Al-Mukhtar Journal of Social Science 43 (2): 368-380, 2025
Doi: https://doi.org/10.54172/xc4eq840

Research Article Open Access

التحليل المكاني للراحة المناخية في حوض وادي الكوف بالجبل الاخضر وفق مؤشر أوليفير

رحاب إدريس عبدربه صالح[1]*

الباحث الاول[1]*: قسم الجغرافيا، جامعة درنه، ليبيا

المستخلص: تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التوزيع المكاني والزماني للراحة المناخية في حوض وادي الكوف بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا، اعتمادًا على مؤشر أوليفر البيومناخي (THI). استند البحث إلى بيانات مناخية من مشروع NASA POWER للفترة 1981–2023، إلى جانب بيانات الاستشعار عن بعد Sentinel-2) و ASTER DEM) لاشتقاق المتغيرات البيئية، مثل الغطاء النباتي (NDVI) والتضرس. جرى تحليل البيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والأساليب الإحصائية. أظهرت النتائج تباينًا مكانيًا وزمانيًا واضحًا في مستويات الراحة المناخية؛ إذ سادت ظروف عدم الراحة الباردة خلال الشتاء والربيع، في حين برز الإجهاد الحراري صيفًا، خاصة في شهري يوليو وأغسطس، بينما مثّل الخريف مرحلة انتقالية. كما كشفت الدراسة عن علاقة ارتباطية قوية بين انخفاض الراحة المناخية وكل من الارتفاع عن سطح البحر وضعف الغطاء النباتي. وتخلص الدراسة إلى ضرورة اعتماد استراتيجيات تخطيط سياحي وعمراني متكيفة، بما يدعم التنمية البيئية والسياحية المستدامة في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: الراحة المناخية، مؤشر أوليفر (THI)، التحليل المكاني، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وادي الكوف.

[1]*Corresponding author:
Rahab I. Saleh
rehabedrisabdrba@gmail.com
Geography Department,
Derna University, Libya

Received:
10/10/2025

Accepted:
13/11/2025

Publish online:
31/12/2025

Spatial Analysis of Climatic Comfort in the Wadi Al-Kouf Basin, Al-Jabal Al-Akhdar, according to Oliver's Index

Abstract: This study analyzes the spatial and temporal distribution of bioclimatic comfort in the Wadi Al-Kouf Basin, located in the Al-Jabal Al-Akhdar region of northeastern Libya, using Oliver's Temperature–Humidity Index (THI). The research integrates climatic data from the NASA POWER project for the period 1981–2023 with remote sensing data (Sentinel-2 and ASTER DEM) to derive key environmental variables, including vegetation cover (NDVI) and topographic characteristics (elevation and slope). Data processing and analysis were carried out using Geographic Information Systems (GIS) and statistical techniques. The results reveal pronounced spatial and temporal variability in bioclimatic comfort levels. Cold discomfort conditions dominate during winter and spring across most of the basin, while heat stress prevails in summer, particularly in July and August. Autumn represents a transitional season. The analysis also indicates a strong correlation between reduced bioclimatic comfort, higher elevations, and sparse vegetation cover. The study highlights the need for climate-adaptive tourism and urban planning strategies to support sustainable environmental and tourism development in the region.

Keywords: Bioclimatic Comfort, Oliver's Temperature-Humidity Index (THI), Spatial Analysis, Geographic Information Systems (GIS), Wadi Al-Kuf.

The Author(s) 2024. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) , which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium ,provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقدمة:

يُعدّ المناخ أحد الحقول العلمية ذات الأهمية البالغة نظرًا لتأثيره المباشر وغير المباشر في حياة الإنسان ونشاطاته المتنوعة، وانعكاساته على وظائفه الفسيولوجية ومستوى راحته الحرارية .(Hermawan et al., 2020)

وقد حظيت عناصر المناخ مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح باهتمام واسع من الدراسات، نظرًا لدورها الحاسم في تحديد مستويات الراحة أو الانزعاج المناخي، والتي تتأثر بعوامل فردية كالعمر والجنس والحالة الصحية ونوع الملابس والغذاء(Alison et al., 2010; Richard et al., 2016)

يندرج مؤشر أوليفر (Oliver) ضمن المؤشرات البيوميناخية الرئيسة المستخدمة لتقدير الراحة الحرارية، حيث يعتمد على مفهوم درجة الحرارة الفعالة التي تعكس إحساس الإنسان بدرجة الحرارة الفعلية الناتجة عن تفاعل درجة حرارة الهواء والرطوبة وسرعة الرياح .(Katarzyna et al., 2019; Saeid, 2014) ويُعدّ هذا المؤشر أداة مهمة في الدراسات التطبيقية للمناخ الحيوي التي تبحث في العلاقة بين المناخ وصحة الإنسان ورفاهيته، بما في ذلك التخطيط البيئي والسياحي.(Douglas, 1978; Brian et al., 2010)

في السياق السياحي، تلعب الظروف المناخية دورًا محوريًا في تحديد الموسم السياحي الأمثل والأنشطة المناسبة له، حيث ينجذب الزوار عادةً إلى المناطق التي توفر ظروفًا مناخية مريحة ومواتية للأنشطة الخارجية (Tamma et al., 2016; Yujie et al., 2022). ويمثل التنوع المناخي والسطحي في الجبل الأخضر عاملًا أساسيًا في تشكّل أنماط الغطاء النباتي الطبيعي، ما يعزز من مقومات الجذب السياحي في مناطق مثل وادي الكوف، الذي يتميز بتباين طبوغرافي ونباتي فريد ينعكس على الأنماط الحرارية والراحة المناخية (عطى وآخرون، 2022؛ Domi et al., 2022).

مشكلة الدراسة:

تلعب الخصائص المناخية دورًا جوهريًا في تحديد مستويات الراحة الحرارية، حيث تتأثر هذه المستويات بعوامل بيئية متعددة، من أبرزها التنوع في الغطاء النباتي واختلاف التضرس (الارتفاع والانحدار). ويُعدّ وادي الكوف في الجبل الأخضر مثالًا واضحًا على هذا التباين، إذ يتميز بغطاء نباتي كثيف في بعض مناطقه، يقابله انكشاف سطحي في مناطق أخرى، إلى جانب تضاريس متدرجة تتراوح بين السفوح المنحدرة والسهول النسبية. هذه الاختلافات البيئية تؤثر بشكل مباشر في توزيع الحرارة والرطوبة النسبية، وبالتالي في مستويات الراحة المناخية وفق مؤشرات القياس البيوميناخي.

