مجلة المختار للعلوم الإنسانية
Al-Mukhtar Journal of Social Sciences
41 (1): 65-81, 2023
pISSN: 2791-1608; eISSN: 2791-1616
الصفحة الرئيسية للمجلة: https://omu.edu.ly/journals/index.php/mjssc/index

التباين المكاني لمستويات الراحة المناخية في إقليم الجبل الأخضر ـ شمال شرق ليبيا

جمعة أرحومة جمعة الجالي[1]*

قسم الجغرافيا ـ كلية الآداب ـ جامعة طبرق

DOI: https://doi.org/10.54172/mjssc.v41i1.1262

المستخلص: تسلط هذه الدراسة الضوء على أثر التقلبات المناخية على راحة الإنسان لغرض معرفة التباين الزماني والمكاني لقيم الكسب الحراري، إضافة إلى تحديد أماكن وأوقات الراحة الفسيولوجية للإنسان في إقليم الجبل الأخضر. ولتحقيق ذلك تم تطبيق قرينتي أدولف للكسب الحراري، وقرينة ثوم لقياس مستوى الراحة المناخية بالاعتماد على المتوسطات الفصلية درجة الحرارة والرطوبة للمدة من (1985ـ 2019)، كما استخدم أسلوب التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لمعرفة التباين المكاني لمستويات الراحة. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى أن معدلات الكسب الحراري في منطقة الدراسة نهارًا تسود في فصل الصيف فقط، حيث وصلت أعلى قيم الكسب الحرارى إلى (122) كيلو حريرة/ ساعة في المخيلي، أما فترة الليل فيغلب عليها طابع الفقد الحراري في كل فصول السنة لاسيما في فصل الشتاء نتيجة لانخفاض درجات الحرارة، حيث تصل أعلى قيم الفقد الحراري إلى (−471.4) كيلو حريرة/ ساعة في القيقب. أما فيما يتعلق بالراحة المناخية فإن فصل الخريف يعد الفصل المثالي من حيث الراحة المُناخية، في حين يتصف فصل الشتاء بسيادة شعور الانزعاج النسبي البارد في معظم أجزاء منطقة الدراسة، أما في فصل الصيف فيغلب عليه الشعور بالراحة النسبية الحارة، ويتسم فصل الربيع بالراحة النسبية الباردة.

الكلمات المفتاحية: الراحة المناخية ، معادلة الكسب الحراري، قرينة الحرارة والرطوبة.

Spatial variation of climatic comfort levels in Al-Jabal Al-Akhdar region - Northeast Libya

Jumma Arhouma Jumma Elgali [1*]

[1]Geography Department – Faculty of Arts –University of Tobruk

Abstract: This study highlights on the impact of climate fluctuations on human comfort to find out the temporal and spatial variation of physiological comfort of humans in the Al-Jabal Al-Akhdar Region. Some physiological comfort was used based on the seasonal averages of temperature and humidity for the period from (1985 to 2019). Moreover, the spatial analysis method in the GIS was used to know the spatial variation of comfort levels. The results indicated that the rates of thermal gain during the day are prevail in the summer only, where the highest values reached (122) k/H in Al-Makhili, while at the night period, it is dominated by thermal loss in all seasons, especially in the winter season as a result of low temperatures, where the highest thermal loss values reach (-471.4) k/H in Al-Qiqab. Autumn is the ideal season in terms of climatic comfort, while winter is characterized by feeling of relatively cold discomfort, while the feeling is relatively hot comfort in summer, and relatively cool in spring.

Keywords: climatic comfort, thermal gain equation, heat and humidity equation**.**

*Corresponding author: E-mail addresses: jumma.elgali@tu.edu.ly

1. مقدمة

منذ القدم والإنسان يدرك مدى أهمية المُناخ في مختلف مجالات حياته، ناهيك عن أثره على صحته وراحته الجسدية والنفسية، ومن ثم أخذ يحاول بطرق مختلفة التأقلم مع الظروف المناخية المختلفة مكانيًا وزمانيًا (الحلو والموسوي، 2016). حيث لا شكَّ في وجود علاقة وثيقة بين صحة ونشاط الإنسان الجسماني وبين تغير الظروف الجوية؛ لاسيما في ما يتعلق بارتفاع وانخفاض درجات الحرارة والرطوبة النسبية الذي يحدث عادةً ويكون عند تغير فصول السنة أو عند الانتقال من منطقة إلى أخرى مختلفة مناخيًا. وتجدر الإشارة إلى أن الإنسان قد يتغلب على تقلبات الأحوال الجوية بعدة طرق منها تغيير ملابسه، استعمال أجهزة التدفئة والتبريد؛ لأن مثل هذه الظروف لها تأثير بالغ في راحة الإنسان ونشاطه الجسماني ومدى قدرته على العمل خاصة المعتمد على الحركة الجسدية. ومن خلال ما سبق يمكن القول إن الظروف المناخية لها دور واضح في زيادة ونقصان نشاط الإنسان ومدى قدرته على تحمل العمل الحركي؛ لاسيما خارج المباني بعيدًا عن الظل أو الدفء.

إن أي تغير في بعض عناصر المناخ ينجم عنه تأثير على راحة الإنسان ونشاطه وصحته، الأمر الذي يستدعي وضع الاحتياطات اللازمة من أجل الوصول إلى مستوى أفضل من الراحة يكون مناسبا، بشكل ما، لنشاط الإنسان ومبينا لمدى كفاءته في العمل، كما يمكن القول إن شعور الإنسان بالراحة أو الضيق والملل ليس بسبب الظروف الجوية فقط؛ بل يعتمد على عوامل أخرى منها العمر، ونوع الملابس التي يرتديها، ونوع النشاط الذي يمارسه (ثابت، 2011).

وتفسر الراحة المُناخية أو الحيوية بأنها إحساس يعبر عن حالة الاتزان الحراري بين جسم الإنسان والظروف البيئية المحيطة به ليحافظ على درجة حرارته الطبيعية دون حاجته لزيادة حرارة جسمه بالحركة والارتجاف أو التبريد بالتعرق والتبخر (محمد، 2019). وهي أيضًا شعور الإنسان بالراحة النفسية والرضا التامَّين وفق ظروف مناخية وطبيعية محددة التي يرغب في استمرارها دون زيادة أو نقصان (زكري، 2008). وهذا يعني أن الإنسان يكون مقتنعًا وراضيًا عن الظروف المُناخية المحيطة به دون أن يلجأ لأي وسيلة من شأنها أن تزيد أو تقلل من درجة حرارة جسمه، وبما أن تقلبات العناصر المُناخية هي المؤثر الرئيس في الراحة الفسيولوجية للإنسان؛ فقد استنبط علماء المُناخ العديد من القرائن والمعادلات لمعرفة مدى تفاعل الإنسان مع الظروف المناخية، ومن ثم تحديد مستويات شعوره بالراحة من عدمها(مختار،2017)، وذلك من خلال معرفة التغيرات النفسية والصحية التي تطرأ على الإنسان في ظل ظروف مُناخية معينة، حيث تم صياغة عدة علاقات تحدد الفعالية الحيوية للمناخ (موسى، 1982)، منها معادلتي أدولف Adolph (1947) لحساب الراحة الحرارية، وقرينة ثوم Thom (1959) لقياس الراحة أو الانزعاج. وبناءً على ما سبق جاءت هذه

الدراسة لتسلط الضوء على دور الظروف المناخية في إقليم الجبل الأخضر في تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية للإنسان بالاعتماد على عنصري الحرارة والرطوبة للمدة من (1985) إلى (2019)؛ لما لهما من أثر فعَّال في نشاط الإنسان وحيويته؛ وذلك من خلال التحليل المكاني والزماني لمعدلات التوازن الحراري لجسم الإنسان والبحث عن فترات وأماكن الراحة والانزعاج المناخي في منطقة الدراسة.

