المناخ الفسيولوجي في مدينتي مكة المكرمة وابها بالمملكة العربية السعودية (دراسة في المناخ التطبيقي)

د/ مشاعل فهد مطلق العتيبي

أستاذ الجغرافيا المناخية المساعد – قسم الجغرافيا –كلية الاداب– جامعه الملك فيصل – الاحساء– المملكة العربية السعودية

المستخلص

تكمن أهمية هذه الدراسة في إطار المناخ الفسيولوجي وتأثيره على راحة الإنسان في مدينتي مكة المكرمة وابها كدراسة مقارنة ؛ لتحديد مدى الراحة الفسيولوجية لجسم الإنسان وتأثيرها على كافة أنشطته، حيث تختلف راحة الانسان اختلافاً كلياً بين منطقتي الدراسة تبعا لاختلاف موقعهما وارتفاعهما عن مستوى سطح البحر، وايضاً اختلاف الخصائص المناخية والتباين الحرارى لكل منهما ، وبالتالي انعكاس ذلك على الاختلاف بين مستوى الراحة وموسمها والتأثير على الوظيفة السياحية لكليهما ؛ فمكة المكرمة كرمها الله تعالى كونها قبلة المسلمين وتوافد ملايين الحجاج والمعتمرين إلى بيت الله الحرام لأداء مناسكهم ، بينما يتوافد السياح لابها من داخل المملكة وخارجها نظراً لاعتدال مناخها وكثافة الغطاء النباتي بها ومناظرها الخلابة ،وقد تم استخدام الأسلوب الكارتوجرافى لتوضيح مدى الاختلافات والمقارنة بينهما ، فضلاً عن استخدام البيانات المناخية للفترة من(١٩٨٥– ٢٠١٩) م لدراسة العناصر المناخية واثرها على راحة الانسان بهما ، وقد اتجهت الدراسة إلى وضع علاقة كمية تربط بين الظروف المناخية ومدى تأثيرها على الراحة الفسيولوجية لجسم الإنسان ؛ لمعرفة مدى إحساس الإنسان بالراحة أو الانزعاج ، وبناء على ذلك تم دراسة التوازن الحرارى والمائي لجسم الانسان ، إضافة إلى عدد من المعايير التي يعتمد في قياسها على بعض العناصر المناخية مثل معامل جفني واوليفر وقرينة توم ومعيار تيرجنج ، حيث اتفقت المعايير جميعها على أن الراحة الفسيولوجية لمدينة مكة المكرمة تتحقق في فصل الشتاء بينما اتصفت باقي فصول العام بها بالانزعاج وعدم الراحة؛ نظراً لارتفاع درجات الحرارة ، بينما تحققت الراحة الفسيولوجية لمدينة ابها في فصل الصيف نظراً لاعتدال درجة الحرارة بها عن باقى مناطق المملكة ، بينما كان فصل الشتاء بها فصل غير مريح للإنسان حيث تسود البرودة .

الكلمات المفتاحية :

المناخ الفسيولوجي – الراحة الفسيولوجية – التوازن المائي والحرارى – القرائن المناخية

Physiological Climate in the Cities of Mecca and Abha, Saudi Arabia (A Study in Applied Climatology)

Abstract

The aim of this study is the importance of the physiological climate and its impact on human comfort in the cities of Mecca and Abha as a comparative study. This analysis seeks to determine the extent of human physiological comfort and its influence on overall activities. Human comfort varies significantly between the two regions due to differences in their geographical location, altitude above sea level, climatic features, and thermal variations. These factors lead to disparities in the level of comfort, its seasonal occurrence, and its effects on the tourism functions of each cit . Mecca, honored by Allah as the Qibla for Muslims, welcomes millions of pilgrims and visitors annually to perform Hajj and Umrah rituals at the Holy Mosque. In contrast, Abha attracts tourists from across the Kingdom and abroad due to its moderate climate, rich vegetation, and picturesque landscapes. The cartographic approach was utilized to illustrate and compare the variations between the two regions, alongside using climatic data from 1985 to 2019 to examine the climatic elements and their impact on human comfort. The study aimed to establish a quantitative relationship between climatic conditions and their effect on physiological comfort, identifying the extent of human comfort or discomfort. Based on this, the thermal and water balance of the human body was examined, in addition to several indices that depend on climatic factors, such as the Givoni, Oliver, Thom, and Terjung indices.The results revealed that physiological comfort in Mecca is achieved during the winter season, while the rest of the year is marked by discomfort due to high temperatures. On the other hand, physiological comfort in Abha is achieved during the summer season, thanks to its moderate temperature compared to other regions in the Kingdom, making it a desirable tourist destination. However, Abha's winter season is considered uncomfortable due to the prevailing cold weather.

Keywords:

Physiological climate – Physiological comfort – Thermal and water balance – Climatic indices

مقـــــدمة :

لقد أصبح الاهتمام بدراسات المناخ الفسيولوجي من أهم الدراسات التطبيقية التي يتجه اليها المختصون نظراً لأهمية مجالها التطبيقي في معرفة الظروف المناخية المثالية لراحة الانسان .

ويعرف المناخ الفسيولوجي بأنه العلم الذى يهتم بدراسة تأثير العناصر المناخية على الإنسان ، والتغيرات الفسيولوجية التي تحدث في الجسم نتيجة تلك التأثيرات (زكري ، ٢٠٠٨ ، ص ٣٨) .

ومما لاشك فيه هناك علاقة بين راحة الانسان والمناخ الذى يعيش فيه ، حيث أن الوظائف الفسيولوجية تستجيب لتغيرات الطقس مما يؤثر على راحته الجسمية والنفسية اليومية ، وبالتالي التأثير على سلوكه وممارسة نشاطاته ، ونظراً لأن منطقتي الدراسة تختلف اختلافاً كلياً في موقعهما الجغرافي وبالتالي الاختلاف في خصائصهما المناخية ، فان ذلك يؤثر على راحة الانسان الفسيولوجية بهما ، وخاصة أن لكل مدينة منهما وظيفتها السياحية التي تميزها ، فلقد من الله على مكة المكرمة بأهميتها الدينية ، فهي قبلة المسلمين ومهوى أفئدتهم ، حيث يقصدها سنوياً ملايين من زوار بيت الله الحرام من الحجاج والمعتمرين لتأدية مناسكهم ، لذلك تأتى أهمية دراسة راحة الانسان فيها ودوره في راحة سكانها وزائريها ، بينما تتميز ابها بارتفاعها ٢٢٠٠م عن مستوى سطح البحر، الأمر الذى أثر على اعتدال درجة حرارتها وغزارة أمطارها ؛ والذى كثف الغطاء النباتي بها ، فضلاً عن تواجد جبال السودة أعلى قمة جبلية بالمملكة والتي يربو ارتفاعها عن ٣٠١٥ متر عن مستوى سطح البحر، مما جعل مدينة ابها مقصد سياحي لغالبية سكان المملكة ودول الخليج العربي (إمارة منطقة عسير، ١٤٤٤ هـ) .

وتعرف الراحة الفسيولوجية بأنها احساس ينتاب الإنسان ويجعله يشعر بالراحة النفسية التامة وفق ظروف مناخية وطبيعية محددة يرغب في استمرارها دون زيادة أو نقصان ، أي أن حالة الجهاز العصبي المركزي تؤدى إلى شعور الإنسان بالرضا عن البيئة المحيطة به ، وبمعنى أخر هي حالة الاتزان الحرارى بين الجسم والبيئة المحيطة به في ظل المحافظة على درجة الحرارة العادية (٣٧) م° ، أي تكون حرارة الجسم الناتجة من التفاعلات الكيميائية التي تجرى داخله مساوية لكمية الحرارة المفقودة خارجة عن طريق الحمل والتوصيل والإشعاع (فرحان ، ١٩٩٠ ، ص ١٥) وتعنى ايضاً حالة الاتزان الحرارى بين الجسم والبيئة المحيطة ، حيث يحافظ الجسم على ثبات درجة حرارته دون اللجوء إلى زيادة حرارة الجسم عن طريق الارتجاف أو زيادة التبريد بالتبخر (الدوري ، ٢٠٠٩ ، ص ٨١) .

وتكمن أهمية دراسة الراحة الفسيولوجية للإنسان في محاولة فهم مدى توفر الظروف الحرارية المثلى لصحته وراحته ، وهو ما سوف يتم التطرق له من خلال هذه الدراسة فمن خلال معرفة أثر العناصر المناخية على راحة الانسان بمنطقتي الدراسة ؛ يمكن معرفة الاتزان الحرارى لجسم الانسان نهاراً

وليلاً وأثر ذلك على راحته الفسيولوجية ، ومن ثم معرفة الاتزان المائي لجسم الانسان أثناء الليل والنهار ، وذلك وصولاً إلى التقليل من فترات الانزعاج والشعور بالضيق الناتج من حالة ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة ليساعد ذلك قاطني مدينتي مكة المكرمة وأبها على تحسين قدرتهم على التكيف مع المناخ السائد في منطقة الإقامة .

مشكلة الدراسة :

يتباين الموقع الجغرافي والوظيفة السياحية لمنطقتي الدراسة ؛ وبالتالي تختلف راحة الانسان تبعاً لذلك وتكمن مشكلة الدراسة في معرفة مؤشرات الراحة المناخية لجسم الانسان في مدينتي مكة المكرمة وابها ، وتقييم العلاقة بين المناخ وراحة الانسان بهما ، وكذلك معرفة فصول الراحة الفسيولوجية لجسم الانسان بهما وذلك وفقاً للقرائن المناخية .

أهداف الدراسة :

١- تطبيق معادلات الراحة والانزعاج المناخي وذلك بدراسة العناصر المناخية ومعرفة مدى تباينها في منطقتي الدراسة .

٢- تحديد التوازن الحرارى لجسم الإنسان سواء بالزيادة او النقصان خلال فصول العام للوصول إلى أشهر التوازن الحرارى الأمثل بمنطقتي الدراسة .

٣- تقدير الفقد المائي لجسم الانسان لأخذ الحذر في هذه الفترات وتعويض هذا الفقد وخاصة بمكة المكرمة .

٤- معرفة أكثر أوقات الراحة الفسيولوجية لجسم الانسان سواء على المستوى الشهري أو الفصلي أو السنوي ، ومعرفة الأوقات الغير مريحة لتجنب الشعور بالانزعاج وأخذ الحذر .

٥- تحديد درجات الحرارة الفعالة بمنطقتي الدراسة وتقسيمهما إلى نطاقات فصلية .

تساؤلات الدراسة :

من أجل تحقيق الأهداف بالدراسة كان لابد من وضع تساؤلات الدراسة وذلك بهدف الاجابة عليها من خلال متن الدراسة وهى :

- ما هي العناصر المناخية التي تؤثر تأثيراً مباشراً على راحة الانسان الجسدية والنفسية بمنطقتي الدراسة ؟
- هل يزداد الكسب الحرارى لجسم الانسان في مكة المكرمة عن مدينة أبها ؟
- إلى أي مدى يصل التوازن المائي بمكة المكرمة و الفقد الحرارى بأبها ؟
- ما نتائج تطبيق معايير القرائن المناخية في تحديد الراحة الحرارية بمنطقتي الدراسة ؟

أهميــة الدراسة :

تكمن أهمية الدراسة في تحديد أمثل فصول العام لراحة الانسان بمنطقتي الدراسة ، وتحديد فترات الازعاج الحرارى بهما ؛ لأخذ التدابير اللازمة من قبل المعتمرين والحجاج الوافدين إلى مكة المكرمة لتأدية المناسك بكل اريحية ، وكذلك ابراز السمات المناخية لمدينة ابها ومعرفة فترات البرودة التي تقل بها راحة الانسان الفسيولوجية وبالتالي يقل بها التوافد السياحي .

- **منهجية الدراسة :**

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج من أجل توضيح الهوية الجغرافية لمنطقتي الدراسة ، حيث تم استخدام المنهج الإقليمي في تحديد منطقتي الدراسة ، والمنهج الموضوعي فى دراسة أثر عناصر المناخ على راحة الانسان الفسيولوجية ، فضلاً عن استخدام المنهج التاريخي في تحديد الفترة الزمنية لدراسة العناصر المناخية من (١٩٨٥ : ٢٠١٩) م ، بالإضافة إلى استخدام المنهج المقارن لمقارنة راحة الإنسان الفسيولوجية بين منطقتي الدراسة ، كما استخدمت الباحثة عدة أساليب في الدراسة ومنها الأسلوب الكمي في تحليل العلاقة الكمية بين عناصر المناخ وقرائن الراحة المناخية ، وكذلك تم استخدام الأسلوب الكارتوجرافى في إبراز التفاعل بين عناصر المناخ والراحة الحرارية الفصلية بالاعتماد على المحطات المناخية لمكة المكرمة وابها.

- **الدراسات السابقة :**

يمكن تناول الدراسات السابقة بشقين الأولى الدراسات الخاصة بموضوع الدراسة ، والثانية دراسات متعلقة بمنطقتي الدراسة وذلك على النحو التالي :

– دراسة الجراش (١٩٨٤ م) عن الأقاليم المناخية بالمملكة العربية السعودية ، حيث قام بدراسة الميزان المائي بمنطقة الدراسة ، والعناصر المناخية التي تتحكم في الاختلافات المكانية المناخية ، وهى التوازن المائي الصيفي ، والتوازن المائي الشتوي .

– دراسة شحادة (١٩٨٥م) أنماط المناخ الفسيولوجي في الأردن دراسة تطبيقية حيث استخدم تطبيق معامل تيرجنج ، حيث تم تحديد أقاليم الراحة المناخية ، فضلاً عن تحديد مدى فاعلية الرياح في الإحساس والشعور بالراحة أو الضيق .

– دراسة أحمد (١٩٩٧م) مشكلات التصنيفات المناخية في المملكة العربية السعودية ، حيث اهتم بدراسة أشهر الأساليب والتصنيفات المناخية ، واستخدام التحليلات التجميعي على مناخ المملكة من أجل معرفة الأقاليم المناخية .

– دراسة طلبة (٢٠٠٤ م) أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة ، والتي تم استخدام قرينة توم واوليفر في تحليل الموازنة الحرارية للجسم ، والتي أظهرت أن فصل الشتاء هو أمثل فصول العام ملاءمة لراحة الإنسان بالمدينة المنورة .

– دراسة ابراهيم (٢٠٠٤ م) المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية ، والتي تضمنت أهم خصائص المناخ بالسواحل وتأثيرها على راحة الإنسان وتوصلت الدراسة إلى أن تمتع السواحل المصرية بنسبة مرتفعة من السطوع الشمسي ، كما يعد فصل الشتاء أكثر فصول العام راحة بالسواحل الشرقية ، في حين يحتل الصيف هذه الراحة على السواحل الشمالية .

– دراسة مندور (٢٠٠٥ م) أقاليم الراحة والارهاق المناخي في مصر ، حيث تم تقسيم الدراسة إلى جزئيين الأول يتناول المنحنى المناخي الحيوي في مصر وتحديد أقاليم الراحة والارهاق المناخي ، والثاني تحديد أقاليم الراحة والارهاق المناخي تبعاً لمعامل الحرارة والرياح لسبيل

- دراسة ALA-hadhramil, Rehmank (٢٠١٢ م) عن اتجاهات درجة الحرارة في الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية، والتي اعتمدت الدراسة على بيانات تكرارات الايام والليالي الحارة والباردة ، حيث أظهرت الدراسة الارتفاع بقيم درجات الحرارة العظمى بقيم عالية .

– دراسة Almazroui (٢٠١٤ م) عن اتجاهات درجة الحرارة القصوى في المملكة العربية السعودية ، حيث اعتمدت على بيانات (١٩٨١ : ٢٠١٠) م والتي اوضحت أن هناك ارتفاع ملحوظ في بيانات المحطات المدروسة مما يدل على وجود اتجاه في ارتفاع درجات الحرارة .

– دراسات متعلقة بمنطقتي الدراسة :

– دراسة أحمد (٢٠٠١ م) أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة والذى يتضمن أحوال الطقس والمناخ في موسم الشتاء وخصائص الطقس والفترات العشرية من ١٦ نوفمبر إلى ١٥ مارس .

– دراسة القحطاني (٢٠١٧ م) عن النشاط السياحي الفندقي في مدينة ابها ومعوقاته ، حيث اهتمت بدراسة النشاط السياحي في ابها وما يتعلق به من خدمة الفنادق وخصائصها ومعوقاتها .

– دراسة عريشي (٢٠٢٠ م) عن اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من (١٩٨٤ : ٢٠١٨) م والتي اهتمت بدراسة وتحليل اتجاهات الحرارة في مدينة مكة المكرمة وذلك بالاعتماد على درجة الحرارة العظمى والصغرى .

– دراسة أل سالم (٢٠٢٠ م) عن سرعة الرياح في اثارة الأتربة العالقة بمدينة مكة المكرمة ، والتي تناولت الخصائص المكانية والزمانية لتوزيع سرعة الرياح بمكة المكرمة ، وتأثير سرعة الرياح في مدينة مكة المكرمة .

