مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية
الموقع الإلكتروني: https://uqu.edu.sa/jss
جامعة أم القرى UMM AL-QURA UNIVERSITY

النطاقات المناخية الملائمة لتنمية السياحة البيئية في مدن المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

Zones of climatic suitable for environmental tourism development in the cities of the Kingdom of Saudi Arabia using Gis

د/أمينة عطا الله الرحيلي[1*]
[1]قسم الجغرافيا كلية العلوم الاجتماعية جامعة أم القرى ،السعودية

Dr. Amina Atallah Al-Rehaili[1*]
[1]Department of Geography College of Social Sciences Umm Al-Qura University, Saudi Arabia.

تاريخ التقديم:29/12/22؛ تاريخ ارسال التعديلات: 06/05/23 تاريخ القبول:09/06/23

Received:29/12/22 Revised:06/05/23 Accepted: 09/06/23

الملخص:

تهدف الدراسة الى تحديد نطاقات الراحة المناخية في المملكة العربية السعودية، وتقييم ملاءمة المناخ للسياحة البيئية باستخدام مؤشري الانزعاج الحراري ، ومؤشر المناخ السياحي و تعد عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة من المقومات الاساسية لتنمية قطاع السياحة البيئية الداخلية في المملكة ، وتدرجت منهجية الدراسة من مراجعة الادبيات ثم جمع البيانات المناخية اللازمة لتطبيق مؤشرات الراحة المناخية من الاقمار الصناعية للفترة من٢٠٠٢ الى ٢٠٢٢ م، إلى معالجة وتهيئة البيانات لاشتقاق الطبقات اللازمة لتطبيق المعادلات الرياضية للمؤشرات. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود ست نطاقات للراحة المناخية حسب تصنيف ثوم تبدأ بنطاق الراحة المائلة للبرودة وتنتهي بنطاق الاجهاد الخطير ، وأظهرت نتائج اشتقاق طبقة مؤشر الراحة اثناء النهار تسعة فئات تتركز فيها المناطق التي تتصف براحة مناخية في شمال وجنوب غرب المملكة، وتقل مستويات الراحة المناخية في غرب وجنوب شرق المملكة ، و تبين من نتائج تصنيف مؤشر المناخ السياحي وجود اربعة اقاليم للسياحة الاول يتصف بمناخ سياحي جيد تجاوزت فيها قيم مؤشر المناخ السياحي ٦٠٪ ، ويظهر النطاق الاخير في المناطق التي تتصف بمناخ غير ملائم للسياحة بقيمة للمؤشر بين ٤٠ – ٣٠. %

الكلمات المفتاحية:الانزعاج الحراري، الراحة المناخية نهاراً، الراحة المناخية اليومية، المناخ السياحي.

Abstract:

The study aims to identify the climatic comfort zones in the Kingdom of Saudi Arabia, and to evaluate the suitability of the climate for ecotourism using the thermal discomfort index and the tourism climate index. Climate elements such as temperature and humid-ity are essential components for developing the domestic ecotourism sector in the Kingdom. The study methodology proceeded from reviewing the literature, then collecting the necessary climate data to apply the climate comfort indicators from satellites for the period from 2002 to 2022 AD, to processing and preparing the data to derive the layers necessary to apply the mathematical equations for the indicators. The results of the study showed that there are six zones of climate comfort according to Thom's classi-fication, starting with the zone of cold comfort and ending with the zone of dangerous stress. The results of deriving the daytime comfort index layer showed nine categories in which the areas characterized by climate comfort are concentrated in the north and southwest of the Kingdom, and the levels of climate comfort are lower in the west and southeast of the Kingdom. The results of the classification of the tourism climate index showed the presence of four regions for tourism, the first of which is characterized by a good tourism climate in which the values of the tourism climate index exceeded 60%, and the last zone appears in the areas characterized by an unsuitable climate for tourism with an index value between 40 - 30%.

Keywords: thermal discomfort, daytime climate comfort, daily climate comfort, tourism climate.

المؤلف المراسل :د/أمينة عطا الله الرحيلي
البريد الالكتروني الرسمي : aarohiliy@uqu.edu.sa

Doi: https://doi.org/10.54940/ss28998614
1658-8169 / © 2024 by the Authors.
Published ***by J. Umm Al-Qura Univ. Soc. Sci.***

المقدمة

يعد المناخ أكثر عناصر البيئة الطبيعية تأثيرًا على الإنسان وإحساسه بالرّاحة أو الضيق، كما له تأثير على صحة الانسان وراحته، وعلى قدرته على العمل، وممارسته لأنشطته المختلفة، ويستخدم علماء الفيزيولوجيا مصطلح الرّاحة عندما يكون الجسم في حالة راحة في محاولته للتكيف مع العوامل المناخيّة السائدة في بيئته. فالمناخ يكون مريحًا عندما لا يجبر الجسم على بذل جهود للحفاظ على استقرار بيئته الداخليّة.

ويعتبر المناخ من الخصائص الطبيعية والإمكانيات السياحة للبيئة المكانية التي يشعر ويتأثر بها الانسان بشكل يومي ومستمر، وتعتمد الانشطة السياحية على ملاءمة عنصر مناخي او مجموعة عناصر مناخية للنشاط البشري والشعور بالراحة (العتابي، حميدي، 2021، ص 226). ويؤثر المناخ علي الظروف البيئية التي يمكن ان تمنع السائحين من السفر, ويعتبر المناخ مورد رئيسي للسياحة كما انه يحدد مدي ملائمة مواقع جذب معينة لمجموعة واسعة من الانشطة السياحية (ابراهيم، 2020، ص 268).

وعلى مدى السنوات العشر الماضية تطرقت كثير من الأبحاث لتحديد الظروف المناخية المثلى أو غير المقبولة سواء بشكل عام أو لقطاعات أو أنشطة سياحية محددة، فالمناخ عنصر أساسي في استدامة تنمية السياحة، ولتغيراته تأثيرات كبيرة على سلوك السياح وتدفقات السياحة والوجهة والقدرة التنافسية، لذلك تساهم الموارد المناخية بشكل كبير في عمليات صنع القرار الخاصة بالسياح، والتأثير على مكان وزمن سفر السائحين، وتوزيع نفقات السياحة. وتعبر الراحة المناخية عن مستوى الرضا عن الظروف المناخية في البيئة التي يشارك فيها الناس في الأنشطة السياحية (Hasanah, et al, 2020, p.2).

وتعرّف الرّاحة بشكل عام بأنها حالة الجهاز العصبيّ المركزيّ التي تؤدّي إلى شعور الإنسان بالرّضا عن البيئة المحيطة (الدوري ،2009، 81) ، و الحرارة المثاليّة التي يشعر معها الإنسان بالرّاحة تتراوح بين سبع عشرة وواحد وثلاثون درجة مئويّة، وذلك في ظل ظروف جوية تناسب حرارة جسمه وهي 37 درجة مئوية، حيث تمثل هذه الدرجة التوازن الذي يحققها الجسم بين الحرارة المفقودة والحرارة المكتسبة، ويحاول الجسم دائماً أن يولد طاقة داخلية عن طريق المواد الغذائية أو عن طريق حركة عضلاته ليتلاءم مع تقلبات الجو خاصة درجة الحرارة الهواء التي تؤثر في الانسان بصورة مباشرة فيشعر بالانزعاج اذا ارتفعت حرارة الهواء بدرجة لا تتلاءم مع حرارة جسمه (منصور، 2005، 109).

تتميز الراحة المناخية بكونها تعبر عن مستوى الرضا عن الظروف المناخية في البيئة التي يشارك فيها الناس في الأنشطة السياحية. وتختلف شروط الراحة وفقًا لنوع السياحة، لذا فإن تقديم قيم وأدلة معينة يمكن أن يضمن صورة أوضح لمستوى الراحة المرتبط بالظروف المناخية للبيئة (Oztürk,and Goral, 2018, p.621). ويُنظر إلى المكون الجمالي للطبيعة للملاءمة المناخية للسياحة على نطاق واسع كشكل مرتبط بالتأثير النفسي للسائح (Fichett et al, 2016, p. 358).

وعلى الرغم من أن نماذج توازن الطاقة المعقدة تضمن نظرة عامة للمناخ الحيوي البشري، فلا يمكن لأي منها أن يضاهي إمكانات مؤشر درجة الحرارة والرطوبة (THI) في إعطاء نهج عام لتغيرات الإجهاد وتكرار الإحساس الحراري للإنسان. ويعرّف مصطلح الراحة الحرارية على أنها حالة الرضا عن الظروف الحرارية البيئية الناتجة عن التأثيرات الحرارية للبيئة؛ حيث تخلق الراحة الحرارية تأثيراً فسيولوجياً. (Matusiak, p. 742010). وتستخدم درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية لربط الظروف المتوقعة لدرجات الحرارة الرطبة والجافة (Emmanuel, 2005. p.1592).

وبذلك طورت عدد من مؤشرات الراحة المناخية لتسليط الضوء على الطبيعة المتنوعة لموارد المناخ للسياحة (Andelkovic et al. 2016, p. 483). ويعتبر مؤشر المناخ السياحي (TCI) تقييم كمي لمناخ السياحة يدمج العوامل المناخية المتعلقة بالسياحة في مؤشر واحد، وهو واحد من أكثر مؤشرات المناخ التي تم الاستشهاد بها والاعتراف بها على نطاق واسع كونه مستمد من انطباع راحة الإنسان.

ومن المعروف أن درجة حرارة الهواء ليست العامل الوحيد الذي يشعر معه الإنسان بالبرد أو الحر، أو الارتياح والتعب، بل إنّ ملاءمة البيئة للإنسان تعتمد على عناصر عديدة أخرى منها حركة الهواء، والرّطوبة النسبيّة، ونوع الملابس التي يرتديها وغيرها من العوامل الأخرى .ولقد قام العديد من الباحثين والجغرافيين بمحاولة تصنيف الأقاليم المناخيّة، وذلك لتمييز هذه الأقاليم من بعضها، وقد ظهر عدد كبير من التصنيفات المناخية من أهمها تصنيف كوبن Koppen،(1928م) وتصنيف ديمارتون De Martonne (1925)، و تصنيف أوستن ميلر(1936م) Austin Miller، وتصنيف ثورنثويت (1932م) Thornthwaite ، وتصنيف ماندر Maunder (1962)، واعتمدت معظم هذه التصنيفات على العناصر المناخيّة (عنصر مُناخيّ، أو أكثر)، أو بالاعتماد على معايير متعدّدة (فايد،1971م، 107) .

أهداف البحث

- تحديد نطاقات الراحة المناخية في مدن المملكة العربية السعودية باستخدام مؤشر الانزعاج الحراري (Thom's index).
- تحديد نطاقات الراحة المناخية في مدن المملكة العربية السعودية باستخدام مؤشر المناخ السياحي (Tourism Climate Index).
- تقييم مدى ملاءمة مواقع المدن الرئيسية في المملكة العربية السعودية بالنسبة لمناطق الانزعاج الحراري والمناخ السياحي.

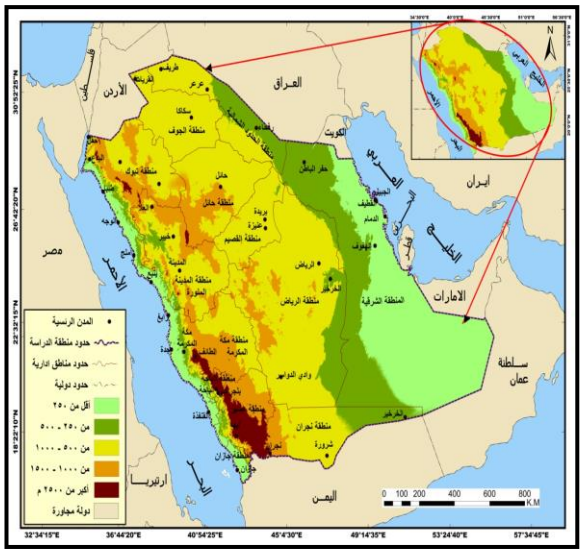
أهمية البحث

تؤثر دراسات المناخ التطبيقي بشكل كبير في المساهمة بتعريف السائح بالمناطق التي تتصف بملاءمة مكانية للسياحة البيئية، وتعتبر هذه الدراسة من الدراسات التطبيقية التي يمكن ان تؤدي دوراً مهماً في التعريف بمناطق الجذب السياحي بالمملكة من خلال تطبيق عدد من مؤشرات الراحة المناخية، واستخدام بيانات الاقمار الصناعية خلال عشرين عام للفترة بين 2002 – 2022، ومن المتوقع أن تسهم الخرائط الموضوعية الناتجة عن هذه الدراسة في تنمية السياحة البيئية في المملكة بما يتوافق مع توجهات خططها عام 2030، وبما يساعد المخططين وصناع السياسات في تطوير استراتيجيات التخفيف من تعرض السائح لمستويات عالية من الانزعاج الحراري في مختلف مناطق المملكة، وستمكن الخرائط الموضوعية الناتجة عن مؤشرات الراحة المناخية

متخذي القرار في تنمية قطاع السياحة البيئية بناء على توزيع نطاقات ملاءمة مناخ المملكة بصورة ومدنها بصورة خاصة للسياحة البيئية.

منطقة البحث

تقع المملكة العربية السعودية مكانياً شكل رقم (1) في شبة الجزيرة العربية جنوب غرب قارة آسيا، يحدها من الشمال الكويت والعراق والأردن، ومن الجنوب اليمن، ومن الشرق سلطنة عمان والإمارات وقطر والبحرين والخليج العربي، ومن الغرب البحر الأحمر، وتقع فلكياً بين دائرتي عرض 05": 54":22ْ – 45": 15 :20 ° شمالا، خطي طول 35": 11 :41ْ –"12: 15":40 ° شرقا ، بمساحة بلغت 2331143.43 كم^2. ويظهر الشكل ادناه تباين ارتفاع التضاريس في المملكة حيث يقل ارتفاع تضاريس المنطقة عن 250 م في المناطق الساحلية وصحراء الربع الخالي شرق وغرب المملكة بمساحة بلغت 473925.5 بنسبة 20.33% من إجمالي مساحة المملكة. وتقع المنطقة التي يتراوح ارتفاع تضاريسها بين 250 – 500 م بمحاذاة المناطق الساحلية بمساحة 406654.1 بنسبة 17.45% من إجمالي مساحة المملكة. وتغطي المنطقة التي يتراوح ارتفاع تضاريسها بين 500 – 1000 م غالبية وسط المملكة بمساحة 1085314 بنسبة 46.56% من إجمالي مساحة المملكة. وتقع المنطقة التي يتراوح ارتفاع تضاريسها بين 1000 – 1500 م وسط وغرب وشمال غرب وجنوب غرب المملكة بمساحة 315409.4 بنسبة 13.53% من إجمالي مساحة المملكة. وتقع المنطقة التي يتجاوز ارتفاعها بين 1500 م جنوب غرب المملكة بمساحة 49840.26 بنسبة 2.13% من إجمالي مساحة المملكة. ويتصف مناخ المملكة بالحرارة صيفا والبرودة شتاءً، وتتبع أغلب مناطق المملكة ضمن المناخ الصحراوي الجاف باستثناء المنطقة الجنوبية الغربية التي تتصف بمناخ شبة جاف.