2. أهداف الدراسة:

تتناول هذه الدراسة أثر المُناخ على راحة الإنسان وتهدف إلى:

1. التعرف على أوقات وأماكن الكسب أو الفقد الحراري في مختلف فصول السنة بمنطقة الدراسة.
2. تحديد مستويات شعور الإنسان بالراحة أو الانزعاج المناخي وتمثيلها مكانيًا، بالإضافة إلى معرفة أنسب فصول السنة من حيث راحة الإنسان.

3. أهمية الدراسة:

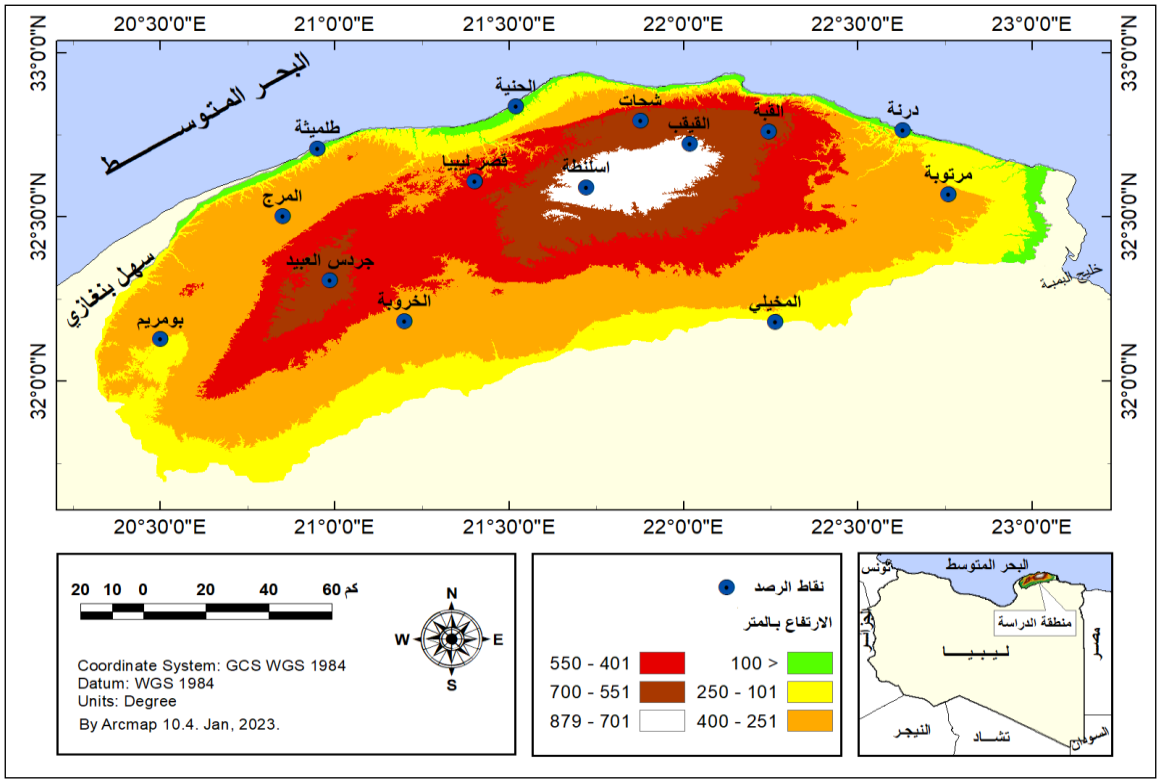
تكمن أهمية الدراسة في إمكانية الإسهام في معرفة شعور الإنسان بالراحة والقدرة على بذل الجهد تحت تأثير الظروف المُناخية السائدة، وتحديد أنسب الأماكن لسكنى الأشخاص الذين يعانون من الأمراض المزمنة ذات الصلة بظروف الطقس والمناخ خاصةً مرضى الجهاز التنفسي والحساسية، ناهيك عن توضيح المبادئ المعرفية المتعلقة باحتياجات السكن من وسائل التبريد أو التدفئة، إضافة إلى تزويد المكتبة العلمية والمهتمين ببعض المعلومات عن المناخ وعلاقته بصحة الإنسان والبيئة.

4. منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة في إقليم الجبل الأخضر والذي يقع في شمال شرق ليبيا مطلًا على الساحل الجنوبي للبحر المتوسط، ويمتد جنوبًا حتى النطاق شبه الصحراوي بمسافة تصل إلى حوالي 139 كم، ومن خليج البمبة شرقًا حتى سهل بنغازي غربًا بمسافة تصل إلى حوالي 259 كم، أما فلكيًا فيمتد بين خطي طول 50" 18' 20°و 30" 03' 23° شرقًا وبين دائرتي عرض 40'31° 50" و 56" 20' 32° شمالًا وبهذا الامتداد فإن منطقة الدراسة تشغل مساحة تقدر بحوالي 21185.7 كم^2. إقليم الجبل الأخضر عبارة هضبة متوسطة الارتفاع تنحدر بشدة نحو البحر وتدريجيًا نحو الشرق والجنوب وتتخللها الكثير من الأودية، وتتكون من ثلاث درجات متفاوتة الارتفاع تعرف (بالمصاطب) ويبلغ ارتفاع أعلى نقطة في المصطبة الثالثة حوالي 879 متر عند منطقة سيدي محمد الحمري جنوب منطقة البيضاء بحوالي 60 كم، شكل (1). وقد اعتمدت الدراسة على عدد

(14) محطة موزعة على مختلف أنحاء منطقة الدراسة مع الأخذ في الاعتبار الموقع الفلكي والارتفاع والبعد عن البحر، جدول رقم (1).

شكل رقم (1) منطقة الدراسة



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام برنامج ArcMap 10.4

جدول رقم (1) خصائص المحطات المناخية في منطقة الدراسة

ت	نقطة الرصد	الموقع الفلكي		الارتفاع بالمتر	البعد عن البحر(كم)	مدة الرصد
		خط الطول "شرقًا"	دائرة العرض "شمالًا"			
1	درنة	°22 ´62	°32 ´76	30	1.0	2019 -1985
2	الحنية	°21 ´52	°32 ´83	12	1.0	2019 -1985
3	طلميثة	°20 ´94	°32 ´71	17	0.5	2019 -1985
4	مرتوبة	°22 ´76	°32 ´57	316	16.3	2019 -1985
5	القبة	°22 ´24	°32 ´76	603	12.0	2019 -1985
6	شحات	°21 ´87	°32 ´79	641	11.5	2019 -1985
7	قصر ليبيا	°21 ´40	°32 ´61	473	18.5	2019 -1985
8	المرج	°20 ´85	°32 ´50	323	16.1	2019 -1985
9	القيقب	°22 ´01	°32 ´72	723	19.5	2019 -1985
10	اسلنطة	°21 ´72	°32 ´59	774	36.0	2019 -1985
11	جردس العبيد	°20 ´98	°32 ´30	640	41.2	2019 -1985
12	بومريم	°20 ´50	°32 ´13	250	31.5	2019 -1985
13	المخيلي	°22 ´26	°32 ´17	233	73.2	2019 -1985
14	الخروبة	°21 ´19	°32 ´18	307	64.6	2019 -1985

ويمثل الإقليم نظامًا بيئيًا طبيعيًا فريدًا من نوعه في ليبيا، لاسيما من حيث المُناخ والتضاريس والغطاء النباتي والتربة. أما مناخيًا فيخضع الإقليم لمناخ البحر المتوسط إضافة إلى تأثر قسمه الجنوبي بالمناخ شبه الصحراوي. فالأمطار في الإقليم تعد الأغزر في ليبيا، ونتيجةً لتأثير بعض العوامل الجغرافية المحلية كالموقع، والتضاريس، وشكل واتجاه الساحل؛ فإن كميات الأمطار تتذبذب مكانيًا وزمانيًا في هذا الإقليم، حيث تغزر الأمطار في الشمال والشمال الغربي وتقل تدريجيًا بالاتجاه نحو الجنوب والشرق (الجالي 2020).