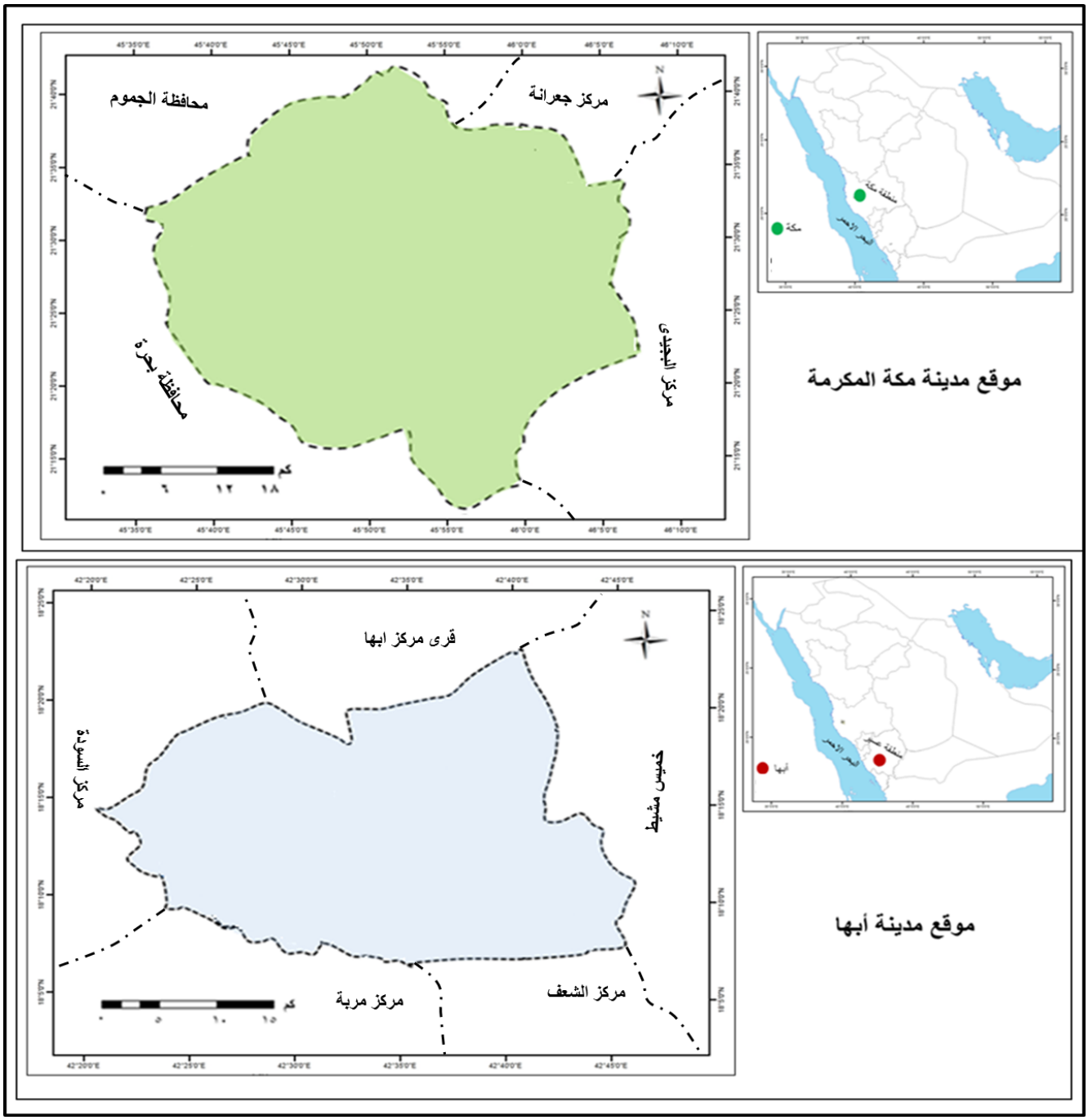
واتفقت الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في الاستفادة من المناهج والأساليب المستخدمة ، فضلاً عن دراسة العناصر المناخية للمناطق المدروسة ، واختلفت الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في تطبيق دراسة مقارنة بين منطقتين مختلفتين اختلاف كلى في الموقع والمناخ ومعرفة اثر هذا الاختلاف على راحة الانسان ونشاطه ، وبالتالي التأثير على الوظيفة السياحية لهما .

موقع منطقتي الدراسة :

تقع مدينة مكة المكرمة في الطرف الشمالي للمنطقة المدارية على دائرتي عرض ١٧ ¯ ٢١° ، ٦١ ¯ ٢١° شمالاً وخط طول ٦٠ ¯ ٣٩ ° ٤٠° شرقاً ، وعلى بعد ٦٥ كيلو إلى الشرق من ساحل البحر الأحمر، ويحدها شمالاً محافظة الجموم ومركز جعرانة ، وجنوباً وغرباً محافظة بحرة ، ومن الشرق مركز البجيدى ، ويتراوح ارتفاع مدينة مكة المكرمة بين ١٢٥ و٩٥١ متراً فوق مستوى سطح البحر .

وتترامى مكة المكرمة على موقع يتراوح ارتفاعه بين ٢٥٠ متر في الناحية الغربية ، و٣٥٠ متر في الناحية الشرقية ، مما جعلها تتسم بتباينات تضاريسية داخلية إذ تفصل بين بعض الامتدادات الجبلية الأحياء عن بعضها ، وتكاد تنحصر بعض الأحياء الأخرى فيما بين الأحواض الجبلية ، غير أن التصاعد السلمى نحو الشرق يأخذ الشكل الطولي الشمالي الجنوبي فيحافظ على الشكل العام للمظهر التضاريسى الجيولوجي (مزرا ، أحمد ، ٢٠٠١ ، ص ٩) وهذه الطبيعة التضاريسية لمكة كانت لها تأثيرها على الظروف المناخية بها ، وتحتل مكة المكرمة المرتبة الثالثة بعد الرياض وجدة في عدد السكان ٣.٦٨٣.٨١٦ نسمة ، وتبلغ مساحتها ١٣٠٠ كم٢ (الهيئة العامة للإحصاء ، ٢٠٢٢ م) .

وتقع مدينة ابها – عاصمة منطقة عسير والمقر الإداري لها– على مرتفعات السروات جنوب غرب المملكة بين دائرتي عرض (٠٠ ١٨° – ٣٠ ¯ ١٨°) شمالاً ، وخطى طول (٤٢ ¯ ٤٢° ، ٠٠ ٤٣°) شرقاً على ارتفاع ٢٢٠٠ م فوق مستوى سطح البحر ، و يحدها شرقاً مدينة خميس مشيط ، ومن الشمال قرى مركز أبها ، كما يحدها مركز السودة من الغرب ومن الجنوب مركزى الشعف ومريه ويبلغ عدد سكان مدينة ابها نحو ٣٣٤.٢٩٠ نسمه أي ما يمثل ٢٠.٩ % من سكان منطقة عسير (وزارة الشئون البلدية والقروية ،١٤٤٤ هـ)



المصدر : وزارة الشئون البلدية والقروية ، وكالة الوزارة لتخطيط المدن

شكل (١) موقع منطقتي الدراسة

أولاً : العناصر المناخية المؤثرة على الراحة الفسيولوجية للإنسان بمنطقتي الدراسة

يرتبط المناخ المحلى لأى منطقة بعوامل طبيعية مثل الموقع الجغرافي والقرب والبعد من المسطحات المائية ، وكذلك التأثر بطبوغرافية المنطقة ، فضلاً عن العوامل الطبيعية المتحركة المتمثلة في الحرارة والرياح و توزيعات الضغط الجوي ، والتي سوف تتطرق لها الدراسة من أجل معرفة مدى تأثيرها بالإيجاب أو بالسلب على الراحة الفسيولوجية للإنسان بمنطقتي الدراسة ، فلكل عنصر مناخي تأثيره على الانسان وإن اختلفت درجة التأثير بين العناصر فإن توافق عنصرين بقيم متطرفة يجعل التأثير أكثر سلبية على راحة الانسان وصحته ونشاطه ؛ حيث أن الجهاز العصبي للإنسان يعطى الشعور بعدم الرضا عن البيئة المحيطة ، ويعمل على التنبيه بالحفاظ على درجة حرارة الجسم الطبيعية ، وذلك بهدف تحقيق الراحة الفسيولوجية للجسم. (ابراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ١٧٣) ، ومن هنا كان لابد من دراسة العناصر المناخية ومدى تباين تأثيرها على راحة الانسان بمنطقتي الدراسة وذلك على النحو التالي :

١-درجة الحرارة :

تعد درجة الحرارة هي العامل الأقوى تأثيراً على راحة الإنسان ونشاطه ، فقد اتخاذها العديد من العلماء مقياساً لراحة الإنسان فدرجة الحرارة تؤثر بشكل كبير على الراحة الفسيولوجية للجسم .

وتظهر أهمية دراسة درجة الحرارة لتأثيرها الواضح على مدى ارتياح الأفراد في ممارستهم لأنشطتهم الطبيعية ، حيث أن شدة ارتفاعها أو انخفاضها يؤثر سلباً على راحته ، فعند التعرض لدرجات حرارة مرتفعة يوسع الجسم الأوعية الدموية بالقرب من سطح الجلد لزيادة تدفق الدم ، مما يساعد في تبديد الحرارة ، كما يبدأ الجسم في إفراز العرق الذي يتبخر على سطح الجلد ، مما يساهم في تبريد الجسم ، وبالرغم من ذلك فان الارتفاع المبالغ في درجة الحرارة والتعرض لها لفترات طويلة يؤدي إلى إجهاد حراري أو حتى ضربة حرارية (Thom, 195, P25) ، ويشعر جسم الإنسان بالراحة الطبيعية عندما يكون في حالة توازن حرارى ، فالحرارة المعتدلة تبعث الارتياح وتساعد على النشاط وبذل الجهد ، أما في حالة الارتفاع أو الانخفاض المفاجئ لدرجة الحرارة يؤدي ذلك إلى اختلال التوازن الحراري لجسم الإنسان وحدوث انزعاج حرارى والشعور بعدم الراحة ، ومن الجدول(١) والشكل (٢) تتضح المعدلات الشهرية و الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة في منطقتي الدراسة كما يلى :

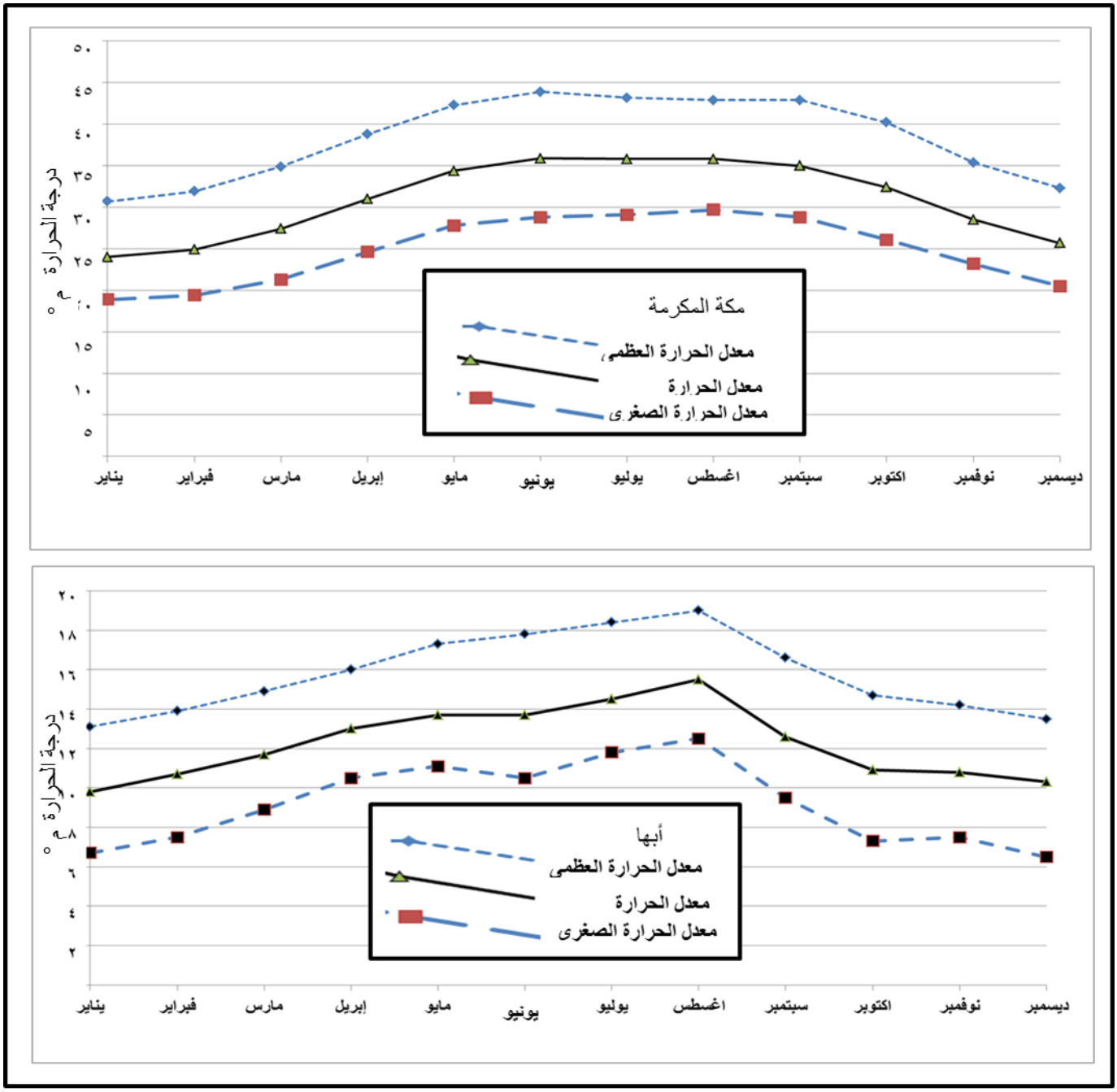
جدول :(١) المعدلات الشهرية و الفصلية و السنوية لدرجات الحرارة (°م) في محطات منطقتي الدراسة خلال الفترة(١٩٨٥ : ٢٠١٩م)

	مكة المكرمة			ابها		
الشهر	معدل درجة الحرارة العظمى	معدل درجة الحرارة الصغرى	معدل درجة الحرارة	معدل درجة الحرارة العظمى	معدل درجة الحرارة الصغرى	معدل درجة الحرارة
ديسمبر	٣٢.٣	٢٠.٥	٢٥.٧	١٣.٥	٦.٥	١٠.٣
يناير	٣٠.٧	١٨.٩	٢٤	١٣.١	٦.٧	٩.٨
فبراير	٣١.٩	١٩.٤	٢٤.٩	١٣.٩	٧.٥	١٠.٧
الشتاء	٣١.٦	١٩.٦	٢٤.٩	١٣.٥	٦.٩	١٠.٣
مارس	٣٤.٩	٢١.٣	٢٧.٤	١٤.٩	٨.٩	١١.٧
إبريل	٣٨.٨	٢٤.٦	٣١	١٦	١٠.٥	١٣
مايو	٤٢.٣	٢٧.٨	٣٤.٤	١٧.٣	١١.١	١٣.٧
الربيع	٣٨.٧	٢٤.٦	٣٠.٩	١٦	١٠.٢	١٢.٨
يونيو	٤٣.٩	٢٨.٨	٣٥.٩	١٧.٨	١٠.٥	١٣.٧
يوليو	٤٣.٢	٢٩.١	٣٥.٨	١٨.٤	١١.٨	١٤.٥
أغسطس	٤٢.٩	٢٩.٧	٣٥.٨	١٩	١٢.٥	١٥.٥
الصيف	٤٣.٣	٢٩.٢	٣٥.٨	١٨.٤	١١.٦	١٤.٦
سبتمبر	٤٢.٩	٢٨.٨	٣٥	١٦.٦	٩.٥	١٢.٦
أكتوبر	٤٠.٢	٢٦.١	٣٢.٤	١٤.٧	٧.٣	١٠.٩
نوفمبر	٣٥.٤	٢٣.٢	٢٨.٥	١٤.٢	٧.٥	١٠.٨
الخريف	٣٩.٥	٢٦	٣٢	١٥.٢	٨	١١.٤
المعدل السنوي	٣٨.٣	٢٤.٨	٣٠.٩	١٥.٧	٩.٢	١٢.٣

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على: وزارة البيئة والمياه والزراعة، المركز الوطني للأرصاد مركز الوثائق العلمية مجموعة تقارير مناخية غير منشورة (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) .

يتبين الفرق الواضح في درجات حرارة منطقتي الدراسة ، حيث ساهم وقوع مدينة مكة المكرمة ضمن المنطقة المدارية ، وضمن كتلة اليابس المترامية ووجودها إلى الداخل وسط الجبال إلى ارتفاع درجة الحرارة في معظم شهور العام ، فبالرجوع إلى بيانات الجدول السابق بلغ معدل درجة الحرارة السنوي بمدينة مكة المكرمة ٣٠.٩°م ، وإن تفاوتت درجات الحرارة بين فصول العام ليسجل فصل الشتاء أقل الفصول حرارة ٢٤.٩°م ، وهو بذلك فصل دافئ ومريح حرارياً مما يجعله أكثر فصول العام راحة للإنسان بها ، كما بلغت درجة الحرارة الصغرى خلاله ١٩.٦°م وهى بذلك أقل درجات للحرارة خلال العام ، مما يحدث توازن حرارى داخل جسم الانسان ويشعره بالراحة وقد سجل شهر يناير أقل شهوره حرارة ٢٤ °م ، ثم تبدأ درجة الحرارة بالارتفاع التدريجي خلال الربيع لتسجل ٣٠.٩°م ، استعداداً لفصل الصيف الحار ، والذى يمثل أعلى فصول العام حرارة بمكة المكرمة ليبلغ ٣٥.٨ °م ، كما تصل درجة الحرارة العظمى به ٤٣.٣ °م ، وبناء على ذلك يعتبر فصل غير مريح لساكني مكة وزائريها ، نتيجة لتأثر مدينة مكة المكرمة بمنخفض الهند الموسمي الذى يتمركز فوق باكستان وشمال غرب الهند وجنوب ايران ويتصل هذا المنخفض الجوي بمنخفض السودان الموسمي عبر منخفض شبه الجزيرة العربية في أواخر الربيع ويبدأ ظهوره في اوائل الصيف متأثراً بحركة الشمس الظاهرية (عبد العظيم ، ١٩٩٨ ، ص٣٩٦) في حين نجد الانخفاض التدريجي بدرجات الحرارة خلال فصل الخريف ليصل ٣٢ °م ويستمر التدرج بالانخفاض الحرارى من شهر سبتمبر ٣٥ °م وصولاً لشهر نوفمبر ٢٨.٥ °م.

بالمقابل نجد العكس من ذلك في مدينة ابها حيث ساعد عامل ارتفاع سطحها على اعتدال درجة الحرارة بها معظم شهور العام ، وهذا ما يتضح من خلال بيانات جدول (١) وشكل (٢)، فبلغ معدل درجة الحرارة السنوي بها ١٢.٣ °م ، وكان فصل الشتاء أقل الفصول حرارة فسجل درجة حرارة بلغت ١٠.٣°م ، ووصل معدل درجة الحرارة الصغرى شتاءاً ٦.٩ °م ، ثم تبدأ درجة الحرارة بالارتفاع التدريجي خلال الربيع لتبلغ ١٢.٨ °م ، وخاصة شهر مايو ١٣.٧°م وصولاً لأعلى درجات حرارة خلال العام صيفاً والذى بلغ معدل درجة حرارته ١٤.٦ °م ، كما وصل معدل درجة الحرارة العظمى به ١٨.٤°م ، وقد سجل شهر اغسطس أعلى حرارة بشهوره ١٥.٥°م ، وبذلك يمكن القول بأن فصل الصيف بمدينة ابها يمثل الفصل السياحي بها ، نظراً لدفء درجة الحرارة الأمر الذى جعل مناخه مريح لسكان ابها والسياح الوافدين اليها ، ثم تبدأ درجة الحرارة بالانخفاض التدريجي خلال شهور فصل الخريف ليصل معدل درجة الحرارة به ١١.٤ °م ، و يتدرج الانخفاض التدريجي من شهر سبتمبر ١٢.٦ °م وصولاً لشهر نوفمبر ١٠.٨°م .