شكل1: *موقع منطقة الدراسة*

المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقات رقمية بصيغة (Shapfile) للمناطق الإدارية، ونموذج ارتفاع رقمي (DEM SRTM)

الدراسات السابقة

يوجد العديد من الدراسات التي ناقشت موضوع تأثير المناخ على السياحة وفيما يلي استعراض لبعض هذه الدراسات فقد بحثت دراسة (Liu, 2016) في تأثير تغير المناخ على الطلب على السياحة في المتنزهات الوطنية في تايوان .وتظهر النتائج تأثير المناخ على عدد السياح ، حيث تؤثر الزيادة في كميات الأمطار بشكل أكبر من درجة الحرار، .لذلك يجب مراقبة التغير في كميات هطول الأمطار الناجم عن تغير المناخ .وايضاً يجب فهم تأثير تغير المناخ على عدد الزوار وتأثير الاقتصاد الكلي على أنشطة سياحة المتنزهات.

وتناولت دراسة (ابن حشر، 2019) تقييم قرائن الراحة الفسيولوجية جغرافيا لتطبيقها على رؤى التنمية السياحية في المملكة العربية السعودية، وكشفت الدراسة أثر عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح بالحركة السياحية، وطبقت الدراسة ثلاثة قرائن هي قرينة الانزعاج ل (Thom)، وقرينة الحرارة الفعالة ل (Gaffney) وقرينة تأثير الحرارة والرطوبة ل (Oliver)، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن هناك نوعاً من التكامل والتنوع في التوزيع المكاني لفترات الراحة النسبية وفترات الراحة التامة بين مختلف مناطق المملكة، وأكدت نتائج قرينة جافني أن المدة بين مايو – سبتمبر، وبين أكتوبر – أبريل هي فترة راحة تامة في أبها وخميس مشيط، وأظهرت نتائج تطبيق قرينة توم أن المنطقة الشمالية، ومناطق الدمام، والمدينة المنورة، ووادي الدواسر، والطائف، والباحة، وخميس مشيط، وأبها هي مناطق للراحة النسبية من أواخر الخريف إلى بداية الربيع، وهي أيضاً مناطق الراحة التامة خلال فصل الشتاء؛ مع امتداد فترة الراحة التامة من نهاية الربيع إلى بداية الخريف بخميس مشيط وأبها، وأكدت نتائج تطبيق قرينة أوليفر أن أفضل المواسم للراحة التامة هما فصلا الربيع والخريف بتبوك، والجوف، وحائل، وخميس مشيط، وأبها؛ وفصل الشتاء بالباحة، ووادي الدواسر، ونجران، وبيشة.

وطبقت دراسة (العس ،2021م) في دراسته مؤشرات وقرائن عدّة لقياس الرّاحة الحرارية بمدينة بيروت في ضوء عنصر مُناخيّ واحد مثل: الراحة الحرارية – الراحة المائية – مؤشر التبريد بالرياح ، وفي ضوء أكثر من عنصر مُناخي (قرائن المناخ الحيوي المركبة)، مثل مؤشر ثوم مؤشر الحرارة – الرّطوبة، ومؤشر ميكرّكوفسكي لتحديد أفضل المراحل المناخيّة للسياحة، وقد تبين أنّ الفصلين الانتقاليّين هما أفضل الفصول على مستوى الرّاحة المناخيّة وعلى المستوى الصّحيّ والسّياحيّ.

وتناولت دراسة (الحربي، 2021م) على أثر المناخ على السياحة في محافظة العلا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وقد ركزّت على خصائص بعض العناصر المناخية التي لها دور كبير في راحة السائح،

كالحرارة والرطوبة النسبية والرياح، ومن ثم تطبيق عدد من التصنيفات المناخية التي تهتم بالراحة المناخية للسائح لتحديد مستويات الراحة خلال الفترة من (١٩٧٠ – ٢٠١٩م)، من أجل تحديد أفضل الأوقات الملائمة للجذب السياحي، وقد تم تطبيق طريقة الاشتقاق المكاني، وتوصلت الدراسة إلى وجود خمسة أشهر من السنة جاذبة للسياحة، ولذلك ينبغي مراعاة أشهر الراحة السياحية عند تخطيط لفعاليات الأنشطة السياحية.

وركز (Yuan, et al, 2021) على تحليل الموارد المناخية للسياحة البيئية في مدينة Xingwenبالصين على استخدام مؤشر الراحة وتركيز الهواء السالب (الأكسجين) وقد تم استخدام بيانات درجة الحرارة اليومية وهطول الأمطار وسرعة الرياح وساعات سطوع الشمس وبيانات الرطوبة النسبية من 1999 إلى 2018 ، وتم تقييم موارد مناخ السياحة البيئية في هذا المجال بشكل شامل وتوصلت الدراسة إلى أن المناخ معتدل ، والأمطار غزيرة ، والاتجاه الموسمي لهطول الأمطار والحرارة متشابه في منطقة الدراسة .ويصل مستوى الراحة في البيئة المعيشية إلى مستوى "الراحة" لمدة 6 أشهر في السنة، كما أن معدل جودة الهواء الجيدة مرتفع للغاية ،كما تضم منطقة الدراسة موارد مناخية و بيئية عالية الجودة تساعد على تطوير الترفيه والعطلات وأنشطة السياحة البيئية الأخرى.

وناقش كلاً من (سعيد، و صالح، 2021) في بحثهما مجمل العوامل الطبيعية والبشرية المرتبطة بالسياحة البيئية والتوزيع الجغرافي للمناطق السياحية التي نشأت بسبب هذه العوامل وذكرا أهم المشاكل البيئية وكيفية معالجتها وتطويرها فيما بعد وتم الاعتماد على المنهج الاستقرائي والوصفي والتحليلي والدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة ، وأهمها بحيرة وسد دربنديخان، وكهوف بني كوين، وكهوف كونبا والعديد من المناطق والمعالم السياحية.التي تعاني من تلوث المياه ، ووضع حلول ومقترحات للحد من وصول الملوثات والمياه الثقيلة إلى البحيرة ، وتطوير البنية التحتية من إيصال المياه والكهرباء والطرق وغيرها من المرافق الخدمية إلى المناطق السياحية في المنطقة .

وحلل (Masoudi, 2021) التوزيع المكاني لنطاقات الراحة المناخية باستخدام مؤشر المناخ السياحي (TCI) دراسة حالة: مقاطعة فارس، إيران، وكان هدف هذه الدراسة التحقق من ملاءمة الظروف المناخية السياحية في محافظة فارس، وتوصلت نتائج هذه الدراسة الى أن 70–83٪ من مدن منطقة الدراسة تظهر راحة مناخية ممتازة ومثالية في مايو وأبريل وأكتوبر ونوفمبر، وحوالي 45–54٪ من مدن مقاطعة فارس تتصف بملاءمة جيدة وجيدة جدا للأنشطة السياحية خلال أشهر يوليو وديسمبر ويناير ومارس.

وتناول (Dasari, et al, 2021) تحليل الانزعاج الحراري الخارجي في المملكة العربية السعودية، وكان هدف الدراسة تحليل تنوع واتجاهات مؤشر الانزعاج الحراري (DI) في المملكة بين عامي 1980 – 2018، وتم تقدير الانزعاج باستخدام مؤشر (Thom) بناءً على بيانات حرارة الهواء والرطوبة النسبية التي تم الحصول عليها من موقع المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى، وتوصلت نتائج الدراسة لتجاوز قيمة مؤشر الانزعاج 28 م أي الحد الأدنى للانزعاج البشري في الصيف بمعظم مناطق المملكة، بسبب ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة النسبية، وتتجاوز قيمة المؤشر هذا المعدل مدة 8 – 16 ساعة غرب المملكة وشمال وسط البحر الأحمر، وتظهر المناطق التي يقل فيها الانزعاج شمال وشمال غرب الخليج العربي والمناطق المجاورة لها.

وحددت الباحثتان (البلوي وورغي، 2022م) في دراستهما تقييم الملاءمة المكانية لمواقع السياحة البيئية في محافظة الأحساء بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لمواقع السياحية البيئية في المنطقة ثم انتجتا خرائط تحدد مدى ملاءمتها المكانية للسياحة البيئية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية وقد تم ببناء قاعدة بيانات جغرافية للموارد الطبيعية السياحية والمواقع السياحية والتي بلغ عددها 21 موقعا، ثم تحديد المعايير الخاصة بالملاءمة المكانية والتي تمثلت في مجموعة من المعايير الطبيعية والبشرية، وقد تم تحديد اثنا عشر معيارا، و قد توصلت النتائج إلى أن منطقة الدراسة تتميز بوجود مواقع سياحية، وفق ثلاث مستويات من الملاءمة (ملاءمة عالية، ملاءمة متوسطة، ملاءمة ضعيفة)،وقد بلغ عدد المواقع ذات مستوى الملاءمة العالية للسياحة 10 مواقع بنسبة 48 % من مجموع المواقع، في حين كان عدد المواقع ذات مستوى الملاءمة المتوسطة 2 بنسبة 9.5 %. وقد بلغ عدد المواقع ذات مستوى الملاءمة الضعيف 7مواقع وهو ما يعادل 33 %.

وتناول (Faraj, et al, 2022) لإمكانية تطبيق مؤشر مناخ السياحة في المملكة العربية السعودية، وكان هدف الدراسة تطبيق مؤشر المناخ السياحي على مستوى المناطق في المملكة العربية السعودية، وتوصلت نتائج الدراسة لتباين مكاني وزماني لنطاقات الراحة، حيث تتمتع المناطق المرتفعة جنوب غرب المملكة بمؤشر مواتي خلال العام، ويسود غالبية المناطق الأخرى ظروف مناخية مواتية في الشتاء وغير مواتية للغاية في الصيف.

وتطرقت دراسة (الطويهر، 2022) التوزيع المكاني لمناطق الراحة المناخية في المملكة العربية السعودية: دراسة خرائطية، واعتمدت الدراسة على بيانات الحرارة والرطوبة من الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة بين عامي 2000– 2018، وطبقت قرينة اوليفر لقياس الراحة المناخية، وتوصلت الدراسة الى أن مناطق الراحة المناخية تتوزع على كافة أرجاء مدن المملكة العربية السعودية في معظم شهور السنة صيفاً وشتاءً.

وطور (Gao, et al, 2022) مؤشر لتقييم ملاءمة مناخ السياحة في المدن الساحلية الصينية، حيث طورت الدراسة مؤشر مناخ السياحة الساحلية (CTCI) ليتضمن خمسة متغيرات: الراحة الحرارية، أشعة الشمس، هطول الأمطار، والرياح، وجودة الهواء. تم تطبيق هذا المؤشر والتحقق منه في تسعة مدن ساحلية في الصين مقارنة بمؤشر مناخ العطلات، وتوصلت النتائج الى ان هذا المؤشر كان أكثر ملاءمة لتقييم مناخ السياحة الساحلية في الصين.

منهجية البحث

اعتمدت الدراسة بصورة واضحة على منهج التحليل المكاني القائم على تطبيق المعادلات او الصيغ الرياضية الكمية لمؤشرات الراحة المناخية ضمن بيئة نظم

المعلومات الجغرافية، وتحليل ووصف نتائج تطبيق هذه المؤشرات مكانيا، و قد تدرجت منهجية البحث كما يأتي:

أولا) ادبيات الدراسة: قبل القيام بهذه الدراسة رجعت الباحثة الى العديد من الدراسات السابقة للاطلاع على المنهجيات المتبعة والبيانات المطلوبة والمعادلات او الصيغ الرياضية الخاصة بنطاقات الراحة المناخية ومؤشرات المناخ السياحي، وبموجب ذلك تم تحديد البيانات المناخية المطلوب لتطبيق هذه المعادلات بالانتقال الى الخطوة الثانية.

ثانيا) جمع البيانات: حصلت الباحثة على بيانات الدراسة ممثلة بدرجات الحرارة اليومية القصوى ومتوسط درجات الحرارة اليومية ومتوسط الرطوبة النسبية والرطوبة النسبية الدنيا ومتوسط هطول الأمطار الشهري ومتوسط مدة سطوع الشمس اليومي، وسرعة الرياح كما هو مبين في الجدول رقم (1) من موقع وكالة ناسا على شكل طبقات (Raster) للمدة الممتدة بين عامي 2002 – 2022.

ثالثاً) معالجة البيانات: بعد جمع الطبقات المعلوماتية المبينة في جدول رقم (1) على شكل طبقات (Raster) لكل من كمية الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار والاشعاع الشمسي وسرعة الرياح مرجعة حسب النظام الإحداثي الجغرافي انتقلت الدراسة الى المرحلة الثانية المتمثلة بمعالجة البيانات كما يأتي:

– توحيد الارجاع الجغرافي للطبقات التي تم جمعها، وذلك من خلال إعادة ارجاع كل طبقة من نظام (GCS_WGS_1984) الى النظام المتري (WGS_1984_UTM_ZONL_37N).

– بعد القيام بإعادة ارجاع طبقات المتغيرات تم تحويل هذه الطبقات من صيغة (Raster) الى صيغة (Shapfile Points) باستخدام اداة (Raster To Points) ضمن برنامج (Arc GIS).

– توحيد الدقة الزمنية للطبقات المعلوماتية بما يتناسب مع وحدات القياس المتبعة في معادلات اشتقاق طبقات مؤشرات الراحة المناخية.

رابعاً) اشتقاق الطبقات: 1) بعد معالجة البيانات تم الانتقال الى خطوة اشتقاق الطبقات المعلوماتية من طبقات (Shapfile points) لكل من الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار والإشعاع وسرعة الرياح، وتم استخدام خوارزمية (IDW) ضمن ايقونة (Interpolation) في برنامج (Arc GIS) لاشتقاق طبقات هذه المتغيرات، ورافق ذلك توحيد الدقة المكانية للطبقات المعلوماتية المستخدمة في اشتقاق طبقات مؤشرات الراحة المناخية عند 500 م، وذلك بسبب ان تطبيق مؤشرات الراحة بالاعتماد في بيئة نظم المعلومات الجغرافية يتطلب طبقات ذات دقة مكانية واحد لجميع متغيرات المؤشرات.

