تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية لسكّان منطقتي زوارة وشحات باستخدام بعض قرائن المناخ الحيوي للفترة من2001-2010

أ. آمنـــة أبو عجيلة محمد الأمين - كلية الآداب العجيلات- جامعة الزاوية.

المخّلص:

يهدف البحث إلى تطبيـــق بعض قرائن الراحة الحرارية للإنسان في منطقتي زوارة ، وشحات لتحقيق معرفـــة درجة تأثير الحـــرارة والرطوبة النسبية والرياح، على راحة الإنسان في منطقتي زوارة وشحات ، وتحديد الفروقات بين مستويات الراحة المناخية للسكان ، ومدى جدوى استخدام القرائن المناخية في تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية بحسب الأشـــهر، ومن خلال تطبيق قرائن الراحة الحرارية اعتماداً على عناصر المناخ مثل الحرارة، الرطوبة النسبية، الرياح، لأنها تتضافر في خلق أجـــواء مريحة أو مضطربة مزعجة وأما أجواء شديدة البرودة أو الحرارة تخلق شعورًا بالانزعاج أو الارتياح الحراري الذي ينتاب سكان المناطق ،في مدينتي زوارة وشحات الساحليتين ،اللتين سبب اختلاف الموقع الجغرافي لهما بالارتفاع في وجود تباين واختلاف في نتائج القيم المختلفة في المنطقتين حيث كان الصيف شديد الحرارة والانزعاج في زوارة وأميل للبرودة في شحات، وإذا كان الشتاء مريحاً بحسب نتائج بعض القرائن في زوارة يكون مزعج أو متوسط الانزعاج في شحات، وأما الفصول الانتقالية فهي أميل للبرودة في شحات وإلى الاعتدال في زوارة فهي تساعد في تأدية الأعمال لدى سكان المنطقتين ،وبذلك تظهر أهمية استخدام القرائن المناخية في معرفة درجة الإحساس الحراري الذي كان من نتائجه سهولة تحديد طبيعة الفترات الأنسب لدى السكان في مجالات العمل الاقتصادي المختلفة وتحديد فترات الإجهاد والتعب والانزعاج الشديد التي تستنزف طاقة الجسم البشري في الشتاء البارد أو الصيف شديد الحرارة.

المقدمـــــــــــــــة:

يُعد المنـــــاخ ذا أهمية كبيرة للإنسان من خـــلال تأثيره المباشـــر على شعوره بالحرارة أو الضيق أو الانزعاج، الذي يؤثر على صحته ونشاطه وقدرته على العمل وذلك لأثره على التوازن المائي والحراري داخل الجسم البشري.

علاقة الإنسان بالمناخ قديمة قدم الإنسان ذاته وقد تطوّرت مع تطور الحياة البشريــة ، فبدأ يعرف أثر المناخ ويحتمي من أضراره مثل الرياح القوية، الإشعاع الشمسي، الحر الشديد، والبرد القارس، ومع تطور الحياة البشرية بدأ يتغلب على قسوة المناخ باستخدام الوسائل الحديثة داخل المنازل وأماكن العمل باستخدام وسائل التكييف والتبريد.

ولأهمية المناخ في مختلف أوجه الحياة البشرية قد ارتبطت العديد من الدراسات المناخية بباقي العلوم مثل الهندسة في تصميم المباني بما يناسب الظروف المناخية، أو في مجال الطب ودراسة الظــروف المناخية التي تسهم في انتشار الأمراض والأوبئة وتحديد أوقاتها ، كما ارتبطت التوزيعات البشرية منذ قديم الزمان ارتباطاً وثيقاً بعناصر المناخ ، فتركزت في المناطق ذات المناخ المعتدل ، مع وجــود مساحات شاسعة دون أي تركز سكاني مثل صحاري العروض المدارية، والصحاري القطبية الباردة.

وتعتمد الراحة الحرارية للإنسان على عدة عناصر مناخية تزيد أو تقلل من حدة درجة الحرارة مثل : درجة الحرارة، الرطوبة النسبية ، الرياح ويتباين تأثيرها على الإنسان بحسب بنيته الجسمانية ونطاق عيشه إضافة إلى النوع والعمر والجنس، و أثر النشاط الذي يمارسه الإنسان، ونوع الملابس التي يرتديها، والطعام الذي يأكله، ويشعر الإنسان بالراحة إذا كانت درجة الحرارة الفعالة بين 17-25مْ، ويبدأ شعوره بعدم الراحة إذا قلت درجات الحرارة عن 15مْ، وإذا زادت عن 27مْ[1].

ولما للمناخ وعناصره من أهمية و أثــر على راحة الإنسان وفعالية أدائه في مختلف الأنشطة التي يمارسها، لذا سنطبق عدداً من القرائن المناخية التي تستخدم في مجال دراسات المناخ الحيوي لتحديد أشهر الراحة الفسيولوجية للإنسان في منطقتي الدراسة.

أهمية الدراســــــــــة:

تعد القرائن الحيوية إحدى الوسائل التي تستخدم في قياس وتحديد الراحة الفعالة للسكان وتحديد الأثر الذي تسببه العناصر المناخية كالحرارة والرطوبة والرياح في مستويات الأداء البشري في أنشطته المختلفة، لذا تعد دراستها ذات أهمية كبيرة في إعطاء أو إظهار أكثر الشهور ملاءمة في توفير أنسب مستويات الراحة لدى سكان منطقتي الدراسة.

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في الآتـــــــــــي:

1- ما هو الدور الذي تلعبه العناصر المناخية في التأثير على الإنسان وراحته في منطقتي الدراســــــــة.

2- هل هناك اختلافات في مستويات الراحة الفسيولوجية بين الأشهر والفصول بحسب بيانات محطتي زوارة وشحات.

3- ما مدى الجدوى من استخدام المقاييس والقرائن المناخية في تحديد أنسب الأشهر في مستويات الراحة للسكان في المنطقتين.

الفروض:

تتمثل فروض الدراسة في الفروض الآتية:

1- تؤثر درجات الحرارة، والرطوبة النسبية، والرياح في تحديد أنسب الشهور في مستويات الراحة لدى السكان في منطقتي زوارة وشحات.

2- توجد فروق في مستويات الراحة الفسيولوجية للسكان لاختلاف الخصائص المناخية في المحطتين.

3- يعد استخدام معادلات أو قرائن الراحة المناخية وتصنيف توم ذا أهمية في دراسة مستويات الراحة الفسيولوجية بحسب الأشهر في المحطتين.

أهداف الدراسة:

يهدف هذا البحث إلى تطبيق بعض قرائن الراحة الحرارية للإنسان في منطقتي الدراسة زوارة، وشحات وذلك لتحقيق الآتي:

1- معرفة درجة تأثير الحرارة والرطوبة النسبية والرياح، على راحة الإنسان في منطقتي زوارة وشحات.

2-تحديد الفروقات بين مستويات الراحة المناخية للسكان بحسب معطيات محطتي الأرصاد الجوية في زوارة وشحات.

3- مدى جدوى استخدام القرائن المناخية في تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية بحسب الأشهر في منطقتي الدراسة.