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (١)

شكل (٢) معدلات درجات الحرارة فى محطتي مكة وأبها

٢. الضغط الجوي

يعد الضغط الجوي من العوامل المؤثرة بشكل كبير على راحة الإنسان وصحته العامة ، إذ يؤدي انخفاض الضغط إلى تقليل كمية الأكسجين المتاحة للتنفس ، مما يسبب مشكلات صحية مثل الصداع والإرهاق وصعوبة التنفس لدى الأفراد، خاصة في المناطق المرتفعة كمدينة ابها ، ومن الجدول (٢) يتبين أن الضغط الجوي يرتفع بمكة المكرمة مقارنه بابها ، وذلك نظراً لعامل الارتفاع حيث ينخفض الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن سطح البحر ، فيصل المعدل السنوي للضغط الجوي بمكة ٩٨٢.٧ ملليبار، ويبلغ فصل الربيع أعلى معدلات الضغط الجوي بين فصول العام ليصل إلى ٩٨٧.٨ ملليبار ، لتأثر مدينة مكة المكرمة بالمنخفضات الجوية أهمها منخفض الهند الموسمي ويتصل هذا المنخفض بمنخفض السودان الموسمي عبر منخفض شبه الجزيرة العربية في أواخر الربيع (عبد العظيم ، ١٩٩٨ ، ص٣٩٦) ، ثم يأتي فصل الشتاء في المرتبة الثانية ٩٨٤.٥ ملليبار ، حيث تقع مكة المكرمة خلاله ضمن سيادة الضغط المرتفع السيبيري المقترن بالأزورى دون المدارى والذى يعم المملكة شتاء ، كما يقترب الضغط المنخفض الذى ينشأ في هذا الموسم فوق البحر الأبيض المتوسط (sumner, 1988 , p 56) ، أما فصل الخريف فسجلت معدلات الضغط الجوي به ٩٨٢.٧ ملليبار ، وأخيراً رصد فصل الصيف ٩٧٦.٦ ملليبار .

جدول (٢) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للضغط الجوي بالملليبار في محطتي منطقتي الدراسة خلال الفترة(١٩٨٥ : ٢٠١٩) م

	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
الفصل المحطه	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			
مكة المكرمة	٩٨٥.٨	٩٨٥.٩	٩٨١.٨	٩٨١.٦	٩٩١.٧	٩٩٠	٩٧٧	٩٧٦	٩٧٦.٧	٩٧٦.٦	٩٨٢.٥	٩٨٥.٣	٩٨٢.٧
	٩٨٤.٥			٩٨٧.٨			٩٧٦.٦			٩٨٢.١			
ابها	٧٩٥.٦	٧٩٤.٩	٧٩٤.٥	٧٩٤.٢	٧٩٤.٤	٧٩٤.٥	٧٩٢.٩	٧٩١.٨	٧٩٢.١	٧٩٣.٨	٧٩٥.٧	٧٩٥.٥	٧٩٤.٢
	٧٩٥			٧٩٤.٤			٧٩٢.٣			٧٩٤.٩			

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على: وزارة البيئة والمياه والزراعة، المركز الوطني للأرصاد مركز الوثائق العلمية مجموعة تقارير مناخية غير منشورة (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) .

وبالنظر إلى أبها وبالرغم من الأثر الإيجابي لعامل الارتفاع في الاعتدال الحرارى لها ، وبالتالي تأثيره الإيجابي على راحة الانسان ، إلا أنه له اثر سلبى فالارتفاع عن سطح البحر يؤدى إلى انخفاض معدل الضغط الجوي ، والذى بدوره يؤدى إلى انخفاض نسبة الأكسجين في الجو بالارتفاع عن سطح

البحر ، فانخفاض الضغط الجوي المقترن بانخفاض نسبة الأكسجين يؤثر تأثيراً سلبياً على صحة الانسان وراحته وهى من أهم المشكلات التي يتعرض لها الأفراد في ابها خاصة مع غير المتأقلمين مع هذه الطبيعة ، فعندما تقل كمية الأكسجين المتاحة لكل شهيق يقوم به الإنسان يؤدي ذلك إلى الإرهاق ، وضيق التنفس، أو الصداع عند السكان الجدد أو الزوار غير المعتادين على الارتفاع ، أما السكان المحليين فيتكيفون مع هذه الظروف بسبب عوامل فسيولوجية مثل زيادة عدد خلايا الدم الحمراء . فالضغط الجزئي للأكسجين فوق قمم الجبال المرتفعة أقل من الضغط الجوي الطبيعي للأكسجين داخل رئة الانسان ، فبالتالي الصعود إلى تلك المناطق الجبلية المرتفعة يمثل خطورة على الانسان ويعرضه لمخاطر صحية شديدة كما ذكر. (Taylor,2011,p1) ، وبلغ معدل الضغط الجوي السنوي بابها ٧٩٤.٢ ملليبار ، ويعد فصل الصيف أكثر فصول العام انخفاضاً في معدلات الضغط الجوي ليبلغ ٧٩٢.٣ ملليبار ، وما يتبعه من انخفاض في مستويات الأكسجين في الهواء وانعكاس ذلك على سكان ابها وزائريها كونهم أكثر عرضة للمعاناة من أثار هذا الانخفاض لنسبة الأكسجين في الهواء الجوي والعرضة للإصابة بأمراض الجبال الحادة ، ثم يعود في الارتفاع خلال فصلى الخريف ٧٩٤.٩ ملليبار ، والربيع ٧٩٤.٤ ملليبار ، حتى يصل إلى أعلى ذروته في فصل الشتاء ٧٩٥ ملليبار .

٣-الرطوبة النسبية :

تعد الرطوبة النسبية من العوامل المناخية الأساسية التي تؤثر بشكل كبير على الراحة الفسيولوجية لجسم الإنسان ، فعند ارتفاع الرطوبة النسبية يقل تبخر العرق من سطح الجلد، مما يحد من قدرة الجسم على تبريد نفسه ، ويؤدي إلى شعور الإنسان بالحرارة والضيق ، على العكس في المناطق ذات الرطوبة النسبية المنخفضة يزداد تبخر العرق، مما يساعد في تبريد الجسم و يؤدي ذلك إلى جفاف الجلد والأغشية المخاطية ، مما يسبب شعورًا بعدم الراحة (Gagge, 2012 , P 125) ، و يعمل تبخر المياه من جسم الإنسان على تنظيم درجات الحرارة ، حيث تستهلك عملية التبخر طاقة حرارية كبيرة لتتم الحرارة الكامنة للتبخر مما ينتج عنه تبريد الجسم ، وتتأثر عملية التبخر بمحتوى الهواء من الرطوبة فكلما اقترب من التشبع قلت فرصة تبخر العرق من جسم الإنسان فيحرم الجسم من تقليل حرارته ، وبذلك يزداد الشعور بالحرارة كلما زادت الرطوبة النسبية للهواء وتتحقق الراحة الحرارية عند رطوبة نسبية (٢٠- ٨٠ %) (موسى ، ١٩٩٨ ، ص ٧٥) ، ودائماً ما يقترن تأثير درجة الحرارة على الإنسان بنسبة الرطوبة في الجو ، فعند اقتران الحرارة المرتفعة مع نسبة الرطوبة المرتفعة فيكون الجو رطب مرهق ، وعندما تكون الرطوبة النسبية منخفضة ودرجة الحرارة مرتفعة فيكون المناخ حاراً لافحاً كما هو الحال في صيف مكة المكرمة ، وبدراسة جدول (٣) وشكل (٣) يصل المعدل السنوي للرطوبة النسبية بمكة المكرمة

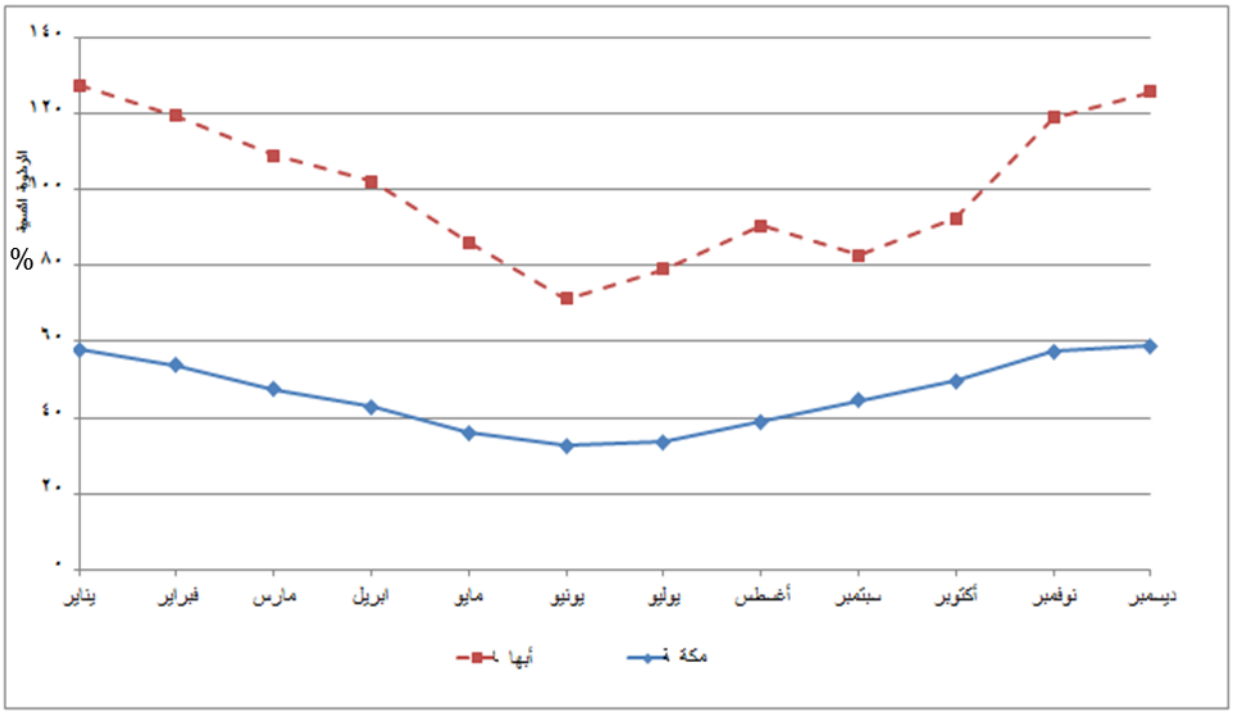
٤٦.١ % ، ويعد فصل الشتاء هو أعلى فصول العام ارتفاعاً بالرطوبة النسبية ليسجل ٥٦.٩ % ، و يمثل شهر ديسمبر أعلى شهوره إرتفاعاً ٥٨.٩ % ، ويرتبط ارتفاع معدل الرطوبة النسبية بشتاء مكة المكرمة مع الاعتدال النسبي لدرجة الحرارة شتاءاً بمكة ٢٤.٩°م ، الأمر الذى يضفى الإحساس بالراحة بهذا الفصل وملائمته لراحة الانسان حيث الشعور بالدفيء ، ثم تبدأ معدلات الرطوبة النسبية بالانخفاض التدريجي في فصل الربيع لتصل إلى٤٢ % ، ويستمر الانخفاض التدريجي للرطوبة النسبية في فصل الصيف الذى سجل ٣٥ % ، الأمر الذى جعل مناخ صيفها حاراً لافحاً نظراً لارتفاع درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٤٣°م مع انخفاض الرطوبة النسبية به ، مما يضفى شعور بعدم الراحة لقاطنيها ، ثم تبدأ معدلات الرطوبة النسبية بالارتفاع التدريجي خلال فصل الخريف لتصل إلى ٥٠.٦ % ، وذلك استعداداً لذروة ارتفاعها بفصل الشتاء .

جدول (٣) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في منطقتي الدراسة خلال الفترة(١٩٨٥ : ٢٠١٩) م

الفصل المحطه	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			
مكة المكرمة	٥٨.٩	٥٧.٩	٥٣.٩	٤٧.٥	٤٢.٧	٣٥.٩	٣٢.٦	٣٣.٧	٣٨.٨	٤٤.٦	٤٩.٧	٥٧.٦	٤٦.١
	٥٦.٩			٤٢			٣٥			٥٠.٦			
ابها	٦٧	٦٩.٨	٦٥.٧	٦١.٨	٥٩.٥	٥٠.٥	٣٨.٨	٤٥.٥	٥٢	٣٨.٤	٤٣	٦١.٥	٥٤.٥
	٦٧.٥			**٥٧.٣**			**٤٥.٤**			**٤٧.٦**			

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على: وزارة البيئة والمياه والزراعة، المركز الوطني للأرصاد مركز الوثائق العلمية مجموعة تقارير مناخية غير منشورة (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) .

ترتفع الرطوبة النسبية بابها بوجه عام بالمقارنة بمكة المكرمة ، حيث بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية فيها ٥٤.٥ % ، وهي بذلك يزيد معدلها السنوي عن مكة المكرمة بفارق ٨.٤ % ، وان تفاوتت نسبها بين الفصول ليسجل فصل الشتاء أعلى الفصول بابها ارتفاعاً بالرطوبة النسبية ٦٧.٥ % ، وقد مثل شهر يناير أعلى نسبة للرطوبة النسبية خلال العام ٦٩.٨ % نظراً لانخفاض درجة الحرارة بابها خلال الفصل ، حيث بلغت درجة الحرارة الصغرى شتاءاً ٦.٩ % ، مما جعل مناخها بارد وغير مريح للإنسان ، ويسوء الحال أكثر في المناطق الأعلى ارتفاعاً مثل منطقة جبال السودة والتي تصل درجة حرارتها إلى أقل من الصفر المئوي ، ثم تبدأ الرطوبة النسبية بالانخفاض التدريجي خلال شهور فصل الربيع لتبلغ ٥٧.٣ % ، وإن توالى الانخفاض أيضا بفصل الصيف ليصل إلى ٤٥.٤ % ، وجدير بالذكر بأن فصل الصيف في مدينة ابها هو الموسم الأكثر راحة للإنسان ويعود ذلك لانخفاض الرطوبة النسبية بشهوره مع اقترانها باعتدال معدلات درجات الحرارة والتي تصل ١٤.٦°م ، مما يساعد على سيادة مناخ معتدل ولطيف يبعث على الشعور بالراحة والاستجمام ، ثم يبدأ الارتفاع الطفيف لمعدلات الرطوبة النسبية بفصل الخريف لتصل إلى ٤٧.٦ % والتي تستمر بالإرتفاع في اخر شهوره لتصل في نوفمبر إلى ٦١.٥ % تمهيداً لأقصى ارتفاع لها بفصل الشتاء .



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (٢)

شكل (٣) معدلات الرطوبة النسبية فى محطتى مكة وابها

٤-الريـــاح

تعد سرعة الرياح من العناصر المناخية المؤثرة على الراحة الحرارية للإنسان ؛ التي تحدد معدل التبادل الحرارى بين الإنسان وما يحيط به ، وكذلك تؤثر على معدل تبخر العرق من على الجلد ، ولا يرتبط تأثير الرياح على راحة الإنسان من خلال سرعتها واتجاهها فقط ، بل من خلال ما تحدثه من تغيرات مفاجئة في معدلات الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة (AL- Qurashi, MD, 1981 , p43)

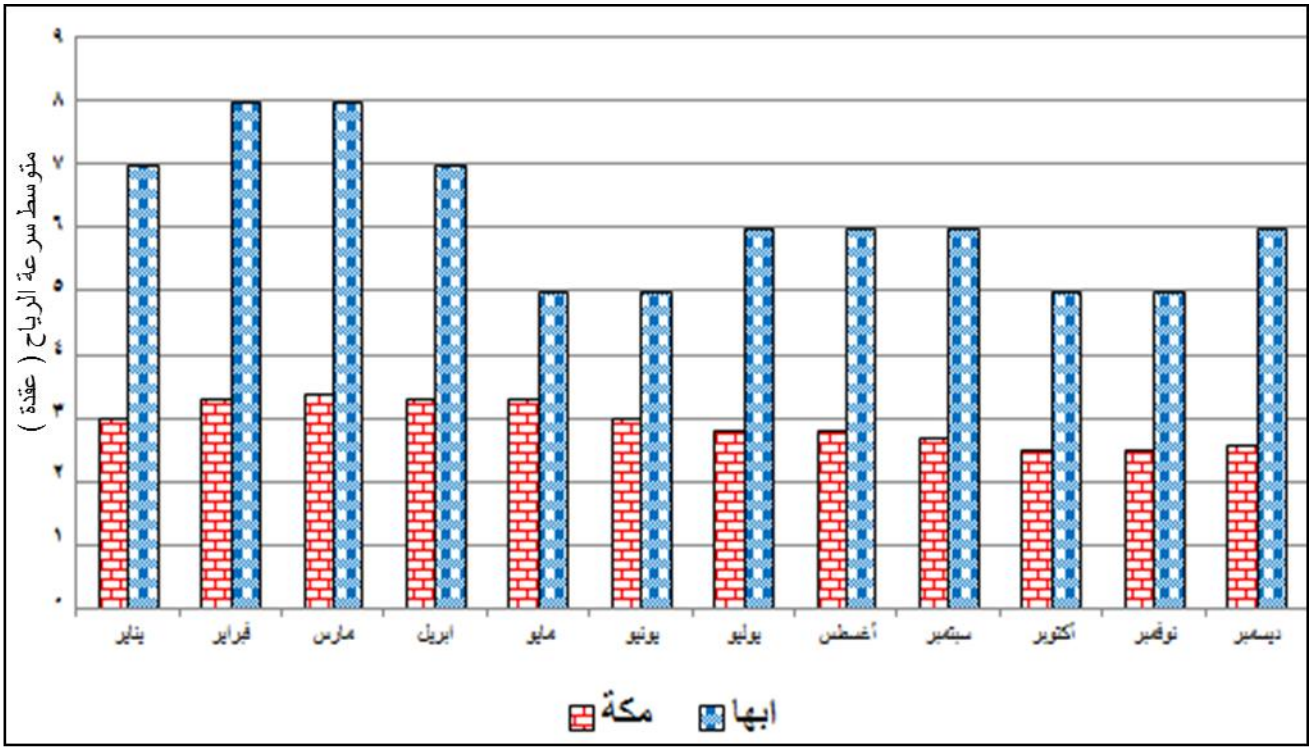
وتعد الرياح أحد العناصر المناخية التي تؤثر بشكل مباشر على الراحة الفسيولوجية للإنسان ، ففي المواسم الحارة تعمل على تخفيف تأثير درجات الحرارة المرتفعة عن طريق دعم التبريد الطبيعي للجسم ومع ذلك قد تصبح الرياح في بعض الأحيان محملة بالحرارة ، مما يفاقم شعور الإنسان بالإرهاق ، وقد تؤدي الرياح القوية أو الحارة إلى زيادة الضغط على الجسم ، مما يؤثر سلبًا على الراحة الفسيولوجية ، بينما الرياح الخفيفة واللطيفة تعطى الاحساس بالراحة ، حيث تساعد على تبديد الحرارة الزائدة عن الجسم وتمنح الشعور بالراحة والانتعاش لذلك يتباين تأثير الرياح بين الأفراد بناء على شدتها ودرجة حرارتها ، وتتباين سرعة الرياح بين منطقتي الدراسة تباينا واضحاً ، كما تتفاوت سرعة الرياح من وقت لأخر خلال فصول السنة نتيجة للتأثر بعدة عوامل منها الاختلافات المحلية بين المدينتين والتي نتج عنها توزيع مناطق الضغط الجوي بالإضافة إلى طبوغرافية السطح المختلف لهما ، فمن خلال جدول (٤) وشكل (٤) يتبين انخفاض سرعة الرياح بمدينة مكة المكرمة ، فالرياح في مكة تتسم بالنسيم المعتدل العليل ، حيث تزداد سرعة الرياح بصورة عامة كلما اتجهنا بين المنطقة الشمالية الشرقية للمدينة نحو المنطقة الجنوبية الغربية ، وقد بلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح بمكة المكرمة ٢.٩ عقدة ، وتزداد سرعة الرياح من أواخر فصل الشتاء بشهر فبراير ٣.٣ عقدة حتى اوائل فصل الصيف بشهر يونيو، وتبلغ أعلى سرعة للرياح بمكة المكرمة ٣.٣ عقدة في فصل الربيع ، ويمثل شهر مارس أعلى شهور العام سرعةً للرياح بمكة المكرمة ليسجل ٣.٤ عقدة ، وإن كانت تتباين سرعة الرياح في مناطق مكة المكرمة خلال شهر مارس ، في حين تساوت سرعة الرياح في فصلى الشتاء والصيف ٢.٩ عقدة ، وإن زادت في شهر يونيو عن باقي شهور الصيف ٣ عقدة ، كما قلت السرعة بفصل الخريف إلى ٢.٦ عقدة ، و وتسود الرياح الشمالية بمكة المكرمة بنسبة هبوب سنوي يصل إلى ٥٠.٦% من جملة اتجاهات الرياح ، كما ساد هذا الاتجاه فى كل فصول العام بنسب متفاوتة ، حيث كان فصل الصيف الأعلى بنسبة ٧٧.١ % ، ويليه فصل الشتاء بنسبة ٥٨.٣ % ، وكان فصل الخريف هو الاقل بنسبة ٣٢.١ % من جملة اتجاهات الرياح ، وبذلك يتضح تأثير الرياح على راحة الانسان بمكة المكرمة وإن كان محدوداً نتيجة لضعف الرياح بها ، وذلك من خلال مساهمتها في التخفيف من وطأة درجة الحرارة .