5. الدراسات السابقة:

حظي موضوع أثر المناخ على راحة الإنسان بالعديد من الدراسات على المستوى المحلي والدولي لما له من أهمية في حياة الإنسان ونشاطه اليومي. حيت تناول مختار (2017) أثر عنصري الحرارة والرطوبة على راحة الإنسان الحرارية في مدينة الإحساء شرقي المملكة العربية السعودية خلال الفترة من 1985 إلى 2014، باستخدام قرينة ثوم. وقد كشفت الدراسة عن وجود علاقة بين عنصري الحرارة والرطوبة النسبية، والراحة والانزعاج الحرارية للإنسان، وأن فصل الشتاء يتميز بالراحة النسبية، بينما تتباين في فصل الربيع بين الراحة والانزعاج، وبلغت شدة الانزعاج خلال فصل الصيف، في حين تميز فصل الخريف بالراحة النسبية. كما تناول حمادة والجالي (2019) دراسة تحليل التباين المكاني لأثر المناخ على راحة الإنسان في ليبيا، وقد اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية، كما تم تطبيق العديد من قرائن الراحة المناخية، وتوصلت الدراسة إلى وجود تفاوت في درجات إحساس الإنسان بالراحة أو الانزعاج المناخي، حيث تبين أن شمال البلاد يسوده شعور بالراحة التامة باستثناء انزعاج بسيط وشعور بعدم راحة باردة في بعض المناطق المرتفعة، في حين يسيطر على الجنوب الشعور بالانزعاج الحار لاسيما في فصل الصيف. أيضًا قام الجديع (2021) بدراسة أثر المناخ على كفاءة العمل وراحة الإنسان من وجهة نظر المناخ التطبيقي بمدينة نالوت، مستخدمًا العديد من قرائن الراحة المناخية مثل (قرينة ثوم أو قرينة الحرارة الفعالة، مؤشر تبريد الرياح) لتحديد أفضل الأوقات المناسبة للعمل والأوقات التي يشعر فيها الإنسان بالراحة أو الانزعاج، وقد أظهرت النتائج أن الفترة المثالية للراحة بمدينة نالوت تكون خلال شهري أكتوبر ومايو، بينما أشهر الصيف وأول أشهر الخريف غير مناسبة للعمل ولا للإنتاج. كما تطرقت دراسة حمد (2022) إلى استخراج قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان في منطقة سرت بتطبيق معادلة أدولف لتحديد مقدار الحرارة المكتسبة أو المفقودة للبيانات المناخية لمحطة سرت لمدة عشرين عاماً ممتدة بين عامي (2000 - 2019)، حيث توصلت الدراسة إلى وجود تباين بين

درجات الحرارة في منطقة الدراسة أثناء النهار وأثناء الليل، كما تزداد كميات الحرارة المفقودة في أشهر الشتاء، وفي بقية أشهر السنة تزداد كميات الحرارة المكتسبة.

6. طريقة الدراسة:

اعتمدت الدراسة على بيانات مناخية متمثلة درجة الحرارة والرطوبة النسبية لعدد 14 نقطة رصد جوي متباينة في خصائصها الجغرافية، وتمثل عدة مدن ومناطق بإقليم الجبل الأخضر للمدة (1985–2019) تم الحصول عليها من موقع البيانات المناخية https://en.climate-data.org. ولتحديد أنماط ومستويات الراحة المناخية في منطقة الدراسة؛ استخدمت الدراسة المنهج التحليلي من خلال تطبيق بعض معادلات وقرائن الراحة وهي:

(1) معادلتا أدولف Adolph لحساب الكسب الحراري (كيلو حُريرة/ ساعة) (موسى، 1982):

- الكسب الحراري نهارًا = 100+ 22 (ت – 33).
- الكسب الحراري ليلًا = 20 + 18 (ت – 33).

حيث إن: ت = درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية

(2) قرينة الحرارة والرطوبة (قرينة ثوم Thom) لقياس الراحة أو الانزعاج Discomfort Index (DI) (موسى، 2002 ص, 57):

$$THI = T - 0.55(1 - H)(T - 14.5)$$

حيث إن: THI = قرينة الحرارة والرطوبة

T = متوسط درجة الحرارة بالدرجة المئوية.

H = متوسط الرطوبة النسبية.

ووفقًا لقرينة الراحة والرطوبة؛ فإن مستويات الراحة والانزعاج تنقسم إلى ثمانية مستويات كما هو موضح بالجدول رقم (2)، ولمعرفة التباين الزماني لمستويات الراحة المُناخية خلال فصول السنة فقد اعتمدت الدراسة على المتوسطات الفصلية لبيانات الحرارة والرطوبة، كما استُخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية من أجل تحديد التباين المكاني للراحة والانزعاج في منطقة الدراسة.

جدول (2) مستويات الراحة المناخية وفقًا لقرينة ثوم

معدل قرينة ثوم	مستوى الراحة
أقل من 10	انزعاج شديد بارد
10 – 15	انزعاج متوسط بارد
15 – 18	راحة نسبية باردة
18 – 21	راحة تامة
21 – 24	راحة نسبية حارة حيث يشعر ما بين 10 – 50 % من الناس بعدم الراحة
24 – 27	انزعاج متوسط حار
27 – 29	انزعاج شديد حار
أكثر من 29	إجهاد كبير وخطير على الصحة

المصدر: موسى، 2002، ص59.

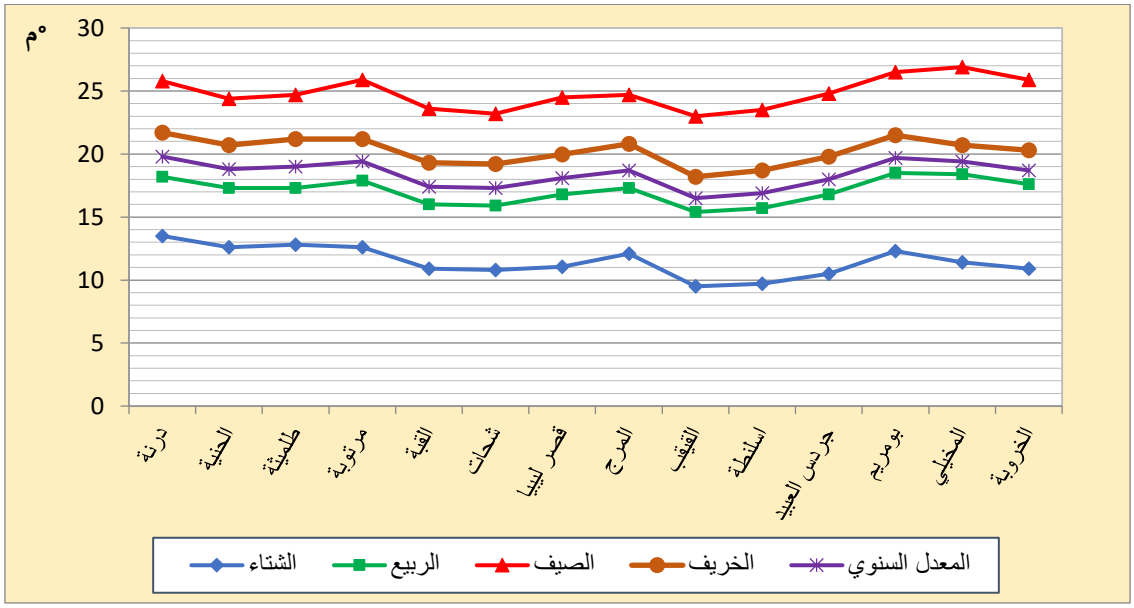
7. نتائج الدراسة:

7. 1. المعدلات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية:

من خلال تحليل البيانات المناخية لوحظ وجود تباين في المتوسطات الفصلية والسنوية لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة؛ وذلك تبعًا لاختلاف الظروف الطبيعية المحلية المؤثرة في المناخ كالموقع والتضاريس والبعد عن البحر، وبشكل عام فإن معدلات الحرارة الفصلية والسنوية، وكذلك متوسطاتها الصغرى والعظمى تكون أقل نسبيًا في مناطق المصطبة الثالثة وسط منطقة الدراسة من المناطق الساحلية ومناطق جنوب الإقليم. وبالنظر إلى الشكل رقم (2) يتبين أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة يتدرج من 16.5°م في منطقة القيقب في الوسط إلى 20.5°م في التميمي في جنوب شرق الجبل الأخضر، أما المتوسطات الفصلية لدرجات الحرارة الصغرى فقد بلغ أدناها 5.7°م في القيقب، بينما بلغ أقصى معدل فصلي لدرجات الحرارة العظمى فيصل إلى حوالي 25.5°م في المخيلي جنوب منطقة الدراسة، شكل (3) و (4).