منهجية الدراسة و مصادرها:

1- المصادر المكتبية: تتمثل في الكتب – التقارير – الأبحاث العلمية، والأوراق البحثية.

2- الإحصاءات المناخية من محطة الأرصاد الجوية بطرابلس، بيانات محطة زوارة المناخية سنة 2013، وبيانات ناسا، البيانات المناخية من وكالة ناسا لعلوم الفضاء، الإنترنت.

منهجية الدراسة:

1- **المنهج التحليلي :** استخدام المعادلات أو القرائن الإحصائية للمناخ الحيوي في الدراسة اعتماداً على البيانات المناخية لمحطتي زوارة وشحات.

2- **المنهج الاستنتاجي:** في تفسير وقراءات النتائج المتحصل عليها من تطبيق القرائن.

حدود الدراسة:

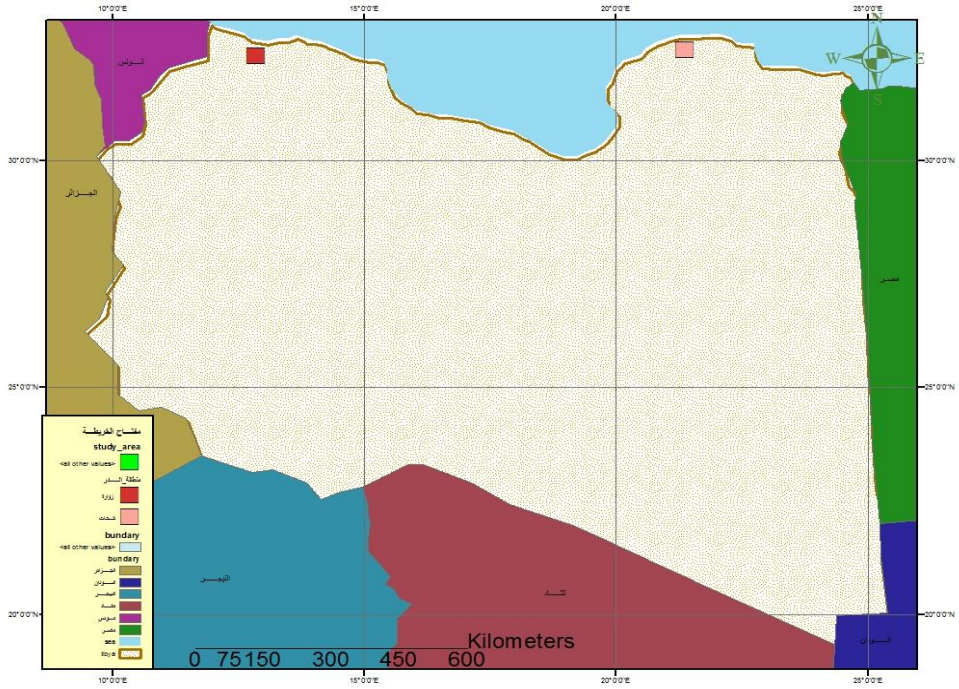
اولاً- الحدود الزمانية: تتمثل في دراسة تحديد مستويات الراحة المناخية للسكان بحسب الأشهر اعتماداً على البيانات المناخية لمحطتي زوارة وشحات للفترة من (2001-2010).

الحدود المكانية:

1- منطقة زوارة : تقع في المنطقة الساحلية الغربية من ليبيا، وهي ضمن المناخ شبه المداري وتصنف أيضاً بأنها ذات المناخ شبه الجاف والحار.

2- محطة شحات تقع في منطقة الجبل الأخضر الواقع في المنطقة الشمالية الشرقية ضمن نطاق شبه المداري وذات المناخ شبه الرطب والدافئ[2].

الخريطة الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: الباحثة اعتمادا على الاطلس الوطني 1978 و برنامج GIS. [3]

الدراســــــــــــات السابقة:

1 ـ دراســــــــــــة : يوسف زكـــــري حول مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي سنة 2005) [4] ، تم دراسة الخصائص الجغرافية العامة، والخصائص المناخية حيث بلغت قيم الإشعاع الشمسي إلى كثر من 500 سعرة/سم^2/اليوم ،وارتفاع الحرارة تراوح بين 18-23مْ بينما كانت معدلات الأمطار ما بين 100-400ملم سنوياً واستخدام بعض التطبيقات المناخية مثل (HLesof) و (Emperger) إضافة إلى دراسة المناخ الحيوي والراحة الفسيولوجية وقد تم قياس مستويات الراحة باستخدام عدة قرائن مناخية منها Thom (TH1)، والحرارة المكافئة لتبريد الرياح (Ko) على عشرين محطة مناخية. ، وقد استنتجت أنه تتمثل أشهر الراحة التامة في محطة زوارة الساحلية في أشهر (أبريل، مايو، نوفمبر) ويزداد الضيق والانزعاج في أشهر الشتاء، وتتحقق الراحة التامة في المناطق الجنوبية خلال أشهر الشتاء.

2- دراســـــــــــة : محمد سلمان(2010) [5] حـــول تحديد فترتي التدفئة والتبريد في مدينة البصرة لتحديد الأشهر المريحة وغير المريحة فيها، وتشير النتائج إلى وجود تباين في معدلات درجات الحرارة المؤثـــرة من شهر إلى آخر، حيث كانت أشهر الشتاء غير مريحة وتكون الراحة في شهري مارس و نوفمبر فقط ، وباقي الأشهر غير مريحة لارتفاع الحرارة.

3 - دراســـــــــــة : إنعام الياســـــري بعنوان : (أثر المناخ على راحة الإنسان في محافظة القادسية 2010)، [6] باستخدام قرينة Thom ومعادلة سيبل وباسيل، ودليل تبريد الرياح(K)، قد اثبتت أن للمناخ أثر في راحة الإنسان ، حيث تباين قيم الدليل بين الأشهر والفصول ؛ ولكنها عموماً تتقارب في الفصل الحار والفصل البارد والاختـــلاف يكون في الفصول الانتقالية وهي فصلا الربيع والخريف ، وتم تطبيق قيم (K) حيث توصلت إلى أن شهر ابريل من الأشهر التي يشـــعر فيها السكان بالراحة المثالية، وكان شهر مارس بسبب هبوب الرياح الحارة غير مريح ، لزيادة أثر الرياح في رفع درجة الإحساس بالحرارة في أشهر فصل الصيف.

4- دراســـــــــــة : زهـــــرة الديراوي (2020) [7] لاستخدام دليل الحرارة المؤثرة (ET) في تحديد ساعات التدفئة والتبريد في العـراق حيث تتباين فصول السنة بين البارد والحار والمعتدل وقد أوجدت تداخلاً بين بعض الفصول الانتقالية من خلال استخدام (ET) للحرارة المؤثرة، و أظهرت أن المحطات الجنوبية والوسطى أقل راحة وأكثر اعتدالاً ليلاً ، بينما كانت المحطات الشمالية يزداد فيها الأشهر غير المريحة (الباردة) على الحارة في الليل ،و قد سجلت البصرة أعلى مجموع سنوي للحرارة المتجمعة فوق البنفسجية 70مْ نهاراً، فيما سجلت دهوك أدنى معدل بلغ 36.5مْ .