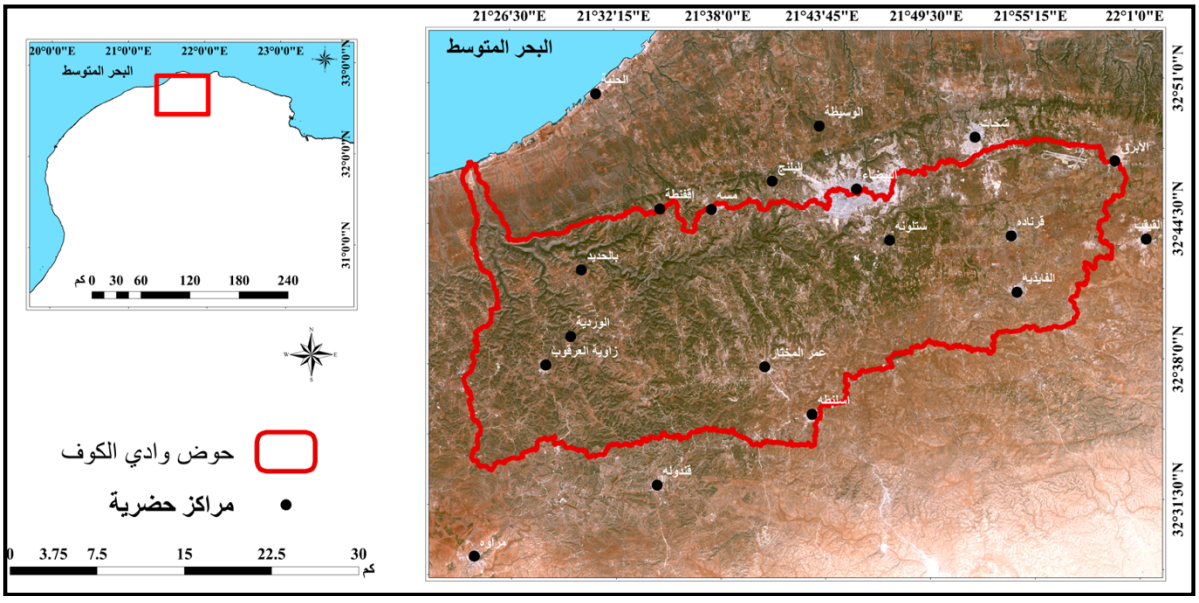
ورغم أهمية هذا التباين في فهم ديناميكية الراحة الحرارية، تفتقر المنطقة إلى دراسات متخصصة توضح الأنماط المكانية والزمانية للراحة المناخية استنادًا إلى مؤشر أوليفر، خصوصًا في ظل غياب الخرائط التحليلية التي تربط بين هذه المؤشرات والخصائص البيئية الرئيسة كالتضرس والغطاء النباتي. ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسة منهجية تعتمد على بيانات الأقمار الصناعية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإنتاج خرائط دقيقة تكشف عن هذا التباين وتسهم في بناء قاعدة معرفية علمية للمنطقة.

أهداف الدراسة:

1. إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لمؤشر الراحة المناخية وفق قرينة أوليفر في وادي الكوف بالجبل الأخضر.
2. تحليل الأنماط المكانية والزمانية للراحة المناخية وتحديد تباينها بحسب الخصائص البيئية للمنطقة (الارتفاع، الغطاء النباتي، الانحدار).
3. الكشف عن الأشهر الأنسب للأنشطة السياحية في وادي الكوف من منظور الراحة الحرارية.
4. توفير مخرجات مكانية (خرائط) دقيقة تدعم التخطيط السياحي المستدام في المنطقة.

أولًا: موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي الكوف على السفح الشمالي لإقليم الجبل الأخضر، بين دائرتي العرض "4.02 '33 °32 و '48 °32 "14.50 شمالًا، وخطي طول "52.21 '23 °21 و"27.98 '0 °22 شرقًا، وتبلغ مساحة الحوض نحو 959.29 كم²، بطول يقارب 56.04 كم ومتوسط عرض يبلغ نحو 17.11 كم. تتبع مجاريه العليا من منطقة سيدي محمد الحمري على ارتفاع يبلغ حوالي 881 مترًا فوق مستوى سطح البحر، ويتخذ الحوض شكلًا هندسيًا قريبًا من المستطيل. يبدأ المجرى الرئيسي المعروف باسم وادي الكوف من جنوب شرق قرية الأبرق، متجهًا في البداية نحو الغرب، ثم ينحرف تدريجيًا باتجاه الشمال عند اجتيازه الحافة الأولى للجبل الأخضر متأثرًا بالبنية الجيولوجية للمنطقة، ليُعرف هناك باسم وادي جرجار أمه، مواصلًا جريانه شمالًا حتى مصبه في البحر المتوسط شكل (1).



شكل (1) حدود منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحثة، من خلال منصة Google earth pro، وباستخدام برنامج، ArcMap10.5

ثانيًا: مصادر البيانات

1. البيانات المناخية

اعتمدت هذه الدراسة على بيانات مشروع ناسا للطاقة (NASA POWER) المعني بـ"التنبؤ بموارد الطاقة على مستوى العالم"، والمتاح عبر الموقع الإلكتروني.https://power.larc.nasa.gov :

يُعد هذا المشروع من المصادر الموثوقة للحصول على البيانات المناخية، إذ تقوم وكالة ناسا بجمعها وتحليلها من عدة مصادر تشمل الأقمار الصناعية والطائرات والقياسات الأرضية، وتخضع لعمليات صارمة لمراقبة الجودة والتحقق من الصحة بالتعاون مع مؤسسات بحثية ومنظمات علمية متخصصة. كما يوفّر المشروع منهجية واضحة ومفصلة تضمن الشفافية فيما يتعلق بمصادر البيانات وتقنيات المعالجة المستخدمة.

تشير المقارنات بين بيانات NASA POWER والبيانات المرصودة ميدانيًا إلى وجود توافق قوي بينهما، رغم أن بعض المتغيرات مثل سرعة الرياح قد تُظهر فروقًا طفيفة في الدقة. ومع ذلك، تُثبت بيانات NASA POWER موثوقيتها العالية خاصة في المناطق التي تفتقر إلى محطات رصد أرضية (Halah et al., 2023; Abdul et al., 2022; Gonçalom et al., 2021). وقد تم تحديد النطاق الزمني المستخدم للبيانات المناخية في هذه الدراسة من عام 1981 حتى عام 2023، بما يغطي فترة زمنية كافية لدراسة الأنماط المناخية في وادي الكوف بالجبل الأخضر.