جدول1: *البيانات المناخية المستخدمة في الدراسة*

العنصر	الوحدة	القمر	الدقة الزمنية	الدقة المكانية	بداية المدة	نهاية المدة
متوسط درجة الحرارة	C	Merra 2 Model	Monthly	0.5	31- 8 -2002	21- 3 -2022
درجة الحرارة القصوى	C	Merra 2 Model	Daily	0.5	31- 8 -2002	21- 3 -2022
متوسط درجة الحرارة	C	Merra 2 Model	Daily	0.5	31- 8 -2002	21- 3 -2022
الرطوبة النسبية الدنيا	%	AIRS	Daily	1	31- 8 -2002	21- 3 -2022
الرطوبة النسبية الدنيا	%	AIRS	Daily	1	31- 8 -2002	21- 3 -2022
الأمطار	MM	TRMM	Monthly	0.25	31- 8 -2002	21- 3 -2022
الاشعاع الشمسي	W/M^2	Gldas Model	Daily	0.5	31- 8 -2002	21- 3 -2022
سرعة الرياح	K/H	Gldas Model	Hourly	0.5	31- 8 -2002	21- 3 -2022

المصدر: (https://giovanni.gsfc.nasa.gov/)

2) اعادة تصنيف الطبقات ذات الاسطح المستمرة الناتجة عن خوارزمية (IDW) باستخدام اداة (Reclassify) في برنامج (Arc GIS) الى فئات وحساب مساحة كل فئة ومقارنة نطاقات الراحة المشتقة بمؤشري الانزعاج الحراري والمناخ السياحي.

3) بعد اشتقاق طبقتي الحرارة والرطوبة النسبية تم استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) في برنامج (Arc Map) لتطبيق معادلة مؤشر الحرارة والرطوبة (Thom's index, 1959) لاشتقاق طبقات قرينة الانزعاج الحراري بالمعادلة:

$$DI = T - \frac{(0.55 - 0.0055 * Rh)}{(T - 14.5)}$$.(Cetin, et al , 2016, p.8)

حيث DI قرينة الحرارة والرطوبة (قرينة الانزعاج) عند ثوم، (T) طبقة المتوسط الشهري لدرجات الحرارة، (Rh) طبقة متوسط الرطوبة النسبية شهرياً، وتستخدم هذه القرينة لتحديد فعل الحرارة والرطوبة على جسم الإنسان،

جدول2: *مستويات الراحة المناخية للسياحة حسب مؤشر (DI)*

قيم المؤشر	مستويات الراحة المناخية
أقل من 10	انزعاج شديد للبرودة
10 واقل من 15	انزعاج مائل للبرودة
15 وأقل من 18	راحة مائلة للبرودة
18 وأقل من 21	راحة تامة
21 وأقل من 24	راحة مائلة للحرارة
24 وأقل من 27	انزعاج مائل للحرارة
27 وأقل من 29	انزعاج شديد للحرارة
29 فأكثر	اجهاد كبير وخطير على الصحة

المصدر: الباحثة بالاعتماد على كل من : (مختار، 2017)، (رشيد، 2012).

3) اشتقاق طبقات الراحة المناخية باستخدام مؤشر المناخ السياحي (Tourism Climate Index) بتطبيق المعادلة الاتية في الحاسبة الخلوية لبرنامج (Arc Map).

TCI = 2[(4CID) + CIA + (2P) + (2S) + W]. (Hasanah, et al, 2020. p.2).

حيث (CID) طبقة مؤشر الراحة المناخية نهارا. ويتم تحديده من خلال الجمع بين عاملي درجة الحرارة القصوى الجافة والرطوبة النسبية الدنيا (ALDabbas et al. 2018).

و (CIA) مؤشر الراحة المناخية اليومية، ويتم حسابه بالطريقة اعتمادا على عنصري متوسط درجات الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية، P طبقة تصنيف هطول الأمطار الشهري (ملم)، S طبقة تصنيف ساعة الشمس (ساعات/يوم)، W طبقة تصنيف سرعة الرياح (كم/ساعة). وتصنف قيم (TCI) التي تم الحصول عليها مستوى راحة السائح بناءً على القيم الواردة في جدول (3).

جدول3: *مستويات الراحة المناخية للسياحة حسب مؤشر (TCI)*

قيمة المؤشر	مستويات الراحة المناخية
90-100	ملاءمة مثالية
80-89	ملاءمة ممتاز
70-79	ملاءمة جيد جدا
60–69	ملاءمة جيدة
50-59	ملاءمة مقبولة
40-49	ملاءمة قليلة
30-39	غير موات
20-29	غير موات جدا
10–19	غير موات للغاية
-3-9	غير ممكن

المصدر: الباحثة بالاعتماد على: (Hasanah, et al, 2020. p.3).

4) اشتقاق طبقة مؤشر الراحة اثناء النهار (CID) من درجات حرارة الهواء القصوى والرطوبة النسبية الدنيا، واشتقاق طبقة مؤشر الراحة اليومية (CIA) بالاعتماد على متوسط درجات الحرارة اليومية ومتوسط الرطوبة النسبية اليومية، وتم اشتقاق هذه الطبقات من خلال تطبيق معادلة (Nieuwolt,1977) المبينة ادناه في برنامج (Arc Map).

$$THI = (0.8T) + \{(RHT*T)/500\}.$$ (Putri, et al, 2021. p.3).

حيث (THI) مؤشر الحرارة والرطوبة لنيولت، و T درجة حرارة الهواء القصوى اليومية أو المتوسط اليومي (C)، RH الرطوبة النسبية الدنيا أو المتوسط اليومي للرطوبة (٪)، وتُظهر طبقة (THI) التي سيتم الحصول عليها مستوى الراحة المناخية للسياحة في النهار واليوم بناءً على القيم الواردة في جدول (4).

جدول4: *مستويات الراحة المناخية للسياحة حسب مؤشر (THI)*

قيمة المؤشر	مستويات الراحة المناخية
21-24	مريح
25-26	غير مريح نسبياً
26<	غير مريح

المصدر: الباحثة بالاعتماد على: (Hasanah, et al, 2020. p.4).

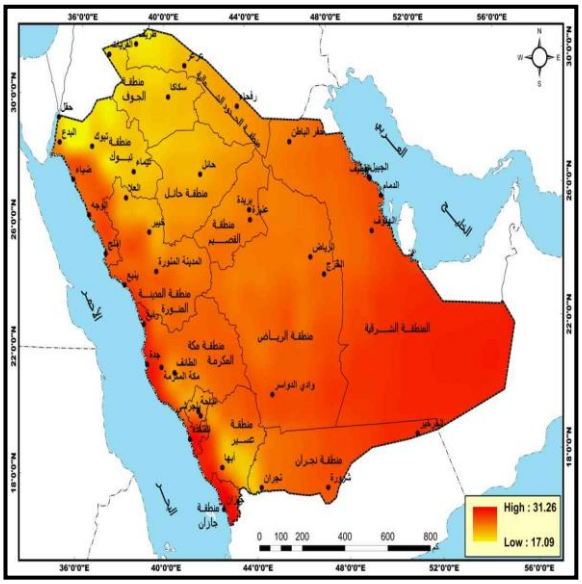
5) تصنيف طبقتي الراحة اثناء النهار (CID) والراحة اليومية (CIA) اللتان تم اشتقاقهما بالمعادلة السابقة بالاعتماد على بيانات مخطط التصنيف المعد في اشكال وجداول من قبل (Mieczkowski) عام 1985 اعتماداً على درجة الحرارة الفعالة. وترجع اسباب استخدام المؤشرين في أن مؤشر ثوم يعتبر اكثر استخداما في المناطق المشابه في ظروفها المناخية للمملكة، فضلا عن محدودية تطبيق مؤشر المناخ السياحي في المملكة، وأهمية نتائج تطبيق هذا المؤشر في تنمية السياحة البيئية التي تعد من اهم اهداف خطط التنمية ٢٠٣٠ في المملكة، وتوافر بيانات النموذجين، وسهولة تطبيق المعادلات او الصيغ الرياضية لهما في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

خامساً: تحليل ومناقشة النتائج

أ) نطاقات الراحة المناخية حسب مؤشر الانزعاج الحراري (Thom's)

1) التحليل المكاني لتوزيع الحرارة بين عامي 2002 – 2022:

تظهر نتائج التحليل المكاني لتوزيع المتوسط الشهري لدرجات الحرارة بين عامي 2002 – 2022 تباين درجات الحرارة وتركز معدلاتها العالية جنوب شرق وجنوب غرب وغرب المملكة العربية السعودية، وعليه فقد تراوح المتوسط الشهري لدرجات الحرارة خلال هذه المدة بين 17.09 م ، الى 31.26 م ، وبلغ المتوسط المكاني لتوزيع درجات الحرارة 25.47 م، وبلغ الانحراف المعياري لتوزيعها 2.7 م ، مما يعني تركز توزيع درجات الحرارة في المنطقة خلال هذه المدة.



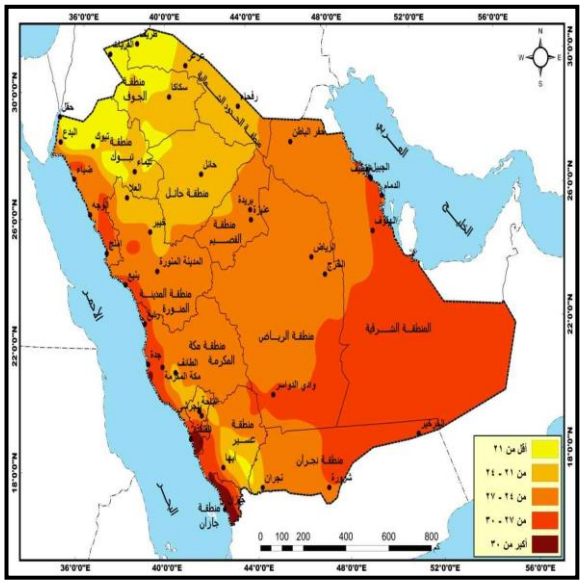
شكل2: *توزيع المتوسط الشهري لدرجات الحرارة (م) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Merra 2 Model).

وتبين نتائج تصنيف طبقة توزيع المتوسط الشهري لدرجات الحرارة الى فئات شكل (3) وقوع الفئة التي تتجاوز درجات الحرارة فيها 30 م في المناطق الساحلية جنوب غرب المملكة بمناطق جازان وعسير ومكة المكرمة بمساحة بلغت 13601.25 كم^2، بنسبة 0.58% من إجمالي مساحة المملكة.

وتظهر الفئة الثانية حيث تراوح المتوسط الشهري لدرجات الحرارة خلال هذه المدة بين27 30 – ° م جنوب شرق المملكة في المنطقة الشرقية وجنوب غرب وغرب المملكة في المنطقة الساحلية الممتدة بين منطقتي جازان وتبوك بمساحة بلغت 664841.8 كم^2، بنسبة 28.51% من إجمالي مساحة المملكة.

وتمتد الفئة الثالثة من درجات الحرارة حيث تراوح المتوسط الشهري بين 24ْ و27ْ م ضمن عدة مناطق جنوب ووسط وشمال شرق وشمال غرب المملكة بمساحة بلغت 1047554 كم^2، بنسبة 44.94% من إجمالي مساحة المملكة.



شكل3: *فئات توزيع المتوسط الشهري لدرجات الحرارة (م) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

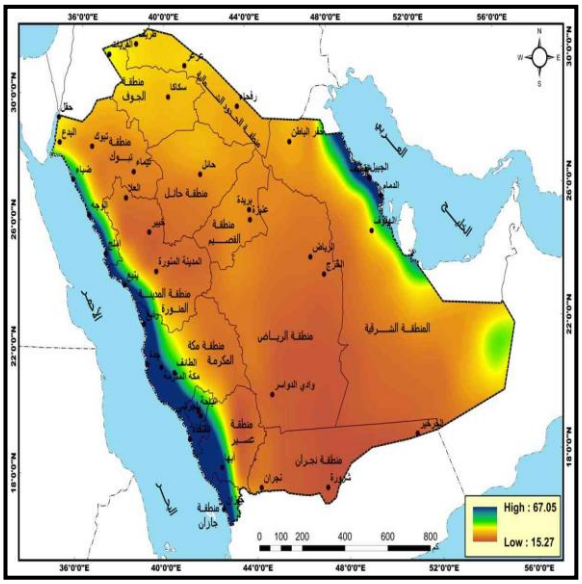
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (2).

وتقع الفئة التي تراوح المتوسط الشهري لدرجات الحرارة فيها بين 21 24 – ° م في المناطق الشمالية الوسطى والجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية بمساحة بلغت 445259.3 كم^2، بنسبة 19.1% من إجمالي مساحة المملكة.

وتلاحظ الفئة الاخيرة حيث يقل متوسط درجات الحرارة عن 21 م ضمن مناطق جائل وتبوك والجوف والحدود الشمالية شمال وشمال غرب المملكة، وكذلك جنوب غرب المملكة بمنطقتي عسير ونجران بمساحة بلغت 159886.8 كم^2، بنسبة 6.85% من إجمالي مساحة المملكة.

2) التحليل المكاني لتوزيع الرطوبة النسبية بين عامي 2002 – 2022:

تظهر نتائج تحليل توزيع المتوسط الشهري للرطوبة النسبية بين عامي 2002 – 2022 شكل رقم (4) تركز المعدلات العالية للرطوبة النسبية في المناطق الساحلية غرب وشمال شرق المملكة العربية السعودية، وتقل في المناطق الداخلية جنوب ووسط المملكة. وتراوحت الرطوبة النسبية خلال هذه المدة بين 15.27% – 67.05%، بمتوسط مكاني على مستوى المملكة 20.61%، بانحراف معياري لتوزيع الرطوبة النسبية بلغ 6.7%، وتشير قيمتي المتوسط والانحراف الى تركز توزيع الرطوبة النسبية في المملكة خلال هذه المدة.



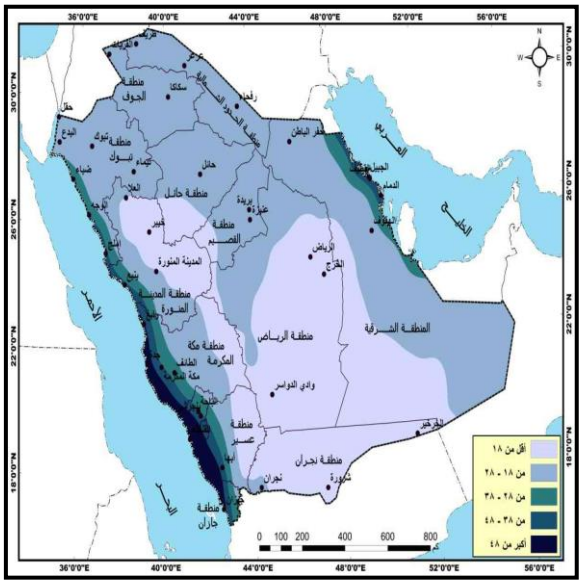
شكل4: *توزيع المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (%) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (AIRS).