جدول (٣) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لسرعة الرياح والنسب المئوية لاتجاه الرياح السائدة فى محطتي منطقتي الدراسة خلال الفترة(١٩٨٥ : ٢٠١٩م)

الشهر	مكة المكرمة			ابها		
	اتجاة الرياح		سرعة الرياح (العقدة)	اتجاة الرياح		سرعة الرياح (العقدة)
	اتجاه	% من الرياح		اتجاه	% من الرياح	
ديسمبر	ش	٤٢.٨	٢.٦	ج غ	٥٤.٢	٦
يناير	ش	٦٤.٢	٣	ج غ	٥٤.٢	٧
فبراير	ش	٦٧.٨	٣.٣	ج غ	٥٧.١	٨
الشتاء	ش	٥٨.٣	٢.٩	ج غ	٥٥.٢	٧
مارس	ش	٦٠.٧	٣.٤	ج غ	٥٤.٢	٨
ابريل	ش	٣٥.٧	٣.٣	ج غ	٥٧.١	٧
مايو	ش	٦٤.٢	٣.٣	ج غ	٦٥.٧	٥
الربيع	ش	٥٢.٣	٣.٣	ج غ	٥٩.٦	٦.٧
يونيو	ش	٧٥	٣	ج غ	٦٢.٨	٥
يوليو	ش	٨٢.١	٢.٨	ج غ	٧٧.١	٦
أغسطس	ش	٧١.٤	٢.٨	ج غ	٨٢.٨	٦
الصيف	ش	٧٧.١	٢.٩	ج غ	٧٤.٢	٥.٧
سبتمبر	ش	٥٧.١	٢.٧	ش ق	٥٤.٢	٦
أكتوبر	ج	٣٢.١	٢.٥	ج غ	٣٧.١	٥
نوفمبر	ش	٣٢.١	٢.٥	ج غ	٥٤.٢	٥
الخريف	ش	٣٢.١	٢.٦	ج غ	٣٧.١	٥.٣
المعدل السنوي	ش	٥٠.٦	٢.٩	ج غ	٦٢.٢	٦.٢

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على: وزارة البيئة والمياه والزراعة، المركز الوطني للأرصاد مركز الوثائق العلمية مجموعة تقارير مناخية غير منشورة (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) .

ترتفع سرعة الرياح في مدينة ابها بالمقارنة بمكة المكرمة بفارق زيادة سنوية ٣.٣ عقدة ، حيث تزداد سرعة الرياح بالارتفاع عن سطح الأرض ، فبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح بمدينة ابها ٦.٢ عقدة ، وإن تفاوتت السرعة بين الفصول ليمثل فصل الشتاء أعلى سرعة للرياح ٧ عقدة ، فكان هناك زيادة تدريجية في السرعة بين شهوره من ٦ – ٨ عقدة ، واستمر هذا الارتفاع لسرعة الرياح حتى فصل الربيع ٦.٧ عقدة والذى بلغ ذروته بشهر مارس ٨ عقدة ، ثم تقارب فصلى الصيف والخريف بسرعة الرياح ليسجلا (٥.٧ ، ٥.٣) عقدة على التوالي ، كما تسود الرياح الجنوبية الغربية على مدينة ابها بنسبة هبوب سنوي يصل إلى ٦٢.٢ % من جملة اتجاهات الرياح ، وكذلك ساد اتجاه الرياح الجنوبية الغربية في جميع فصول العام بنسب متفاوته، حيث كان أعلى هذه النسب لفصل الصيف بنسبة ٧٤.٢ % ، ويليه فصل الربيع بنسبة ٥٩.٦ % ، بينما كان فصل الخريف هو الاقل بنسبة ٣٧.١ % من جملة اتجاهات الرياح .



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (٣)

شكل (٤) معدلات سرعة الرياح فى محطتى مكة وابها

٥- **الأمطار :**

للأمطار تأثير هام على راحة الانسان ، حيث تساهم في تنقية الهواء وتقليل الغبار العالق، مما يحسن من جودته ، كما تخفف من حدة درجات الحرارة المرتفعة مؤقتاً ، مما يشعر السكان والزوار براحة نسبية ، خاصة خلال الأشهر الحارة ، وهناك تباين كبير بين كميات الأمطار الساقطة بمنطقتي الدراسة ، حيث يصل المعدل السنوي للأمطار بمكة المكرمة ٩٤.٩ ملم ، بينما يصل في ابها ٣٨٠ ملم ، وتتميز الأمطار في مكة بقلتها وتذبذبها وفجائيتها وتسقط أغلب الأمطار في الربيع ، حيث تسود الأمطار الموسمية الصيفية ، التي تحدث نتيجة التقاء الكتل الهوائية فوق البحر الأحمر والتي تؤدي إلي زيادة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة وهذه الأمطار ترافقها العواصف الرعدية إضافة إلى تأثير منخفض السودان الموسمي (الأحيدب ، ١٩٩٨، ٢٣) ، وتنشأ أمطار مكة نتيجة مرور المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط و المحيط الأطلسي ويكون التركيز أغلبه في الشتاء ثم الربيع والخريف ، ويقل حدوث المطر في الصيف ، ويحدث بمؤثرات أخرى مثل وصول الرياح الجنوبية الغربية ببعض الأثر في مكة وما بعدها شمالاً (مزرا ، أحمد ، ٢٠٠١ ، ص ١٧) ، ويتبين من الجدول (٥) والشكل (٥) أن أعلى فصول مكة سقوطاً للأمطار هو فصلى الشتاء والخريف بنحو (٣٨.١ ، ٣٦.٤) ملم على التوالي ،أى بنسبة (٤٠.١ % ، ٣٩.٤ %) تباعاً ، ثم يأتي فصل الربيع في المرتبة الثالثة ١٦.٣ % من نسبة الأمطار السنوية ، وأخيراً فصل الصيف بنحو ٥.٢ % .

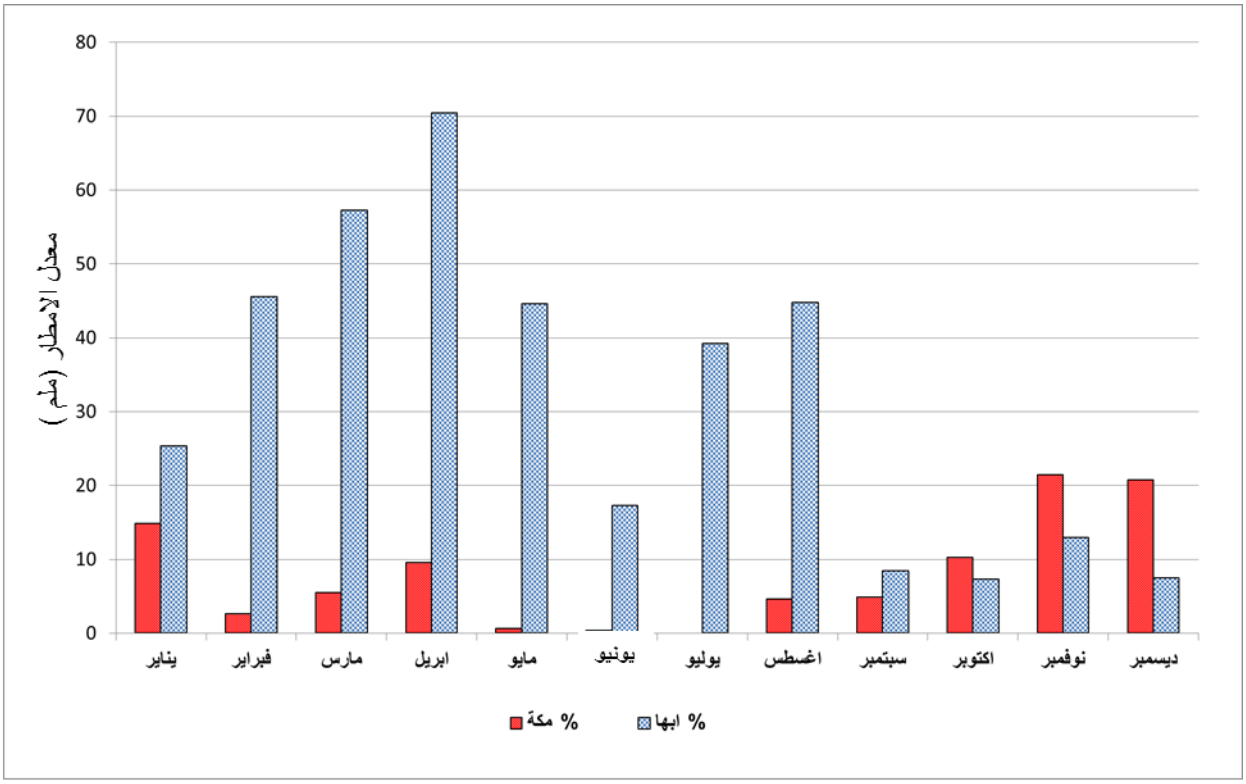
تعد مدينة ابها من أكثر مناطق المملكة في كمية الأمطار الساقطة ، ويعد فصل الربيع هو أكثر فصول العام هطولاً للأمطار فيها بكمية تصل ١٧٢.١ملم ، أى ما يشكل نسبة ٤٥.٣ % من مجموع الأمطار الساقطة بها طوال العام ، وتتركز الأمطار خلال الفصل في شهري ابريل ومارس بنسبة ١٨.٤% ، ١٥% على التوالي ، وذلك بسبب تقدم المنخفضات الجوية القادمة من منطقة البحر المتوسط ، بالإضافة إلى التعرض لجبهات هوائية رطبة تأتى من السهل التهامي فتكون السحب والضباب فتسقط الأمطار، ويليه فصل الصيف بنسبة٢٦.٦% ، حيث يتأثر مناخ ابها صيفاً بالمنخفض السوداني الموسمي ، ومنخفض شرق البحر المتوسط ، والتغيرات في النطاق المدارى ، كما أن لعامل الارتفاع المتمثل في السلسلة الجبلية بمحاذاة ساحل البحر الأحمر دوراً اساسياً في تشكيل الأنظمة المطرية جنوب غرب المملكة ، حيث تشهد المنطقة الجبلية في هذا الاقليم أكبر كميات لهطول أمطار خلال فصل الصيف (Almazroui,etal,2013,p25) .

جدول (٥) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للأمطار(ملم) في منطقتي الدراسة خلال الفترة (١٩٨٥ : ٢٠١٩م)

الشهر	مكة		ابها	
	معدل الأمطار	%	معدل الأمطار	%
ديسمبر	٢٠.٧	٢١.٨	٧.٤	١.٩
يناير	١٤.٨	١٥.٧	٢٥.٣	٦.٧
فبراير	٢.٦	١.٧	٤٥.٥	١١.٩
الشتاء	٣٨.١	٤٠.١	٧٨.٢	٢٠.٥
مارس	٥.٤	٥.٧	٥٧.٢	١٥
ابريل	٩.٥	١٠.١	٧٠.٤	١٨.٤
مايو	٠.٦	٠.٦	٤٤.٥	١١.٨
الربيع	١٥.٥	١٦.٣	١٧٢.١	٤٥.٣
يونيو	٠.٣	٠.٣	١٧.٢	٤.٦
يوليو	٠	٠	٣٩.٢	١٠.٣
اغسطس	٤.٦	٤.٨	٤٤.٧	١١.٧
الصيف	٤.٩	٥.٢	١٠١.١	٢٦.٦
سبتمبر	٤.٨	٥.١	٨.٤	٢.٢
اكتوبر	١١.٢	١١.٨	٧.٣	١.٩
نوفمبر	٢١.٤	٢٢.٥	١٢.٩	٣.٤
الخريف	٣٦.٤	٣٨.٣	٢٨.٦	٧.٦
السنوي	٩٤.٩	١٠٠	٣٨٠	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على: وزارة البيئة والمياه والزراعة، المركز الوطني للأرصاد مركز الوثائق العلمية مجموعة تقارير مناخية غير منشورة (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) .

كما تمثل أمطار فصل الصيف ميزة من مميزات مناخ مدينة ابها ، حيث تتعدم الأمطار في جميع مناطق المملكة خلال الفصل باستثناء المناطق الجبلية المرتفعة ، يتضافر ذلك مع اعتدال درجات الحرارة مما يجعل مناخها متميز ومريح صيفاً ، و يمثل شهر أغسطس أعلى كمية أمطار بفصل الصيف بنحو ١١.٧ % وهو بذلك يمثل الشهر الرابع مطراً على مستوى العام بابها ، مما يجعل شهر أغسطس من الشهور المريحة مناخياً ويبعث الراحة والاستجمام فيها ، ثم يأتي فصل الشتاء بنسبة ٢٠.٥% من مجموع الأمطار الساقطة بها طوال العام ، وأخيراً فصل الخريف بنسبة ٧.٦ % من مجموع الأمطار الساقطة طوال العام .



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (٥)

شكل (٥) معدلات الامطار الشهرية فى محطتي مكة وأبها

ثانياً : التوازن الحرارى والمائي و أثرهما على الراحة الفسيولوجية لجسم الانسان بمنطقتي الدراسة

للمناخ الدور الأكبر في التأثير المباشر وغير المباشر على راحة الانسان الجسدية والنفسية وعلى نشاطاته وتحركاته ، حيث يساعد في وجود توازن حرارى ومائي لجسمه إلى جانب تأثيره على صحته وراحته وترويحه ، على الرغم من أن الانسان لم يعد أسيراً لظروف مناخية معينة تفرض عليه نمطاً معيشياً معيناً ، فبمقدوره تهيئة بيئة صناعية للتكيف مع التغيرات المناخية ، كما أن الراحة الحرارية المثلى لجسم الانسان لا تحددها الظروف المناخية فقط ، بل ترتبط بعوامل عديدة منها العمر والمهنة ، الملبس ، الغذاء ، الصفات الجسمية ، والقدرة على المقاومة ، ومدى تأقلم الانسان مع الظروف المناخية المحيطة به (ابراهيم ، ٢٠٠٦ ، ص ٣٤٨) ، وبدراسة الوضع بين منطقتي الدراسة ، سوف يتم التطرق لدراسة التوازن الحرارى ثم المائي بجسم الانسان بمنطقتي الدراسة أثناء النهار والليل كما يلي:.

١-التوازن الحرارى لجسم الإنسان بمنطقتي الدراسة :

يمكن دراسة التوازن الحرارى بمدينتي مكة المكرمة وابها نهاراً للأشخاص الجالسين في الظل ، و الأشخاص الذين يمشون تحت أشعة الشمس وايضاً التوازن الحرارى للأشخاص الذين يمشون ليلاً بمنطقتي الدراسة وذلك من أجل معرفة كمية الحرارة المفقودة والمكتسبة لجسم الانسان بمنطقتي الدراسة كالتالي :

أ-التوازن الحرارى بجسم الانسان بمنطقتي الدراسة أثناء النهار

يعد التوازن الحرارى لجسم الإنسان من أهم الأسباب التي تؤدى إلى راحة الإنسان الفسيولوجية ، وكفاءته في العمل ومزاولة أنشطته المختلفة ، فالاتزان الحرارى داخل جسم الإنسان يرتبط كثيراً بالجو الخارجي المحيط به من عناصر مناخية ، والتي تؤثر تأثيراً مباشراً على رفع درجة حرارة الجسم أكثر من اللازم فتؤدى إلى عدم الراحة والانزعاج الحار ، أو تؤدى إلى خفض درجة حرارة الجسم أكثر من اللازم فتؤدى ايضاً إلى عدم الراحة والانزعاج البارد، أو تكون العناصر مثالية فتؤدى إلى توازن حرارى لجسم الإنسان وبالتالي للراحة المثالية للإنسان (زكريا ، ٢٠٠٧ ، ص ٣٩) ولأن الوضع الحرارى مختلف كلياً بمنطقتي الدراسة وبالتالي كمية الحرارة المفقودة والمكتسبة لجسم الانسان مختلفة فتم اثبات ذلك عن طريق تطبيق معادلة أدولف لنوعين من المعادلات تحدد التوازن الحراري (سعر حراري/ ساعة) لجسم الإنسان العادي المتوسط الوزن ، والتي تم تطبيقها بمنطقتي الدراسة لأشخاص جالسين في الظل وأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس أثناء النهار وذلك من خلال الجدول (٦) والشكل (٦) .