القرائن المناخية لتحديد مستويات الراحة في منطقة الدراسة:

مفهـــوم الراحـــــــــــة : هـــي الظروف التي يستطيع عندها الإنسان العمل بشكل كفؤ أو النوم المريح التي تكون عندها الأجهزة المسؤولة عن تنظـــيم حرارة الجسم عند المستوى المناسب لها من الفعالية، وهي - أيضاً - قيام الجسم البشـــري بتأدية فعالياته الطبيعية في جو يتلاءم مع هذه الفعاليات ومن دون أي تأثير ضار فيه [8] ؛ إذ يتأثر الإنسان بعناصـــر الطقس بشكل مباشر أو غير مباشر.

الطقس وراحـــــــــة الإنسان :

أولاً- درجة الحرارة الفعالة Effective Temperature Index(ET)

تعد درجة الحرارة الفعالة أحد المعايير المستعملة للدلالة على مدى ارتياح السكان في ظروف جوية معينة وتعرف بدرجة الحرارة التي يشعر بها الإنسان الناتجة عن

تدخل تأثير مختلف العناصر الجوية، و إحدى القرائن Indexes المستعملة للدلالة على مدى الارتياح، وهي نتيجة لتداخل عدة عناصر تتمثل في الحرارة والرطوبة الحيوية وسرعة الرياح ، ويكون الإحساس بالراحـــة عند السكان عند درجة الحرارة الفعالة ما بين 17-25مْ وإذا قلت عن 1527مْ أو زادت عن 27مْ يبدأ الإنســـان بالشعور بعدم الراحة [9] ، أول من أدخـل مفهوم درجة الحرارة الفعالة هما العالمان (هوغتن و ياغلو) في سنة 1923م ، على أساس درجة الحرارة والرطوبة في حال كون الهواء ساكناً (معدل سرعة الرياح دون 2 م/ث)، ومشبعاً ببخار الماء، ونتيجة للعلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية وارتياح الإنسان وجـــد أكثر من 90% من الأشخاص عندهم الإحساس بالراحة مع الدفء عندما تكون قيمة ET= 25.6مْ، بينما كان نحو 10% لديهم إحساس بالراحة عند قيمة 22.2مْ [10] ؛ إذ يعكس دليل درجة الحرارة الفعالة درجة الحرارة التي يشعر بها جسم الإنسان في مرحلة ما في ظل ظروف معينة من درجة حرارة ، رطوبة، حركة الهواء في الغلاف الجوي كما يبرز هذا المؤشر راحة الطقس في الصيف و الشتاء [11] ، وإن دليل الحرارة الفعالة يبحث عن شعور الإنسان بالراحة في الأماكن المفتوحة و الأماكن المغلقة ويفترض أن يكون جسم الإنسان قليل الحركة أو ساكناً وفي جو مشبع بالرطوبة، وقد حددت قيمته 35مْ كحد أعلى لتحمل الجسم وتكون أقل في حالة ما كان الجسم في حالة حركة [12]، ولِيحافظ الإنســـان على راحته يجب أن يحافظ على درجة حرارة جسمه ثابتة عند 37مْ ، إلاّ أن تحديد درجة الراحة بشكل مطلق أمر صعب بسبب الاختلافات الفسيولوجية للإنسان التي تحدد درجة تفاعله مع الطقس حسب العديد من المتغيرات مثل سلامته الجسمانية والعمر ونوع الجنس واللباس [13].

المعادلة:

$$ET = T - (1-0.01H)(T-14.50)$$

حيث إن:

ET: درجة الحرارة الفعالة.

T: درجة الحرارة مْ

H: الرطوبة النسبية، و(0.01، 14.5) ثوابت.

الجدول (1) الحدود التصنيفية لنوع الراحة حسب درجة الحرارة الفعالة ET

قرينة الراحة (الحرارة-الرطوبة)	نوع الراحة (درجة الارتياح)
فوق 28	عدم راحة شديدة (انزعاج شديد)
فوق 27	عدم راحة (انزعاج حار)
27-25	انتقالي بين عدم الراحة والراحة (دافئ)
25-17	راحة مريح – راحة مثالية
17-15	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة عدم الراحة(بارد).
أقل من 15	عدم راحة

المصدر: سلام هاتف الحمد الجبوري، علم المناخ التطبيقي، جامعة بغداد، 2014.1. [14]

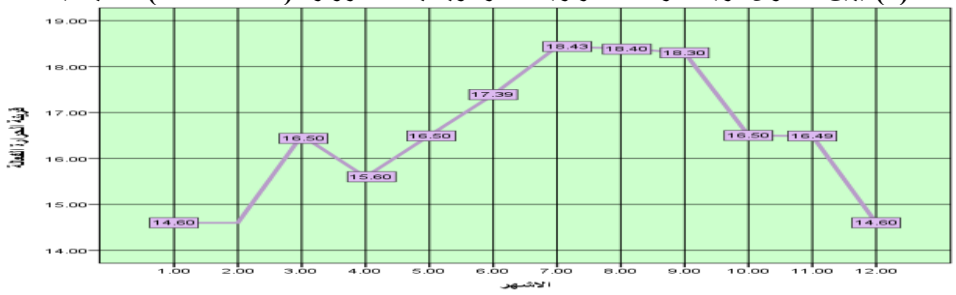
وعندما تم تطبيق المعادلة على بيانات محطتي الدراسة تم التوصل إلى النتائج الآتية:

الجدول (2) قرينة الراحة الحرارية – الرطوبة بمحطة زوارة (2001-2010) حسب قيمة ET

الشهر	قيمةET	قرينة الراحة الحرارة-الرطوبة	الشهر	قيمةET	قرينة الراحة الحرارة-الرطوبة
ديسمبر	14.6	انتقالي بين الراحة وعدم راحة بارد	يونيو	17.39	راحة مريح – راحة مثالية
يناير	14.6	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة بارد	يوليو	18.43	راحة مريح – راحة مثالية
فبراير	14.6	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة بارد	أغسطس	18.4	راحة مريح – راحة مثالية
مارس	16.5	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة بارد	سبتمبر	18.3	راحة مريح – راحة مثالية
أبريل	15.6	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة بارد	أكتوبر	16.5	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة عدم الراحة(بارد).
مايو	16.5	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة بارد	نوفمبر	16.49	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة عدم الراحة(بارد).

المصدر: إعداد الباحثة استناداً على بيانات الهيئة الوطنية للأرصاد الجوية طرابلس للفترة (2001-2010) . [15]

الشكل(2) يبين مستوى قرينة الراحة الحرارية – الرطوبة بمحطة زوارة (2001-2010) حسب قيمة ET



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على برنامج ، spss ، استناداً على بيانات قرينة الراحة الحرارية – الرطوبة بمحطة زوارة (2001-2010) حسب قيمة ET.