بناء على ذلك توصلت نتائج تصنيف طبقة الرطوبة النسبية كما يوضح شكل رقم (5) وقوع الفئة الاولى حيث تجاوزت الرطوبة 48% في المنطقة الساحلية لمناطق جازان وعسير ومكة المكرمة بمساحة بلغت 39990 كم^2، بنسبة 1.71% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة الثانية للرطوبة النسبية حيث تراوحت الرطوبة النسبية خلال هذه المدة بين 48 – 38% بمحاذاة الفئة الاولى في الساحل الغربي من المملكة بمناطق جازان وعسير ومكة المكرمة والمدينة المنورة وتبوك كما يظهر في الساحل الشرقي بمنطقة الشرقية بمساحة بلغت 52763.3 كم^2، بنسبة 2.26% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الثالثة حيث تراوحت الرطوبة النسبية بين 38 – 28% بمحاذاة الفئة الثانية على الساحل الغربي من المملكة وتمتد من ساحل منطقة جازان حتى ساحل منطقة تبوك شمال غرب المملكة وتظهر كذلك على امتداد الساحل الشرقي بمنطقة الشرقية، بمساحة بلغت 100676.1 كم2، بنسبة 4.31% من إجمالي مساحة المملكة.



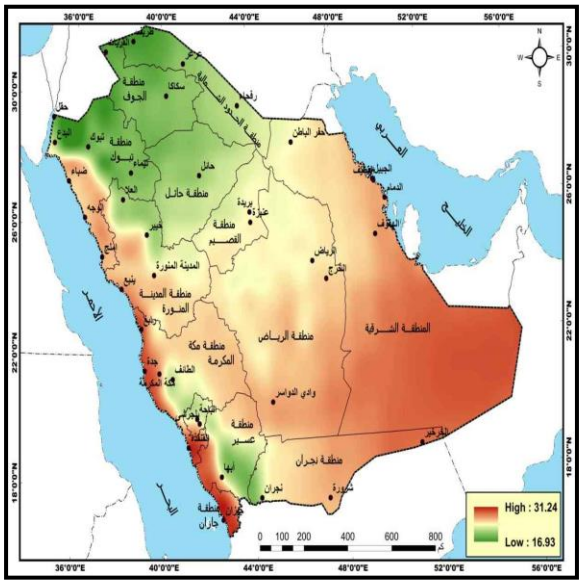
شكل5: *فئات توزيع المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (%) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (4).

وتغطي الفئة التي تراوحت فيها الرطوبة النسبية بين 28 – 18% عدد من المناطق شمال ووسط وغرب وشرق المملكة، بمساحة بلغت 1262834 كم^2، بنسبة 54.17% من إجمالي مساحة المملكة.

وتظهر الفئة الاخيرة حيث تقل الرطوبة النسبية عن 18% جنوب وجنوب غرب ووسط غرب المملكة، بمساحة بلغت 874880.2 كم^2، بنسبة 37.53% من إجمالي مساحة المملكة.

3) نطاقات الراحة المناخية في المدن حسب مؤشر (Thom's):
تؤكد نتائج تطبيق معادلة مؤشر ثوم لاشتقاق طبقة الراحة المناخية في المملكة بين عامي 2002 – 2022 بالاعتماد على طبقات متغيري الحرارة والرطوبة النسبية شكلي (2، 4) ، بروز النطاقات الاكثر ملاءمة للسياحة شمال وجنوب غرب المملكة، وتقل ملاءمة المناطق الواقعة جنوب شرق وجنوب ووسط وغرب المملكة، وتراوحت درجات الراحة حسب مؤشر ثوم شكل رقم (6) بين 16.93 الى 31.24، بمتوسط على المستوى المكاني للمملكة بلغ 25.4، بانحراف معياري لتوزيع القيم حول المتوسط بلغ 2.71، وتشير هذه النتائج الى تركز مكاني لتوزيع درجات الراحة المناخية على مستوى المملكة.

وفيما يتعلق بمستويات الملاءمة المكانية للمدن الرئيسية في المملكة للسياحة حسب مؤشر ثوم فقد اظهرت نتائج التحقق من ذلك تباين مستويات الراحة بمدن منطقة الحدود الشمالية حيث تقع طريف عند مستوى راحة تامة للسياحة 19.13، بينما تقع مدينتي عرعر 21.76، ورفحاء على 23.18 عند مستويات الراحة المائلة للحرارة. وتقع مدن منطقة الجوف كمدينة القريات عند مستوى راحة تامة للسياحة 19.88، ومدينة سكاكا عند مستوى راحة مائلة للحرارة 21.2.



شكل6: *مستويات الراحة المناخية في المدن الرئيسية بالمملكة بين عامي 2002 – 2022 حسب مؤشر ثوم*
المصدر: الباحثة بتطبيق معادلة (توم) بنظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الطبقتين في الشكلين (2، 4).

وتتباين مستويات الراحة المناخية بمدن منطقة تبوك حيث تتصف براحة تامة بمدينة تبوك 20.77، وحقل20.42، ومستويي راحة مائلة للحرارة بمدينتي تيما 21.13، والبدع 22.32، ومستويات انزعاج مائل للحرارة في المدن الساحلية ضبا 26.17، والوجه 26.18، واملج 26.88. وتقع مدينة حائل عند مستوى راحة مائلة للحرارة 22.06، وتقع مدن منطقة المدينة المنورة كالمدينة عند مستويات انزعاج مائل للحرارة 25.76، والعلا 22.35، وخيبر 24، بينما تقع مدينة ينبع عند مستوى انزعاج شديد 27.7.

وتقع مدن منطقة مكة المكرمة كمدينة مكة عند مستوى انزعاج شديد للحرارة 27.6، وتقع الطائف عند مستوى راحة مائلة للحرارة 23.31، بينما تقع مدن جدة 29.9، ورابغ 29.96، والقنفذة 30.9 عند مستويات اجهاد شديد وخطير على الصحة، وتقع مدن منطقة القصيم كمدينة بريدة 24.9، وعنيزة 25.13 عند مستويات الانزعاج المائل للحرارة. في حين تقع مدن المنطقة الشرقية كمدينة الدمام على 26.97، والقطيف 27.09، والجبيل 27.04، والهفوف 27.25 عند مستويات الانزعاج الشديد للحرارة، وتقع مدينة حفر الباطن عند مستوى انزعاج مائل 24.87.

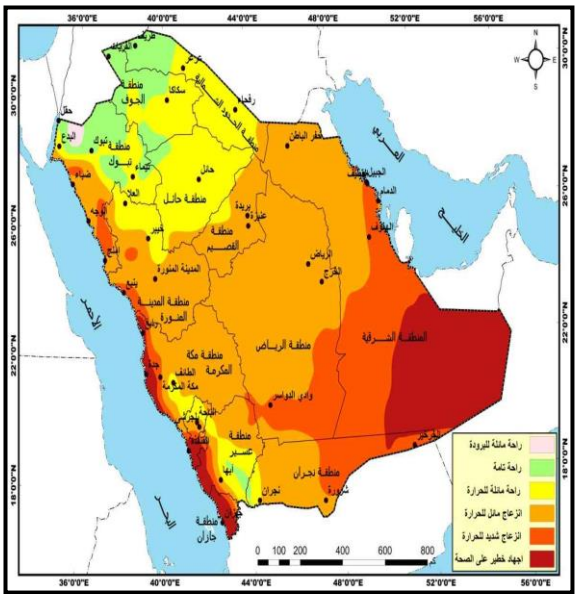
وتقع مدن منطقة الرياض كمدينة الرياض على 25.36، والخرج 26.09 عند مستويي انزعاج مائل، وتقع مدينة وادي الدواسر 27.22 عند مستوى انزعاج شديد للحرارة. وتقع مدن منطقة نجران كمدينة نجران على 23.16 عند مستوى راحة مائلة للحرارة، وتقع مدينة شروره عند مستوى انزعاج مائل للحرارة 26.87، و الخرخير عند مستوى انزعاج شديد للحرارة 28.8، وتقع مدينة جازان عند مستوى اجهاد

كبير وخطير على الصحة 30.62. بينما تقع مدينة ابها بمنطقة عسير عند مستوى انزعاج مائل للحرارة 24.8. وكذلك الحال مع مدينتي الباحة على 24.63، و بلجرشي 25.36.

توصلت نتائج تصنيف طبقة درجات الراحة في الشكل السابق وتظهر نتائج ذلك في الشكل رقم (7) حسب حدود الفئات التي وضعها ثوم وجود ستة نطاقات للراحة المناخية تبدأ بنطاق الراحة المائلة للبرودة وذلك حيث تقل قيمة المؤشر عن 18 الذي يقع شمال غرب منطقة تبوك بمساحة بلغت 6852.82 كم^2، بنسبة 0.3% من إجمالي مساحة المملكة.

ويبرز نطاق الراحة التامة حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 18 – 21، ويقع شمال وشمال غرب ووسط المملكة في مناطق الحدود الشمالية والجوف وتبوك وشمال غرب منطقة حائل، كما يظهر هذا النطاق جنوب غرب المملكة بمنطقتي عسير ونجران، بمساحة بلغت 165560.9 كم^2، بنسبة 7.10% من إجمالي مساحة المملكة.

ويقع الى جنوب نطاق الراحة التامة نطاق الراحة المائل للحرارة وذلك حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 21 – 24، ويقع شمال وسط وجنوب غرب المملكة ضمن مناطق الحدود الشمالية والجوف وتبوك حائل وشمال غرب مدينة منطقة المدينة المنورة، كما يمتد جنوب غرب المملكة من غرب منطقة نجران مرورا بمنطقة عسير حتى الجزء الاوسط من منطقة مكة المكرمة، بمساحة بلغت 438335.3 كم^2، بنسبة 18.8% من إجمالي مساحة المملكة.



شكل7: *نطاقات الراحة المناخية في المملكة بين عامي 2002 – 2022 حسب مؤشر ثوم*

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (6).

ويمتد نطاق الراحة المناخية الرابع حسب تصنيف ثوم ويعرف بنطاق الانزعاج المائل للحرارة وذلك حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 24 – 27 ضمن عدة مناطق وسط وجنوب وغرب المملكة بمساحة بلغت 1051113 كم^2، بنسبة 45.09% من إجمالي مساحة المملكة.

ويظهر نطاق الانزعاج الشديد للحرارة حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 29 – 29، شرق وجنوب شرق وجنوب وغرب المملكة في المنطقة الشرقية والرياض ونجران وغرب عسير والباحة ومكة المكرمة والمدينة المنورة وتبوك، بمساحة بلغت 396623.3 كم^2، بنسبة 17.01% من إجمالي مساحة المملكة.

وأخيرا يبرز نطاق الاجهاد الخطير على الصحة حيث تتجاوز قيمة المؤشر بين 29 بمنطقة الربع في المنطقة الشرقية جنوب شرق المملكة وكذلك في المناطق المحاذية لخط الساحل جنوب غرب وغرب المملكة بمناطق جازان وعسير ومكة المكرمة والمدينة المنورة، بمساحة بلغت 272657.7 كم^2، بنسبة 11.69% من إجمالي مساحة المملكة.

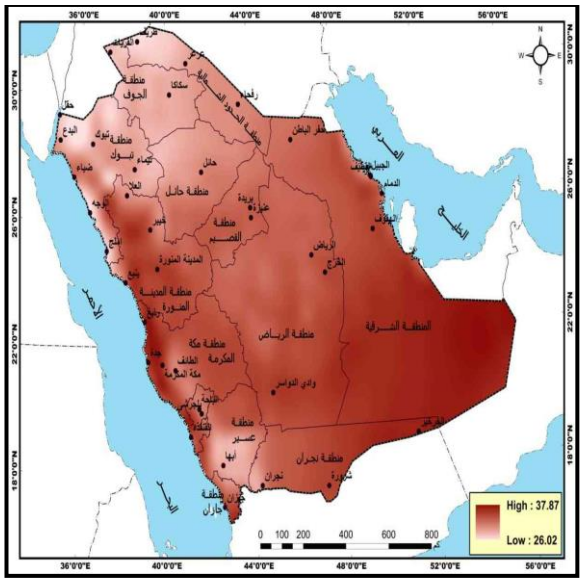
ب) نطاقات الراحة المناخية حسب مؤشر المناخ السياحي (Mieczkowski)

تم تطوير مؤشر المناخ السياحي (TCI) عام 1985 من قبل ((ميكزكوفسكي)) وارتكز على دراسة (Crowe) عام 1976 المتعلقة بتصنيف المناخ للسياحة والترفيه. (Bakhtiari, et al, 2018, p.293).

وبذلك يقوم مؤشر مناخ السياحة (TCI) بتقييم الظروف المناخية للسياحة بشكل منهجي باستخدام سبعة معايير تتمثل في درجة الحرارة القصوى، ومتوسط درجة الحرارة، والرطوبة النسبية الدنيا، ومتوسط الرطوبة النسبية، متوسط هطول الأمطار الشهري، ومتوسط مدة سطوع الشمس اليومية، وسرعة الرياح. ويوفر هذا المؤشر معلومات عن حالة الجو في مواسم مختلفة ويمكن للسياح اختيار وقت السفر بما يتلاءم مع الظروف الجوية المثلى.

التحليل المكاني لتوزيع درجات الحرارة القصوى

تظهر نتائج التحليل المكاني لتوزيع درجات الحرارة القصوى اليومية في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (8) تركز اعلى معدلاتها في الربع الخالي بالمنطقة الشرقية جنوب شرق المملكة وغرب منطقة مكة المكرمة غرب المملكة، وتراوحت درجات الحرارة القصوى اليومية خلال هذه المدة بين 26.02، وبلغ الحد الاعلى لدرجات الحرارة القصوى 37.87، بمتوسط مكاني بلغ 33.38، وانحراف معياري لتبعثر توزيع درجات الحرارة القصوى 2.58، وتعكس قيم متوسط وانحراف توزيع درجات الحرارة تركز توزيعها حول المتوسط.