جدول (٦) التوازن الحرارى لجسم الانسان أثناء النهار بمنطقتي الدراسة بالسعر الحرارى (ساعة)

الفصل	أشخاص جالسين في الظل		أشخاص يمشون تحت أشعة الشمس	
	مكة المكرمة	**ابها**	**مكة المكرمة**	**ابها**
الشتاء	**٦٩.٢**	٣٢٩-	١٦٥	٢٧٨.٥-
الربيع	**٢٢٥.٤**	٢٧٤-	٣٤٢.٥	٢٢٥-
الصيف	٣٢٠	٢٢١.٢-	٤٥٧.٢	١٦٥-
الخريف	٢٤٣	٢٩١.٦-	٣٦٢.٥	٢٤٥-

المصدر: من حساب الباحثة اعتماداً على جدول (١) وتطبيق لمعادلة أدولف(Adolph , 1947)

بتطبيق معادلة أدولف[١] في حالة الأشخاص الجالسين في الظل يتبين أن اكتسب جسم الإنسان بمكة المكرمة كسب حرارى يتراوح من (٦٩.٢ – ٣٢٠) سعر حرارى كان أقله في فصل الشتاء ٦٩.٢ سعر حرارى ، مما جعل فصل الشتاء مريح مناخياً لجسم الانسان بها ، أما أعلى كسب حرارى لمكة المكرمة فكان ٣٢٠ سعر حرارى بفصل الصيف ، وهو فصل غير مريح لراحة الانسان ، وبالرغم أن هذا التطبيق للأشخاص الجالسين في الظل ولكن الكسب الحرارى لجسم الانسان كبيراً ، وذلك نظراً لارتفاع درجات الحرارة العظمى التي تصل إلى أكثر من ٤٣°م ، أما فصلى الربيع والخريف فسجلوا (٢٢٥.٤ ، ٢٤٣) سعر حرارى على التوالي ، وذلك لوصول درجة الحرارة إلى (٣٨.٧ ، ٣٩.٥) °م على التوالي .

أما مدينة ابها فقد شهدت فقد حرارى بكل فصول العام بفقد يتراوح بين (-٢٢١.٢ : -٣٢٩) سعر حرارى ، وكان أقل فقد لشهر الصيف -٢٢١.٢ سعر حرارى ، والذى تميز بالراحة الحرارية لسكان ابها وزائريها ، أما أكثرها فكان لفصل الشتاء -٣٢٩ سعر حرارى ، والذى اتسم بانخفاض درجة الحرارة

---

(1) معادلة أدولف في حالة إنسان يجلس في الظل أثناء النهار هي :١٠٠+٢٢(ح-٣٣)

حيث ح هي متوسط النهاية العظمى لدرجة الحرارة(بالدرجات المئوية) أما في حالة إنسان يمشي في الشمس فتكون المعادلة= ٢٠٠+٢٥(ح-٣٣)٠

العظمى به إلى ١٣.٥°م مع ارتفاع الرطوبة النسبية ٦٧.٥ % ، الأمر الذى جعل مناخه بارد وغير مريح لجسم الانسان ، بينما شهد فصلي الربيع والخريف (-٢٧٤ ، -٢٩١.٦) سعر حرارى على التوالي . اما الأشخاص الذين يمشون تحت أشعة الشمس فشهدت مكة المكرمة كسب حرارى تراوح (١٦٥ – ٤٥٧.٢) سعر حرارى ، كان أعلاه خلال فصل الصيف ٤٥٧.٢ سعر حرارى مما يؤكد أنه فصل غير مريح مناخياً ومن أكثر فصول العام انزعاجا حرارياً لجسم الانسان ، ويليه فصل الخريف في عدم الراحة بكسب حرارى ٣٦٢.٥ سعر حرارى ، ثم فصل الربيع ٣٤٢.٥ سعر حرارى ، وكان أقل كسب حرارى لجسم الانسان بمكة من نصيب الشتاء ١٦٥ سعر حرارى ، مما يؤكد أنه أكثر فصول العام راحة فسيولوجية لجسم الانسان بها . أما مدينة ابها فيتغير بها الوضع إلى العكس ، حيث شهدت كل فصول العام بها فقد حرارى يتراوح ما بين (-١٦٥ :-٢٨٧.٥) سعر حرارى كان أعلاها لفصل الشتاء البارد الغير مريح فسيولوجياً (٢٨٧.٥) سعر حرارى وإن تم هذا الفقد لأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس ، وكان أقل فقد حرارى لفصل الصيف المريح مناخياً (– ١٦٥) سعر حرارى .

وبقياس معامل الارتباط بين درجة الحرارة العظمى ومعدلات الكسب الحرارى لأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس بمنطقتي الدراسة ، وجد أن معامل الارتباط طردي ٠.٧٤ وبمستوى ثقه أكبر من ٩٩ % ، هو يدل على أن ١٠٠ % من كمية العرق يمكن تفسيرها بالتغير في مستوى درجة الحرارة العظمى .

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (٦١)

شكل (٦) التوازن الحراري لجسم الانسان أثناء النهار فى منطقتى الدراسة

ب- التوازن الحراري لجسم الإنسان أثناء الليل بمنطقتي الدراسة:-

تم تطبيق معادلة أدولف(١) لأشخاص يمشون ليلاً بمكة المكرمة فقد شهد فصل الشتاء فقد حرارى بنحو -٤١.٢ سعر حرارى ، لبلوغ درجة الحرارة الصغرى بفصل الشتاء (١٩.٦) °م ، بينما شهدت باقي فصول العام كسب حرارى كان أعلاه في فصل الصيف ١٣١.٦ سعر حرارى واقله لفصل الربيع ٤٨.٨ سعر حرارى .

جدول (٧) التوازن الحرارى لأشخاص يمشون ليلاً بمنطقتي الدراسة

الفصل	مكة المكرمة	ابها
الشتاء	**-٤١.٢**	**-٢٦٩.٨**
الربيع	**٤٨.٨**	**-٢١٠.٤**
الصيف	**١٣١.٦**	**-١٨٥.٢**
الخريف	**٧٤**	**-٢٥٠**

المصدر: من حساب الباحثة اعتماداً على جدول (١) وتطبيق لمعادلة أدولف(Adolph , 1947)

وشهدت ابها فقد حرارى لجسم الانسان ليلاً وذلك في كل الفصول ، كان أعلاه لفصل الشتاء-٢٦٩.٨ سعر حرارى ، حيث وصلت درجة الحرارة الصغرى شتاءاً بابها (٦.٩) °م ، وأقله لفصل الصيف - ١٨٥.٢ سعر حرارى ، ويرجع ذلك لانخفاض درجات الحرارة الصغرى ليلاً بكل الفصول .

٢- التوازن المائي لجسم الانسان بمنطقتي الدراسة

يطلق على التوازن المائي لجسم الانسان معدل افراز الجسم للعرق كقرينة لمدى شعور الانسان بالارتياح أو الضيق من الظروف الجوية ، حيث يلعب الماء دوراً كبيراً في التنظيم الحرارى لجسم الانسان ، فالجسم الذى لا يتعرق سيحصل على توازنه عندما تتوازن درجات الحرارة المستمدة من مصادر متنوعة مع المفقود من الجلد ، ويتطلب تبخير جرام واحد من الماء (١ سم٣) كمية من الحرارة تقدر بحوالي ٠.٦

(١) معادلة أدولف في حالة أشخاص يمشون أثناء الليل هي ٢٠٠+١٨(ح-٣٣) حيث ح = متوسط النهاية الصغرى لدرجة الحرارة(بالدرجات المئوية)٠

كيلو حريره ، ولذا فان كوباً من الماء (٢٣٠ جرام) يلزمه كمية حرارة مقدارها ١٣٨ كيلو حريره كى يتبخر مياهه (موسى ، ١٩٨٢ ، ص ٩٥) ، ويوجد فارق كبير لجسم الانسان المائي بين منطقتي الدراسة ، حيث يزداد معدل افراز الجسم للعرق بمكة المكرمة في معظم شهور العام ، وعليه تعويض ذلك بشرب كميات كبيرة من المياه لتعويض هذا الفقد ، على العكس من ذلك في مدينة ابها فيقل معدل الفقد المائي لجسم الانسان نظراً لاعتدال درجات الحرارة بها ، ولا تقل أهمية التوازن المائي لجسم الإنسان عن التوازن الحراري حيث يبلغ وزن الماء في جسم الإنسان العادي نحو ثلثي وزنه تقريباً وأي نقص في هذه الكمية بمقدار(١%) يمكن أن يسبب اضطراباً في الجسم ، في حين يعجز الإنسان عن المشي إذا نقصت كمية المياه نحو(١٠%) أما إذا نقصت أكثر من ذلك وبلغت٢٠% فإن الإنسان يتعرض للهلاك إذا لم يسرع بإمداد جسمه بالماء اللازم (موسى ،١٩٨٢، ص٩٥) .

جدول (٨) معدلات العرق من جسم الانسان أثناء النهار بمنطقتي الدراسة (مم /ساعة)

الفصل	أشخاص جالسين في الظل (مم /ساعه)		أشخاص يمشون تحت أشعة الشمس(مم /ساعه)	
	مكة المكرمة	ابها	مكة المكرمة	ابها
الشتاء	١٤٥	٣٠٧.٥-	٦٦٢.٦	٧٩.٥ -
الربيع	٣٢٢.٥	٢٤٥-	٩٥٣.٦	٢٣
الصيف	٤٣٧.٥	١٨٥-	١١٤٢.٣	١٢١.٤
الخريف	٣٤٢.٥	٢٦٥-	٩٨٦.٥	٣٠٥-

المصدر: من حساب الباحثة اعتماداً على جدول (١) وتطبيق لمعادلة أدولف(Adolph , 1947)

وبتطبيق معادلة أدولف(١) جدول (٨) وشكل (٧) على أشخاص جالسين في الظل أثناء النهار في مكة المكرمة ، فقد وصلت معدلات التعرق بها إلى (١٤٥ :٤٣٧.٥) مم / ساعة كان أقلها في فصل الشتاء ، وأعلاها في فصل الصيف ، كما وصل الفاقد من الماء من جسم الانسان في فصلى الربيع والخريف إلى (٣٢٢.٥ ، ٣٤٢.٥) مم / ساعة على التوالي ، وهى معدلات مرتفعة وإن كانت لأشخاص جالسين في الظل نظراً لارتفاع درجة الحرارة مع انخفاض الرطوبة النسبية وخاصة صيفاً ، مما يشعر الانسان بعدم الراحة والشعور بالضيق والارهاق ، لذلك فيلجأ سكان مكة بالاعتماد على وسائل

(١) تم الاعتماد على معادلة أدولف لأشخاص يمشون نهارا تحت أشعة الشمس وهى ٧٢٠+٤١(ح-٣٣) حيث ح هي متوسط النهاية لدرجة الحرارة العظمى٠٠

التبريد المختلفة للهروب من هذ المناخ ، ويتوقف مقدار ما يفقده الجسم من التعرق لأشخاص جالسين في الظل في مدينة ابها في كل فصول العام وكان أعلاه لفصل الشتاء –٣٠٧.٥ مم / ساعة ، وأقلها لفصل الصيف –١٨٥ مم / ساعة ، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة في كل فصول العام بالمقارنة بمكة المكرمة مما يعطى الانسان شعور بالارتياح الحرارى والجسدي .

وبتطبيق معادلة أدولف(١) لأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس في مكة المكرمة جدول (٨) وشكل (٧) تبين زيادة معدلات التعرق في كل فصول السنة ، ولكن تختلف معدلاته من فصل لأخر وبطبيعة الحال فتصل إلى ذروتها في فصل الصيف والذى سجل ١١٤٢.٣ مم / ساعة وهو بذلك تضاعف على معدلات التعرق بفصل الصيف بابها بنحو ٩ أضعاف ، حيث نجد الغدد العرقية الموجودة تحت الجلد تقوم بإفراز كميات من العرق التي تنفذ من مسام الجلد وتنتشر عليه ثم تتبخر وبذلك تلطف من حرارته ، و قد أدى الاختلافات التضاريسية بين أحياء مكة إلى اختلاف درجات الحرارة بها ، فنجد أن تتميز غرب مكة بانسياب الهواء وسهولة حركته فهي منطقة أكثر انفتاحاً ، بعكس ما يحدث في شرق مكة مثل وادى العزيزية والذى يقع بين جبلين مما يسهم في انحباس الهواء ، ويتقارب معدلات التعرق في فصلى الخريف والربيع بمكة المكرمة بنحو (٩٨٦.٥ ، ٩٥٣.٦) مم / ساعة على التوالي وهذه المعدلات وإن كانت تقل عن فصل الصيف الا انها مازلت مرتفعة ثم يتوالى انخفاضها في فصل الشتاء بنحو ٦٦٢.٦ مم / ساعة .

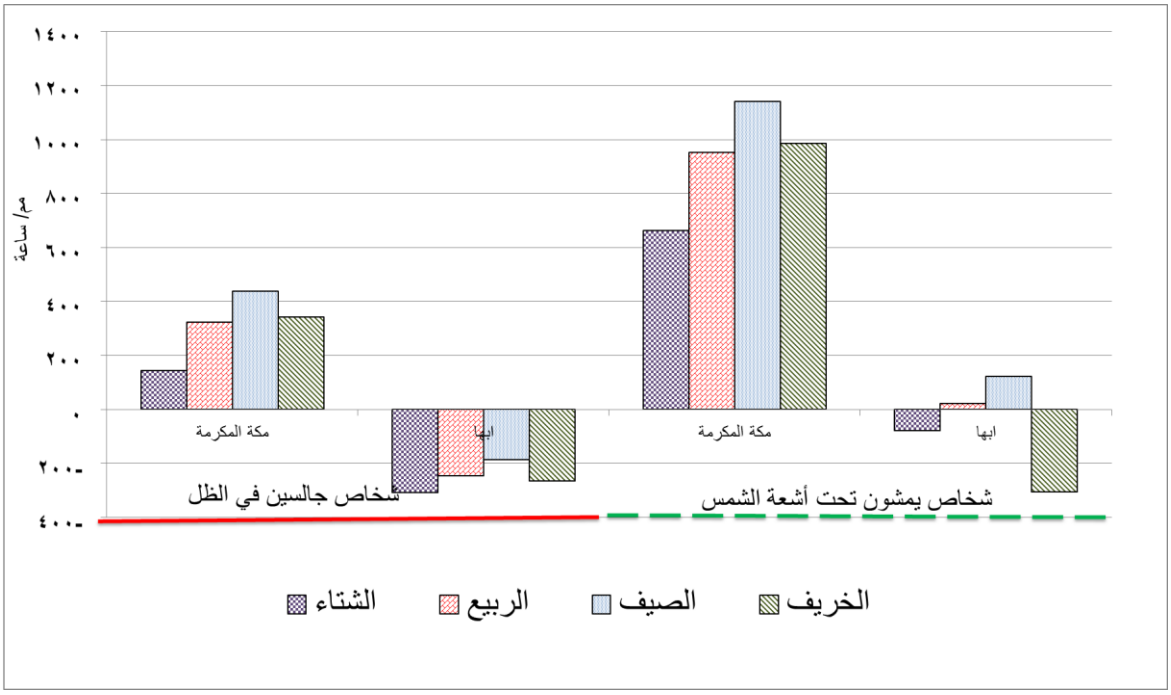
وبتطبيق معادلة أدولف لأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس في ابها جدول (٨) توقفت معدلات التعرق بفصلي الشتاء والخريف (–٧٩.٥ ، –٣٠٥) مم / ساعة على التوالي ، بينما وصلت معدلات التعرق في فصل الصيف بابها إلى ١٢١.٤ مم / ساعة ، وانخفضت إلى أقل معدل لها في فصل الربيع ٢٣ مم / ساعة ، حيث يعد عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر هو المسئول الرئيسي عن اعتدال درجة الحرارة بمدينة ابها والذى ادى إلى قلة فرص التعرق .

وبقياس معامل الارتباط بين درجة الحرارة العظمى ومعدلات التعرق لأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس بمنطقتي الدراسة ، وجد أن معامل الارتباط طردي ٠.٦٤ وبمستوى ثقه أكبر من ٩٩ % ، وهو يدل على أن ١٠٠ % من كمية العرق وذلك نظراً للتغيرات في درجات الحرارة بين منطقتي الدراسة .

---

(١) تم الاعتماد على معادلة أدولف في حالة إنسان يمشي أثناء الليل وهي ٤٠٠+٣٩(ح–٣٣) حيث ح هي متوسط النهاية الصغرى لدرجة الحرارة٠

أخيرا يمكن القول عندما ترتفع حرارة الجسم فان مصدر تخفيفها يكون عن طريق تبخر المياه اما بواسطة التعرق أو التبخر المباشر للرطوبة من الرئتين والمجاري التنفسية العليا ، وفى حالة كون درجة الحرارة مرتفعة (أكثر من ٣٠ °م) والرطوبة النسبية عالية (أكثر من ٥٠ %) فان فقدان الحرارة عن طريق التنفس يكون أكثر من فقدها عن طريق التعرق ، أما اذا كان الهواء مشبعاً ببخار الماء ودرجة الحرارة تزيد عن ٣٣ °م فان التعرق يبقى الأهم في فقدان الحرارة ، ولكن اذا زادت درجة الحرارة عن ٣٧ °م (أكثر من حرارة الجسم) فان الانسان يتضايق منها ويكون الهواء المطروح أثناء الزفير ذا رطوبة نسبية تقارب من ٨٠ – ٩٠ % ، وبذلك فان الحرارة المفقودة بالتنفس لا تكون عند نهايتها القصوى (موسى ، ١٩٨٢ ، ص ٩٥) .



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (٨)

شكل (٧) معدلات العرق من جسم الانسان أثناء النهار في منطقتي الدراسة

أ- معدلات العرق أثناء الليل بمنطقتي الدراسة:-

من دراسة الجدول (٩) يتبين أنه يتوقف ما يفقده الجسم من ماء بواسطة التعرق من جسم الانسان بمكة المكرمة ليلاً بفصل الشتاء إلى -٢٣٩.٦ مم / ساعة ، في حين تصل أقل معدلات للتعرق بفصل الخريف ١٢٧ مم / ساعة ، بينما توقفت معدلات التعرق في ابها في كل الفصول ، وان تزايد في فصلى الشتاء والخريف (-٦١٧.٩ ، -٥٧٥) مم / ساعة على التوالي ، وذلك لانخفاض درجة الحرارة

الصغرى في ليالي هذه الفصول إلى (٦.٩ ، ٨) °م على التوالي ، وفى تلك الأجواء الباردة بابها ينعدم فقدان الحرارة عن طريق افراز العرق لأن الجسم ليس بحاجة اليها بل العكس فهو يحتاج إلى توليد المزيد من الطاقة لتعويض الفاقد بفعل التوصيل وحركة الرياح ، ومع استمرار تعرض الجسم للرياح يفقد الجسم كميات كبيرة من الحرارة والرياح ويستمر تزايد الحرارة التي يولدها الجسم إلى أن يتفوق معدل الازاحة على معدل الانتاج ، فعندئذ يبرد الجسم فيضطر الدماغ لإعطاء الإشارة إلى بعض أعضاء الجسم كالأطراف والفكين بالإكثار من الحركة التي يتولد عنها بعض الحرارة وتسمى بالطاقة الحركية (ابراهيم ، ٢٠٠٠ ، ص ١٢٨) .