2. صور الأقمار الصناعية:

تم الاعتماد على مجموعة من بيانات الأقمار الصناعية لاشتقاق المتغيرات البيئية لمنطقة الدراسة، وذلك على النحو الآتي:

الصور الفضائية: تم استخدام صور القمر الصناعي الأوروبي Sentinel-2لشهر يوليو 2023، بدقة مكانية تبلغ 10أمتار، وذلك بهدف استخراج مؤشر الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI) الذي يعكس حالة وكثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

نموذج الارتفاعات الرقمية: (DEM) تم الاستعانة ببيانات نموذج الارتفاعات الرقمية المشتقة من القمر الصناعي ASTERبدقة مكانية 30مترًا لاشتقاق متغيرات الارتفاع والانحدار، باعتبارهما من العوامل الرئيسة المؤثرة في التباين المكاني للراحة البيومناخية في منطقة وادي الكوف.

ثالثًا: معالجة البيانات:

شملت معالجة البيانات دمج وتحليل كلٍّ من الصور الفضائية والبيانات المناخية للوصول إلى المؤشرات المستهدفة، وتم ذلك وفق الخطوات التالية:

أ. مؤشر الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI)

يُستخدم مؤشر NDVI للتعبير عن حالة الغطاء النباتي وكثافته، ويُحسب وفق المعادلة التالية:

$$NDVI = (B1-B2)/(B1+B2)$$

حيث تمثل B1الأطوال الموجية في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة(Near Infrared) ، وتمثل B2الحزم الحمراء.(Gommes & Caracalla, 1979) (Red Bands)

اعتمد المؤشر في هذه الدراسة على تحديد مناطق الكثافة النباتية وتقييم تأثيرها على تباين درجات الحرارة والرطوبة في كامل نطاق وادي الكوف.

ب.حساب قرينة عدم الراحة لأوليفر(THI)

تُعدّ قرينة أوليفر (THI) من المؤشرات البيوميناخية المهمة المستخدمة في تقدير مستويات الإجهاد الحراري الناتج عن تأثير كلٍّ من درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية على الإحساس الحراري للإنسان. ويتم حساب هذه القرينة باستخدام المعادلة التالية:(Oliver, 1981)

$$THI = T - (0.55 - 0.55 * RH/100)\ T - 58$$

حيث:

THI تمثل قيمة مؤشر الراحة الحرارية.

T تمثل متوسط درجة الحرارة محسوبة بالفهرنهايت.

RH تمثل قيمة الرطوبة النسبية

تم تصنيف مستويات الراحة الحرارية وفق هذه القرينة إلى أربع فئات رئيسة كما هو موضح في الجدول (1).

جدول (1) درجات الراحة المناخية حسب Oliver

قيم المؤشر	مستوى الراحة
أقل من 60	عدم راحة بارد لكل الأفراد
60-65	راحة تامة لكل الأفراد
65-75	مريح نسبيًا لنصف الأفراد
75-80	مرهق نسبيًا نصف الأفراد يشعرون براحة الحرارة
أكثر من 80	80 معظم السكان يشعرون بعدم الراحة (عدم الراحة الدافئة)

المصدر: (Oliver, 1981).

د. تجهيز البيانات المناخية:

تم اعتماد البيانات المناخية الخاصة بمنطقة الدراسة من مشروع NASA POWER ، حيث جرى توزيع شبكة من النقاط تغطي كامل نطاق وادي الكوف. عقب ذلك، تم استخراج القيم المناخية المطلوبة لكل نقطة، واستخدامها لإنتاج خرائط مكانية مستمرة عبر أدوات التحليل المكاني في برنامج .ArcMap

اعتمدت عملية الاستيفاء المكاني على تقنية وزن المسافة العكسية (Inverse Distance Weighted – IDW) نظرًا لدقتها في تمثيل التدرج المكاني للمتغيرات المناخية. تلت هذه الخطوة عملية حساب القيم المشتقة لمؤشر أوليفر باستخدام أداة Raster Calculator Tool، بهدف تحديد المعدلات الشهرية والسنوية للمؤشر، وإنتاج الخرائط النهائية التي توضح التباينات المكانية للراحة المناخية في منطقة الدراسة.

رابعًا: تحليل البيانات:

تم تحليل القيم المشتقة من مؤشر أوليفر (THI) باستخدام أدوات التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، بهدف تحديد الأنماط المكانية لمستويات الراحة والانزعاج الحراري عبر أشهر السنة. شمل ذلك إنتاج خرائط توضح التباينات المكانية للمؤشر، وربطها بالمتغيرات البيئية مثل الغطاء النباتي وخصائص التضرس (الارتفاع والانحدار)، وذلك لتحديد مناطق التباين المكاني في مستويات الراحة الحرارية بدقة عالية.

كما أُجري تحليل إحصائي شامل لدراسة العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المناخية (درجة الحرارة والرطوبة النسبية) والعوامل الطبيعية (الارتفاع والغطاء النباتي) بهدف الكشف عن التأثيرات المتبادلة فيما بينها ودورها في تشكيل أنماط الراحة البيومناخية في وادي الكوف. تم تنفيذ هذا التحليل باستخدام برنامج SPSSالإصدار 20 (Statistical Package for the Social Sciences)، حيث ساعد على تفسير النتائج المكانية وربطها بالمتغيرات البيئية المؤثرة.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي لتوصيف خصائص التوزيع المكاني والزماني للراحة البيومناخية الشهرية في منطقة وادي الكوف، وذلك من خلال تحليل الأنماط العامة للقيم المشتقة من مؤشر أوليفر. كما تم توظيف المنهج الكمي التحليلي بهدف مقارنة القيم المكانية للمؤشر ودراسة تأثير الخصائص البيئية (كالغطاء النباتي والارتفاع) على التباينات الشهرية المسجلة.

وتم الاعتماد على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في المعالجة والتحليل المكاني للبيانات المناخية والبيئية، وخاصة برنامج ArcGISلإنتاج الخرائط المكانية والتوزيعات الحرارية. كما تم استخدام برنامج SPSSللتحليل الإحصائي بهدف حساب معاملات الارتباط واختبار العلاقات بين المتغيرات المدروسة وتفسير النتائج البيومناخية المترتبة عنها.