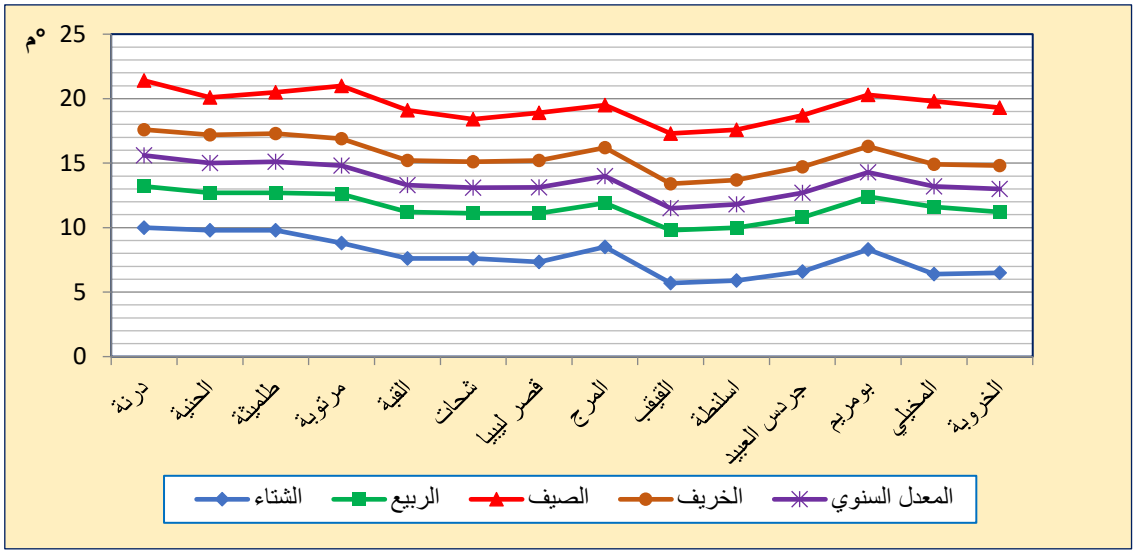
أما معدلات الرطوبة النسبية فهي أيضًا متباينة مكانيًا وحسب فصول السنة أيضًا، حيث تنخفض معدلاتها في المناطق الداخلية كنتيجة لبعدها عن المؤثرات البحرية؛ لاسيما أثناء فصل الصيف، ومن خلال الشكل (5) نلاحظ أن أعلى مستوى للرطوبة النسبية في الإقليم يكون في فصل الشتاء ليبلغ (72%) في منطقتي أسلنطة والقيقب، بينما يصل أدنى معدلاتها إلى (40%) في منطقة المخيلي صيفًا.

شكل رقم (2) المتوسطات الفصلية والمعدل السنوي لدرجة الحرارة



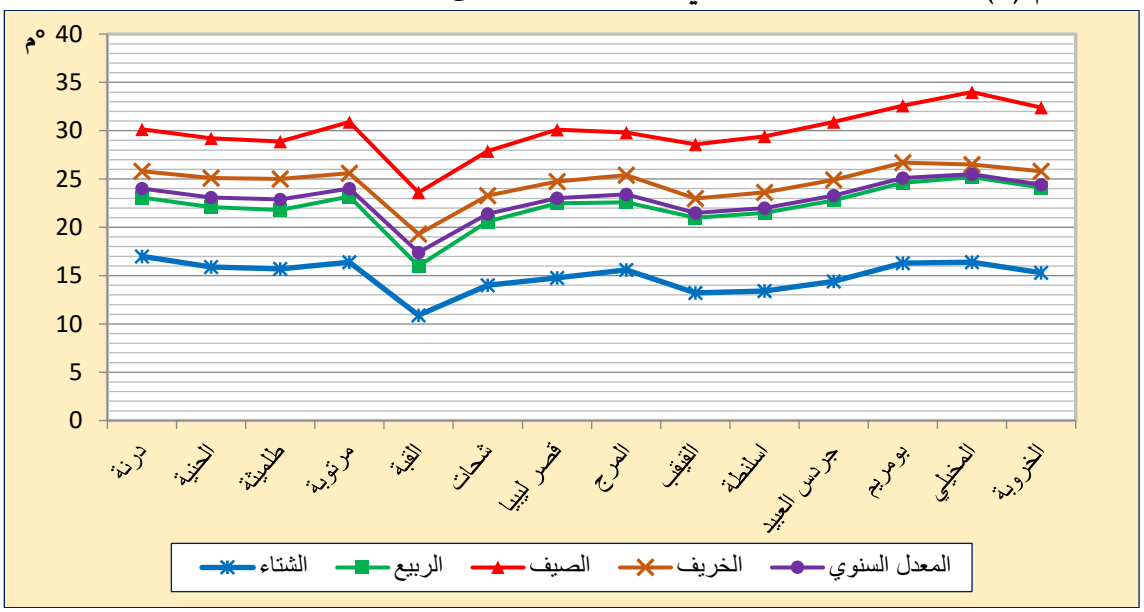
المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على موقع البيانات المناخية https://en.climate-data.org

شكل رقم (3) المتوسطات الفصلية و المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى



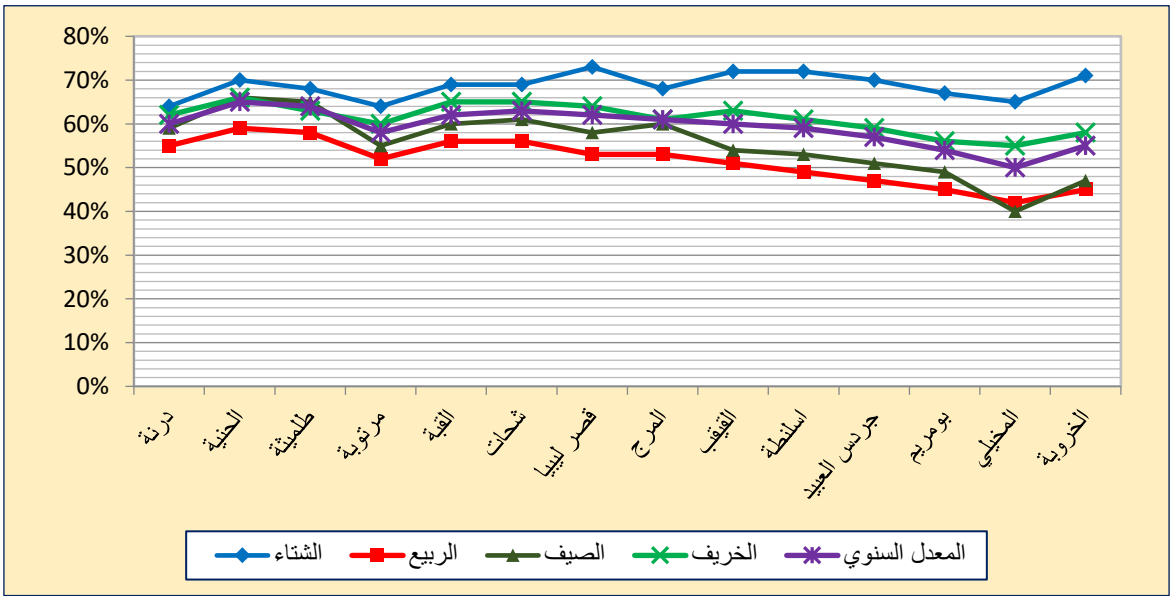
المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على موقع البيانات المناخية https://en.climate-data.org