جدول (٩) معدلات العرق من جسم الانسان لأشخاص يمشون ليلاً (مم/ ساعة) بمنطقتي الدراسة

الفصل	مكة المكرمة	ابها
الشتاء	٢٣٩.٦-	٦١٧.٩-
الربيع	٧٢.٤	٤٨٩.٢-
الصيف	٢٥١.٨	٤٣٤.٦-
الخريف	١٢٧	٥٧٥-

المصدر: من حساب الباحثة اعتماداً على جدول (١) وتطبيق لمعادلة أدولف(Adolph , 1947)

وبذلك يتضح أهمية التوازن المائي بجسم الانسان حيث أن الانسان العادي (المتوسط الوزن) يحتوى جسمه على ثلثي وزنه ماء فان أي نقصان وزيادة عن هذه النسبة المرتفعة بمقدار ١% يمكن أن يسبب اضطراباً فسيولوجياً جسيماً ، بينما لو نقصت النسبة بحدود ١٠ % فان الانسان يعجز عندها عن المشي ، في حين يتعرض للموت إذا نقصت الكمية عن ٢٠ % ولم ينقذ بسرعة بإمداده بالماء اللازم (ابراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ١٢٨) .

وخلاصة القول: فقد حتمت الوظيفة الدينية لمكة المكرمة توافد الزائرين اليها طوال أيام العام ، الأمر الذى فرض عليهم التعرض للتغيرات الموسمية فى درجات الحرارة بكل الفصول ، والتى تعد من العوامل المؤثرة بشكل كبير على صحة الحجاج في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة ، حيث تؤثر هذه التغيرات المناخية على التوازن الحراري والمائى لجسم الحاج ، مما يزيد من خطر الإجهاد الحراري وضربات الشمس ، خاصة في فترات الذروة والازدحام مثل يوم عرفة وطواف الإفاضة ، والتي اذا لم تراعى تؤدى إلى حدوث حالات وفاه وزيادة الأمراض المعدية بين الحجاج ، مما يحتم أخذ كل الاحتياطات والتدابير وتقديم كافة الخدمات الصحية والتكيف مع هذه التغيرات في درجة الحرارة لضمان سلامة الحجاج ،

ومحاولة التكيف وعمل توازن حرارى ومائي لأجسامهم من أجل اتمام المناسك بكل راحة ، وبدون التعرض لأى أمراض نتيجة لتواجد أكبر حشد بشرى سنوي في مكان واحد وزمان واحد ، والذى يمكن أن يكون مصدر لانتشار الأمراض المعدية أو الأوبئة ، وخاصة مع ارتفاع درجة الحرارة ، وبالتالي يمكن أن تشكل تهديداً للصحة العامة ، لذلك تتضافر جهود أجهزة المملكة جميعها بأعلى تناسق قل نظيرة بالعالم في استخدام الطب الوقائي وتقديم المواد التوعوية للوصول بالخدمات الصحية في مواسم الحج والعمرة إلى أعلى المستويات وأحسنها وتحقيق كل سبل الراحة الممكنة لهم ، اما مدينة ابها نجد الوضع معاكس حيث تتوافر الراحة الحرارية ، الأمر الذى أدى إلى تحقيق التوازن الحرارى والمائى لجسم الانسان بها معظم شهور العام ، مما ساهم فى الجذب السياحى بها .

ثالثاً : القرائن المناخية لقياس الراحة الفسيولوجية للإنسان بمنطقتي الدراسة

يتغير شعور الانسان بالراحة تبعاً لنوع النشاط الذى يمارسه وحالته من السكون أو الحركة حيث يتزايد معدل افراز الحرارة مع تزايد حرق المواد الغذائية لإنتاج الطاقة اللازمة للنشاط أو الحركة ، وتتغير كمية الطاقة المتولدة من جسم الانسان تبعاً لدرجة نشاطه ولوزنه وحجمه وهو ما يعبر عنه بمساحة سطح الجسم وهى في المتوسط للإنسان العادي ١.٨ م٢ ، وتتضاعف هذه القدرة عندما يسير بسرعة قليلة ١١٦ وات / م (الزعفراني ، ٢٠٠٠ ، ص ٥٢) ، ولقياس مدى راحة احساس الانسان في منطقتي الدراسة تم تطبيق العديد من القرائن المناخية ، والتي من خلالها تم معرفة التباين فى مستويات الراحة بين الفصول المناخية وهى كالتالي :

١- درجة الحرارة الفعالة (لجفني Gaffney)

تعد درجة الحرارة الفعالة إحدى المعايير التي وضعت للدلالة عن مدى ارتياح الانسان ، حيث وضع العالم جفنى حدوداً تصنيفية لدرجة حرارة الانسان المقابلة لدرجات الحرارة الفعالة ، ومن خلال الجدول (١٠) يتبين الحدود التصنيفية لدرجة الحرارة الفعالة .

جدول (١٠) حدود درجات الحرارة الفعالة ونوع الراحة من خلالها

درجة الحرارة الفعالة (مْ)	نوع الراحة
٢٨ فأكثر	عدم راحة شديدة
٢٧ – ٢٨	عدم راحة
٢٥– ٢٧	انتقالي بين عدم الراحة والراحة (دافئ)
١٧– ٢٥	راحة
١٥–١٧	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)
أقل من١٥	عدم راحة

المصدر: (موسى ، ١٩٩٨ ، ص ٥٦)

جدول (١١) نتائج تطبيق معامل جفني في مدينتي مكة المكرمة وابها

الفصل	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف		السنوي	
نوع الراحة	معدل درجة الحرارة اليومية الفعلية (مْ)	نوع الراحة	معدل درجة الحرارة اليومية الفعلية (مْ)	نوع الراحة	معدل درجة الحرارة اليومية الفعلية (مْ)	نوع الراحة	معدل درجة الحرارة اليومية الفعلية (مْ)	نوع الراحة	معدل درجة الحرارة اليومية السنوية (مْ)	نوع الراحة
مكة المكرمة	٢٤.٩	راحة	٣٠.٩	عدم راحة شديدة	٣٥.٨	عدم راحة شديدة	٣٢	عدم راحة شديدة	٣٠.٩	عدم راحة شديدة
ابها	١٠.٣	عدم راحة باردة	١٢.٨	عدم راحة باردة	١٤.٦	عدم راحة باردة	١١.٤	عدم راحة باردة	١٢.٣	عدم راحة باردة

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على حدود الراحة لمعامل جفني (١٠) ، وجدول (١) .

أظهر ناتج تطبيق معامل جفني السنوي لمناخ مكة المكرمة عدم الراحة الشديدة ، وذلك لتعدى ناتج التطبيق ٢٨ °م ليصل إلى ٣٠.٩ °م ، بينما اتصف مناخ ابها السنوي بعدم الراحة الباردة ١٢.٣ °م ، وذلك لتدنى درجة الحرارة عن ١٥ °م ، كما شهد فصل الشتاء بمكة المكرمة فصل راحة مناخية ، حيث تراوحت درجة الحرارة الفعالة ٢٤.٩ °م ليقع في حدود (١٧ – ٢٥) °م ، ويرجع ذلك لدفء شتاء مكة وملائمته لراحة الانسان بهذا التوقيت، في حين وقعت باقي فصول العام تبعاً لتصنيف جفني في نطاق عدم الراحة الشديدة ، وذلك لتخطى درجة الحرارة ٢٨ °م ، بينما اتصفت كل فصول العام بابها تبعاً لتصنيف جفني بعدم الراحة نظراً لتدنى درجة الحرارة أقل من ١٥ °م وذلك في كل الفصول .

٢-معيار أوليفر (Oliver1981):-

استخدم العالم اوليفر معيار الحرارة والرطوبة التي تحدد الحرارة التي يشعر بها الانسان ، واطلق عليها الحرارة المؤثرة ، حيث حدد اوليفر درجة الاحساس بالراحة والانزعاج المناخي وفقاً لنتائج الحرارة المؤثرة ، وذلك كما يتبين من الجدول (١٢) والتي بها تم الاعتماد على تحديد مستوى الشعور بالراحة المناخية ، ويعتمد هذا المقياس على عاملي الحرارة والرطوبة حيث يعتمد على المعادلة الآتية:-

$$THI = TF - (0{,}55 - 0{,}55 \times RH) - (TF - 58)$$

حرارة الرطوبة=(متوسط درجة الحرارة(ف)-(٠.٥٥ -٠.٥٥ ×.الرطوبة النسبية)(متوسط درجة الحرارة (ف)- ٥٨)٠

المصدر : (الديب ، ١٩٨٦ ، ص ٢٥١) .

جدول(١٢) مستويات الشعور بالراحة المناخية في ضوء معيار أوليفر

مدى الشعور بالراحة المناخية	ناتج المعيار
مريح	٦٠-٦٥
مريح نسبياً	٦٥-٧٥
متعب	٧٥-٨٥

المصدر : (الديب ،١٩٨٦ ، ص٢٥١)

ويمكن تطبيق معيار اوليفر على المعدلات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى والصغرى ، وذلك تحت تأثير الرطوبة النسبية ومعرفة أثر درجة الحرارة المؤثرة لأوليفر على راحة الانسان في مدينتي مكة المكرمة وابها وذلك من خلال جدول (١٣) ، وشكل (٨) .

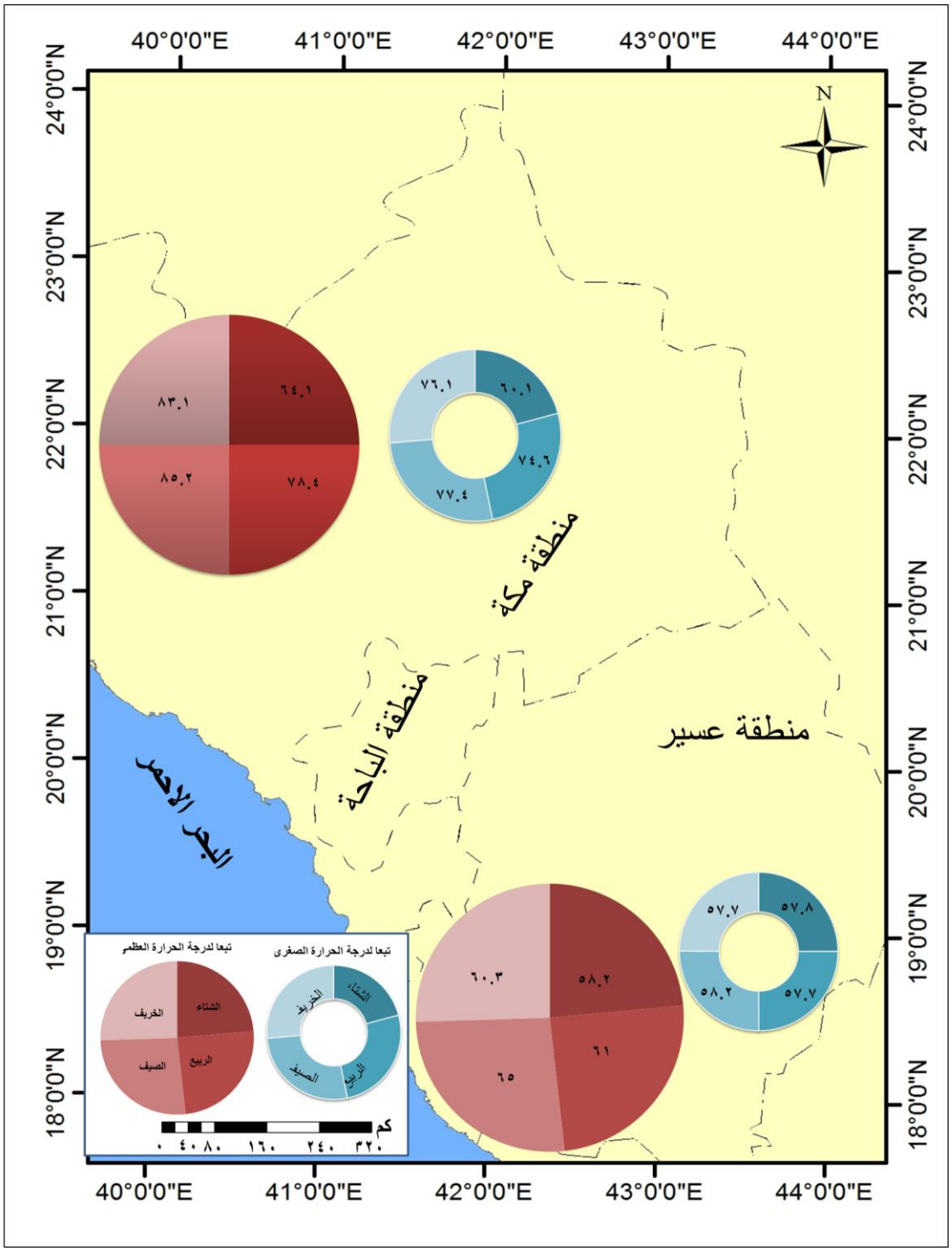
جدول (١٣) نتائج تطبيق معيار أوليفر لمعدلات الحرارة المؤثرة الفصلية والسنوية العظمى والصغرى بمنطقتي الدراسة

المحطة	معدلات الحرارة المؤثرة الفصلية العظمى					معدلات الحرارة المؤثرة الفصلية الصغرى				
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي
مكة	٦٤.١	٧٨.٤	٨٥.٢	٨٣.٤	٨٠.٥	٦٠.١	٧٤.٦	٧٧.٤	٧٦.١	٧٦.٨
ابها	٥٨.٢	٦١	٦٥	٦٠.٣	٦٣.٢	٥٧.٨	٥٧.٧	٥٨.٢	٥٧.٧	٥٨

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على تطبيق معيار اوليفر ، وجداول (١ ، ٢ ، ١٢) .

يتضح من المعدلات السنوية لدرجات الحرارة المؤثرة لأوليفر عدم الراحة نهاراً بمكة المكرمة ، حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٨٠.٥ ، بينما اتصفت المعدلات السنوية بالراحة نهاراً بمدينة ابها لتبلغ درجة الحرارة المؤثرة ٦٣.٢ ، كما اتصف نهار مكة شتاءاً بالمناخ المريح لتسجل درجة الحرارة المؤثرة ٦٤.١ ، في حين انخفض معدل الحرارة المؤثرة بنهار ابها شتاءاً ٥٨.٢ مما يعطى الشعور بالبرودة وعدم الارتياح ، أما فصول (الربيع ، الصيف ، الخريف) بنهار مكة فاتصفت بالمناخ المتعب وذلك نظراً لارتفاع درجات الحرارة العظمى بهذه الفصول إلى (٣٨.٨ ، ٤٣.٣ ، ٣٩.٥) °م على التوالي ، كما اتصفت فصول (الربيع ، الصيف ، الخريف) نهاراً بابها بالمناخ المريح لوقع ناتج التطبيق من (٦٠ : ٦٥) مما أدى إلى الشعور بالراحة .

كما أكدت المعدلات السنوية لدرجات لحرارة الصغرى والرطوبة النسبية لأوليفر مدى شعور الانسان بالراحة النسبية ليلاً بمكة المكرمة لتبلغ معدل الحرارة المؤثرة (٧٦.٨) وابها بالباردة (٥٨) ، واتصفت ليالي فصل الشتاء بمكة المكرمة بالراحة (٦٤.١) ، كما اتصف ليالي فصل الربيع بالمناخ المريح نسبياً ، أما ليالي فصلى الصيف والخريف بمكة فاتصفت بالمناخ المتعب ، بينما اتصفت ليالي فصول ابها كلها بالبرودة نظراً لانخفاض درجات الحرارة الصغرى بها ، وذلك لتدنى ناتج تطبيق معيار اوليفر إلى أقل من (٦٠) .



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (١٣)

شكل(٨) التوزيع الفصلي لنتائج تطبيق معيار أوليفر تبعا لدرجة الحرارة العظمى والصغرى في منطقتي الدراسة

٣- قرينة الراحة لتوم Thom's

ان عنصري الحرارة والرطوبة النسبية من أهم العناصر المناخية تأثيراً على راحة الانسان ، حيث أن اقترانهما معاً يؤثران على راحة الانسان سواء بالإيجاب أو السلب ، وتعد فاعلية درجة الحرارة أحد المؤشرات المناخية المستخدمة منذ فترة طويلة للدلالة على مدى راحة الانسان في ظروف حرارية معينة إلا أن الارتباط وثيق بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح فالهواء المشبع ببخار الماء عند درجة حرارة معينة يدل على مدى فاعليتهم ، وبالتالي فالرطوبة النسبية التي تزيد عن ٨٠ % ودرجة الحرارة التي أعلى من ٣٠ م تعطيان شعوراً بالإرهاق والضيق ، بينما قد يتعرض الانسان العادي لضربة شمس في حالة انخفاض الرطوبة أقل من٥٠ % مع بقاء درجة الحرارة مرتفعة (ابوراضى ، ٢٠٠٦ ، ص ١٢٨) ، وقد قام العالم توم بصياغة الحرارة – الرطوبة النسبية لتحديد المناخ المثالي لراحة الانسان ، وذلك من خلال العلاقة التالية :

$$THI(DI)=T-0,55(1-h)(T-14,5)$$

حيث أن(THI)= قرينة الحرارة– الرطوبة(قرينة الانزعاج(DI) حيث

T= درجة الحرارة الجافة ، H= الرطوبة النسبية المصدر: (موسى،١٩٩٨،ص٦٧)

وقد تم تصنيف المناخ في حدود الراحة لتوم ، وتطبيقها على منطقتي الدراسة كما يتضح من الجدولين (١٤) ، (١٥) ، وشكلي (٩ ، ١٠) .

جدول(١٤) حدود معيار توم لراحة الإنسان

قيم Thi Di	نوع الراحة
دون١٠	انزعاج شديد بارد٠
١٠-١٥	انزعاج متوسط بارد٠
١٥-١٨	راحة نسبية باردة٠
١٨-٢١	راحة تامة٠
٢١-٢٤	راحة نسبية حارة(١٠%-٥٠%) من الناس يشعرون بعدم الراحة٠
٢٤-٢٧	انزعاج متوسط حار(١٠٠%)من الناس يشعرون بعدم الراحة عند قيمة٢٦ من
٢٧-٢٩	انزعاج شديد حار٠
فوق٢٩	إجهاد كبير وخطير على الصحة٠

المصدر: (موسى،١٩٩٨،ص٦٨)٠

جدول (١٥) ناتج تطبيق معيار توم الشهري والفصلي والسنوي في منطقتي الدراسة

المحطة	مكة المكرمة		ابها	
	ناتج معيار التطبيق	التصنيف	ناتج معيار التطبيق	التصنيف
ديسمبر	٢٣.١	راحة نسبية حارة	١١	انزعاج متوسط بارد
يناير	٢١.٧	راحة نسبية حارة	١١.٢	انزعاج متوسط بارد
فبراير	٢٢.٢	راحة نسبية حارة	١١.٤	انزعاج متوسط بارد
الشتاء	٢٢.٤	راحة نسبية حارة	١١.١	انزعاج متوسط بارد
مارس	٢٣.٦	راحة نسبية حارة	١٢.٣	انزعاج متوسط بارد
ابريل	٢٥.٧	انزعاج متوسط حار	١٣.٣	انزعاج متوسط بارد
مايو	٢٧.٤	انزعاج شديد حار	١٣.٩	انزعاج متوسط بارد
الربيع	٢٥.٦	انزعاج متوسط حار	١٣.٢	انزعاج متوسط بارد
يونيو	٢٧.٨	انزعاج شديد حار	١٣.٩	انزعاج متوسط بارد
يوليو	٢٨	انزعاج شديد حار	١٤.٥	انزعاج متوسط بارد
اغسطس	٢٨.٥	انزعاج شديد حار	١٥.٢	راحة نسبية باردة
الصيف	٢٨.١	انزعاج شديد حار	١٤.٥	راحة نسبية باردة
سبتمبر	٢٨.٦	انزعاج شديد حار	١٢	راحة نسبية باردة
اكتوبر	٢٧.٣	انزعاج شديد حار	١٢	راحة نسبية باردة
نوفمبر	٢٥.١	انزعاج متوسط حار	١١.٦	راحة نسبية باردة
الخريف	٢٧	انزعاج متوسط حار	١٢.٤	راحة نسبية باردة
السنوي	٢٦	انزعاج متوسط حار	١٢.٨	راحة نسبية باردة

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على تطبيق معيار توم، وجدول (١ ، ٢ ، ١٤) .