ومن بيانات الجـــدول والشكل التوضيحي لمستويات الراحة بحسب بيانات محطة زوارة نجد أن أشهر فصل الشتاء تميزت بمعدل عام 15 وهو بحسب تصنيف ET انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد) حيث كانت قيمة ET لشهري ديسمبر ويناير = 15.3 وهو إحســـاس انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد) أما شهر يناير كان ET= 14.6 وشهر فبراير 14.6 إحساس بعدم الراحة بسبب انخفاض الحرارة فترة فصل الشتاء وزيادة الإحساس بالبرودة مما يسبب انزعاج للسكان في المنطقة مع ارتفاع الرطوبة شتاء ، أما أشهر الربيع فبلغ المعدل العام ET 22.7 وهو إحساس بالراحة التامة، اما قيمة ET بالنسبة لشهري مارس وأبريل كان الإحساس الحراري فيها يمتاز بالراحة المثالية وذلك لاعتدال الحرارة وزيادة فعالية الأنشطة البشرية فيها، أما شهر مايو الانتقالي بين الربيع والصيف يتميز الإحساس الحراري فيه بحسب قيمة ET=27.9 بعدم الراحة والانزعاج (حار) وهو فترة هبوب الرياح والعواصف الغبارية التي تحدث في فترة الانقلاب الفصلي بين فصل الربيع والصيف.

فصل الصيف كان معدله العام 30.3 وهو بحسب تصنيف قرينة الحرارة الفعالة شعور بعدم الارتياح لارتفاع الحرارة التي تسبب الانزعاج والضيق للسكان المنطقة وخاصة إذا رافقته ارتفاع في الطوبة النسبية أو رياح حارة ترفع من الإحساس بالحرارة لدى السكان ويقل فيها قدرة الإنسان على أداء الأنشطة المختلفة وتعيش الناس في الضيق والملل.

وتتمثل طبيعة الإحساس الحراري بفصل الخريف (سبتمبر 33، أكتوبر 33، نوفمبر 23.5) التي تميزت جميعها بوجود إحساس بعدم الراحة الشديدة والانزعاج والحر الشديد، أما المعدل العالم لقيمة ET لفصل الخريف = 29.8 وهو شعور بعدم الراحة والانزعاج بسبب ارتفاع الحرارة والرطوبة وكثرة التقلبات الجوية في هذا الفصل وتكرر حدوث العواصف الغبارية التي تزيد من حدة الانزعاج لدى السكان وتقلل من قدراتهم على أداء وظائفهم المختلفة، أما نتائج تطبيق قرينة الحرارة الفعالة على بيانات محطة شحات كانت كالآتي:

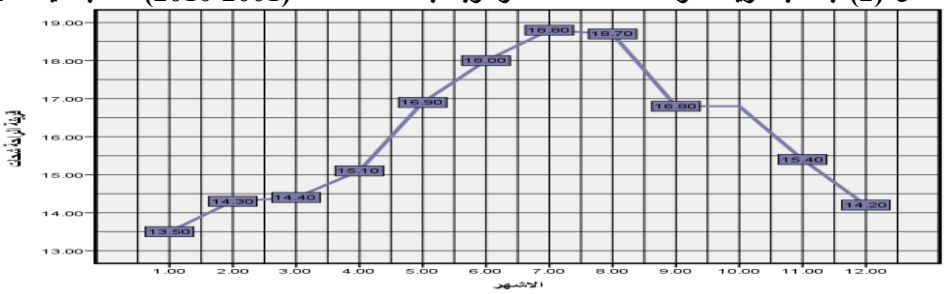
وبحسب بيانات الجدول رقم (3) والشكل رقم (2) كان المعدل العام لقرينة الحرارة الفعالة ET = 16.1 وهو انتقالي بين الراحة وعدم الراحة بارد، وذلك لأن منطقة شحات تقع على الجبل الأخضر وعلى شاطئ البحر إضافة إلى وجود غطاء نباتي ومناخ جبلي جعلها أقرب إلى البرودة في مختلف الفصول إذا ما قارناها بمستويات الراحة في محطة زوارة.

المصدر: إعداد الجدول (3) قرينة الراحة الحرارية – الرطوبة بمحطة شحات (2001-2010) حسب قيمة ET

الشهر	قيمةET	قرينة الراحة الحرارة-الرطوبة	الشهر	قيمةET	قرينة الراحة الحرارة-الرطوبة
ديسمبر	14.2	عدم الراحة	يونيو	18	راحة (مريح راحة مثالية)
يناير	13.5	عدم الراحة	يوليو	18.8	راحة (مريح راحة مثالية
فبراير	14.3	عدم الراحة	أغسطس	18.7	راحة (مريح راحة مثالية)
مارس	14.4	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)	سبتمبر	16.8	راحة مريح راحة تامة
أبريل	15.1	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)	أكتوبر	16.8	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)
مايو	16.9	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)	نوفمبر	15.4	انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)

الباحثة استناداً على البيانات المناخية لمحطة شحات من وكالة ناسا. الإنترنت. [16]

الشكل (2) بحسب قرينة الراحة الفعاله – الرطوبة بمحطة شحات (2001-2010) حسب قيمة ET



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على برنامج ssps, استناداً على بيانات قرينة الراحة الحرارية – الرطوبة بمحطة شحات (2001-2010) حسب قيمة ET

في أشهر الشتاء كان الإحساس هو عدم الراحة وذلك لانخفاض درجة الحرارة وارتفاع الرطوبة إضافة إلى الدور الذي يلعبه الارتفاع في الزيادة من حدة البرودة شتاءً وهذا يؤثر على النشاط البشري سلباً بحيث تقل القدرات الجسمية للإنسان على الأداء في العمل في انخفاض الحرارة الشديد.

أما في أشهر الربيع التي تميزت كلها بوجود إحساس انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد) بسبب برودة الطقس لانخفاض الحرارة في هذا الفصل في منطقة شحات وذلك بعكس محطة زوارة التي كانت فيها أشهر الربيع مريحة الراحة التامة والمثالية.

بسبب اعتدال الحرارة فيها عكس أشهر الربيع في شحات التي تميل إلى عدم الراحة بسبب البرودة.

أشهر الصيف في المنطقة ساد فيها الإحساس بالراحة المثالية وذلك ما لعبه دور الارتفاع في انخفاض الحرارة والغطاء النباتي وقلة تأثيرها بموجات الحر السائدة في البلاد صيفاً وهي مثالية في الأداء الجسماني للسكان في مختلف الأنشطة.

أشهر الخريف، سبتمبر راحة مثالية قيمة ET= 17.6 وشهر أكتوبر الإحساس فيه بالراحة انتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد) كما هو الحال في شهر نوفمبر.

ومن خلال تطبيق نتائج تطبيق معادلة الحرارة الفعالة على بيانات المحطتين تبين وجود فروق في مستويات الراحة الحرارية لدى سكان المنطقة المدروسة حيث كان التباين والاختلاف خلال فصول السنة وأحياناً في الفصل الواحد والاختلافات كانت واضحة بين المحطتين فصلياً وشهرياً فما كان مريحاً ومناسباً للأداء الإنساني في محطة شحات كان عكسه في محطة زوارة وهذا يدل على دور الموقع الجغرافي في التأثير على عناصر المناخ في النطاقات الجبلية والنطاقات السهلية رغم وجود المنطقتين على الساحل إلا أن الاختلاف كان واضحاً في معطيات البيانات الحرارية لكلا المحطتين .