شكل رقم (4) المتوسطات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على موقع البيانات المناخية https://en.climate-data.org

شكل رقم (5) المتوسطات الفصلية والمعدل للرطوبة النسبية



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على موقع البيانات المناخية https://en.climate-data.org

7. 2. التوازن الحراري لجسم الإنسان:

درجة الحرارة الطبيعية لجسم الإنسان تساوي 37°م مع ملاءمة حالة الطقس لهذه الدرجة، أما إذا حدث أي تغير حراري فإن درجة حرارة الجسم سوف تتغير ويحاول أن يتغلب على هذه

التغيرات بسرعة من أجل المحافظة على درجة الحرارة المذكورة (الجبوري، 2014). ولتحقيق التوازن الحراري؛ تسعى أعضاء جسم الإنسان بطرق مختلفة لكي تحافظ على درجة حرارة الجسم الداخلية مهما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي، وفي حال كانت درجة حرارة المحيط الخارجي أقل من درجة حرارة جسم الإنسان، فلابد أن يفقد الجسم الحرارة الزائدة لاستعادة تثبيت التوازن الحراري (أحمد، 2020).

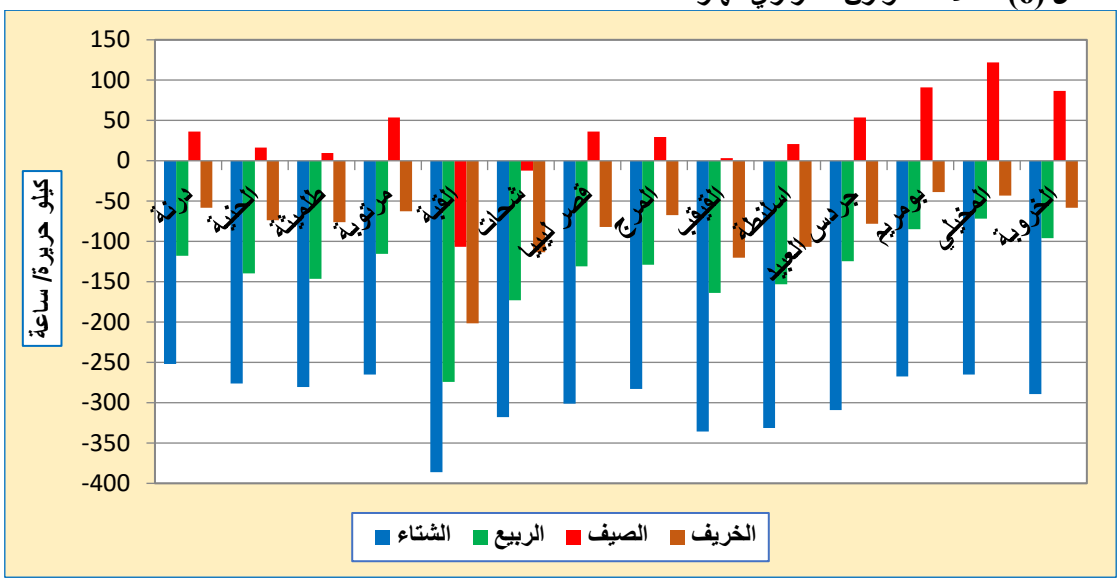
والجدير بالذكر أن الجسم البشري يمكنه التأقلم مع مختلف الظروف المناخية، وإن كانت القدرة على التأقلم تختلف باختلاف العمر والصحة ومدة معايشة الظروف المناخية المحيطة، وفي هذا الصدد أشارت العديد من الدراسات إلى أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة قلَّت حركة الإنسان ونشاطه، وينعكس ذلك على إنتاجيته كمًا وكيفًا، كما أن قدرة الإنسان على التأقلم الحراري تختلف باختلاف رطوبة الهواء، حيث تزداد إمكانية التأقلم مع الهواء الجاف بسبب فعالية التبخر مقارنةً بالهواء الرطب. وتعد حرارة سطح الجلد هي العامل الفسيولوجي الأكثر أهمية في التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة، فهو يمثل الوسط الفاصل بينهما، والذي يُظهر قيم الحرارة المتبادلة عن طريق الكسب أو الفقدان الحراري، ومن ثم تعد درجة حرارة سطح الجلد قرينة مثالية لشعور الإنسان بالراحة، فضلاً عن كونها عاملًا رئيسًا في تقدير درجة الحرارة المحسوسة. وتتراوح درجة حرارة سطح الجلد المثالية بين (31 و35°م)، ولكي يحافظ الجسم على هذا الفرق الحراري، فحينما تنخفض درجة حرارة سطح الجلد إلى 30°م يرتعش الجسم لا إراديًا ليولد مزيدًا من الحرارة، وفي المقابل عندما تتجاوز الحرارة 35°م يزيد إفراز العرق ليحدث التبريد. ويتحقق التوازن الحراري للجسم عندما تتعادل الحرارة المكتسبة مع الحرارة المفقودة، وعندئذ يشعر الإنسان بالراحة الحرارية المثلى (حمادة؛ والجالي، 2019).

قرينة أدولف للكسب الحراري:

باستخدام قرينة أدولف نلاحظ وجود تفاوت مكاني وزماني في معدلات التوازن الحراري، حيث إن قيم الكسب الحراري نهارًا ترتفع في فصل الصيف لاسيما في المناطق المنخفضة في جنوب وشرق الجبل الاخضر وبعض مناطق المصطبة الثانية، حيث وصلت إلى أعلى قيم الكسب الحرارى إلى (122) و (91.2) كيلو حريرة/ ساعة في المخيلي و بومريم على التوالي، بينما يسود الفقد الحراري في كل من القبة وشحات في ذات الفصل. أما في بقية فصول السنة فيطغى العجز الحراري على كل المناطق المشمولة بالدراسة، حيث تصل إلى أدنى قيمة للكسب الحراري إلى (-386.2) كيلو حريرة/ ساعة في القبة، شكل (6).

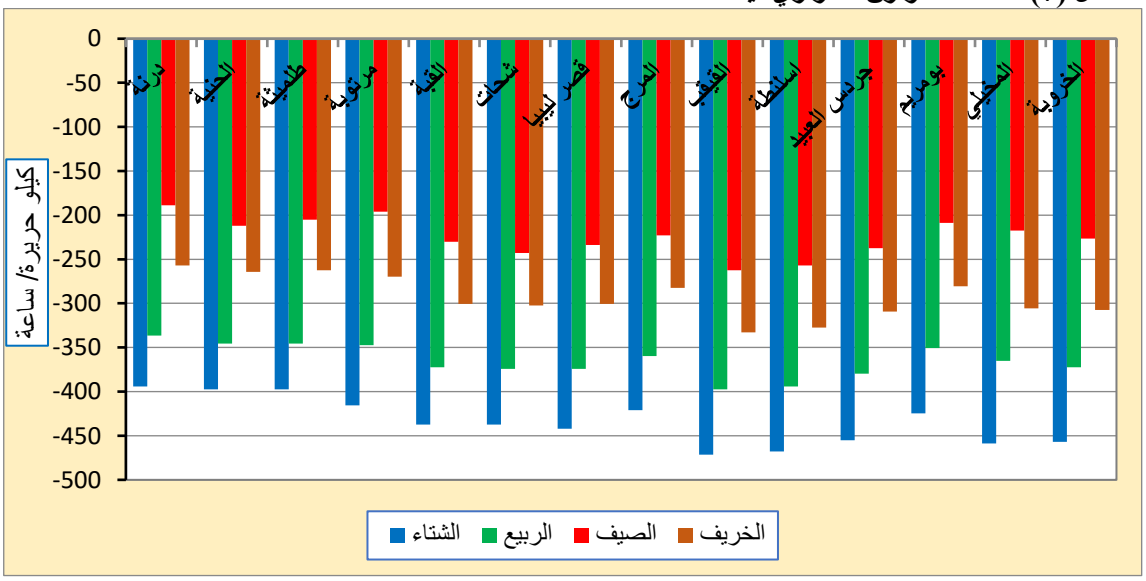
ومن جهة أخرى نلاحظ أن معدلات التوازن الحراري في فترة الليل تتصف بسيادة الفقد الحراري في جميع محطات الدراسة وعلى مدار السنة، مع زيادة كبيرة وواضحة خلال فصل الشتاء كنتيجة لانخفاض درجات الحرارة، حيث تصل إلى أعلى قيم الفقد الحراري إلى (-471.4) كيلو حريرة/ ساعة في القيقب، بعد ذلك تبدأ معدلات الفقد تنخفض تدريجيًا في فصل الربيع ثم الخريف فالصيف، شكل (7).