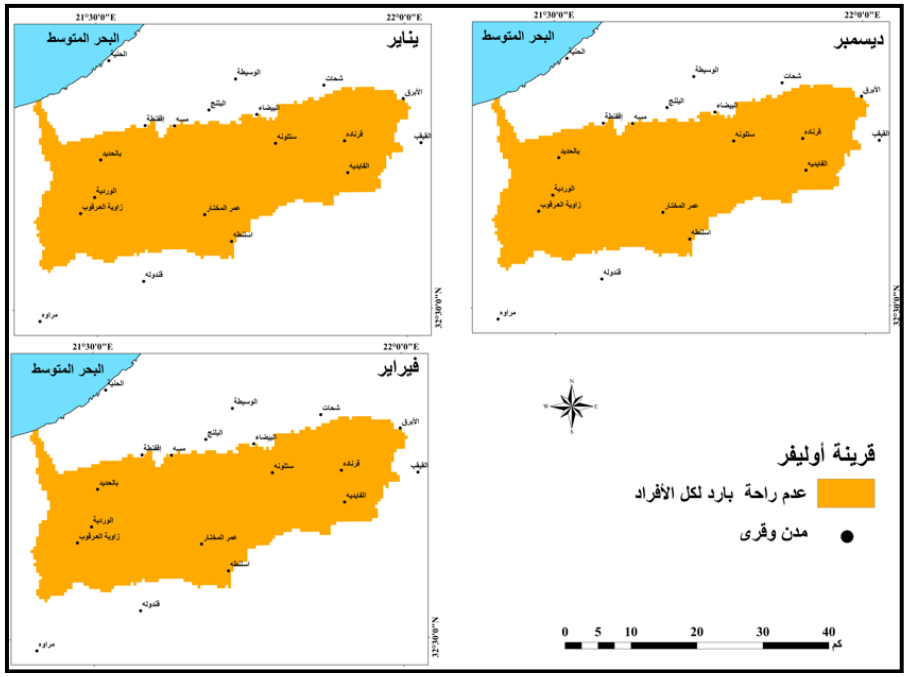
مناقشة النتائج:

التحليل المكاني للراحة المناخية:

فصل الشتاء:

من خلال الشكل (2) نلاحظ ان معظم مناطق الوادي تقع بالكامل ضمن فئة عدم راحة بارد لكل الأفراد خلال الاشهر الثلاثة لفصل الشتاء. حيث يتبين من انتشار اللون البرتقالي في الخريطة سيادة ظروف مناخية شديدة البرودة، بحيث تنخفض فيها درجة الحرارة عن الحدود المريحة للإنسان، و ذلك نتيجة لتأثير الكتل الباردة القادمة من شمال المتوسط، كما يساعد الارتفاع عن سطح البحر في تدني درجات الحرارة في المنطقة.

و يشير Oliver (1973) الى ان البرودة الشديدة تقلل من قدرة جسم الانسان على الحفاظ على التوازن الحراري، الذي بدورة يؤدي الى الاحساس بعدم الراحة الحرارية. كما يؤكدMatzarakis & Mayer (1996) ان المناخ الجبلي المتوسطي يمتاز بغياب الراحة الحرارية و غياب الاشعاع الشمسي المباشر في فصل الشتاء، ولا يختلف عنه في الرأي Givoni (1998) الذي يوضح ان التكيف مع الظروف السابقة يتطلب حلولاً تصميمية و اسلوب حياه مناسب، مثل تحسين العزل الحراري للمباني، وايجاد طريقة في التصميمات المعمارية لدخول اكبر قدر من اشعة الشمس، مع ارتداء ملابس مناسبة تقي من البرودة اللافحة.



شكل (2) التوزيع المكاني للراحة المناخية خلال فصل الشتاء بمنطقة الدراسة

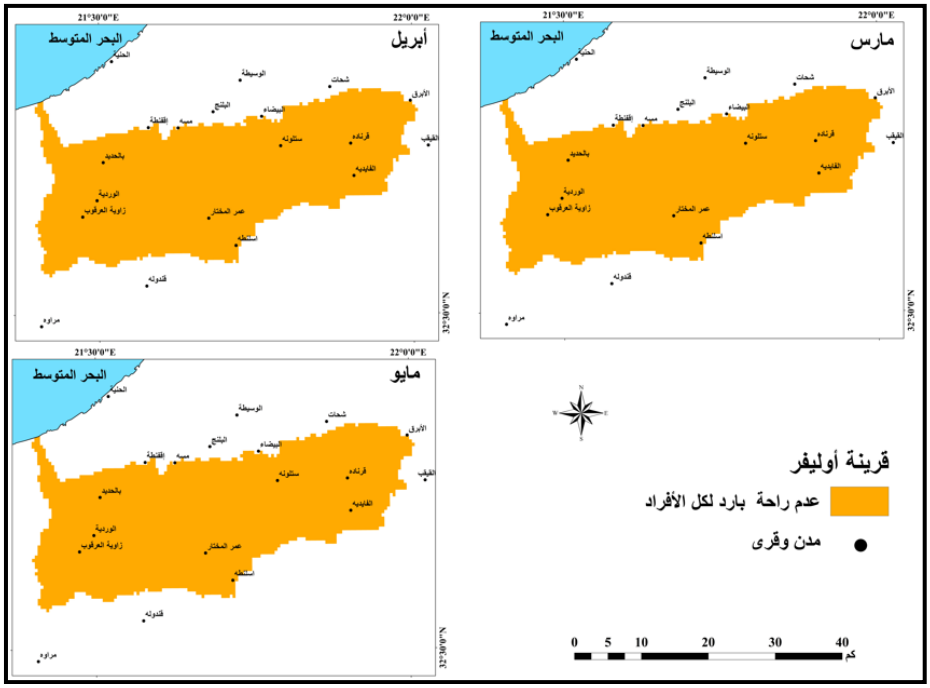
المصدر: من عمل الباحث بناء على بيانات NASA POWER , وباستخدام برنامج، ArcMap10.5

فصل الربيع:

كم تبين الشكل (3) الذي يوضح الراحة المناخية لوادي الكوف في فصل الربيع وفق قرينة اوليفر، ان كل منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق فئة عدم راحة البارد لكل الافراد، كما هو موضح باللون البرتقالي، و يشير بالتالي الى تأثير درجات الحرارة المتدنية نسبياً كفترة انتقالية، حيث تبدأ درجات الحرارة في ارتفع طفيف تدريجي.