ثانياًـ قرينة تبريد الرياح المكافئة

Wind chill Equivalet Temperature Index (K0)

يمثل دليل تبريد الرياح مؤشر مناخي حيوي يعبر بشكل موضوعي عن التأثير المشترك لدرجة حرارة الهواء و سرعة الرياح على موازنة حرارة جسم الإنسان ،اذ تمثل قيمتها شدة فقد الطاقة لكل وحدة من سطح الجسم عن طريق عمليات فيزيائية مختلفة مثل الإشعاع، الحمل الحراري ،التبخر [17] ، و يعد siple- passel من أشهر من حاول من العلماء تطوير ووضع قرائن الراحة البيومترولوجية، أي ربط راحة الإنسان أو انزعاجه بعناصر المناخ، وقد ركز على فقدان الحرارة من الجسم عن سرعة الرياح، ويعد الدليل الوحيد للتأثير المشترك للرياح ودرجة الحرارة المنخفضة في تبريد الأجزاء المكشوفة من الجسم وقد ثبتت إفادته كمقياس كمي للتبريد وعدم الراحة[18].

وقد طور العالمان معادلة تبريد الرياح قبل الحرب العالمية الثانية أثناء عملهما في القارة القطبية الجنوبية وهو معامل له أهمية خاصة في مناطق المناخات الباردة والعروض الوسطى والعليا أثناء حدوث الرياح السريعة، ويعتمد عليه في اتخاذ قراراتهم اليومية في خصوص الملابس التي سيرتدونها ونشاطاتهم الاقتصادية المختلفة [19].

معادلة تبريد الرياح المكافئة:

$$K= \left(\sqrt{100V} + 10.45 - H\right)(33 - T)$$

حيث إن: K قوة تبريد الرياح بالكالوري حريرة م^2/ث

V= سرعة الرياح م/ث

H= الرطوبة النسبية[20].

33، 45، 10، 100 هي قيم ثابتة في المعادلة تعد قرينة تبريد الرياح مقياس فعلي لقوة تبريد الرياح ودرجة الحرارة في الظل دون النظر إلى التبخر ومعدل التبريد المعتمد على درجة الحرارة، حرارة الجو المتوسطة 33 مْ وهي تعتمد على المعدل الذي يبرد فيه الجسم العادي بواسطة الهواء المتحرك وتتغير قيمة القرينة في حالة وجود الملابس مع وجود الإحساس بالبرد في اليدين والوجه، وكلما زادت سرعة الرياح زادت حدة الشعور بالبرد [21].

جدول رقم (4) الحدود التصنيفية لدرجة الإحساس بالراحة والبرودة بسحب قرينة K

دليل التبريد K كيلو كالوري (م²/الساعة)	الإحساس	قليل التبريد k كيلو كالوري م²/الساعة	الإحساس
أقل من 50	حار	800-600	بارد
100-50	دافئ	1000-800	بارد جداً
200-100	لطيف منعش	1200-1000	قارس البرودة
400-200	مائل للبرودة	1400-2001	يتجمد اللحم المكشوف
600-400	اميل للبرودة	2000 فأكثر	يتجمد اللحم المكشوف في دقيقة واحة لا يحتمل

المصدر: علي أحمد غانم، المناخ الحيوي، ينوى للنشر، دمشق، سوريا، 2002م، ص 73. [22]

ومن نتائج تطبيق المعادلة قرينة تبريد الريـــاح المكافئة على محطتي الدراسة نستنتج أن : معامل تبريد الرياح السنوي كان 313.4 وهو إحساس مائل للبرودة مريح لسكان وأن فصل الشتاء في محطة زوارة كان يتميز بالحرارة التي يشهدها فصل الشتاء الذي يزيد فيه هبوب الرياح البادرة من الإحساس بزيادة الباردة لما تقوم به الرياح من تبريد لجسم الإنسان عن طريق الحمل الحراري عند ملامستها للجسم البشري فتمتص طاقته الحرارية التي تعمل على زيادة الشعور بالبرودة ويقلل من القدرة على الإنتاج.

أما في فصل الربيع الذي كان معدله الفصلي العام 365.7 هو يعطي إحساس الميلان للبرودة، فقد كان شهر مارس الإحساس الحراري فيه أميل للبرودة بينما كان مائلاً للبرودة في شهير أبريل ومايو.

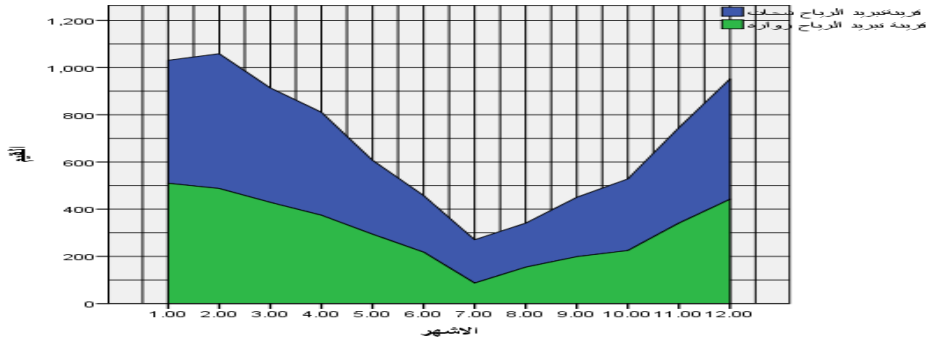
الجدول رقم (5) قيم قرينة الرياح بمحطات زوارة وشحات للفترة من (2001-2010) باستخدام قرينة Siple and passel

الشهر	قيمة قرينة زوارةK	زوارة وصف الإحساس الحراري	الشهر	قيمة قرينة K شحات	شحات وصف الإحساس الحراري
ديسمبر	442.2	أميل للبرودة	ديسمبر	509.7	أميل للبرودة
يناير	510	أميل للبرودة	يناير	520.9	أميل للبرودة

فبراير	487.6	أميل للبرودة	فبراير	571.3	أميل للبرودة
مارس	428.8	أميل للبرودة	مارس	484.9	أميل للبرودة
أبريل	374.4	مائل للبرودة	أبريل	436.4	أميل للبرودة
مايو	294	مائل للبرودة	ماي	313.3	مائل للبرودة
يونيو	218.2	لطيف منعش	يونيو	240	مائل للبرودة
يوليو	87.1	دافئ	يوليو	183.5	لطيف منعش
أغسطس	154.5	لطيف منعش	أغسطس	186.6	لطيف منعش
سبتمبر	198.9	لطيف منعش	سبتمبر	251.6	مائل للبرودة
أكتوبر	224.8	مائل للبرودة	أكتوبر	303.7	مائل للبرودة
نوفمبر	341.2	مائل للبرودة	نوفمبر	404.4	أميل للبرودة

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات محطة زوارة وشحات. للفترة من (2001-2010). [23،24]

الشكل رقم (3) قيم قرينة الرياح بمحطتي زوارة وشحات للفترة من (2001-2010) باستخدام قرينة Siple and passe



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على برنامج sspsاستناداً على بيانات قرينة الرياح بمحطتي زوارة و شحات (2001-2010) حسب قيمة القرينة.