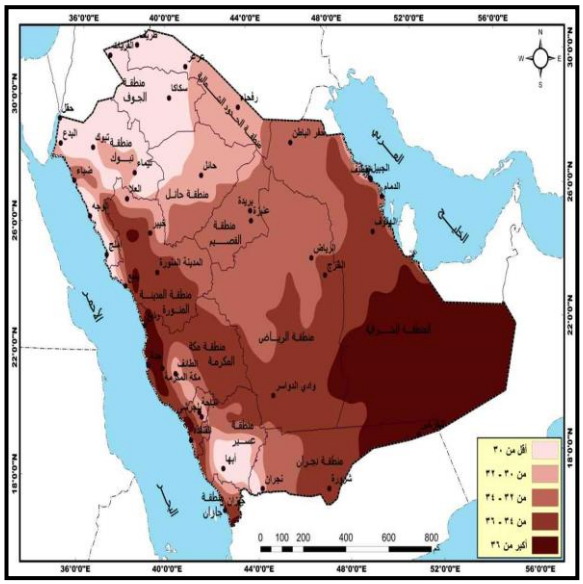


شكل 8: *توزيع درجات الحرارة القصوى اليومية (م) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Merra 2 Model).

وتظهر نتائج تصنيف طبقة درجات الحرارة القصوى اليومية شكل (9) وقوع الفئة التي تتجاوز درجات الحرارة القصوى فيها 36 م بمنطقة الربع الخالي جنوب شرق المملكة وغرب مناطق مكة المكرمة والمدينة المنورة وعسير وجازان بمساحة بلغت 421435.5 كم^2، بنسبة 18.07% من إجمالي مساحة المملكة.

وتغطي الفئة الثانية المناطق التي تراوحت فيها درجات الحرارة القصوى بين 34° – 36° م جنوب ووسط وشرق وغرب المملكة بمناطق نجران والرياض والشرقية ومكة المكرمة والمدينة المنورة وفي الاجزاء الساحلية لمنطقتي عسير وجازان بمساحة بلغت 648094.8 كم^2، بنسبة 27.8% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة الثالثة حيث تتراوح درجات الحرارة القصوى بين 32 34 – °م وسط وشمال شرق وجنوب غرب المملكة بمساحة بلغت 637533.8 كم^2، بنسبة 27.35% من إجمالي مساحة المملكة.



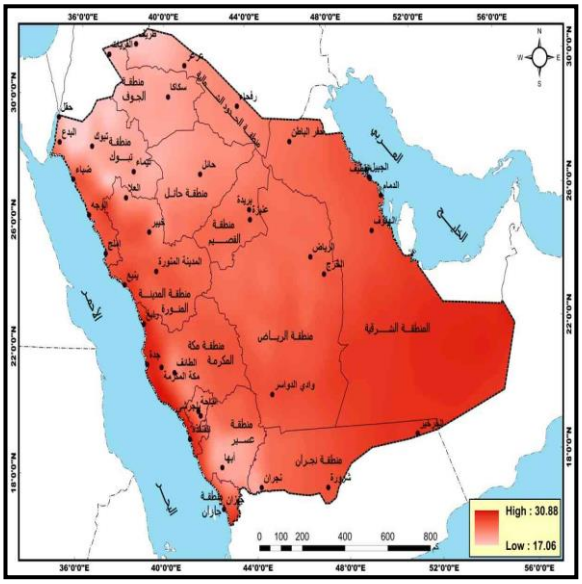
شكل 9: *فئات توزيع درجات الحرارة اليومية القصوى (م) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (8).

وتقع الفئة الرابعة حيث تراوحت درجات الحرارة القصوى بين 32 – 30 م شمال شرق ووسط وجنوب غرب المملكة بمساحة بلغت 290815.3 كم^2، بنسبة 12.47% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقل درجات الحرارة القصوى في الفئة الاخيرة عن 30 شمال وشمال غرب وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 333264 كم^2، بنسبة 14.3% من إجمالي مساحة المملكة.

التحليل المكاني لتوزيع المتوسط اليومي درجات الحرارة

توضح نتائج تحليل توزيع متوسط درجات الحرارة اليومية في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (10) تركز المعدلات العالية لدرجات الحرارة جنوب شرق ووسط غرب المملكة بمنطقة مكة المكرمة، حيث تراوح متوسط درجات الحرارة اليومية خلال هذه المدة بين 17.07 كحد أدنى، وبلغ الحد الاعلى لدرجات الحرارة اليومية 30.88، بمتوسط مكاني بلغ 25.45، وانحراف معياري بلغ 2.73، مما يعني تركز توزيع درجات الحرارة حول المتوسط المكاني.

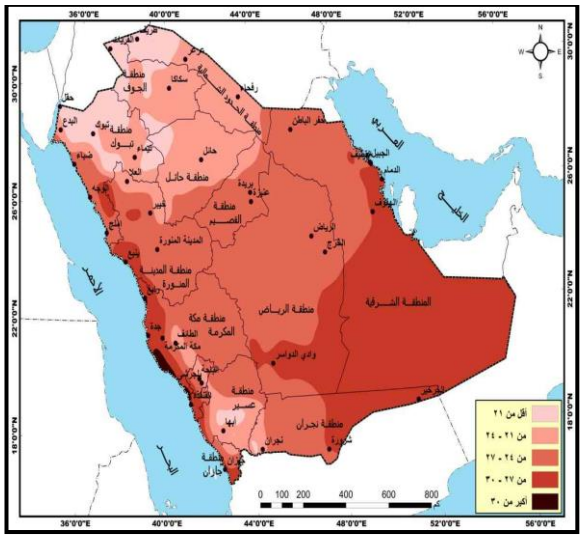


شكل10: *توزيع المتوسط اليومي لدرجات الحرارة (م) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Merra 2 Model).

وتوضح نتائج تصنيف طبقة متوسط درجات الحرارة اليومية شكل (11) وقوع الفئة التي تتجاوز درجات الحرارة اليومية خلال هذه المدة عن 30 م في المنطقة الساحلية جنوب غرب منطقة مكة المكرمة بمساحة بلغت 6527.54 كم^2، بنسبة 0.28% من إجمالي مساحة المملكة.

وتمتد الفئة التي تراوح فيها متوسط درجات الحرارة اليومية بين 27 30 – °م جنوب شرق المملكة في منطقة الربع الخالي وفي المنطقة الساحلية لمناطق مكة المكرمة والمدينة المنورة وعسير وجازان بمساحة بلغت 680273.3 كم^2، بنسبة 29.18% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الثالثة حيث تراوح متوسط درجات الحرارة اليومية بين 24 27 – °م في المناطق الجنوبية والوسطى من المملكة بمساحة بلغت 1029589 كم^2، بنسبة 44.17% من إجمالي مساحة المملكة.



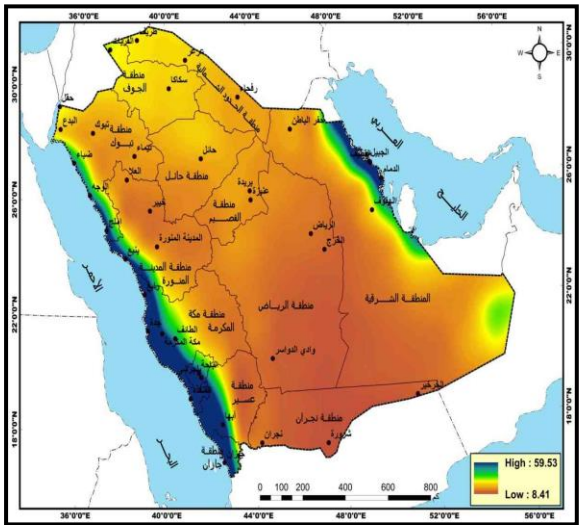
شكل11: *فئات توزيع متوسط درجات الحرارة اليومية (م) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية شكل رقم (10).

وتظهر الفئة الرابعة حيث تراوح المتوسط اليومي لدرجات الحرارة بين 21 24 – °م شمال شرق ووسط شمال وجنوب غرب المملكة بمساحة بلغت 442036.7 كم^2، بنسبة 18.97% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة الاخيرة حيث يقل متوسط درجات الحرارة اليومية عن 21 شمال وشمال غرب وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 172717.1 كم^2، بنسبة 7.4% من إجمالي مساحة المملكة.

التحليل المكاني لتوزيع الرطوبة النسبية الدنيا

تظهر نتائج اشتقاق طبقة الرطوبة النسبية اليومية الدنيا بين عامي 2002 – 2022 شكل رقم (12) تركز النسب العالية للرطوبة النسبية الدنيا بالقرب من خط الساحل غرب وشرق المملكة، وتقل الرطوبة النسبية كلما اتجهنا من المناطق الساحلية نحو المناطق الداخلية. وتراوحت الرطوبة النسبية اليومية الدنيا خلال هذه المدة بين 8.41% الى 59.53%، بمتوسط مكاني على مستوى المملكة 13.87%، وانحراف معياري بلغ 6.52%، وتعكس قيمتي متوسط وانحراف توزيع الرطوبة النسبية تركزها في المملكة خلال هذه المدة.

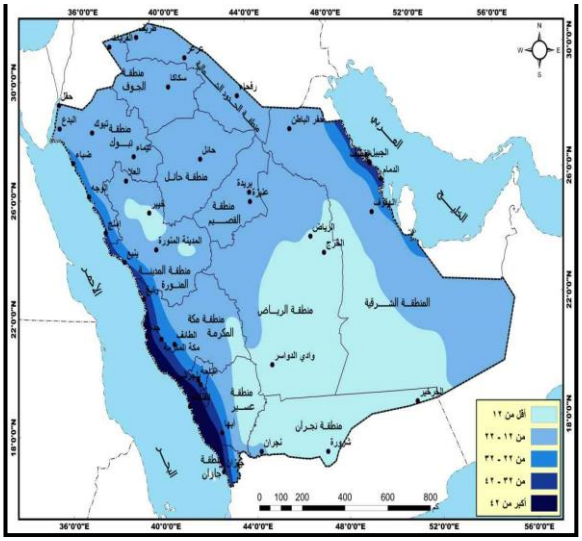


شكل 12: *توزيع الرطوبة النسبية الدنيا اليومية (%) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (AIRS).

وبذلك توصلت نتائج تصنيف طبقة الرطوبة النسبية الدنيا خلال هذه المدة شكل رقم (13) وقوع الفئة الاولى حيث تجاوزت الرطوبة 42% بمحاذاة المناطق الساحلية غرب المملكة العربية السعودية، بمساحة بلغت 37315.73 كم^2، بنسبة 1.6% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الثانية حيث تراوحت الرطوبة النسبية الدنيا بين 42 – 32% بمحاذاة المناطق الساحلية بالساحلين الغربي والشرقي للمملكة، بمساحة بلغت 52241.72 كم^2، بنسبة 2.24% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة الثالثة حيث تراوحت الرطوبة النسبية الدنيا بين 32 – 22% شرق الفئة الثانية على الساحل الغربي من المملكة، وغرب الفئة الثانية في الساحل الشرقي للمملكة بمنطقة الشرقية، بمساحة بلغت 99752.47 كم^2، بنسبة 4.27% من إجمالي مساحة المملكة.



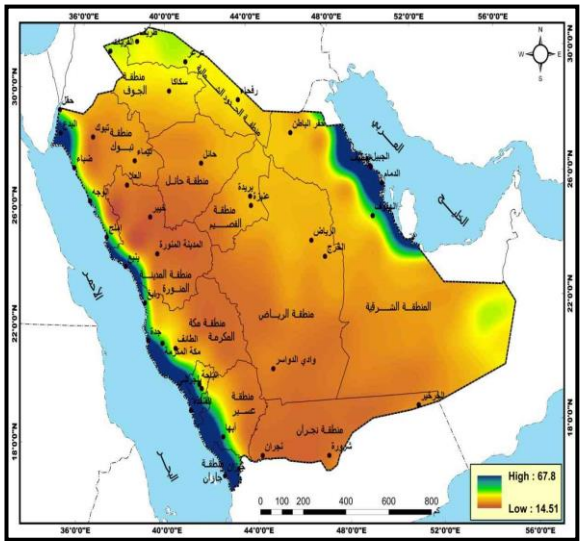
شكل13: *فئات توزيع الرطوبة النسبية الدنيا اليومية (%) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (12).

وتغطي الفئة الرابعة المناطق التي تراوحت فيها الرطوبة النسبية الدنيا بين 22 – 12% شمال ووسط وجنوب شرق وغرب المملكة، بمساحة بلغت 1447193 كم^2، بنسبة 62.08% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الاخيرة حيث تقل الرطوبة النسبية الدنيا عن 12% في المناطق الداخلية جنوب ووسط المملكة، بمساحة بلغت 694640.3 كم^2، بنسبة 29.8% من إجمالي مساحة المملكة.

التحليل المكاني توزيع المتوسط اليومي للرطوبة النسبية

تبين نتائج اشتقاق طبقة توزيع الرطوبة النسبية اليومية بين عامي 2002 – 2022 شكل (14) تركز النسب المرتفعة للرطوبة النسبية في المناطق الساحلية بمحاذاة البحرين الاحمر غربا والخليج العربي شرقاً، وتتراجع الرطوبة النسبية بالتدريج كلما تم الابتعاد من المناطق الساحلية نحو المناطق الداخلية. وبذلك تراوحت الرطوبة النسبية اليومية خلال هذه المدة بين 14.5% الى 67.8%، بمتوسط مكاني على مستوى المملكة 20.63%، وانحراف معياري بلغ 6.42%، وتعكس نتائج حساب متوسط وانحراف توزيع الرطوبة النسبية تركز توزيعها في المناطق الساحلية.

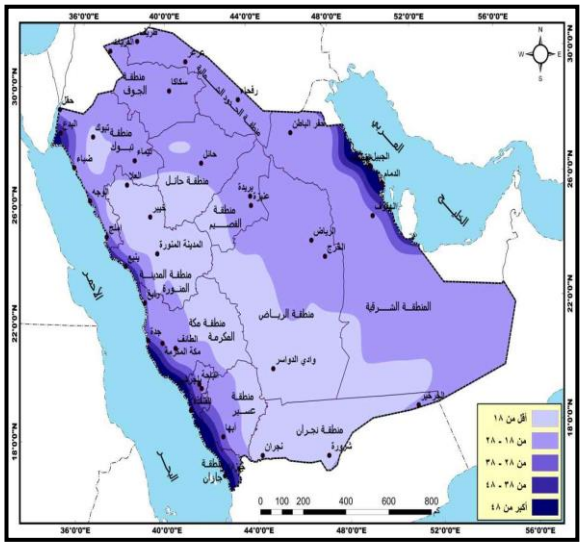


شكل14:*توزيع المتوسط اليومي للرطوبة النسبية (%) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (AIRS).