ويرجع ذلك الى عدة عوامل مناخية و طبيعية، اهمها تأثير الكتل الهوائية الباردة القادمة من شمال البحر المتوسط في بداية الفصل ، كذلك العامل الطبوغرافي الذي يساهم في زيادة البرودة مع الارتفاع، و هو ما اكد علية Oliver (1973) الذي اشار الى ان التضاريس المرتفعة تُطيل مدة بقاء الظروف الباردة كما هو الحال في المناطق الجبلية. وبين Matzarakis & Mayer (1996) ان الاشعاع الشمسي في اوائل الربيع قد لا يكون كافياً للحصول على الراحة الحرارية، خاصة في المناطق الواقعة في نطاق الرياح الشمالية الغربية الباردة.

كما ذكر Givoni (1998) ان المناطق الجبلية في اقليم البحر المتوسط متذبذبة الحرارة في فصل الربيع بين البرودة و الدفء، مما يستدعى اتخاذ بعض الاحتياطات الخاصة من ملابس و تصميمات معمارية خاصة تسمح بدخول اشعة الشمس داخل المباني.



شكل (3) التوزيع المكاني للراحة المناخية خلال فصل الربيع بمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بناء على بيانات NASA POWER , وباستخدام برنامج، ArcMap10.5

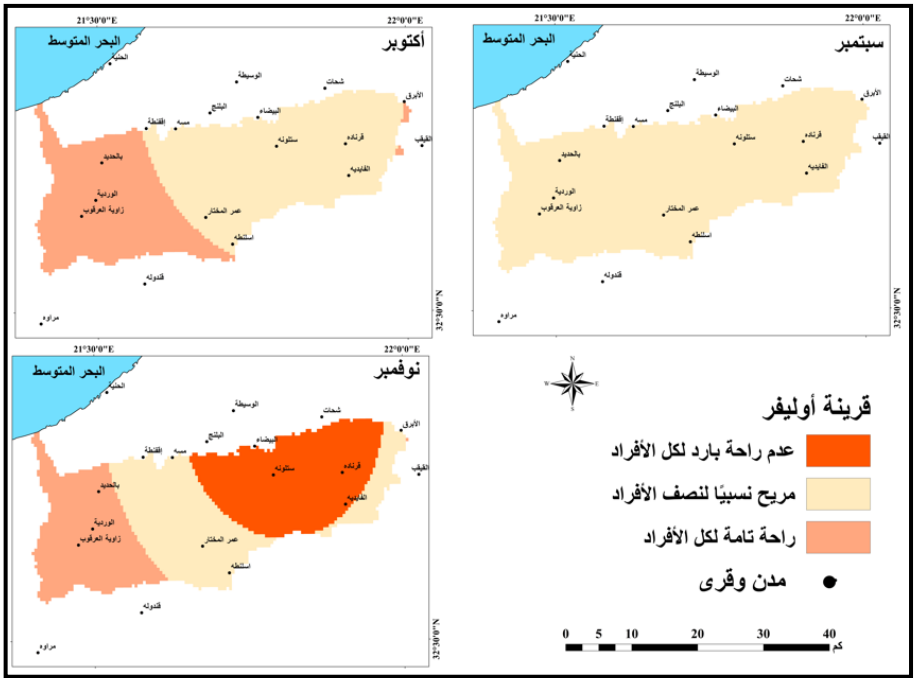
فصل الخريف:

يوضح الشكل (4) التوزيع المكاني للراحة المناخية في منطقة وادي الكوف ، وفقاً لمؤشر (index Oliver comfort) خلال فصل الخريف (سبتمبر، اكتوبر، نوفمبر)

نلاحظ من الخريطة ان هناك تباين واضح في مستويات الراحة المناخية بين الثلاثة اشهر وهو ما يعكس التأثير المباشر للعوامل المناخية (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح) على الاحساس الحراري للفرد.

ويظهر الشكل في شهر سبتمبر ان معظم المنطقة تقع ضمن فئة الراحة التامة لكل الافراد، مما يتوافق مع ما اشار إلية fanger (1970) في نظريته عن الاحساس الحراري، حيث تكون درجات الحرارة ضمن النطاق المحايد في فترات الانتقال بين الصيف و الشتاء، أما في شهر اكتوبر فيبدأ التحول المناخي، حيث تظهر مساحات كبيره في الغرب و الجنوب الغربي ضمن فئة مريح نسبياً لنصف الأفراد ، وفي المقابل تبقى المناطق الشرقية و الشمالية الشرقية اكثر اعتدالاً . هذا يتفق مع ما ذكره hoppe (1993) بأن فترات الانتقال تشهد تفاوتاً في الاحساس الحراري نتيجة تغير الاشعاع الشمسي و طول النهار.

وبوصولنا الى شهر نوفمبر يزداد نطاق فئة عدم الراحة البارد لكل الافراد، خصوصاً في الشرق و الشمال الشرقي الناتج عن الانخفاض الملحوظ في درجات الحرارة و زيادة سرعة الرياح، وهو ما أكده (givoni (1998 بأن التعرض لدرجات حرارة منخفضه مع رياح يزيد الاحساس بالبرودة حتى عند درجة حرارة معتدلة نسبياً، وعلى وجه العموم، يظهر الشكل أن وادي الكوف يتميز بانتقال حراري تدريجي من الراحة التامة في سبتمبر الي البرودة في نوفمبر وهو ما يعكس الخصائص المناخية لشمال شرق ليبيا الواقع على ساحل البحر المتوسط حيث تؤثر التضاريس و الواجهة البحرية دوراً هاماً في توزيع مستويات الراحة المناخية.