وقد كانت أشهر الصيف تتميز في يونيو بالإحساس بالانتعاش وأغسطس كذلك لما تقوم به الرياح من تقليل نسبة الرطوبة في الجو فيشعر السكان بالانتعاش فتشبع الهواء بالرطوبة يوقف عملية التعرق في جسم الإنسان مما يزيد من الإحساس بالحرارة في الأشهر الرطبة، أما شهر يوليو فهو دافئ لقلة الرطوبة فيه وارتفاع الحرارة مقارنة مع باقي أشهر الصيف والمعدل الفصلي العام كان 153.2 والإحساس الحراري العام للفصل هو لطيف ومنعش،أما في فصل الخريف كان لطيفاً منعشاً في سبتمبر ومائلاً للبرودة مريحاً بنسبة 10% لسكان المنطقة في أكتوبر ونوفمبر تنخفض الرطوبة نسبياً وتقل درجات الحرارة نوعاً ما عن فصل الصيف.

بينما كانت النتائج المترتبة على تطبيق قرينة تبريد الرياح على البيانات المناخية لمحطة شحات كالآتي:

المعدل العام للإحساس بتبريد الرياح هو مائل للبرودة حيث 50% من السكان يشعرون بالراحة لمختلف فصول السنة وذلك يرجع إلى موقع المنطقة الذي أعطاها طبيعة مناخية تميل إلى البرودة ويقل فيها التطرف الحراري وأيضاً لا تصلها التأثيرات المناخية الحارة في فصل الصيف.

وقد كانت أشهر الشتاء بمعدلها العام تتميز بإحساس حراري أ شديد البرودة (غير مريح) وذلك بسبب طبيعة فصل الشتاء وأيضاً للارتفاع فالمنطقة جبلية وبها غطاء نباتي لذلك تختلف عن منطقة زوارة ذات الطبيعة السهلية التي تتميز باستواء سطحها وقلة ارتفاعها عن مستوى سطح البحر، فكل أشهر الشتاء كان الإحساس فيها بحسب القرينة أميل للبرودة.

كما يتميز فصل الربيع بين بارد غير مريح بشهري (مارس وأبريل) أما شهر ماو يزيد الإحساس فيه بتبريد الرياح إذ يميل للبرودة (مريح بنسبة 10%) بالنسبة للسكان في المنطقة.

وقد كانت طبيعة الإحساس بالراحة الحرارية بحسب قرينة K في فصل الصيف يونيو يميل للبرودة مريح بنسبة 50% للسكان فهو يمثل شهر الراحة في منطقة شحات، أما شهرا يوليو ويونيو فالإحساس بالراحة يكون لطيف ومنعش وبمعدل عام للفصل كان 203.3 وهو مائل للبرودة مريح بنسبة 50%، و مناسب لمختلف النشاطات البشرية.

أما فصل الخريف المعدل العام لقرينة K هو يميل للبرودة ومريح لـ 10% من السكان حيث يشعرون بالراحة أما البقية فلا، وقد كان شهر سبتمبر مائلاً للبرودة ومريحاً لـ 50%من السكان، أما شهر أكتوبر فالإحساس الحراري فيه يميل للبرودة ومريح لـنحو 10% فقط من السكان، وقد كان نوفمبر يتميز بأنه بارد وغير مريح.

ومن خلال نتائج الدراسة للرياح في التبريد نجد الفروقات واضحة بين المحطتين حيث تميزت أشهر الصيف بعدم الراحة في زوارة بينما كانت أكثر راحة في شحات وكانت أشهر الشتاء تميل للبرودة في زوارة بينما كانت شديدة البرودة وغير مريحة في شحات.

ثانياً- قرينة Thom Index (THI)

لقد وضع توم في 1959 قرينة لقياس الحرارة وتتميز هذه القرينة بالبساطة وتعد معياراً مناسباً لتوصف الإحساس بالجو الحار اعتماداً على درجات الحرارة والرطوبة النسبية أو درجتي الحرارة الجافة ودرجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى[25] ،وذلك باتباع المعادلة الآتية:

$$TH1= T – (0.55(1-H) (T-14.5)$$

حيث إن:

TH1: هي قرينة Thom

T: هي درجة الحرارة الجافة مْ

H: الرطوبة النسبية %، اما (0.55/ 1) هي ثوابت.

وقد وجد من خلال ردود أفعال مجموعة من الناس أن الرطوبة النسبية أقل من 21 والجميع عندها ينتابهم إحساس بالراحة، وإذا كانت القرينة ما بين (21-24) فيصبح الناس يشعرون بعدم الراحة عند 24، ويزيد إحساسهم بعدم الراحة عندما تكون قيمة القرينة 26، وعندما تتعدى 27 فإن الانزعاج كبير جداً وإذا كانت قيمتها 29 عندها يكون الإجهاد كبير وواضح[26].

الجدول رقم (6) تصنيف الإحساس الحراري وفق قرينة Thom

قرينة Thom	مستوى الراحة	قرينة Thom	مستوى الراحة
أقل من 10	انزعاج شديد	24-21	راحة نسبية
15-10	انزعاج متوسط	27-24	انزعاج متوسط
18-15	راحة نسبية	29-27	انزعاج شديد
21-18	راحة تامة	29 فأكثر	اجهاد كبير وخطير على الصحة

المصدر/ علي حسن موسى، المناخ الحيوي، جامعة دمشق، دار نينوى للنشر والتوزيع، 2002، ص 59. [27]

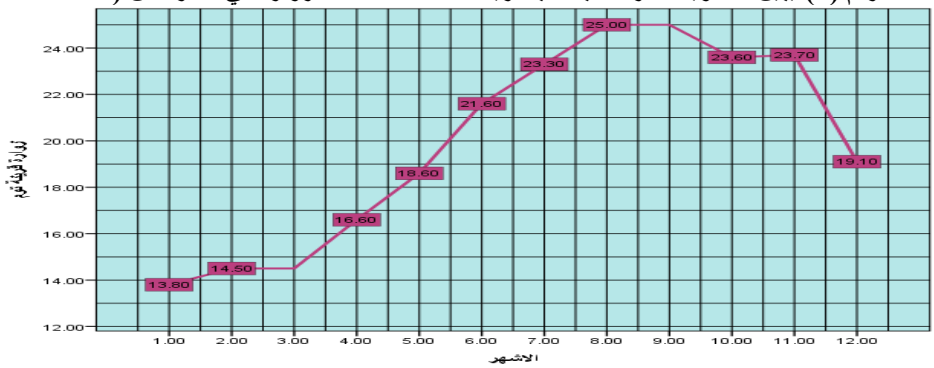
وبحسب تطبيق قرينة توم تم التوصل إلى اختلافات في درجات الإحساس الحراري، بحسب معدلات الحرارة والرطوبة النسبية، فهي كانت كما في الجدول رقم (7) والشكل رقم (4).