- أظهرت نتائج تطبيق قرينة توم السنوية ، وقوع مدينة مكة المكرمة ضمن نطاق الانزعاج المتوسط الحار(٢٦) وذلك لارتفاع درجة الحرارة مع انخفاض معدلات الرطوبة النسبية معظم شهور العام ، مما يعطى شعور بالضيق وعدم الارتياح ، بينما وقعت مدينة ابها ضمن نطاق الراحة النسبية الباردة (١٢.٨) ، وذلك نظراً لاعتدال درجات الحرارة معظم شهور العام .

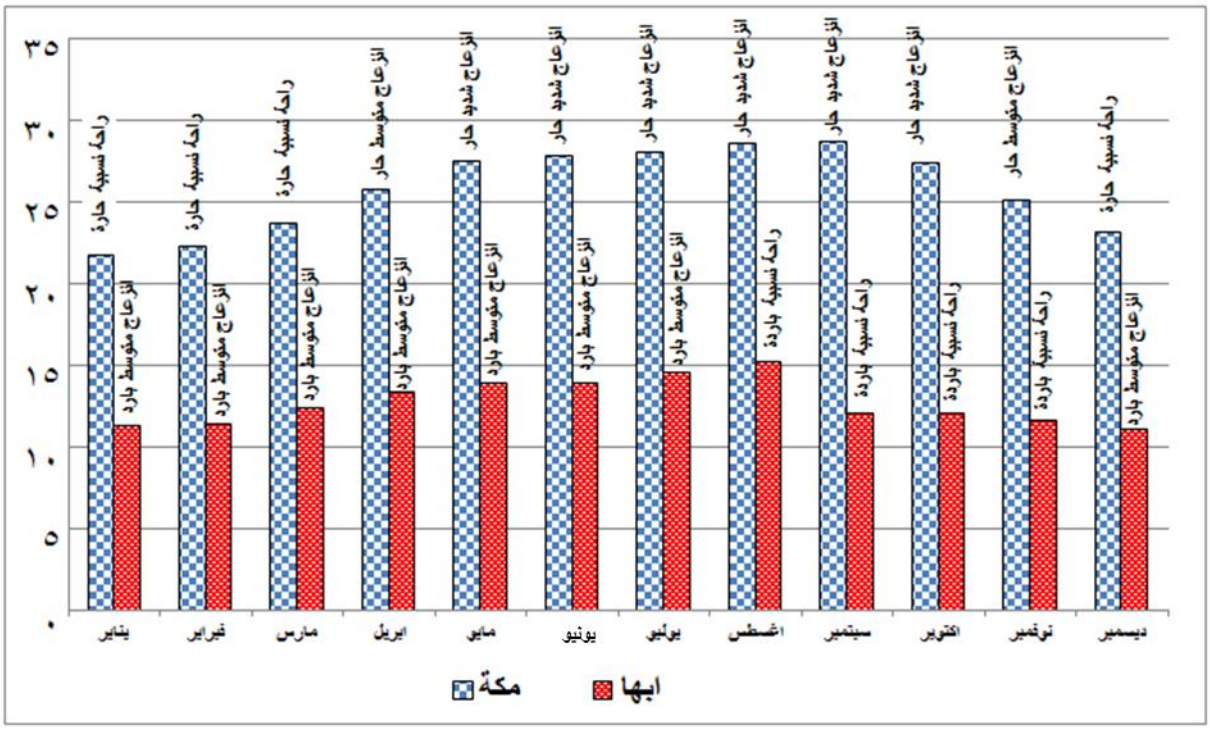
اتضح من القيم الشهرية والفصلية لقرينة توم بفصل الشتاء بمكة المكرمة وقوعها ضمن الراحة النسبية الحارة ٢٢.٤ والذى ساد كل شهوره ، حيث امتاز فصل الشتاء بمكة بالدفء والارتياح ، على العكس من مدينة ابها الذى وقعت ضمن نطاق الانزعاج المتوسط البارد ١١.١ ، والذى ساد في كل شهور فصل الشتاء ، مما أدى إلى الشعور بالبرودة خلال أشهر الشتاء ، حيث انخفاض معدلات الحرارة إلى ١٠.٣°م والرطوبة النسبية إلى ٦٧.٥ % ، وهو بذلك فصل غير مريح فسيولوجياً للإنسان بابها . فخلال الطقس البارد تقوم الرياح بإزالة طبقة الهواء الدافئ التي تحيط بالجسم وتستبدل الهواء البارد بها مما يفرض على الجسم انتاج المزيد من الحرارة لتعويض الفاقد بفعل الرياح ومع استمرار العملية قد يتفوق معدل إزاحة الحرارة بفعل الرياح على معدل توليدها داخل الجسم فتنخفض درجة حرارة الجسم مما يعرضه للسعات البرد الموجعة (امقيلى ، ١٩٩٨ ، ص ٢٠١) ، وتزداد هذه اللسعات خلال شهور الشتاء بابها ، حيث يشعر الإنسان بالبرد الشديد ويحتاج إلى الألبسة الثقيلة لتفادى هذه البرودة .

– وقع فصل الربيع بمكة ضمن نطاق الانزعاج المتوسط الحار ٢٥.٦ ، حيث تدرجت درجة الحرارة بالارتفاع بين شهوره حتى الذروة في شهر مايو ، والذى وقع ضمن نطاق الانزعاج الشديد الحار ٢٧.٤ ، بينما استمرت البرودة خلال فصل الربيع بابها ووقوعها ضمن نطاق الانزعاج المتوسط البارد ١٣.٢ .

– وصلت قرينة توم أعلى قيم لها في فصل الصيف بمكة المكرمة ٢٨.١ ليقع ضمن نطاق الانزعاج الشديد الحار، وذلك في كل شهوره ، حيث سجل فصل الصيف أعلى معدلات درجات الحرارة وذلك لتعرض مدينة مكة المكرمة خلال هذا الفصل لتأثير امتداد المرتفع الجوي الأزورى ، مما كان له تأثير سلبى على راحة السكان بمكة وزائريها من ضيوف الرحمن ، حيث تعتمد المملكة على وضع الخطط التي تهدف إلى ضمان راحة وسلامة الحجاج خلال موسمي الحج والعمرة خلال فترات ارتفاع درجات الحرارة وخاصة صيفاً ، حيث تجند الجهات المعنية كافة طاقاتها الألية والبشرية وتسخر كل امكاناتها لتوفير أفضل السبل للتخفيف من حدة ارتفاع درجات الحرارة بكافة الوسائل المبردة لهذه الحرارة ، وذلك من أجل تهيئة مناخ مريح و جو روحي تعبدي يبث الشعور بالراحة من أجل تأدية الشعائر بكل اريحية ، بينما وقع فصل الصيف بمدينة ابها في راحة نسبية باردة ١٤.٥ حيث أنه الفصل المناخي الأكثر راحة للإنسان بابها والجاذب للسياحة في المقام الأول بسبب اعتدال درجة الحرارة .

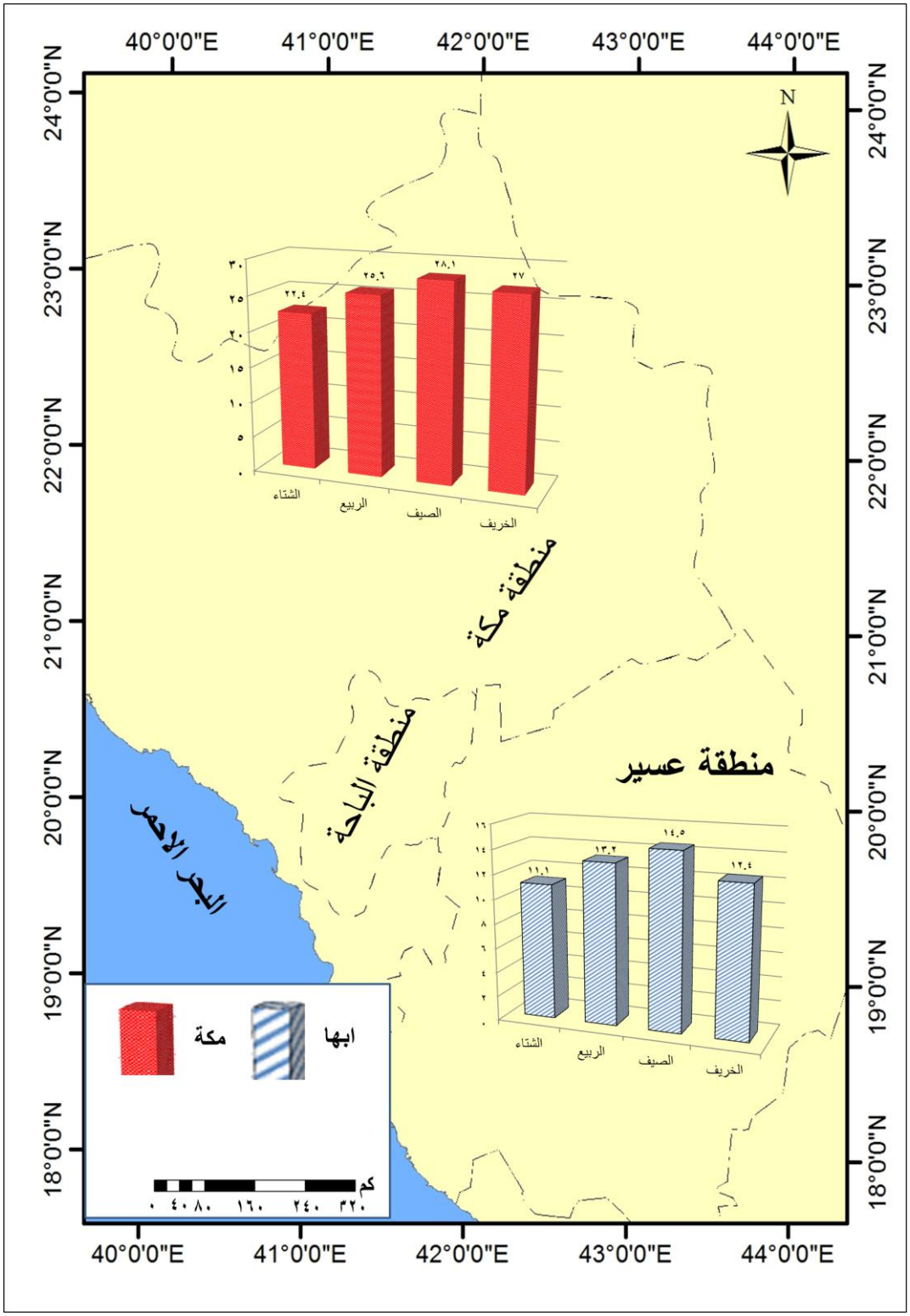
– كان فصل الخريف بمكة أقل حدة من فصل الصيف ، حيث وقع ضمن نطاق الانزعاج المتوسط الحار ٢٦ ولكن تميز بارتفاع درجات الحرارة ، في حين استمرت الراحة النسبية الباردة في ابها تسود فصل الخريف . وتمثل أفضل راحة حرارية للإنسان هي التي لا يترتب عليها عرق أو رشح أو قشعريرة

أو تشقق في الجلد أو ارهاق ، وان كان ينبغي أن نشير إلى أن المناخ المثالي أو المريح لكل الناس في ان واحد أمر صعب لاختلاف معيار الراحة من فرد إلى أخر(ابراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ١٨٨)



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (١٥)

شكل(١٠) التوزيع الشهري وتصنيف نتائج تطبيق معيار توم في منطقتي الدراسة



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (١٥)

شكل(٩) التوزيع الفصلي لنتائج تطبيق معيار توم في منطقتي الدراسة

٤- تصيف تيرجنج (١٩٦٦) Terjung :

يعد تصنيف تيرجنج أهم التصنيفات المناخية الفسيولوجية التي تقيس تأثير الظروف المناخية على راحة الانسان، وقد أعد تيرجنج معايير راحة قياسية تحدد المناطق الفسيولوجية التي تظهر درجة راحة الإنسان أو انزعاجه اعتماداً على درجة الحرارة الفعالة ودرجة الحرارة الرطبة والجافة والرطوبة النسبية ، ومن أهم ما يميز تصنيف تيرجنج فصله الليل عن النهار لاختلاف الظروف المناخية بينهما ، حيث أن كلاً منهما يؤثر على الراحة بطريقة مختلفة ، ونظراً لفصل تصنيف تيرجنج الليل عن النهار فيعود تطبيقه بالنفع في هذه الدراسة ، وذلك نظراً لأهمية مكة الدينية وتوافد المعتمرين وهم الأكثر توافد وكذلك رغبة الكثير منهم في اللجوء لإتمام مناسك العمرة ليلاً هروباً من ارتفاع درجات الحرارة نهاراً ، لاسيما اذا كان الطواف من المطاف حول الكعبة ، فضلاً عن أن طبيعة مكة الدينية أدى إلى وجود نشاط وحركة بها نهاراً وليلاً ، والجدول (١٦) يبين حدود مناطق الراحة التي وضعها تيرجنج ، والتي منها يتم تطبيق تصنيف تيرجنج في منطقتي الدراسة كما في جدول (١٧) .

جدول (١٦) مناطق الراحة ودراجاتها وحدودها كما وضعها " تيرجنج "عام ١٩٦٦

المنطقة	الحد الحراري العلوي للحرارة الفعالة (E T) (م °)	النوع المناخي
-٦	دون ٤٠ م	فائق البرودة
-٥	٤٠ - إلى ٢٠ - م	بالغ البرودة
-٤	٢٠ - إلى ١٠ - م	بارد جدا
-٣	-١٠ - إلى ٧ م	بارد
-٢	١.٧ إلى ١٥.٦ م (١٣.٣ م حرارة رطبة عندما تزيد الرطوبة النسبية فوق ٧٠ %٠)	واضح البرودة
-١	١٥.٦ إلى ١٧.٨م (١٥.٦ م حرارة رطبة عندما تزيد الرطوبة النسبية فوق ٧٠ %)	معتدل البرودة
٠	١٧.٨ إلى ٢٢.٢م (٢٠.٥ م حرارة رطبة عندما تزيد الرطوبة النسبية فوق ٧٠%)	مريح
١	٢٢.٢ إلى ٢٥.٦م (٢٣.٣ م حرارة رطبة عندما تزيد الرطوبة النسبية فوق ٧٠ %)	دافئ
2a	٢٣.٣ م حارة رطبة والرطوبة النسبية تبلغ ٧٠ % فأكثر .	حار
2b	٢٥.٦ - ٣٠.٥ م (حارة فعالة)	مثبط
٣	فوق ٣٠.٥ م (حارة فعالة)	بالغ الحرارة

المصدر : موسى، ١٩٩٨ ، ص٧٦

ويشير الجدول (١٦) أن الحد الأدنى للمنطقة (٠) هي الممثلة للراحة المناخية حيث يتبع خط الحرارة الفعالة ١٧.٨ مْ ، ومن هذه الحدود يمكن وضع قرائن الراحة المناخية النهارية والليلية والتي يرمز

لها بالرموز الرقمية (-٦ : ٣) حيث تم استخدام معدل درجة الحرارة العظمى لقرينة الراحة النهارية ، ومعدل درجة الحرارة الصغرى بالنسبة لقرينة الراحة الليلية ، ويمكن تطبيق قرينة الراحة النهارية (ن) والليلية (ل) حسب تصنيف تيرجنج في منطقتي الدراسة كما يتضح من الجدول (١٧).

جدول (١٧) نتائج تطبيق قرينة الراحة النهارية (ن) والليلية (ل) السنوية وخلال شهور العام حسب تصنيف تيرجنج في منطقتي الدراسة

المحطة	الشتاء						الربيع						الصيف						الخريف						السنوي	
	ديسمبر		يناير		فبراير		مارس		ابريل		مايو		يونيو		يوليو		اغسطس		سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر			
	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل	ن	ل
مكة	٣	٠	٣	٠	٣	٠	٣	٠	٣	١	٣	2b	٣	2b	٣	2b	٣	2b	٣	2b	٣	2b	٣	١	٣	١
الفصول	٣ ٠						٣ ١						٣ 2b						٣ 2b							
ابها	-٢	-٢	-٢	-٢	-٢	-٢	-٢	-٢	-١	٢	-١	-٢	-١	-٢	٠	-٢	٠	-٢	-١	-٢	-٢	-٢	-٢	-٢	-١	-٢
الفصول	-٢						-١			-٢			٠	-٢				-٢				-٢			-١	-٢

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على جداول (١ ، ١٦) .

اتصف ناتج التصنيف السنوي بمكة المكرمة نهاراً بانه بالغ الحرارة (٣) وذلك في كل فصوله ، أما ليالي التصنيف السنوي فكانت ليالي دافئة ، بينما اتصف ناتج التصنيف السنوي بابها بأنه معتدل البرودة نهاراً ، وواضح البرودة ليلاً .

- **فصل الشتاء** : يتميز نهار فصل الشتاء بمكة تبعاً لتصنيف تيرجنج بالمناخ الحار وذلك في كل شهوره ، أما ليلاً فيتميز بالراحة (٠) في كل شهوره ، لذلك هو من أفضل الفصول راحة لجسم الانسان بمكة المكرمة ، بينما يسود ابها تصنيف (-٢) واضح البرودة ، وذلك خلال الليل والنهار ، حيث انخفاض درجات الحرارة الصغرى من (٦.٥ : ٧.٥) °م ، وكذلك انخفاض درجة الحرارة العظمى من (١٣.١ : ١٣.٩) °م خلال شهوره .
- **فصل الربيع** : يتصف نهار مكة المكرمة بانه بالغ الحرارة (٣) وذلك في كل شهوره ، بينما اتصف ليلة (١) بالدفء ، حيث تدرجت درجة الحرارة الفعالة به ليتصف بالراحة في شهر

مارس ، وبالدفء في شهر ابريل ، وبالحار في شهر مايو ، وذلك لأنه فصل انتقالي بين الشتاء الدافئ ، والصيف الحار، بينما اتصف نهار ابها بمعتدل البرودة (−١) وان انخفضت درجات الحرارة أثناء الليل ليتصف بالبرودة الواضحة (−٢) .