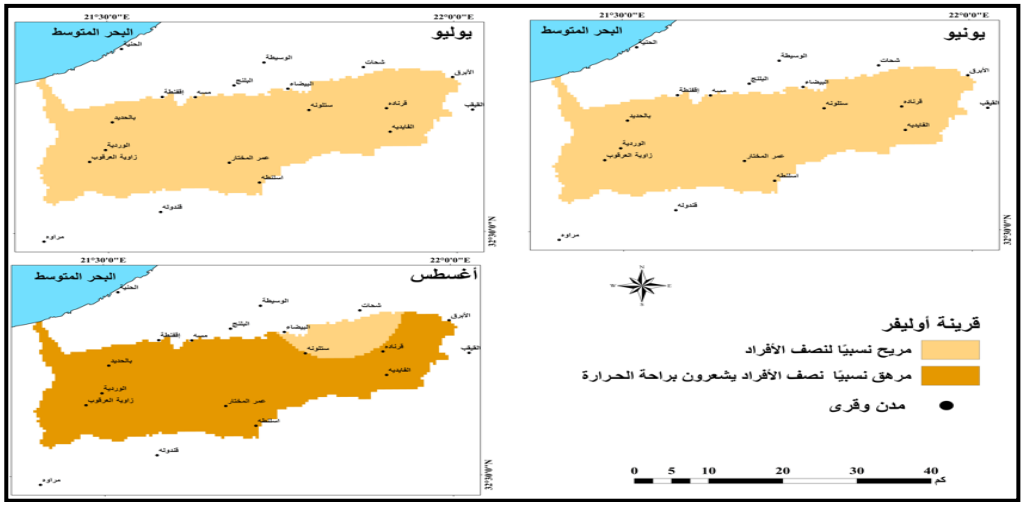
شكل (4) التوزيع المكاني للراحة المناخية خلال فصل الخريف بمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بناء على بيانات NASA POWER , وباستخدام برنامج، ArcMap10.5

فصل الصيف:

تُبين أيضًا أن الراحة المناخية لوادي الكوف و المستخلصة من تطبيق قرينة اوليفر (oliver, s discomfort index) ان المنطقة تعاني من ارتفاع ملحوظ في مستويات الاجهاد الحراري خلال فصل الصيف، حيث تتجاوز القيم المسجلة حدود الراحة المناخية الموصي بها في يوليو و اغسطس، و ذلك راجع الى الارتفاع الشديد في درجات الحرارة بالتوازي مع زيادة نسبة الرطوبة النسبية، مما يؤدي الى احساس حراري اعلى من القيمة الفعلية لدرجات الحرارة (hughes & brode, 2017) . وفي شهر يونيو ، يتبين لنا من الخريطة ان المنطقة تقع في نطاق فئة عدم الراحة المعتدل حيث ان درجات الحرارة اقل ارتفاعاً مقارنة بالأشهر التالية مما يعطي للسكان المقدرة على التكيف المناخي ، بينما في يوليو تدخل المنطقة في نطاق الاجهاد الحراري الشديد، حيث تؤدي قيم قرينة اوليفر المرتفعة الى زيادة العبء الحراري على جسم الانسان و هو ما يتفق مع ما اشار إليه givoni & goldman (1972) حول تأثير الحرارة المرتفعة المصحوبة بالرطوبة على تقليل كفاءة التنظيم الحراري للجسم.

ويسجل شهر اغسطس اعلى مستويات الاجهاد الحراري، وهو ما قد يشكل خطر كبير على الصحة العامة خاصة للفئات الحساسة (الاطفال، كبار السن، والعمال في الهواء الطلق) و يؤكد ذلك ما ذكرة parsons (2014) في أن التعرض المطول لدرجات حرارة مرتفعة يؤدي الى زيادة احتمالية الاصابة بضربة شمس والإجهاد الحراري، شكل(5).



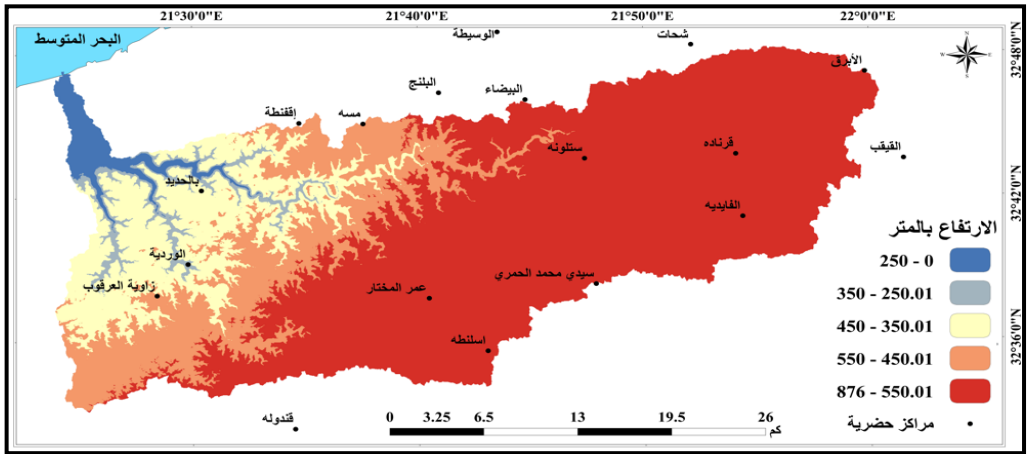
شكل (5) التوزيع المكاني للراحة المناخية خلال فصل الصيف بمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بناء على بيانات , NASA POWER وباستخدام برنامج، ArcMap10.5

وبالنظر الى هذه النتائج يتحتم علينا ضرورة تطبيق استراتيجيات للتخفيف من حدة الاجهاد الحراري في وادي الكوف خلال اشهر الصيف، مثل تحسين التهوية الطبيعية في المباني و زيادة المساحات الخضراء، التي تساهم في تخفيض درجة الحرارة المحيطة، و هو ما يتوافق مع توصيات nikolopoulou & steemers (2003) بشأن دور التخطيط العمراني في تحسين الراحة الحرارية في البيئات الحضرية و الطبيعية.

العوامل الطبيعية المؤثرة في الراحة المناخية بمنطقة الدراسة:

يتضح من خلال الشكل (6) الخاص بالارتفاعات لوادي الكوف ان هناك تتدرج واضح في التضاريس بداية من السهل الساحلي في الشمال بين (0 . 250م) باللون الازرق الي المرتفعات الجبلية في الجنوب و الشرق اكثر من (550 م) باللون الاحمر وذلك وفق قرينة اوليفر، حيث تلعب المرتفعات دوراً رئيسياً في تحديد الراحة المناخية، فكلما زاد الارتفاع عن سطح البحر كلما انخفض كل من درجة الحرارة و الضغط الجوي حيث ينخفض الضغط الجوي بمعدل 0.65مْ لكل 100 متر ارتفاعاً، وهو ما اشار الية Barry (2008) في دراساته حول مناخ المرتفعات.