وتظهر نتائج تصنيف طبقة الرطوبة النسبية اليومية خلال هذه المدة شكل رقم (15) وقوع الفئة التي تجاوزت الرطوبة النسبية اليومية فيها 48% بمحاذاة المناطق الساحلية جنوب غرب وشمال غرب وشمال شرق بمساحة بلغت 39422.24 كم^2، بنسبة 1.7% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الثانية حيث تراوح المتوسط اليومي للرطوبة النسبية بين 48 – 38% بمحاذاة المنطقة السابقة بالساحلين الغربي والشرقي من المملكة بمساحة بلغت 46911.38 كم^2، بنسبة 2.01% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة الثالثة حيث تراوح متوسط الرطوبة النسبية بين 38 – 28% شرق الفئة الثانية على الساحل الغربي من المملكة، وغرب الفئة الثانية في الساحل الشرقي للمملكة بمنطقة الشرقية، بمساحة بلغت 77256.66 كم^2، بنسبة 3.31% من إجمالي مساحة المملكة.



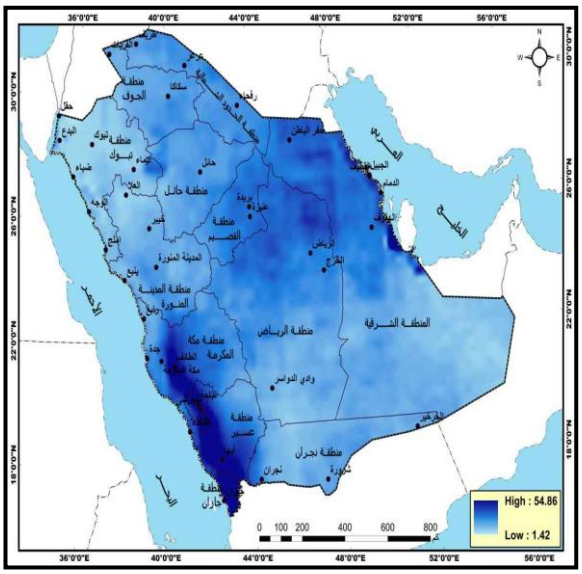
شكل15: *فئات توزيع المتوسط اليومي للرطوبة النسبية (%) في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (14).

وتغطي الفئة الرابعة المناطق التي تراوح فيها متوسط الرطوبة النسبية اليومي بين 20 – 10% شمال ووسط وجنوب شرق وغرب المملكة، بمساحة بلغت 1374465 كم^2، بنسبة 58.97% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الاخيرة حيث تقل الرطوبة النسبية اليومية عن 10% في المناطق الداخلية جنوب ووسط المملكة، بمساحة بلغت 793088.5 كم^2، بنسبة 34.02% من إجمالي مساحة المملكة.

التحليل المكاني لتوزيع المتوسط الشهري لكمية الامطار

توصلت نتائج تحليل توزيع متوسط كمية الامطار الشهرية بين عامي 2002 – 2022 شكل (16) تركز الكميات الكبيرة من الامطار الشهرية في السلسلة الجبلية جنوب غرب المملكة وتبرز كذلك في بعض السواحل الغربية، وتقل كمية الامطار جنوب وشمال غرب المملكة. وبذلك تراوحت كمية الامطار الشهرية خلال هذه المدة بين 1.42 ملم الى 54.86 ملم، بمتوسط مكاني على مستوى المملكة 6.5ملم، وانحراف معياري 3.04 ملم، وتعكس نتائج حساب متوسط وانحراف توزيع كمية الامطار تركز توزيعها.



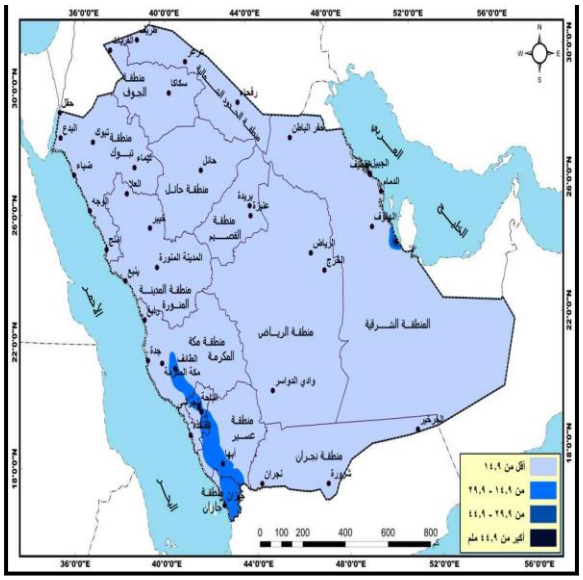
شكل16: *توزيع المتوسط الشهري لكمية الأمطار ملم في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (TRMM).

وتظهر نتائج تصنيف طبقة كمية الامطار الشهرية خلال هذه المدة حسب البيانات الموفقة بجداول طريقة مؤشر المناخ السياحي (TCI) كما يوضح شكل رقم (17) تغطية الفئة التي تقل كمية امطارها عن 14.9 ملم شهرياً، والتي اعطيت اعلى الاوزان (5) من حيث الملاءمة للمناخ السياحي حسب هذا المؤشر لنحو 2278406 كم^2، بنسبة 97.74% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الثانية التي اعطتها طريقة مؤشر المناخ السياحي وزن (4.5) حيث يتراوح متوسط كمية الأمطار الشهرية بين 14.9 – 29.9 ملم وذلك في المنطقة الجبلية العالية جنوب غرب المملكة بين منطقتي جازان جنوبا ومكة المكرمة شمالا وكذلك

جنوب شرق مدينة الهفوف في المنطقة الشرقية، بمساحة بلغت 51493.75 كم^2، بنسبة 2.2% من إجمالي مساحة المملكة.

وتظهر المنطقة التي اعطيت وزن (4) حيث تراوحت كمية الامطار بين 29.9 – 44.9 ملم في الساحل الشرقي للمملكة بالمنطقة الشرقية جنوب شرق مدينة الهفوف، بمساحة بلغت 831.75 كم^2، بنسبة 0.035% من إجمالي مساحة المملكة.



شكل17: *فئات توزيع المتوسط الشهري لكمية الأمطار ملم في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

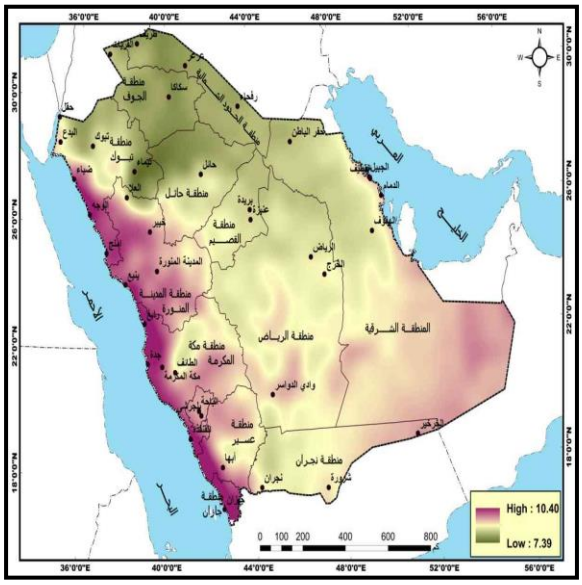
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (16).

وتقع الفئة الرابعة التي اعطيت وزن (3.5) على شكل بقعة صغيرة جدا في الساحل الشرقي بالمنطقة الشرقية من المملكة جنوب شرق مدينة الهفوف، بمساحة 412.25 كم^2، بنسبة 0.018% من إجمالي مساحة المملكة.

التحليل المكاني لتوزيع ساعات الاشعاع الشمسي

تظهر نتائج اشتقاق طبقة ساعات الاشعاع الشمسي في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (18) تركز الساعات الطويلة لمدة الاشعاع الشمسي غرب وجنوب شرق المملكة، وتقل عدد ساعات الاشعاع الشمسي وسط وشمال وشمال شرق المملكة. وتراوحت عدد ساعات الاشعاع خلال هذه المدة بين 7.39 ساعة الى 10.44 ساعة، بمتوسط مكاني لساعات الاشعاع على مستوى المملكة بلغ 8.43 ساعة وانحراف معياري بلغ 0.43، وتعكس قيمتي متوسط وانحراف توزيع ساعات الاشعاع تركز توزيعها.

وبذلك تظهر نتائج تصنيف طبقة عدد ساعات الاشعاع اليومي حسب طريقة مؤشر المناخ السياحي خلال هذه المدة شكل رقم (19) ان هناك علاقة طردية بين زيادة عدد ساعات الاشعاع وملاءمة الاشعاع للسياحة، ومما يؤكد ذلك اعطيت المناطق التي تتجاوز عدد ساعات الاشعاع الشمسي فيها 10 ساعات اعلى وزن (5) وتقع هذه المناطق جنوب غرب منطقتي مكة المكرمة وعسير، بمساحة بلغت 3867.674 كم^2، بنسبة 0.16% من إجمالي مساحة المملكة.

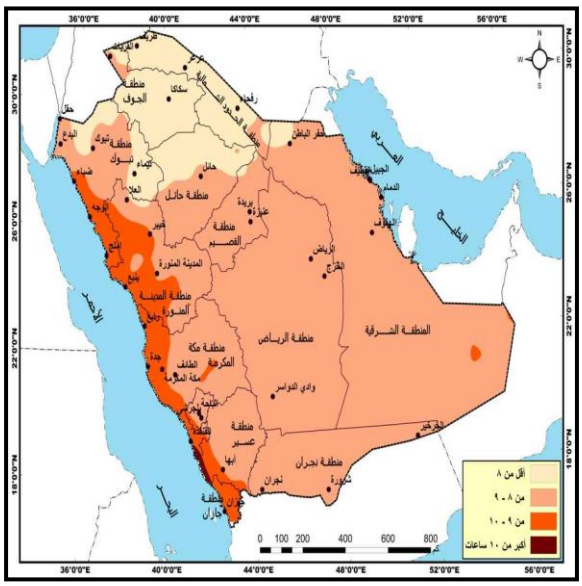


شكل18: *توزيع ساعات الاشعاع الشمسي/يوم في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Gldas Model).

وتقع الفئة الثانية ذات الوزن (4.5) حيث تتراوح عدد ساعات الاشعاع الشمسي بين 10 – 9 ساعات يوميا على طول امتداد الساحل الغربي من المملكة، بمساحة بلغت 188843.1 كم^2، بنسبة 8.1% من إجمالي مساحة المملكة.

وتغطي الفئة الثالثة ذات الوزن (4) حيث تتراوح عدد ساعات الاشعاع الشمسي بين 9 – 8 ساعات يوميا غالبية مساحة المملكة، بمساحة بلغت 1749881 كم^2، بنسبة 75.06% من إجمالي مساحة المملكة.



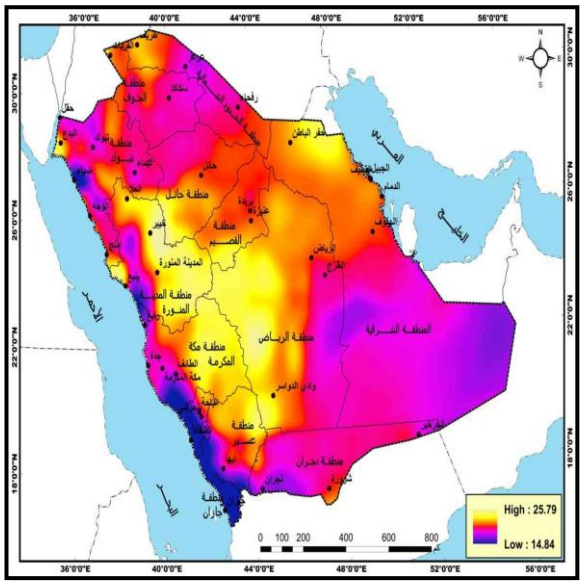
شكل19: *فئات توزيع ساعات الاشعاع الشمسي/يوم في المملكة بين عامي 2002 – 2022 حسب مؤشر المناخ السياحي*

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (18).

وتقع الفئة الرابعة ذات الوزن النسبي للإشعاع (3.5) في المناطق التي تقل فيها عدد ساعات الاشعاع عن 8 ساعات يوميا، شمال وشمال شرق المملكة، بمساحة بلغت 388551.6 كم^2، بنسبة 16.67% من إجمالي مساحة المملكة.

التحليل المكاني لتوزيع سرعة الرياح

تشير نتائج تحليل توزيع سرعة الرياح كم/ساعة في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (20) تركز اعلى معدلات سرعة الرياح وسط وشمال شرق وشمال المملكة، وتقل سرعة الرياح جنوب غرب وشمال غرب وجنوب شرق المملكة. وتراوحت سرعة الرياح خلال هذه المدة بين 14.84 كم/ساعة الى 25؟79 كم/ساعة، بمتوسط مكاني على مستوى المملكة 21.25 كم/ساعة، وانحراف معياري 1.49 كم/ساعة، وتبين نتائج حساب متوسط وانحراف توزيع سرعة الرياح تركز في توزيعها.



شكل20: *توزيع سرعة الرياح كم/ساعة في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Gldas Model).

وتظهر نتائج تصنيف طبقة سرعة الرياح في المملكة حسب تصنيف جداول طريقة مؤشر المناخ السياحي (TCI) شكل رقم (21) وقوع المناطق التي تتصف سرعة رياحها بملاءمة جيدة للسياحة والتي اعطيت من قبل هذه الطريقة وزن (3) جنوب شرق ووسط وجنوب غرب وشمال غرب وغرب وشمال المملكة حيث تقل سرعة الرياح عن 19.8 كم/ساعة، بمساحة بلغت 289929.4 كم^2، بنسبة 12.44% من إجمالي مساحة المملكة.

وتغطي المنطقة الثانية التي اعطيت من قبل طريقة مؤشر المناخ السياحي وزن (2.5) المناطق التي تراوحت سرعة رياحها بين 19.8 – 24.3 كم/ساعة غالبية مساحة المملكة، بمساحة بلغت 2011617 كم^2، بنسبة 86.3% من إجمالي المساحة الكلية للمملكة.

وتظهر المنطقة التي اعطاها هذا المؤشر وزن (2) حيث تجاوزت سرعة الرياح في المملكة 24.3 كم/ساعة شمال شرق وجنوب وشمال غرب منطقة المدينة المنورة ومنطقة صغيرة غرب منطقة الرياض، بمساحة بلغت 29596.98 كم^2، بنسبة 1.26% من إجمالي مساحة المملكة.

شكل21: *فئات توزيع سرعة الرياح كم/ساعة في المملكة بين عامي 2002 – 2022 حسب مؤشر المناخ السياحي*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (20).