شكل (6) معدلات التوازن الحراري نهارًا



المصدر: إعداد الباحث بناءً على نتائج قرينة أدولف للكسب الحراري

شكل (7) معدلات التوازن الحراري ليلًا



المصدر: إعداد الباحث بناءً على نتائج قرينة أدولف للكسب الحراري

7. 3. مستويات الراحة المناخية

تؤثر الظروف الجوية في راحة واستقرار الإنسان وتسهم أيضًا في توازن إحساسه مع الجو المناسب والمفضل له، لكن الراحة المثلى لا تحددها الظروف المناخية والتكيف البشري معها فقط؛ بل ترتبط بعوامل أخرى مثل نوعية الملابس وسمكها وألوانها، والعمر والحالة الصحية، حيث تبدو حالة الجو مريحة لشخص لكنها لا تكون بنفس الإحساس بالنسبة لشخص آخر (العكرمي، 2018). ولتحديد مستويات شعور الإنسان بالراحة أو الانزعاج تم الاعتماد على قرينة الحرارة والرطوبة التي وضعها ثوم Thom في عام 1959م لاستنتاج علاقة تحدد راحة الإنسان من عدمها في ظل ظروف مناخية معينة بالاعتماد على عنصري درجة الحرارة والرطوبة النسبية لتحديد أثرهما على جسم الإنسان (مختار، 2017).

مستويات الراحة المناخية في منطقة الدراسة:

بناءً على نتائج قرينة الحرارة والرطوبة النسبية لحساب مستويات الراحة أو الانزعاج في إقليم الجيل الأخضر والمبينة في الجدول رقم (3) يتضح أن كل أجزاء منطقة الدراسة تخضع لسيادة الشعور بالانزعاج النسبي البارد أثناء فصل الشتاء ـ كنتيجة لانخفاض درجات الحرارة في هذا الفصل ـ ولكن بدرجات متفاوتة مكانيًا، حيث وصلت مستويات الراحة الفسيولوجية إلى أدنى معدلاتها في وسط منطقة الدراسة لتكون قريبة جدًا من مستوى الانزعاج البارد جدًا وكانت قيمها (10.27) و (10.44) في القيقب وأسلنطة على التوالي، ومن ثم تبدأ هذه المستويات في الارتفاع التدريجي في بقية الاتجاهات لاسيما ناحية الشرق والغرب ليصل أعلى معدل لها إلى (13.70) في درنة حيث تأثير البحر شكل (8).

ونظرًا للارتفاع الطفيف في متوسطات الحرارة في فصل الربيع؛ فيلاحظ ظهور مستوى آخر للراحة المناخية في منطقة الدراسة ألا وهو الشعور بالراحة النسبية الباردة على كل أجزاء المنطقة، حيث تبدأ قيم (THI) بقيمة (15.16) في منطقة القيقب وهو أدنى مستوى ثم تبدأ في الارتفاع التدريجي بالاتجاه نحو طرفي الإقليم شرقًا وغربًا ليصل إلى (17.29) و(17.28) في منطقتي بومريم ودرنة على التوالي، شكل (9).

أما في فصل الصيف فالوضع يختلف قليلًا عن الفصلين السابقين؛ فقد تبين وجود مستويين من مستويات الراحة المُناخية هما: الراحة التامة، والراحة النسبية الحارة، حيث يظهر مؤشر الشعور بالراحة التامة في منطقة القيقب ومحيطها فقط التي بلغت قيمة قرينة ثوم بها (20.85)، ثم تظهر سيادة الراحة النسبية الحارة في كافة أرجاء المنطقة ابتداءً من وسط الإقليم، وتبدأ أدنى معدلات

(THI) في هذا المستوى بقيمة (21.17) في منطقة أسلنطة ثم تأخذ في الارتفاع الطفيف باتجاه شرق وغرب منطقة الدراسة ليصل لأعلى معدل للشعور بالراحة النسبية الحارة إلى (23.25) في مدينة درنة، شكل (10).

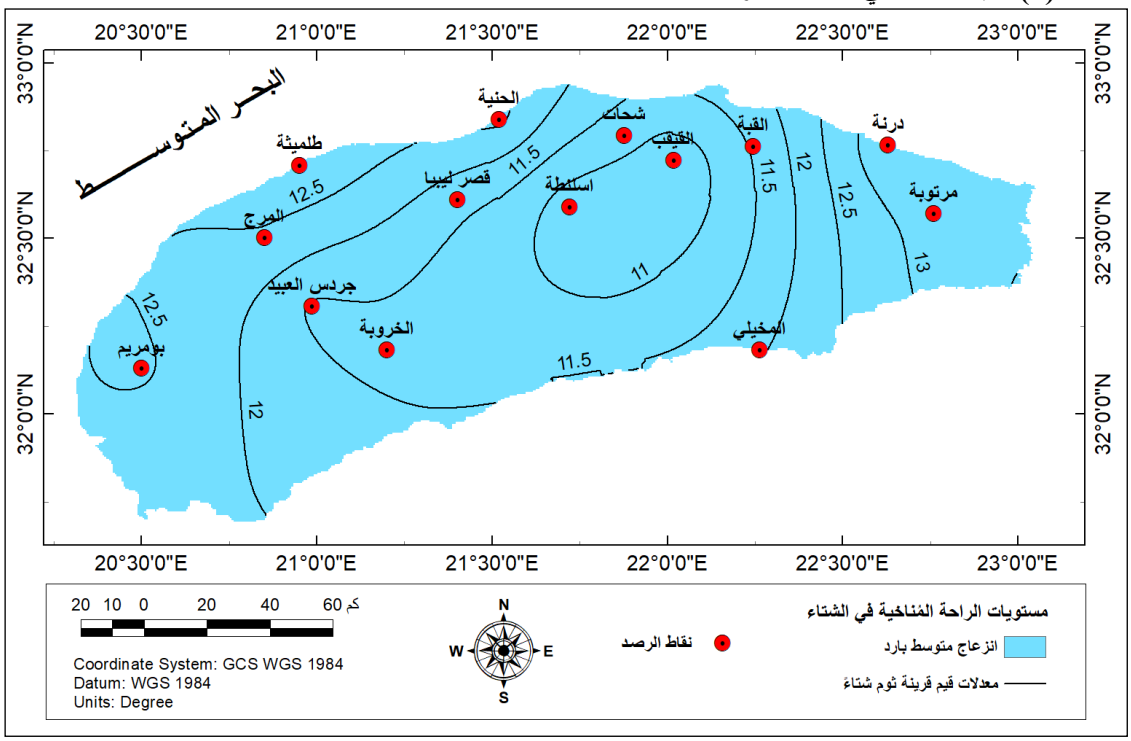
فصل الخريف يعد هو الفصل الأكثر مثالية لشعور الإنسان بالراحة الفسيولوجية، حيث يلاحظ سيادة مستوى الراحة التامة على أغلب مناطق ومدن الجبل الأخضر باستثناء بعض المناطق الداخلية مثل القيقب وأسلنطة التي تقع في نطاق الشعور بالراحة النسبية الباردة كنتيجة طبيعية لانخفاض درجة الحرارة بسبب الارتفاع والبعد عن تأثير البحر. ويوضح الشكل رقم (11) أن معدل قرينة الحرارة والرطوبة يبلغ (17.45) و(17.80) في كل من القيقب، واسلنطة، على التوالي، ثم يستمر المعدل في الارتفاع التدريجي؛ ليسود نطاق الراحة المُناخية التامة، ويستمر في الارتفاع بالاتجاه نحو أطراف الإقليم وبوتيرة أكثر نحو الشرق حتى يصل المعدل (20.20) في مدينة درنة أقصى شرق منطقة الدراسة.