الجدول رقم (7) قرينة Thom لمحطة زوارة في الفترة من (2001-2010)

الشهر	Thom	الوصف	الشهر	Thom	الوصف
ديسمبر	14.9	انزعاج متوسط بسبب البرودة	يونيو	23.3	راحة نسبية (10%-50%) من الناس يشعرون بالراحة
يناير	13.8	انزعاج متوسط	يوليو	25	انزعاج متوسط 100% من الناس يشعرون بعدم الراحة عند 26 للقرينة
فبراير	14.5	انزعاج متوسط	أغسطس	25	انزعاج متوسط 100% من الناس يشعرون بعدم الراحة عند 26 للقرينة
مارس	16.6	راحة نسبية	سبتمبر	23.6	راحة نسبية
أبريل	18.6	راحة تامة	أكتوبر	23.7	راحة نسبية
مايو	21.6	راحة نسبية (10%-50%) من الناس يشعرون بالراحة	نوفمبر	19.1	راحة تامة

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات محطة الأرصاد الجوية زوارة (2001-2010). [28]

الشكل رقم (4) يبين مستويات الراحة بحسب قرينة Thom لمحطة زوارة في الفترة من (2001-2010)



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الجول رقم (7) لقيم قرينة توم لمحطة زوارة (2001-2010).

كانت أشهر الشتاء ديسمبر ويناير وفبراير الإحساس الحراري فيها للناس هو الانزعاج المتوسط بحيث كان هناك الكثير من الناس يشعرون بعدم الراحة بسبب انخفاض درجات الحرارة شتاء أو اختلاف العمر والجنس وأيضاً التركيب الجسماني والقدرات الاحتمالية للأجسام البشرية على انخفاض الحرارة.

أما أشهر الربيع فكانت تمثل أشهر الراحة التامة بحسب المعدل العام للقرينة لفصل الربيع التي تساوي 18.7. أما بحسب الأشهر فهي تراوحت بين الراحة التامة والنسبية التي فيها نحو 10-50% من الناس يشعرون بعدم الراحة، بسبب التقلب الذي يحدث في شهر مارس في الانتقال بين البرودة والاعتدال أما في مايو هو شهر الانتقال بين الربيع والصيف الذي تحدث فيه الكثير من الاضطرابات الجوية فيكون الإحساس فيه بعدم الارتياح أما شهر أبريل الذي يمثل أحد أشهر الربيع فقد كانت قيمه القرينة 16.6 هو إحساس بالراحة التامة للسكان.

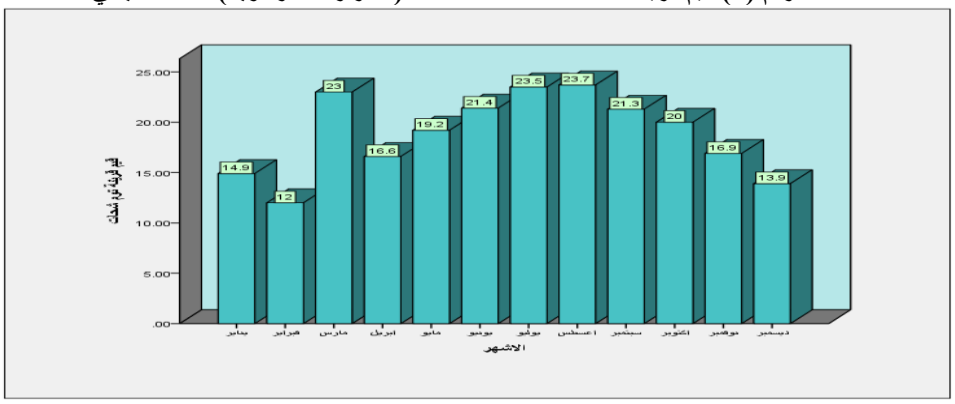
وكانت قيمة قرينة Thom في أشهر الصيف يونيو 23.3، يوليو 25، أغسطس 25، ينتاب السكان شعور الانزعاج بسبب ارتفاع الحرارة والرطوبة خاصة في شهري أغسطس وسبتمبر وأما يوليو فالرياح الحارة تزيد من الإحساس بالحرارة لذا يشعر نحو 100% من السكان بعدم الراحة التامة وقد كانت شهور فصل الخريف يتمثل الإحساس الحراري فيها لدى عامة الناس بحسب قرينة Thom بالراحة التامة، والمعدل الشهير العام لمستوى الراحة بقيمة THI=22.1

الجدول رقم (8) قيم قرينة Thom لمحطة شحات (الحرارة –الرطوبة) داخل المباني

الشهر	قيمة TH1	تصنيف القرينة الحراري	الشهر	قيمة TH1	تصنيف القرينة الحراري
ديسمبر	13.9	انزعاج متوسط	يونيو	21.4	راحة نسبية
يناير	14.9	انزعاج متوسط	يوليو	23.5	راحة نسبية
فبراير	12	انزعاج متوسط	أغسطس	23.7	راحة نسبية
مارس	23	راحة نسبية	سبتمبر	21.3	راحة نسبية
أبريل	16.6	راحة نسبية	أكتوبر	20	راحة تامة
مايو	19.2	راحة تامة	نوفمبر	16.9	راحة نسبية

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات ناسا المناخية لمحطة شحات للفترة من 2001-2010). [29]

الشكل رقم (5) قيم قرينة Thom لمحطة شحات (الحرارة –الرطوبة) داخل المباني



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات الجدول (8) لقيم قرينة الرياح لشحات للفترة من 2001-2010)

اختلفت مستويات الراحة بالنسبة للسكان في منطقة شحات عنها في منطقة زوارة، اذ تميزت أشهر الشتاء في شحات بالانزعاج المتوسط وقيمة THI فيها للأشهر كانت ديسمبر 13.9، يناير 14.9، فبراير 12، ومتوسط الفصل كان 13.6أيضاً يتميز بالانزعاج المتوسط الذي يشعر فيه عدد من الناس بعدم الراحة بسبب انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء الذي يزيد من عدم الارتياح لدى السكان.

أما فصل الربيع المعدل العام للقرينة 22.8 يمثل الراحة النسبية لدى السكان، أما الشهور فقد تراوحت مستويات الراحة فيها بين الراحة النسبية لشهري مارس وأبريل إذ يشعر نحو 10-50% من الناس بعدم الراحة بسبب ميلان شهري مارس وأبريل لانخفاض

الحرارة و شهر مايو للاعتدال متأثراً بموقع منطقة شحات الجبلي الذي يزيد من شدة الإحساس بالانخفاض في درجات الحرارة وهي الأشهر المثالية لتأدية مختلف الأنشطة البشرية في المنطقة.