مؤشر الراحة المناخية اثناء النهار (CID)

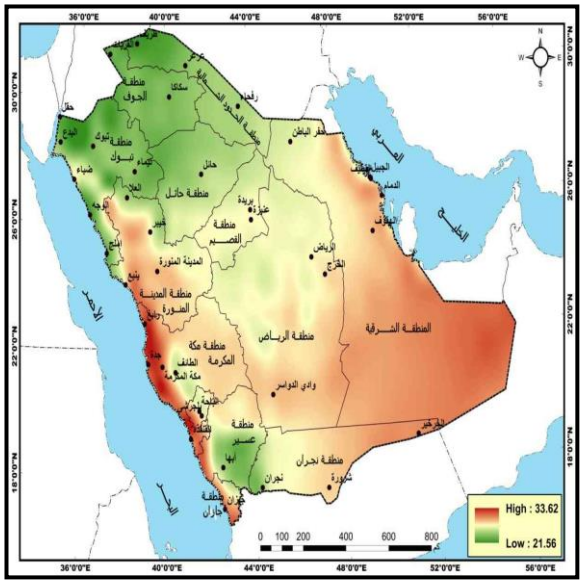
يعتبر مؤشر الراحة نهارا (CID) أهم عامل مؤثر في المناخ السياحي، حيث يبلغ وزنه 40٪، ويتم تحديده من خلال دمج متغيري درجة الحرارة القصوى والرطوبة النسبية الدنيا (ALDabbas et al, 2018, p.52).

وبذلك تظهر نتائج اشتقاق طبقة مؤشر الراحة اثناء النهار في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (22) اعتماداً على متغيري درجة الحرارة القصوى والرطوبة النسبية الدنيا تركز المناطق التي تتصف براحة مناخية للسياحة اثناء النهار شمال وجنوب غرب المملكة، وتقل مستويات الراحة المناخية للسياحة اثناء النهار غرب وجنوب شرق المملكة. وعليه تراوحت مستويات الراحة المناخية اثناء النهار بين 21.56 الى 33.62، بمتوسط مكاني للراحة اثناء النهار على مستوى المملكة بلغ 27.63 مما يعني ان غالبية مناطق المملكة تتصف بمناخ غير مريح اثناء النهار، وبلغ انحراف القيم عن متوسطها 2.13، وتعكس قيمتي متوسط وانحراف توزيع مستويات الراحة تركز توزيعها.

بناء على ذلك تظهر نتائج تقييم مستويات الراحة المناخية للسياحة خلال فترة النهار في المدن الرئيسية بالمملكة حسب نتائج مؤشر الراحة نهاراً، تباين مستويات الراحة بين المدن حيث بلغت قيمة المؤشر بمدن منطقة الحدود الشمالية طريف اذ بلغت قيمة المؤشر 22.68 ضمن المناطق المريحة نهارا للسياحة، بينما تقع مدينتي عرعر 24.71، ورفحاء 25.26 في مناطق غير مريحة نسبيا. وتقع مدن

منطقة الجوف كالقريات في منطقة مريحة للسياحة نهارا 23.76، بينما تقع مدينة سكاكا بمنطقة غير مريحة نسبيا 24.36.

وتتباين مستويات الراحة المناخية خلال النهار بمدن منطقة تبوك حيث يبلغ مؤشر الراحة بمدينة تبوك 24، وحقل23.42، والوجه 23.03، واملج 23.73 وهن بذلك يقعن بمناطق مريحة للسياحة نهار، وتقع مدينتي تيما 24.9، والبدع 24.48 بمناطق غير مريحة نسبيا، كما تقع المدن الساحلية لمنطقة تبوك مثل ضبا 27.48 ضمن المناطق غير المريحة للسياحة. وتقع مدينة حائل بمنطقة غير مريحة نسبيا حيث قيمة المؤشر 25.8، كما تقع مدن منطقة المدينة المنورة كالمدينة 29.15، وخيبر 27.6، وينبع 28.15 في مناطق غير مريحة للسياحة نهارا، بينما تقع مدينة العلا بمنطقة غير مريحة نسبيا حيث بلغت قيمة المؤشر 25.4.



شكل22: *مستويات الراحة المناخية اثناء النهار في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الشكلين (10، 14).

وبلغت قيم مؤشر الراحة نهارا في مدن منطقة مكة المكرمة كمدينة مكة 31.3، وجدة 32.11، ورابغ 32.27، والقنفذة 30.56، والطائف 26.7، وبالتالي تقع جميع هذه المدن بمناطق غير مريحة للسياحة اثناء النهار. وتقع مدن منطقة القصيم كمدينة بريدة 27.63، وعنيزة 27.57 بمناطق غير مريحة للسياحة نهارا. في حين بلغت قيم مؤشر الراحة نهارا في مدن المنطقة الشرقية كمدينة الدمام 28.62، والقطيف 27.57، والجبيل 27.19، والهفوف 29.14، وحفر الباطن 26.97، وبالتالي تعاني هذه المدن من وقوهن بمناطق غير مريحة للسياحة نهارا.

كما بلغت قيم مؤشر الراحة خلال النهار في مدن منطقة الرياض كمدينة الرياض على 27.72، والخرج 28.26 ووادي الدواسر 28.92، مما يعني وقوع هذه المدن بمناطق غير مريحة للسياحة نهارا. وتقع مدن منطقة نجران كمدينة نجران على 25.23 في منطقة غير مريحة نسبيا للسياحة في النهار، وتقع مدينة شروره عند مؤشر 28.6، والخرخير 30.21، وكلاهما تقع بمناطق غير مريحة للسياحة نهارا، وتقع مدينة جازان عند مؤشر قيمته 30.92، وهي بذلك تقع بمنطقة غير مريحة للسياحة نهارا. وكذلك الحال مع مدينتي الباحة على 27.43، وبلجرشي 27.56. وتقع مدينة ابها بمنطقة عسير عند مؤشر 25.52 مما يعني وقوعها بمنطقة غير مريحة نسبيا للسياحة نهارا.

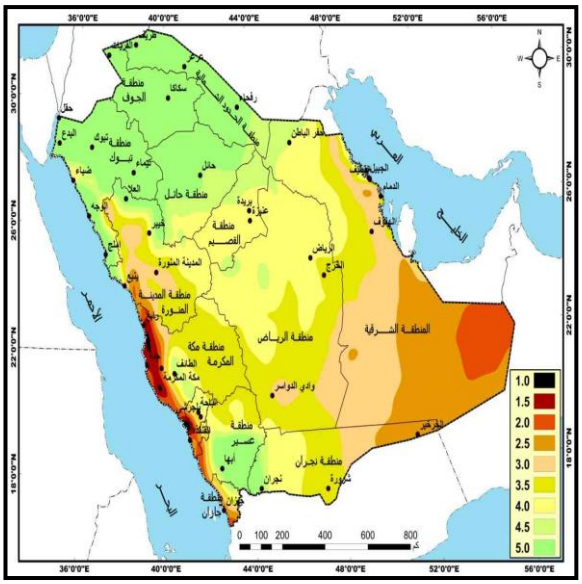
وتبين نتائج تصنيف طبقة الراحة المناخية اثناء النهار حسب بيانات مؤشر المناخ السياحي شكل رقم (23) عكسية علاقة قيم هذا المؤشر مع الاوزان التي وضعت من قبل طريقة مؤشر المناخ السياحي، ومن مؤشرات ذلك اعطيت المناطق التي تتراوح فيها قيم مؤشر الراحة اثناء النهار بين 21 – 26 اعلى وزن (5)، وتقع هذه المناطق شمال وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 539292.3 كم^2، بنسبة 23.14% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع الفئة الثانية حيث الوزن (4.5) بمناطق تراوح مؤشر الراحة نهارا بين 26 – 27 شمال ووسط وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 173099.5 كم^2، بنسبة 7.42% من إجمالي مساحة المملكة.

وتغطي الفئة الثالثة ذات الوزن (4) المناطق التي تتراوح فيها قيمة مؤشر الراحة نهارا بين 27 – 28 وسط وجنوب و جنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 523303.3 كم^2، بنسبة 22.46% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة الرابعة ذات الوزن (3.5) في المناطق التي تراوحت فيها مؤشر الراحة نهارا بين 28 – 29 جنوب ووسط المملكة، بمساحة بلغت 460441.3 كم^2، بنسبة 19.76% من إجمالي مساحة المملكة.

وتمتد الفئة الخامسة التي اعطيت وزن (3) حسب مؤشر المناخ السياحي بمناطق تراوح قيمة مؤشر الراحة نهارا بين 29 – 30 جنوب وجنوب شرق وغرب المملكة، بمساحة بلغت 306001.8 كم^2، بنسبة 13.12% من إجمالي مساحة المملكة.



شكل23:*اوزان فئات مستويات الراحة خلال النهار حسب مؤشر المناخ السياحي في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (22).

وتظهر الفئة السادسة حيث الوزن النسبي (2.5) بالمناطق التي تراوحت قيمة مؤشر الراحة نهارا بين 30 – 31 جنوب شرق ووسط غرب المملكة، بمساحة بلغت 230606.8 كم^2، بنسبة 9.9% من إجمالي مساحة المملكة.

وتغطي الفئة السابعة ذات الوزن (2) المناطق التي تراوحت فيها قيمة مؤشر الراحة نهارا بين 31 – 32 جنوب شرق ووسط عرب المملكة، بمساحة بلغت 80063 كم^2، بنسبة 3.43% من إجمالي مساحة المملكة.

وتمتد الفئة الثامنة المناطق ذات الوزن (1.5) حيث تراوحت قيمة مؤشر الراحة نهارا بين 32 – 33 المنطقة الغربية الوسطى من المملكة، بمساحة بلغت 15357.25 كم^2، بنسبة 0.65% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز الفئة التاسعة في المناطق ذات الوزن (1) وقيمة مؤشر الراحة نهارا بين 33 – 34 غرب وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 2506.75 كم^2، بنسبة 0.1% من إجمالي مساحة المملكة.

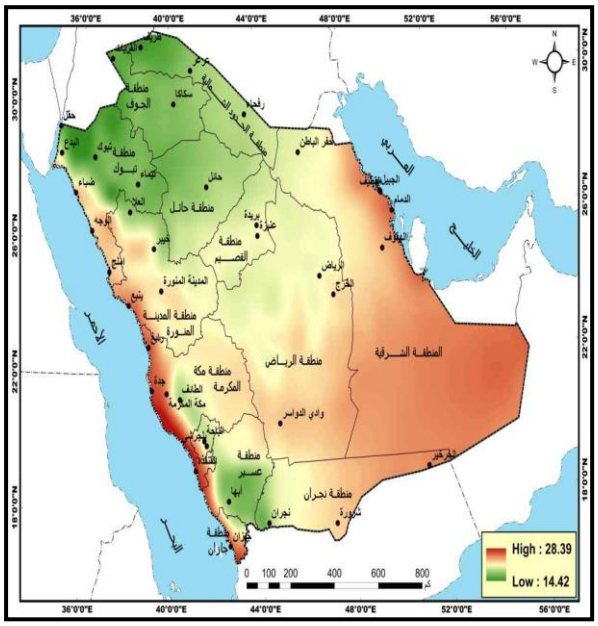
مؤشر الراحة المناخية اليومية (CIA)

يتم اشتقاق طبقة مؤشر الراحة اليومية بالاعتماد على متغيري متوسط درجة الحرارة اليومية ومتوسط الرطوبة النسبية اليومية اللذان تم تحليل نتائجهما في فقرة سابقة. وبذلك تبين نتائج اشتقاق طبقة مؤشر الراحة اليومية في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (24) تركز المناطق التي تتصف براحة مناخية يومية للسياحة شمال ووسط وجنوب غرب المملكة، وتقل مستويات الراحة المناخية للسياحة غرب وجنوب شرق المملكة.

وبذلك تراوحت مستويات الراحة المناخية اليومية بين 14.42 الى 2839، بمتوسط مكاني للراحة اليومية على المستوى المكاني للمملكة 21.42 وانحراف معياري لتبعثر التوزيع حول المتوسط المكاني بلغ 2.35، وتشير قيمتي متوسط وانحراف توزيع مستويات الراحة اليومية تركز توزيعها.

بناء على ذلك تظهر نتائج تقييم مستويات الراحة المناخية اليومية للسياحة في مدن المملكة الرئيسية حسب مؤشر الراحة اليومية تباين مستويات الراحة بمدن منطقة الحدود الشمالية اذ تقع مدينة طريف حيث قيمة المؤشر اليومي للراحة 16.22 بمنطقة راحة مائلة للبرودة، بينما تقع مدينتا عرعر 18.57، ورفحاء على 19.57 في مناطق مريحة. وتقع كل من مدينتي القريات 16.84، وسكاكا 17.92 بمنطقة الجوف في مواقع ذات راحة مائلة للبرودة.

وتتباين مستويات الراحة المناخية اليومية بمدن منطقة تبوك حيث بلغ مؤشر الراحة اليومي لمدن تبوك 16.83، وحقل17.3 في مناطق ذات راحة مائلة للبرودة، وتقع مديني البدع 19.88، وتيما 18.13، في مناطق مريحة، بينما تقع مدن الوجه 22.59، واملح 23.03، وضبا 22.96 بمناطق راحة مائلة للحرارة. وتقع مدينة حائل بمنطقة غير مريحة للسياحة اليومية حيث بلغت قيمة المؤشر 18.96، وتقع مدن منطقة المدينة المنورة كالمدينة 22.06، وخيبر 21 في مناطق مريحة مائلة للحرارة، بينما تقع مدينة العلا 18.66 بمنطقة مريحة للسياحة، وتقع مدينة ينبع 25.16 بمنطقة انزعاج حراري.



شكل24:*مستويات الراحة المناخية اليومية في المملكة بين عامي 2002 – 2022*
المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الشكلين (12، 16).

وبلغت قيم مؤشر الراحة اليومي في مدن منطقة مكة المكرمة كمدينة مكة 24.47، ورابغ 25.96، وجدة 26.36 حيث الانزعاج المائل للحرارة، وتقع مدينة الطائف 19.7 في منطقة مريحة للسياحة اليومية، بينما تقع مدينة القنفذة 27.15 في منطقة ازعاج شديد للحرارة. وتقع مدن القصيم بريدة 21.2، وعنيزة 21.23 بمناطق مريحة مائلة للحرارة. وتتباين قيم مؤشر الراحة اليومية في مدن المنطقة الشرقية حيث بلغت في الدمام 25.22، وفي القطيف 24.6، والجبيل 24.4 في مناطق غير مريحة، وتقع مدينتي الهفوف 23.1 بمنطقة راحة مائلة للحرارة، وتقع مدينة حفر الباطن 20.9 في منطقة مريحة.