جدول رقم (3) معدلات قرينة الحرارة والرطوبة النسبية

المحطات	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
درنة	13.70	17.28	23.25	20.20
الحنية	12.91	16.67	22.55	19.54
طلميثة	13.10	16.65	22.74	19.84
مرتوبة	12.98	17.00	23.08	19.73
القبة	11.51	15.64	21.60	18.38
شحات	11.43	15.56	21.33	18.30
قصر ليبيا	11.56	16.20	22.42	18.89
المرج	12.52	16.58	22.46	19.45
القيقب	10.27	15.16	20.85	17.45
أسلنطة	10.44	15.36	21.17	17.80
جردس العبيد	11.16	16.13	22.02	18.60
بومريم	12.70	17.29	23.13	19.81
المخيلي	11.99	17.16	22.81	19.17
الخروبة	11.47	16.66	22.58	18.96

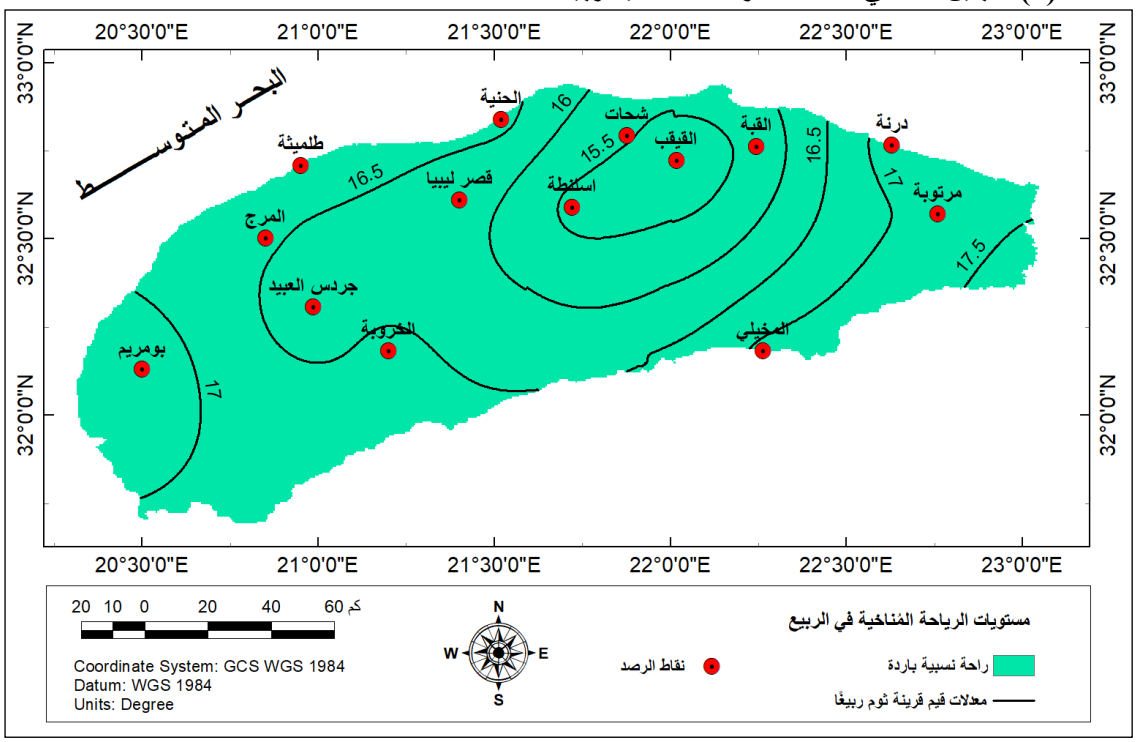
المصدر: إعداد الباحث بناءً على نتائج قرينة ثوم

شكل (8) التباين المكاني لمعدلات الراحة المناخية شتاءً



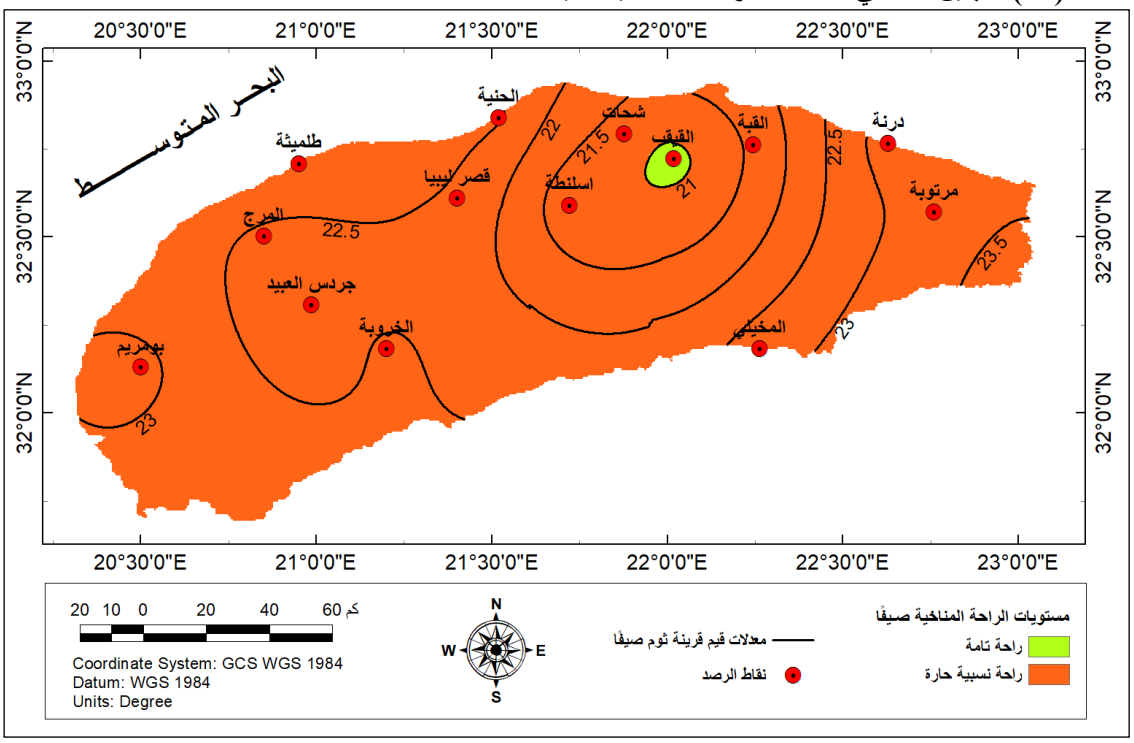
المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الجدول (3)