- **فصل الصيف** : ارتفعت درجة الحرارة الفعالة بفصل الصيف بمكة المكرمة ليصبح فصل غير مريح لجسم الانسان سواء أثناء النهار والذى اتصف بأنه بالغ الحرارة (٣) ، حيث تراوحت درجة حرارته العظمى به بين (٤٢.٩ : ٤٣.٩)°م ، أما ليله فاتصف بالحار (2b) وذلك في كل شهوره ، بينما اتصف نهار ابها بالمناخ المريح (٠) وهو ما يميز صيف نهار ابها والذى اعتدلت فيه درجة الحرارة والتي تبلغ نهاراً بصيف ابها ١٨.٤°م ، بينما اتصف ليالي صيف ابها بالبرودة .
- **فصل الخريف** : اتصف نهار مكة المكرمة أثناء فصل الخريف بأن مناخه بالغ الحرارة (2b) ، وكذلك ليالي الخريف اتصفت بالحارة ، في حين اتصف مناخ ابها ليلاً و نهاراً بأنه مناخ واضح البرودة (−٢) .

ويمكن الحصول على قرينة الراحة المركبة لتيرجنج وذلك بدمج قرينتي الليل والنهار في قرينة واحدة ، ومعرفة أثرها على راحة الانسان خلال اليوم الكامل ، وذلك كما يتضح من الجدول (١٨) .

جدول (١٨) حدود قرينة الراحة المركبة لتيرجنج

قرينتي النهار والليل	القرينة المركبة	قرينتي النهار والليل	القرينة المركبة
٥-/٥-	Ec1	١/٠	W2
٥-/٦-	Ec2	١/١-	W3
٤-/٤-	Vc1	١/٢-	W4
٤-/٥-	Vc2	a٢ / a٢	H1
٣-/٣-	CD1	a٢ /١	H2
٣-/٤-	CD2	a٢ /٠	H3
٣-/٥-	CD3	a٢ /١	H4
٢-/٢-	K1	a٢ /٢-	H5
٢-/٣-	K2	2b/2b	S1
٢-/٤-	K3	2b/2a	S2
١-/١-	C1	b٢ /١	S3
١-/٢-	C2	2b /٠	S4
١-/٣-	C3	2b /١-	S5
٠/٠	M1	٣/ 2b	EH1
٠/١-	M2	٣/ 2a	EH2
٠/٢-	M3	٣/١	EH3
٠/٣-	M4	٣/٠	EH4
١/١	W1	٣/١-	EH5

المصدر : على حسن موسى ،١٩٩٨، ص٧٧

Ec = بالغ البرودة **Vc** = بارد جدا **CD** = برودة متعدلة **K** = برودة واضحة **C** = بارد **M** = معتدل

H = حار **EH** = بالغ الحرارة **S** = مرهق **W** = دافئ **b** = باعتدال

من خلال جدول (١٨) الذى يحتوى على الأرقام المرفقة لرموز القرينة المركبة التي تدل على درجة القرينة وايضا جدول (١٧) الخاص بنتائج تطبيق قرينتي الراحة الليلية والنهارية لتيرجنج يمكن الحصول على قرينة الراحة المركبة وذلك من خلال الجدول التالي :

جدول (١٩) نتائج تطبيق الراحة المركبة الشهرية والفصلية والسنوية حسب تصنيف تيرجنج في منطقتي الدراسة

الشهر	مكة المكرمة	ابها
ديسمبر	EH1	K1
يناير	EH1	K1
فبراير	EH1	K1
الشتاء	EH1	K1
مارس	EH1	K1
ابريل	EH3	C2
مايو	EH4	C2
الربيع	EH4	C2
يونيو	EH4	C2
يوليو	EH4	M3
اغسطس	EH4	M3
الصيف	EH4	M3
سبتمبر	EH4	C2
اكتوبر	EH4	K1
نوفمبر	EH3	K1
الخريف	EH1	K1
السنوى	EH3	C2

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على الجدول (١٧) والجدول (١٨).

- اتصف مناخ مكة المكرمة تبعاً لتصنيف الراحة المركبة لتيرجنج بالمناخ الحار خلال كل شهور العام ، وان تدرجت الحرارة في الارتفاع تدريجياً من فصل الشتاء (EH1) وازدادت ارتفاعاً لتصل إلى الذروة في درجات الحرارة (EH4) في فصلى الربيع والصيف ومنتصف فصل الخريف تحديداً من شهر مايو وحتى شهر اكتوبر ، حيث الحرارة الجافة نظراً لانخفاض الرطوبة النسبية وانخفاض سرعة الرياح خلال تلك الأشهر ، مما يجعل مناخها غير ملائم وغير مريح للإنسان ، ولذلك لابد من شرب الماء لتعويض فاقد المياه من الجسم ، ثم يبدأ الانخفاض بدرجات الحرارة بفصل الخريف (EH1) ، حيث يبدأ التدرج بالانخفاض النسبي لدرجة الحرارة به خاصة من أول شهر نوفمبر (EH3) ويستمر هذا الانخفاض ليسود الدفء في شهور فصل الشتاء .
- اتصفت كل شهور العام في ابها تبعاً لتصنيف تيرجنج للراحة المركبة بالمناخ البارد باستثناء شهور الصيف والذى تميز بالاعتدال (M3) وان تدرجت البرودة ما بين الواضحة في شهور

فصل الشتاء وأول الربيع (K1) ثم البرودة (C) خلال شهور فصل الربيع ، ثم العودة للبرودة الواضحة (K1) خلال فصل الخريف .

وبعد هذا العرض لدراسة القرائن المناخية الفسيولوجية ومعرفة الفصول المريحة وغير المريحة تبعاً لنتائج القرائن المدروسة بمنطقتي الدراسة ، يمكن تلخيص هذه القرائن ومعرفة مدى اتفاقها واختلافها من حيث فصول الراحة الفسيولوجية بمنطقتي الدراسة ، وذلك كما يتضح من الجدول (٢٠) .

جدول (٢٠) نتائج تطبيق القرائن الفصلية والسنوية لمعايير الراحة الفسيولوجية للإنسان في منطقتي الدراسة

المعيار	جفني		أوليفر		قرينة توم		تيرجنج	
	مكة	ابها	مكة	ابها	مكة	ابها	مكة	ابها
الشتاء	راحة	عدم راحة باردة	راحة	عدم راحة باردة	عدم راحة حارة	انزعاج متوسط بارد	حار	البرودة الواضحة
الربيع	عدم راحة شديدة	عدم راحة باردة	متعب	مريح	انزعاج متوسط حار	انزعاج متوسط بارد	بالغ الحرارة	بارد
الصيف	عدم راحة شديدة	عدم راحة باردة	متعب	مريح	انزعاج شديد حار	راحة نسبية باردة	بالغ الحرارة	معتدل
الخريف	عدم راحة شديدة	عدم راحة باردة	متعب	مريح	انزعاج متوسط حار	راحة نسبية باردة	شديد الحرارة	البرودة الواضحة
السنوي	عدم راحة شديدة	عدم راحة باردة	متعب	مريح	انزعاج متوسط حار	راحة نسبية باردة	شديد الحرارة	بارد

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على جداول (١١ ، ١٣ ، ١٥ ، ١٩)

اتفقت جميع القرائن المناخية المدروسة بأنه يسود شتاء مدينة مكة المكرمة الحرارة النسبية والشعور بالدفء والراحة في نهار شتائها ، وذلك نظراً لاعتدال درجة الحرارة مما جعله أكثر فصول العام راحة للإنسان وغير مزعج أثناء تأدية المناسك ، ويناسب أي مجهود عضلي وذهني للإنسان ، وكذلك اتفقت جميع القرائن على أن يسود فصل الشتاء بمدينة ابها برودة واضحة وان تزداد إلى البرودة الشديدة أثناء الليل ، مما يجعله فصل مزعج وغير مريح للإنسان ، وبالتالي فهو أقل الفصول جذباً للسياحة بمدينة ابها ، في حين أشارت نتائج تطبيق القرائن المناخية المدروسة بأن يسود فصل الصيف بمكة المكرمة حرارة شديدة ، لذلك فان الأفراد يشعرون بعدم الراحة والانزعاج وفقدان القدرة على التركيز ، ويرجع ذلك إلى طول النهار وصفاء الجو وتعامد الشمس ، وبلوغ الاشعاع الشمسي حدوده القصوى صيفاً مع زيادة عمليات التسخين لليابس ، على العكس من ذلك نجد أنه تسود الراحة الحرارية أثناء الصيف بمدينة ابها والشعور بالراحة

وتوافد المصيفين من داخل مناطق المملكة ودول الخليج العربي ، أما الفصول الانتقالية بمكة فيسودها عدم الراحة والانزعاج الحرارى ، بينما مثل فصلى الربيع والخريف بابها فصول راحة وان كانت باردة نسبية بفصل الخريف .

النتائج

- يتفاوت التباين الحرارى بمكة المكرمة ، حيث بلغ أقل درجة حرارة بفصل الشتاء مما جعل الفصل مريح مناخياً ، ويسوده الدفء والراحة ، بينما تسود باقي الفصول الشعور بعدم الراحة والانزعاج نظراً لارتفاع درجات الحرارة ، ويختلف الحال في مدينة ابها حيث يتسم فصل الشتاء بابها بالبرودة ، بينما اعتدل باقي الفصول في درجات الحرارة وبخاصة فصل الصيف ، مما جعلها مقصد سياحي داخل وخارج المملكة .
- ترتفع الرطوبة النسبية بابها بالمقارنة بمكة المكرمة ، وذلك في كل فصول العام ، وذلك نظراً لاختلاف الموقع الفلكي والجغرافي بين المدينتين .
- تزداد سرعة الرياح في ابها بالمقارنة بمكة المكرمة ، وان ازدادت في مكة المكرمة بصورة عامة كلما اتجهنا بين المنطقة الشمالية للمدينة نحو المنطقة الجنوبية الغربية .
- يزداد الضغط الجوي بمكة المكرمة مقارنة بابها ، حيث ترتفع معدلات الضغط الجوي في أعلى قيم لها بمكة في فصل الخريف نظراً لتأثر مدينة مكة المكرمة بمنخفض الهند الموسمي الذى يتمركز فوق باكستان وشمال غرب الهند ، بينما ينخفض الضغط الجوي بابها نظراً لعامل الارتفاع .
- نظراً للطبيعة التضاريسية لمنطقة الدراسة وموقعها الفلكي ، تتصف الأمطار في مكة بقلتها وتذبذبها ، بينما تعد مدينة ابها من أكثر مناطق المملكة من حيث كميات الأمطار الساقطة ، حيث يصل الفارق بينهم ٢٨٥ ملم .
- يزداد الكسب الحرارى بمكة المكرمة صيفاً مما يجعله فصل غير مريح مناخياً ، يليه فصل الخريف بعكس مدينة ابها ، حيث شهدت كل فصول العام فقد حرارى كان أعلاه لفصل الشتاء .
- تباينت مواسم الراحة بمنطقتي الدراسة ، حيث مثل فصل الشتاء الفصل المثالي لراحة الانسان في مكة ، أما باقي الفصول فاتصفت بالمناخ الحار الجاف والغير مريح ، بينما ينعكس الحال في ابها ليمثل فصل الشتاء فصل غير مريح نظراً لانخفاض درجات الحرارة ، وبالتالي الشعور بالبرودة وعدم الراحة ، أما باقي فصول العام فتميزت ابها بالراحة وخاصة فصل الصيف الذى امتاز به مصيف ابها .

- أكدت نتائج معادلة أدولف بأنه تتزايد معدلات التعرق في مكة في كل الفصول والتى ترتفع ذروته بزاياده بنحو ٩ أضعاف بالمقارنة بابها .
- ارتبطت معدلات التعرق مع درجة الحرارة ارتباطاً طردياً ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما زادت كميات التعرق ، والعكس صحيح لذلك لابد من تعويض الفاقد من المياه بالجسم عن طريق شرب الماء .
- اتفقت نتائج جفنى أوليفر وتوم وتيرجنج بعدم الراحة نهاراً بمكة المكرمة ، وأن كل فصول العام تسودها عدم راحة بمكة المكرمة باستثناء فصل الشتاء الذى يسوده الدفء والارتياح ، بينما اتصف شتاء مدينة ابها بعدم الراحة نظراً للبرودة الواضحة ، بينما ساد الاعتدال في باقي فصول العام .

التوصيات

- الحرص على شرب كميات كبيرة من المياه لتعويض عملية فقدان الماء من الجسم وخاصة بمكة المكرمة نظراً لزيادة افراز كميات كبيرة من العرق .
- ارتداء الملابس القطنية الخفيفة والتي تعطى الجسم برودة نسبية وتمتص كميات العرق وخاصة بمكة المكرمة .
- استخدام مظلات الية كبيرة تغطى ساحة الحرم المكي لتفادى وتجنب الاصابة بضربات الشمس أثناء الصلاة والجلوس نهاراً .
- زيادة المساحات الخضراء بمكة المكرمة والتي تعمل على تلطيف درجات الحرارة .
- توعية سكان ابها وزائريها بمدى مخاطر الارتفاع عند تسلق الجبال وتأثيرها على أمراض القلب والضغط وضيق التنفس خاصة مع الأفراد الغير متأقلمين مع طبيعة هذه البيئة .
- ضرورة توعية الحجاج بخطورة الاقامة والتواجد في بطون الأودية أو التحرك فيها أثناء سقوط الأمطار الشديدة وخاصة وادى عرنه الفاصل بين عرفة والمزدلفة .
- ضرورة توعية الحجاج باستخدام المظلات للوقاية من حدة ارتفاع درجات الحرارة و الضربات الشمسية .
- زيادة توعية سكان وزائرين ابها بالتصرف وقت حدوث الظواهر الجوية المتطرفة التي تتعرض لها مدينة ابها ، وأخذ كافة التدابير الوقائية اللازمة .

المصادر والمراجع :

أولاً :المصادر

١- https://portal.saudicensus.sa/portal الهيئة العامة للإحصاء ، سكان ، تعداد سكان المملكة العربية السعودية ٢٠٢٢ م .

٢- https://wmn.gov.sa/public/?page=Home الهيئة العامة للعناية بشؤن المسجد الحرام والمسجد النبوي ٢٠٢٤ م .

٣- https://momah.gov.sa/ar/node/13020 وزارة الشئون البلدية والقروية ، المخطط الاقليمي لمنطقة عسير ،١٤٤٤ هـ.

٤- https://portal.aseer.gov.sa/ar امارة منطقة عسير ، ١٤٤٤ هـ .

٥- وزارة البيئة والمياه والزراعة، المركز الوطني للأرصاد مركز الوثائق العلمية مجموعة تقارير مناخية غير منشورة (١٩٨٥ : ٢٠١٩ م) .

ثانياً المراجع :

١- المراجع العربية :

١- **ابراهيم ،محمد توفيق** (٢٠٠٤) : المناخ وأثرة على راحة الانسان في السواحل المصرية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب جامعة سوهاج .

٢- **ابراهيم ، ، نشوة محمد** (٢٠٠٦) : المناخ واثرة على بعض جوانب النشاط البشرى فى صحراء مصر الغربية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية البنات جامعة عين شمس .

٣- **ابوراضى ، فتحي عبد العزيز** (٢٠٠٦) : الأصول العامة فى الجغرافيا المناخية ، الجزء الثانى ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية .

٤- **الأحيدب ، ابراهيم بن سليمان** (١٩٩٨) : المناخ والحياه ، دراسة في المناخ التطبيقي ، كلية العلوم الاجتماعية ، جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية ، الرياض .

٥- **الدوري ، سماح ابراهيم** (٢٠٠٩) : أثر التذبذب المناخي على راحة الانسان فى محافظة صلاح الدين ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة تكريت العراق .

٦- **الديب ، حمدي** (١٩٨٦) : المناخ والاستجمام ، مجلة كلية الآداب ، جامعة سوهاج ، العدد (١٦) .

٧- **الدليمي ، مهدى حمد فرحان** (١٩٩٠) : أثر المناخ على راحة الانسان ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد ، العراق .

٨- **الزعفراني ،عباس محمد** (٢٠٠٠) : التصميم المناخي للمنشأت المعمارية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الهندسة جامعة القاهرة .

٩- **أمقيلى ، أمحمد** (١٩٩٨) : أثر الرياح في الاخلال بالتوازن الحرارى فى جسم الانسان ، مجلة الجامعة ، العدد الأول ، ليبيا .

١٠- **زكري ، يوسف محمد (٢٠٠٨) :** مفهوم الراحة الفسيولوجية وطرق قياسها ، مجلة السائل ، الزاوية ، ليبيا .

١١ - **شحادة ، نعمان** (١٩٩٠) : موجات الحر فى الأردن خلال الصيف ، المجلة الجغرافية الكويتية ، عدد يونيو .

١٢- **مزرا ، معراج بن نواب ، أحمد ، بدر الدين يوسف** (٢٠٠١) : أحوال الطقس والمناخ فى الشتاء بمكة المكرمة ، جامعة الكويت ، كلية العلوم الاجتماعية ، العدد (٢٥٣) .

١٣- **موسى ، على حسن** (١٩٨٢) : الوجيز فى المناخ التطبيقي ، دمشق ، دار الفكر

١٤-**موسى ، على حسن** (١٩٩٨) : المناخ والسياحة ، دار الأنوار للطباعة والنشر والتوزيع ، دمشق

١٥-**موسى ، على حسن** (١٩٩٨) : المناخ والسياحة ، دار الأنوار للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق .

٢-المراجع الأجنبية :

1- Almazroui, Mansour; Abid, Adnan; Athar, H.; Islam, Nazrul & Ehsan, Azhar (2013). Interannual variability of rainfall over the Arabian Peninsula using the IPCC AR4 Global Climate Models, International Journal Of Climatology, Int. J. Climatol. 33: 2328-2340.

2-Adolph, E. F. (1947). Physiology of Man in the Desert. New York: Interscience Publishers In this seminal work, Edward F. Adolph examines human physiological responses to desert environments, focusing on heat tolerance, dehydration, and thermoregulation.

3- **Gagge, A. P., Fobelets, A. P., & Berglund, L. G. (2012)**. A standard predictive index of human response to thermal environments. ASHRAE Transactions, 118(1), 1-31.

4- **Sumner, G. N. (1988)**. Precipitation: Process and Analysis. Chichester: John Wiley & Sons

5- **Taylor, Andrew T. (2011)**. High-Altitude Illnesses: Physiology Risk Factors, Prevention, ،and Treatment. Rambam Maimonides Medical Journal, Vol. 2, Issue 1-eoo22 .

6- **Thom, E. C. (1959)**. The Discomfort Index. Weatherwise, 12(8), 57-60.