شكل (6)الارتفاعات في منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث، من خلال *نموذج الارتفاعات الرقمية*، وباستخدام برنامج، *ArcMap10.5*

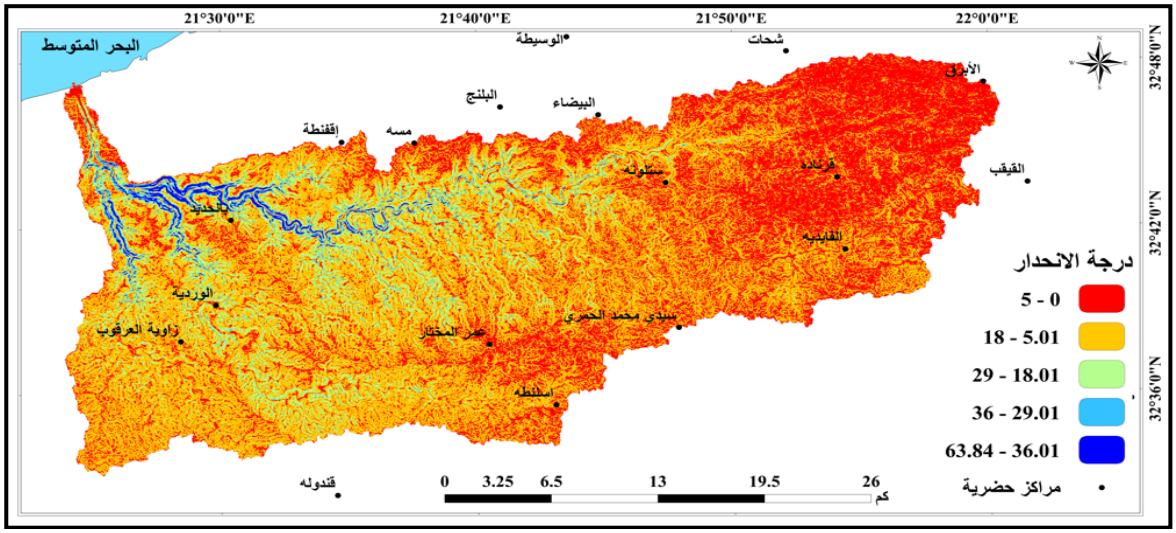
وبناء على ذلك فان المناطق المرتفعة تكون اكثر تعرض لظروف عدم الراحة البارد في فصل الشتاء وهو يتوافق مع ما ذكرة Oliver (1973) بان الطبوغرافيا تؤثر على الاحساس الحراري بتعديل عناصر المناخ المحلي من درجة حرارة و سرعة رياح، اما المناطق المنخفضة والمناطق الساحلية فتكون اكثر اعتدالاً شتاءً لقربها من البحر و تأثير المعدل الحراري، كذلك أكد ذلك Geiger et al (2009) في ابحاثهم حول المناخات المحلية.

ونستنتج من ذلك ان تدرج التضاريس في وادي الكوف يسهم في تنوع الظروف المناخية ومستوى الراحة الحرارية، فتسود البرودة وعدم الراحة في المرتفعات بينما تمتاز المناطق المنخفضة ببعض الاعتدال في فصل الشتاء.

كما يتضح التباين في درجات الانحدار حيث تظهر الانحدارات المنخفضة (0 . 5ْ) الشائعة في قيعان الاودية، وهي مناسبة جداً للاستخدامات الزراعية و الحضرية. وتوجد اضافة الى ذلك انحدارات حادة (63 . 36) وهي تمثل حواف الاودية و مجرى المياه، نتيجة لتعرضها للتعرية الشديدة، شكل (7).

اما بالنسبة للمناطق ذات الانحدار المتوسط غالباً في نطاقات انتقالية بين الاراضي المنخفضة كالسهول وبين المرتفعات.

ووضح Oliver (1960) ان تحليل الانحدار يعد من الادوات الرئيسية في فهم العمليات الجيومورفولوجية، خاصة في المنحدرات الجبلية العالية تُسرع من جريان المياه السطحية وتدعم معدلات التعرية. واكد Burrough & McDonnell (1998) ان خرائط الانحدار الناتجة عن قيم الارتفاعات الرقمية تشكل اساساً لتخطيط استخدامات الارض و تقييم المخاطر البيئية.



شكل (7) الانحدارات في منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث، من خلال *نموذج الارتفاعات الرقمية*، وباستخدام برنامج، *ArcMap10.5*

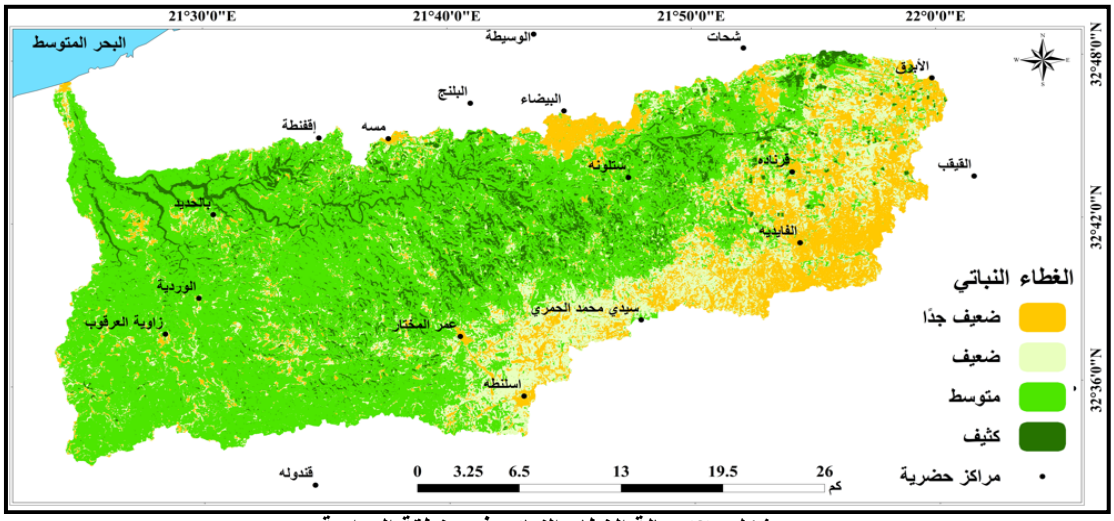
وتوجد بعض الدراسات المحلية تؤكد على اهمية هذا المؤشر حيث أُعتمد في بعض الدراسات مثل (محمد وعبدالواحد، 2021) مما يعزز استخدام خرائط مماثلة في فهم الانحدارات ومخاطر كل من النحت و التعرية. وبالنظر الى الغطاء النباتي لوادي الكوف وفق قرينة اوليفر نلاحظ ان المناطق الواقعة في الجهة الغربية والشمالية الغربية للوادي تتميز بغطاء نباتي متوسط الى كثيف، لوجود ظروف ملائمة نوعاً ما مثل التربة والرطوبة، في حين ان درجات الضعف

والضعف الشديد تتواجد في الجهة الشرقية والجنوبية الشرقية، ويعزى ذلك الى عوامل بشرية وطبيعية منها تغير انماط استخدام الاراضي و الرعي الجائر وضعف وتدهور التربة.