شكل (9) التباين المكاني لمعدلات الراحة المناخية ربيعًا



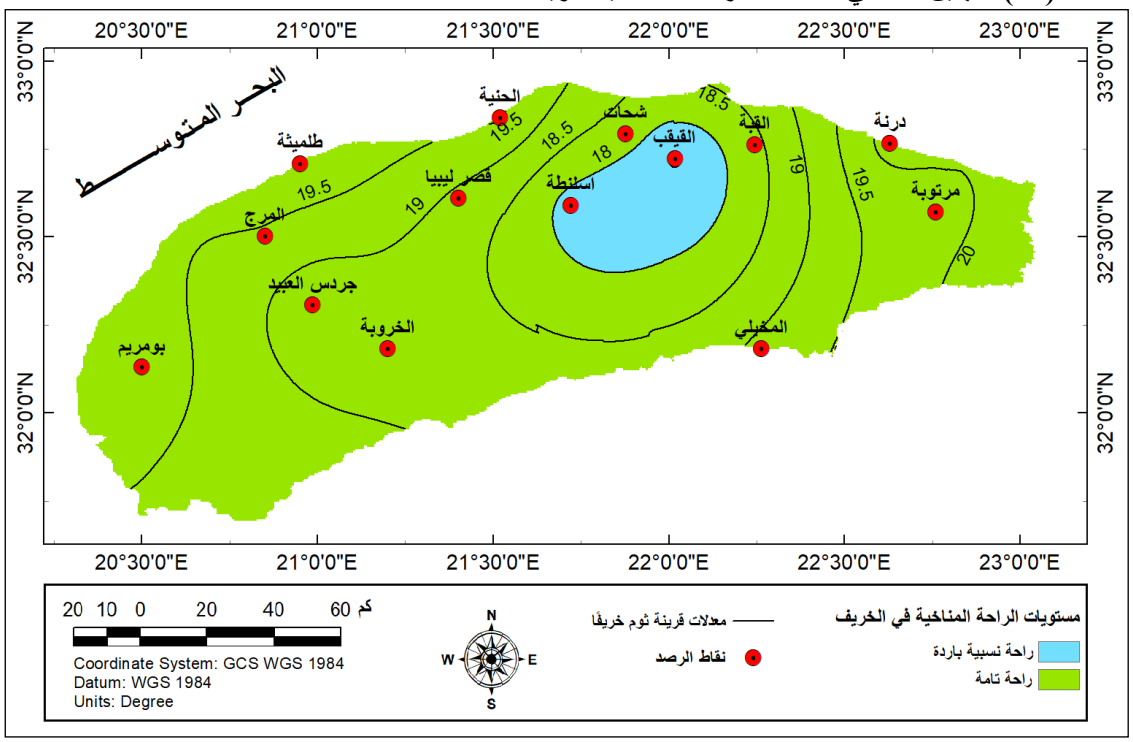
المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الجدول (3)

شكل (10) التباين المكاني لمعدلات الراحة المناخية صيفًا



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الجدول (3)

شكل (11) التباين المكاني لمعدلات الراحة المناخية خريفًا



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الجدول (3)

8. الخاتمة:

تناولت الدراسة أثر المُناخ على الراحة الفسيولوجية للإنسان من خلال تحديد مناطق الكسب الحراري ومعرفة مستويات الشعور بالراحة أو الانزعاج وتباينها مكانيًا وزمانيًا في إقليم الجبل الأخضر بشمال شرق ليبيا؛ ولتحقيق الهدف المرجو من هذه الدراسة تم الاعتماد على بيانات مُناخية متمثلة في متوسطات درجة الحرارة والرطوبة النسبية، حيث تمثل أربع عشرة مدينة ومنطقة موزعة على كل أجزاء الإقليم، وقد تم ذلك بتطبيق معادلتي أدولف Adolph لحساب الكسب الحراري بالإضافة إلى قرينة الحرارة والرطوبة ثوم Thom لحساب مستويات الراحة أو الانزعاج، كما استُخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية لمعرفة التباين المكاني لمستويات الراحة في منطقة الدراسة. خلصت الدراسة إلى أن الكسب الحراري في إقليم الجبل الأخضر نهارًا يكون في فصل الصيف، حيث وصلت أعلى قيم الكسب الحرارى إلى (122) كيلو حريرة/ ساعة في المخيلي، بينما تتسم بقية فصول السنة بالفقد الحراري. بينما في فترة الليل فيطغى عليها الفقد الحراري في جميع محطات الدراسة وعلى مدار السنة، مع زيادة كبيرة وواضحة خلال فصل الشتاء كنتيجة لانخفاض درجات الحرارة، حيث تصل أعلى قيم الفقد الحراري إلى (- 471.4) كيلو حريرة/ ساعة في القيقب. ومن جهة أخرى فإن فصل الخريف يعد الفصل المثالي من حيث الراحة المُناخية وهي التي تكون فيها قيمة قرينة ثوم بين (18-20)، في حين يتصف فصل الشتاء بسيادة الشعور بالانزعاج النسبي البارد، بينما فصل الصيف يغلب عليه الشعور بالراحة النسبية الحارة، وتكون الراحة النسبية الباردة في فصل الربيع في كل أجزاء منطقة الدراسة.

9. المراجع

1. أحمد، هدية محمد.(2020). مؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان في العراق ـ دراسة في المناخ التطبيقي. مجلة كلية الآداب. **134**. 455- 486.
2. الجالي، جمعة أرحومة جمعة. (2020). اتجاهات التغير في كميات الأمطار بشمال شرقي ليبيا خلال الفترة من 1961 إلى 2010، مجلة المختار للعلوم الإنسانية. **38.** 164-179.
3. الجبوري، سلام هاتف أحمد. (2014). **علم المناخ التطبيقي**. بغداد، العراق: لجامعة بغداد.
4. الجديع، حسين محمد عبدالله. (2021). المناخ وأثره على كفاءة العمل وراحة الإنسان بمدينة نالوت. مجلة الجامعي. **34.** 313-334.
5. الحلو، عبد الكاظم علي؛ والموسوي، علي صاحب. (2016). تحليل جغرافي لمؤشرات الراحة في محافظة النجف. مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية. **19**. 59-88.

6. العكرمي، إبراهيم إسحيم؛ والغليظ، ابتسام المهدي. (2018). مستويات راحة السكان وكفاءة العمل في مدينة صرمان– شمال غرب ليبيا. مجلة كليات التربية. **12**. 209-232.

7. ثابت، أحمد محمد جبريل. (2011). **المناخ وأثرهُ على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة ـ فلسطين**. رسالة ماجستير. قسم الجغرافيا. الجامعة الإسلامية غزة. فلسطين.

8. حمادة، إيملي محمد؛ والجالي، جمعة أرحومة. (2019). **التباين المكاني لأثر المناخ على راحة الإنسان في ليبيا**. المؤتمر الجغرافي الدولي الثاني "التنمية المستدامة في الوطن العربي بين الإمكانيات وطموحات الشعوب". مصر. جامعة المنوفية.

9. حمد، مبروكة عويدات. (2022). **مؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان بمدينة سرت في المدة الممتدة بين عامي (2000 – 2019) دراسة في علم المناخ التطبيقي**. المؤتمر الجغرافي السادس عشر "دراسات بيئية في البيئات الليبية – واقع وتحديات". ليبيا. قسم الجغرافيا. كلية الآداب. جامعة طبرق.

10. زكري، يوسف محمد. (2008). قياس الراحة الفسيولوجية للإنسان في مدينة سبها. مجلة جامعة سبها (العلوم الإنسانية). **2**. 38-43.

11. محمد، محمد سرور عبد العالي. (2019). الماخ وراحة الانسان في منطقة خليج سرت بليبيا. مجلة البحث العلمي في الآداب. **20**. 255-286.

12. مختار، محمد أبو الحسن. (2017). تطبيق قرينة ثوم الحرارية على راحة الإنسان في مدينة الإحساء بالمملكة العربية السعودية. المجلة العلمية لجامعة الإمام المهدي. **10**. 245-263.

13. موسى، علي. (1982). **الوجيز في المناخ التطبيقي**. دمشق. سوريا: دار الفكر.

14. موسى، على. (2002). **المناخ الحيوي**. دمشق. سوريا: نينوى للدراسات والنشر والتوزيع.