المناخ وعمارة المناطق الحارة، ط3،القاهرة، عالم الكتب.

– يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف (1987م) العناصر المناخية – دراسة جغرافية في مفهوم التوازن، سلسلة دراسات عن الشرق الأوسط رقم 35، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس.

-Al-Jibly, A.A,(1993) Human Climatology of Republic of Yemen ,The Climate of Yemen and its impact on the Population, A thesis for the degree of doctor of

Philosophy of Arts ,Univ. of Birmingham, England.
-Assael, M. J., Kakosimos, K. E., Anloniadis,K. , Assael,D. J-A. M. (2010) Applying Thermal Comfort Indices to Investigate Aspects of the Climate in Greece. International Review of Chemical Engineering, Vol. 2, n. 2 March, p204-209
- Bady , M. (2014) Analysis of Outdoor Human Thermal Comfort within Three Major Cities in Egypt. Open Access Library Journal, 1: e457. http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1100457
-Epstein, Y. & Moran, D. S. (2006) Thermal comfort and the heat stress indices, Industrial Health, 44, p 388–398.
- Hobbs, J.E., (1980) Applied Climatology A Study of Atmospheric Resources, Wm Dawson & Sons Ltd, London.
-Stathopoulou, M., Cartalis,C., Keramitsoglou, I., Santamouris, M. (2005) Thermal remote sensing of Thom's Discomfort Index (DI): Comparison with in situ measurements, Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology V, edited by Manfred Ehlers, Ulrich Michel, Proc. of SPIE Vol. 5983, 59830K .p1-9
-https://power.larc.nasa.gov/cgi-bin/cgiwrap/solar/agro.cgi

ملحق(1) التوزيع الشهري والفصلي لدليل الانزعاج في النهار والليل والشعور بالحالة المناخية في مدينتي الحديدة وباجل

شهور وفصول السنة	مدينة الحديدة				مدينة باجل			
	DI نهارا	الشعور بالحالة المناخية	DI ليلا	الشعور بالحالة المناخية	DI نهارا	الشعور بالحالة المناخية	DI ليلا	الشعور بالحالة المناخية
ديسمبر	25.9	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	22.9	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	26.8	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	18.8	لا انزعاج
يناير	25.4	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	22.4	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	26.5	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	18.6	لا انزعاج
فبراير	25.7	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	22.5	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	27.1	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	19.1	لا انزعاج
الشتاء	25.7	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	22.6	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	26.8	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	18.8	لا انزعاج
مارس	26.8	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	23.4	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	28.1	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	20.4	لا انزعاج
أبريل	28.2	أغلب السكان يشعرون بالانزعاج	24.9	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	29.1	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	21.7	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
مايو	29.2	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	26.2	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	29.7	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	22.7	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج

الربيع	28.1	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	24.8	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	29	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	21.6	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
يونيو	30	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	26.8	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	30.3	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	23.1	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
يوليو	30.3	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	27.4	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	30.4	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	23.4	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
أغسطس	30.2	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	27.1	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	30.7	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	23.4	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
الصيف	30.2	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	27.1	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	30.5	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	23.3	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
سبتمبر	29.5	انزعاج شديد (كل شخص يشعر بالإجهاد)	27	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	30.6	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	23	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
أكتوبر	28.6	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	25.7	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	28.9	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	21.1	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج
نوفمبر	27	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	24	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	27.5	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	19.6	لا انزعاج
الخريف	28.4	اغلب السكان يشعرون بالانزعاج	25.6	اكثر من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج	29	انزعاج شديد جدا (كل شخص يشعر بالإجهاد)	21.2	اقل من 50% من السكان يشعرون بالانزعاج

شهور وفصول السنة	مدينة الحديدة			مدينة باجل		
	Kنهارا	الاحساس	Kليلا	Kنهارا	الاحساس	Kليلا	الاحساس
ديسمبر	136.6	لطيف (مريح)	235.4	56.1	دافئ (غير مريح)	300.7	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
يناير	154.9	لطيف (مريح)	253.3	69.9	دافئ (غير مريح)	311.9	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
فبراير	144.3	لطيف(مريح)	248.1	45.1	حار(غير مريح)	298.4	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
الشتاء	145.3	لطيف (مريح(	245.6	57	دافئ (غير مريح(	303.7	مائل للبرودة (مريح بنسبة(%50
مارس	103.4	لطيف (مريح)	212	-4.1	شديد الحرارة	254.1	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
أبريل	48.4	حار(غير مريح)	156.7	-56.2	شديد الحرارة	197.3	لطيف (مريح)
مايو	8.2	حار(غير مريح)	100.7	-89.5	شديد الحرارة	155.5	لطيف (مريح)
الربيع	53.3	دافئ (غير مريح(	156.5	-49.9	شديد الحرارة	202.3	مائل للبرودة (مريح بنسبة% 50
يونيو	-19.9	شديد الحرارة	81.2	-126.3	شديد الحرارة	138.1	لطيف (مريح)
يوليو	-27	شديد الحرارة	68.1	-111.9	شديد الحرارة	147.8	لطيف (مريح)
أغسطس	-19.1	شديد الحرارة	77.8	-97.7	شديد الحرارة	156.9	لطيف (مريح)
الصيف	-22	شديد الحرارة	75.7	-112	شديد الحرارة	147.6	لطيف (مريح(
سبتمبر	-10.1	شديد الحرارة	70.7	-110.5	شديد الحرارة	154.7	لطيف (مريح)
أكتوبر	17.9	حار(غير مريح)	113.5	-51.7	شديد الحرارة	217.3	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
نوفمبر	89.2	دافئ (غير مريح)	191.7	12	حار(غير مريح)	270.3	مائل للبرودة (مريح بنسبة 50%)
الخريف	32.3	حار (غير مريح(	125.3	-50.1	شديد الحرارة	214.1	مائل للبرودة (مريح بنسبة(%50

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على ملحق (1)

ملحق(2)

التوزيع الشهري والفصلي لدليل تبريد الرياح (كيلوكالوري/م2/ساعة) نهارا وليلا والشعور بالحالة المناخية في مدينتي الحديدة وباجل

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على ملحق (1)