أما أشهر الخريف فكلها تميزت بالراحة النسبية أيضا حيث شعر الناس بعدم الراحة بنسبة (10%-50% وذلك لارتفاع الرطوبة والحرارة الذي يزيد من الإحساس بالانزعاج لعدم قدرة الجسم على التبريد الذاتي عن طريق التعرق لتشبع الهواء الملامس للجسم البشري بالرطوبة خاصة في شهري سبتمبر وأكتوبر، أما نوفمبر فهو شهر انتقالي بين الخريف والشتاء ويتميز بعدم الاستقرار ينتاب السكان فيه شعور بعدم الراحة لتقلب أحوال الطقس اعتدال وانخفاض للحرارة، حيث كان الإحساس الحراري لدى السكان يتراوح بين 10-50% يشعرون فيه بعدم الراحة. وكان المعدل العام لقيمة TH1 هو 19.4 وهو راحة التامة، بحيث يناسب الإحساس بالحرارة للسكان فيه بأداء أعمالهم دون الشعور بالضيق والانزعاج.

النتائـــــــــــج :

1- تؤثر درجات الحرارة والرطوبة النسبية والرياح في تحديد أنسب الشهور والفصول في مستويات الراحة الفسيولوجية المناخية لدى منطقتي زوارة وشحات حيث كانت أشهر الصيف هي الأشهر التي يشعر السكان فيها بالراحة التامة والأنسب في ممارسة الأنشطة البشرية المختلفة.

2- توجد فروق في مستويات الراحة للسكان اوجدتها القرائن المناخية وتصنيف Thom في إظهار الفروق المناخية وتباين واختلاف تأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية والرياح واختلاف ذلك التأثير بحسب الموقع الجغرافي فكانت مستويات الإحساس الحراري في منطقة شحات الجبلية وبفعل تأثير الرياح أميل للبرودة وزادت آثار الرياح في التبريد شتاءً حيث يشعر السكان بعدم الارتياح وكان ذلك بالعكس عن أشهر الشتاء في منطقة زوارة الساحلية التي تعد أشهر الشتاء مناسبة من حيث الأداء البشري لمختلف الأعمال و الانشطة، وكانت أشهر الصيف غير مريحة لأغلب السكان في زوارة وكانت الأنسب للأداء الجسدي للإنسان في شحات.

3- يعد استخدام التطبيقات والقرائن الحرارية في تحديد مستويات الراحة هي ذات أهمية في التوصل إلى معرفة أفضل الشهور في تأدية الأعمال وممارسة مختلف الأنشـــــطة.

التوصيات:

1- إنشاء قواعد بيانات مناخية لمختلف محطات الأرصاد الجوية في ليبيا اعتماداً على GIS , RMS، لتسهل على الباحثين الحصول على المعلومات اللازمة في إجـــراء الدّراسات المناخية والاستفادة من الدّراسات السابقة

2- رســـم خارطة مناخية توضـــح التباين والاختلاف لتـــوزيع الأقاليم المناخية والفسيولوجية في ليبيا.

3- إقامة محطات في النطاقات الداخلية للمدن الليبية للحصول على بيانات أكثر دقة حول الظروف المناخية السائدة.

الهوامـــــــــــش :

[1] علي أحمد غانم،المناخ الحيوي، نينوى للنشر، دمشق،سوريا، 2002،ص67.

[2]يوسف محمد زكري، مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، رسالة دكتوراه منشورة، قسم الجغرافية، كلية علوم الأرض، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، 2005.

[3]الاطلس الوطني ،سنة 1978،وبرنامج Gis.

[4] يوسف محمد زكري، مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، رسالة دكتوراه منشورة، قسم الجغرافية، كلية علوم الأرض، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، 2005

[5]محمد خضير سلمان، تحديد فترتي التدفئة والتبريد في مدينة البصرة، مجلة أدأب البصرة، العدد 53، سنة 2010.

[6] انعام عبد الصاحب الياسري، إثر المناخ على راحة الانسان في محافظة القادسية، مجلة اوروك للأبحاث الإنسانية، المجلد الثالث، العدد الثاني، 2010.

[7] زهرة أحمد مسعود الديراوي، استخدام دليل الحرارة المؤثرة (ET) في تحديد ساعات التدفئة والتبريد في العراق، رسالة ماجستير، جامعة البصرة، 2020 .

[8] زهرة أحمد مسعود الديراوي، استخدام دليل الحرارة المؤثرة (ET) في تحديد ساعات التدفئة والتبريد في العراق، رسالة ماجستير، جامعة البصرة، ،2020،ص34.

[9] علي أحمد غانم ،المناخ الحيوي، نينوى للنشر، دمشق،سوريا، 2002،ص67.

[10] على حسن موسى، المناخ الحيوي، نينوى للطباعة والنشر، دمشق سوريا، ط1، 2002 ،ص37.

[11] Rusanescu,C.O.,Ruasanescu,M.,Begea,M.,Stolan.E.V. Analysis of Comfort Indices and heir Impact on The Environment ،2020.P 163161,166.

[12] الموسوي، ابورحيل، علي الصاحب، عبد الحسن مدفون، علم المناخ التطبيقي، مطبعة دار الضياء، ط1، النجف، العراق.2011،ص134.

[13] عبد الرحمن حميدة، الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر، دمشق، سورية،1982،ص98.

[14] سلام هاتف الحمد الجبوري، علم المناخ التطبيقي، جامعة بغداد، 2014، ص 113.

[15] الإحصاءات المناخية من محطة الأرصاد الجوية بطرابلس، بيانات محطة زوارة المناخية سنة 2013.

[16]بيانات وكالة ناسا ،محطة شحات للفترة من 2001-2010،الانترنت.
[17]Lonac ,N., Mihoc , A.G., &Tablet, p.The bioclimatic comfort of an it office and its occupants, perception about their working environment, present Environment and sustainable Development ,2020،p9.
[18]Kobl, c, r., & Holmstrom, F.M. Review of research on military problems in cold regions. Symposium. Presented at fifteenth Alaskan science, college, Alaska.31 august-usepteK,p147,148.
[19]علي أحمد غانم،المناخ الحيوي، نينوى للنشر، دمشق،سوريا،2002،ص16.
[20] Kobl, c, r., & Holmstrom, F.M. Review of research on military problems in cold regions. Symposium. Presented at fifteenth Alaskan science, college, Alaska.31 august-usepte.,p147,148
[21]على حسن موسى، المناخ الحيوي، نينوى للطباعة والنشر، دمشق سوريا، ط1، 2002 ،ص50.
[22] علي أحمد غانم، المناخ الحيوي، نينوى للنشر، دمشق، سوريا، 2002،ص73.
[23] الإحصاءات المناخية من محطة الأرصاد الجوية بطرابلس، بيانات محطة زوارة المناخية سنة 2013.
[24] بيانات ناسا، البيانات المناخية من وكالة ناسا لعلوم الفضاء، الانترنت.
[25] يوسف محمد زكري، مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، رسالة دكتوراه منشورة، قسم الجغرافية، كلية علوم الأرض، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، 2005.
[26] على حسن موسى، المناخ الحيوي، نينوى للطباعة والنشر، دمشق سوريا، ط1، 2002،ص58.
[27]على حسن موسى، المناخ الحيوي، نينوى للطباعة والنشر، دمشق سوريا، ط1، 2002،ص59.
[28]الإحصاءات المناخية من محطة الأرصاد الجوية بطرابلس، بيانات محطة زوارة المناخية سنة 2013.
[29] بيانات ناسا، البيانات المناخية من وكالة ناسا لعلوم الفضاء، الانترنت.