وقد أكد على ذلك Oliver (1974) بان مؤشر الغطاء النباتي يمكن ان يعكس بطريقة مباشرة الوضع البيئي للأنظمة البيئية البرية، حيث يرتبط ارتفاع قيم المؤشر بتحسن الغطاء النباتي وزيادة الانتاجية الاولية، بينما ترتبط القيم المنخفضة بظواهر التصحر و فقدان التنوع الحيوي.

ووضح Lillesand & Kiefer (2000) بان التحليل المكاني للغطاء النباتي باستخدام المؤشرات الطيفية يوفر اداه فعالة لرصد التغيرات البيئية و تحديد مناطق الخطر البيئي.

بناء علي ما سبق يتبين لنا ان وادي الكوف لايزال يحتفظ بمساحات لابأس بها من الغطاء النباتي الكثيف والمتوسط، في جزئه الغربي خصيصاً، اما جزئه الشرقي فيستدعي خططاً لأعاده تنظيم وادارة الموارد به وايجاد حلول للتدخلات البشرية المستمرة، شكل (8).



شكل (8) حالة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث، من خلال *بيانات الاقمار الصناعية*، وباستخدام برنامج، *ArcMap10.5*

الخاتمة:

يُمثل هذا البحث محاولة علمية منهجية لتحليل التوزيع المكاني والزماني للراحة المناخية في حوض وادي الكوف بالجبل الأخضر باستخدام مؤشر أوليفر، وذلك بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وقد أسفرت النتائج عن تحديد أنماط واضحة للراحة والانزعاج الحراري على مدار فصول السنة، حيث اتسمت المنطقة بسيادة ظروف عدم الراحة الباردة خلال فصلي الشتاء والربيع، بينما سادت ظروف الإجهاد الحراري خلال فصل الصيف، في حين مثل فصل الخريف فترة انتقالية تتدرج فيها الظروف المناخية من الاعتدال إلى البرودة.

كما كشفت الدراسة عن تأثير العوامل الطبيعية مثل التضرس (الارتفاع والانحدار) والغطاء النباتي بشكل واضح على تباين مستويات الراحة المناخية، حيث أظهرت المناطق المرتفعة انخفاضًا أكبر في درجات الحرارة مما عزز الشعور بعدم الراحة الباردة، في حين ساهمت المناطق المنخفضة والغطاء النباتي الكثيف في تعديل الظروف المناخية نحو الاعتدال النسبي.

وتُبرز هذه النتائج الأهمية التخطيطية للدراسة، خاصة في مجال السياحة المستدامة والتخطيط العمراني، حيث يمكن استخدام المخرجات الخرائطية والتوصيات المستخلصة في تحديد الأوقات والمجالس المكانية الأنسب للأنشطة السياحية والترفيهية، وكذلك في وضع استراتيجيات للتكيف مع الظروف المناخية القاسية، سواءً عبر تحسين التصميم المعماري أو زيادة الرقعة الخضراء.

وأخيرًا، فإن هذه الدراسة تُعد إضافة علمية قيمة للمكتبة الجغرافية والمناخية في ليبيا، وتفتح آفاقًا جديدة للبحث في مجال المناخ الحيوي وتطبيقاته في التخطيط البيئي والتنموي، مع التأكيد على أهمية تكرار مثل هذه الدراسات في مناطق أخرى وتطوير مؤشرات أكثر دقة لقياس الراحة المناخية في المستقبل.

المراجع:

- الطلحي، عوض عبد الواحد وعبد السلام، مختار عشري. **(2021)**. دور التقنيات الجيومكانية في قياس الخصائص المورفومترية ودلالتها الجيومورفولوجية لحوض وادي الكوف، شمال شرق ليبيا، مجلة المختار للعلوم الإنسانية، 39 (4).
- الفرجاني، ناصر شعيب. (2010). دراسة الدورة الهيدرولوجية لحوض وادي الكوف، رسالة ماجستير، جامعة طرابلس.
- **O**liver, M. A. (1960). Slope analysis and geomorphology. London: Academic Press.
- B arr, R. G. (2008). Mountain weather and Climate (3td ed.). Cambridge University Press.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of Geographical Information Systems. Oxford: Oxford University Press.
- Geiger, R, Aron, R, H., & Todhuter, P. (2009). The Climate Near the Ground (7th ed.). Rowman & Littlefield.
- Givoni, B. (1998). Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Givoni,B.,& Goldman,R.F.(1972).Predicting heart strain in hot evironments.American lndustrial Hygiene Association Journal,33(10), 609-615.
- Hughes, J,M, & Brode, P. (2017).Thermal comfort in outdoor spaces: Impacts of humidity and air temperature. International Journal of Biometeorology, 61 (10), 1771-1780.
- Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W. (2000). Remote Sensing and Image Interpretation (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Matzarakis, A, & Mayer, H. (1996). Another kind of environmental stress: Thermal stress. WHO Newsletter, 18, 7-10.
- Nikolopoulou, M, & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. Energy and Buildings, 35 (1), 95-101.
- Oliver, J. E. (1973) Climate and Man's Environment: An lintroduction to Applied Climatology. New York: Wilrey.
- Oliver, J. E. (1973). Climate and Man's Environment: An Introduction to Applied Climatology. New York: Wiley.
- Oliver, M. A. (1974). Vegetation Indices and Their Relationship to Environmental Conditions, Journal of Applied Ecology, 11(2), 375-386.
- Parsons, K. (2014) Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Modrate, and Cold Environments on Human Health Comfort, and Performance. CRC Press.