وبلغت قيم مؤشر الراحة اليومية في مدن منطقة الرياض كمدينة الرياض على 21.47، والخرج 22.07، ووادي الدواسر 21.72، مما يعني وقوع هذه المدن بمناطق راحة مائلة للحرارة. وتقع مدن منطقة نجران كمدينة نجران 18.46 في منطقة مريحة للسياحة، وتقع مدينة شروره على مؤشر 22.51 ضمن المناطق المريحة المائلة للحرارة، والخرخير 24.38 في منطقة غير مريحة نسبيا للسياحة. وتقع مدينة جازان بمنطقة غير مريحة نسبيا مائلة للحرارة حيث بلغت قيمة المؤشر اليومي للراحة 25.9. كما تقع مدينتي الباحة 20.34، وبلجرشي 20.3 بمناطق مريحة يوميا. كذلك

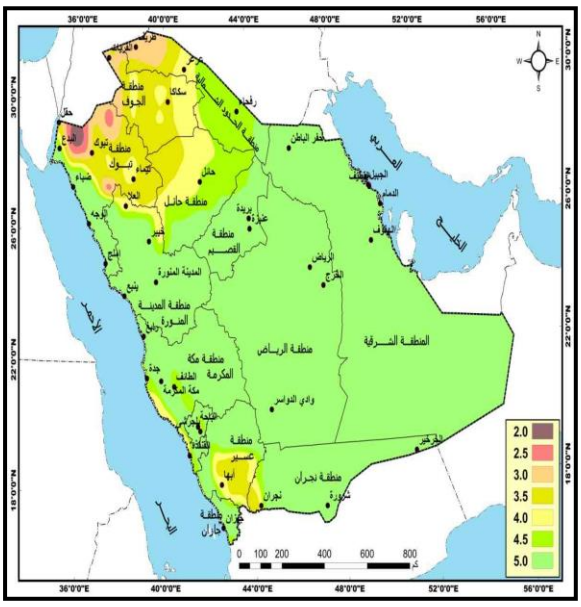
الحال تقع مدينة ابها بمنطقة عسير عند مؤشر 18.42 بمنطقة مريحة نسبيا للسياحة.

وتبين نتائج تصنيف طبقة الراحة المناخية اليومية شكل رقم (25) ان المناطق التي تتراوح قيمة مؤشر الراحة اليومية فيها حسب جداول المناخ السياحي بين (20 – 26) بوزن نسبي (5) تغطي غالبية المملكة، بمساحة بلغت 1727616 كم^2، بنسبة 74.11% من إجمالي مساحة المملكة.

وتقع المناطق التي تتصف بوزن نسبي (4.5) حيث تتراوح قيم مؤشر الراحة المناخية اليومية بين (19 – 20)، و (26 – 27) شمال وشمال غرب وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 178450.75 كم^2، بنسبة 7.65% من إجمالي مساحة المملكة.

وتغطي المناطق حيث بلغ الوزن النسبي (4) بالمناطق التي تراوحت فيها قيمة مؤشر الراحة اليومية بين (18 – 19)، و (27 – 28) شمال وسط وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 150941.75 كم^2، بنسبة 6.47% من إجمالي مساحة المملكة.

وتمتد المناطق التي اعطيت وزن (3.5) حسب طريقة الراحة المناخية للسياحة بمناطق تراوح قيمة مؤشر الراحة اليومي بين (18 – 17)، و (29 – 28) شمال غرب وجنوب غرب المملكة، بمساحة بلغت 196666.05 كم^2، بنسبة 8.44% من إجمالي مساحة المملكة.



شكل25: *اوزان فئات مستويات الراحة اليومية حسب مؤشر المناخ السياحي في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (24).

وتظهر المناطق ذات الوزن النسبي (3) للراحة المناخية للسياحة بمناطق تراوح قيمة مؤشر الراحة اليومي بين (16 – 17) شمال وشمال غرب المملكة، بمساحة بلغت 62729.17 كم^2، بنسبة 2.69% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز مناطق الوزن (2.5) حيث تتراوح قيمة مؤشر الراحة اليومية بين (16 – 15) شمال غرب المملكة، بمساحة بلغت 9858.5 كم^2، بنسبة 0.42% من إجمالي مساحة المملكة.

وتبرز المناطق ذات الوزن (2) حيث تقل قيم مؤشر الراحة اليومي عن 15 وذلك شمال غرب المملكة، بمساحة بلغت 4879 كم^2، بنسبة 0.2% من إجمالي مساحة المملكة.

نطاقات الراحة المناخية حسب مؤشر المناخ السياحي (TCI):

يتم استخراج المعامل النهائي للمناخ السياحي من مجموع معاملات المتغيرات الخمسة السابقة (Mieczkowski 1985, p.223). الراحة المناخية خلال فترة النهار، والراحة المناخية خلال اليوم، وكمية الامطار الشهرية، وعدد ساعات الاشعاع اليومي، وسرعة الرياح كم/ساعة، وسبق ان تم اشتقاق الطبقات المعلوماتية بجميع هذه المدخلات ضمن نموذج مؤشر المناخ السياحي.

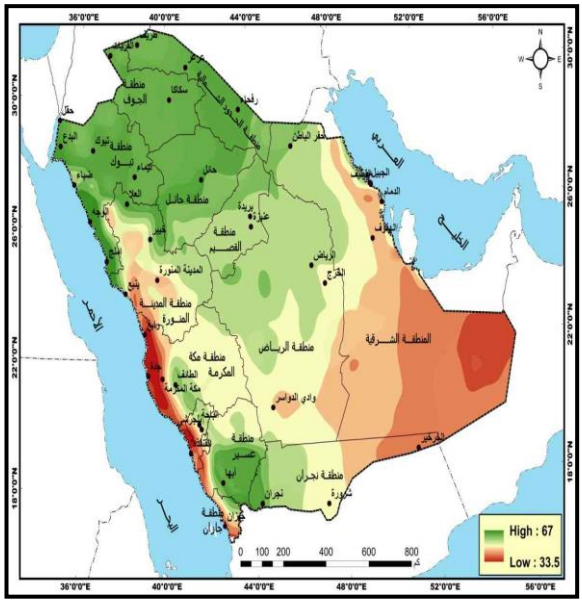
وبذلك تبين نتائج اشتقاق طبقة مؤشر الراحة المناخية في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل (26) بالاعتماد على المتغيرات السابقة تراوح قيمة مؤشر المناخ السياحي بين 33.5% في المناطق غير المواتية للسياحة الى 67% في المناطق التي تتصف بمناخ جيد للسياحة، بمتوسط مكاني للراحة المناخية خلال هذه المدة على مستوى المملكة للراحة بلغ 55.57% مما يعني ان المناخ السياحي مقبول، وبلغ انحراف القيم عن متوسطها المكاني 6.48%، وبذلك تعكس قيمتي متوسط وانحراف توزيع مستويات الراحة تركز توزيعها حيث تظهر المناطق التي تتصف براحة مناخية جيدة للسياحة شمال وشمال غرب وجنوب غرب المملكة، وتقل مستويات الراحة المناخية للسياحة جنوب شرق وغرب المملكة.

بناء على ذلك تظهر نتائج تقييم مستويات الراحة المناخية للسياحة في المدن الرئيسية بالمملكة حسب مؤشر المناخ السياحي تباين مستويات الراحة بين المدن، ومما يؤكد ذلك بلغت قيم مؤشر المناخ السياحي في مدن منطقة الحدود الشمالية طريف 62.5%، وعرعر 63.5%، ورفحاء 64% وعليه يتصف مناخ مدن الحدود الشمالية بكونه جيد للسياحة. ويبلغ مؤشر المناخ السياحي في مدن منطقة الجوف 63.5%، وسكاكا 63%، وبالتالي يتصف مناخ مدن الجوف كذلك بكونه جيد للسياحة.

وتتباين قيم مؤشر المناخ السياحي في مدن منطقة تبوك حيث بلغ المؤشر 63.3% في مدينة تبوك، و64% في مدينة حقل، و 66.5% في مدينتي الوجه واملح، و 63.5 في مدينة تيما، و65% في مدينة البدع، و 59% في مدينة ضبا، وبذلك يتصف مناخ جميع مدن تبوك باستثناء مدينة ضبا التي تمتاز بمناخ سياحي مقبول بكونها ذات مناخ جيد للسياحة. وتبلغ قيمة مؤشر المناخ السياحي بمدينة حائل 65% وهو بذلك مناخ سياحي جيد.

وتختلف قيم مؤشر المناخ السياحي بمدن منطقة المدينة المنورة المدينة 49.5%، وخيبر 58.5%، وينبع 58.5%، والعلا 64.5%، مما يعني مناخ ضعيف الملاءمة للسياحة في المدينة المنورة، ومناخ مقبول للسياحة في مدينتي خيبر وينبع، ومناخ جيد للسياحة في مدينة العلا.

وبلغت قيم مؤشر المناخ السياحي في مدن منطقة مكة المكرمة: مكة 42.5%، وجدة 38%، ورابغ 39%، والقنفذة 46%، والطائف 60%، وتشير هذه النتائج الى وجود مناخ ضعيف الملاءمة للسياحة في مدينة مكة المكرمة، وغير ملائم في مدينتي جدة ورابغ، وملائم بمستوى جيد في مدينة الطائف. ويتصف مناخ مدن منطقة القصيم في مدينتي بريدة عنيزة بكونه مقبول للسياحة اذ بلغت قيمة المؤشر 57.5% لكل منها.



شكل 26: *مستويات الراحة المناخية في المملكة حسب مؤشر (ميكزكوفسكي) بين عامي 2002 – 2022*

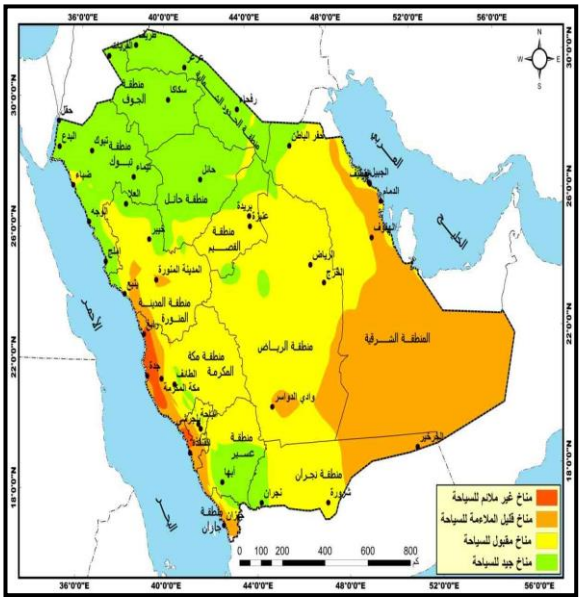
المصدر: الباحثة تطبيق معادلة (ميكزكوفسكي) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على الاشكال (17، 19، 21، 23، 25).

وبلغت قيم مؤشر المناخ السياحي في مدن المنطقة الشرقية الدمام 53.5%، والقطيف 57.5، والجبيل 57.5، والهفوف 49.5، وحفر الباطن 61.5، وبالتالي تشير هذه النتائج الى وجود مناخ مقبول للسياحة في مدن الدمام والقطيف والجبيل، ومناخ قليل الملاءمة للسياحة في مدينة الهفوف، ومناخ سياحي جيد في مدينة حفر الباطن.

وبلغت قيم مؤشر المناخ السياحي في مدن منطقة الرياض: الرياض على 57.5%، والخرج 53.5%، ووادي الدواسر 53.5، مما يعني وقوع هذه المدن بمناطق ذات مناخ مقبول للسياحة. وتقع مدن منطقة نجران: نجران 65%، وشروره 53.5%، والخرخير 45.5%، وتشير هذه القيم الى مناخ جيد للسياحة في مدينة نجران، ومقبول في مدينة شروره، وقليل الملاءمة للسياحة في مدينة الخرخير. وتتصف مدينة جازان بمناخ قليل الملاءمة للسياحة اذا بلغت قيمة مؤشر المناخ السياحي 46%. وتتمتع مدينتي الباحة 56.5%، وبلجرشي 57% بمناخ مقبول للسياحة. في حين تتصف مدينة ابها بمنطقة عسير بمناخ جيد للسياحة حيث بلغت قيمة مؤشر المناخ السياحي 65%.

وتظهر نتائج تصنيف طبقة مؤشر المناخ السياحي في المملكة بين عامي 2002 – 2022 شكل رقم (27) وجود اربعة اقاليم مناخية للسياحة في المملكة الاول في المناطق التي تتصف بمناخ سياحي جيد تجاوزت فيها قيم مؤشر المناخ السياحي 60% ويقع هذه الاقليم شمال وشمال غرب المملكة ضمن مناطق الحدود الشمالية والجوف وتبوك وجائل والاخر جنوب غرب المملكة بمنطقتي عسير ونجران، بمساحة بلغت 699908.4 كم^2، بنسبة 30.02% من إجمالي مساحة المملكة.

ويغطي النطاق الثاني المناطق التي تتصف بمناخ سياحي مقبول وذلك حيث تراوحت قيمة مؤشر المناخ السياحي بين 60 – 50% وسط وجنوب المملكة، بمساحة بلغت 1033867 كم^2، بنسبة 44.35% من إجمالي مساحة المملكة.



شكل 27: *فئات توزيع مستويات الراحة المناخية للسياحة في المملكة بين عامي 2002 – 2022*

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الطبقة المعلوماتية في الشكل رقم (26).

ويمتد النطاق الثالث في المناطق التي تتصف بمناخ قليل الملاءمة للسياحة وذلك حيث تراوحت قيمة مؤشر المناخ السياحي بين 50 – 40% جنوب شرق وغرب المملكة، بمساحة بلغت 579505.1 كم^2، بنسبة 24.85% من إجمالي مساحة المملكة.

ويبرز النطاق الرابع في المناطق التي تتصف بمناخ غير ملائم للسياحة وذلك حيث تراوحت قيمة مؤشر المناخ السياحي بين 40 – 30% غرب وجنوب غرب منطقة مكة المكرمة والباحة غرب المملكة، بمساحة بلغت 17863.03 كم^2، بنسبة 0.76% من إجمالي مساحة المملكة.

الخاتمة

أكدت نتائج تطبيق مؤشر الانزعاج الحراري لتوم في المملكة بين عامي 2002 – 2022 ان قيمة المتوسط المكاني على مستوى المملكة 25.4 مما يعني وقوع غالبية المساحة ضمن المنطقة التي تتصف بانزعاج مائل للحرارة، وبرزت المناطق الاكثر ملاءمة للسياحة البيئية شمال وجنوب غرب المملكة، وتقل ملاءمة المناطق الواقعة جنوب شرق وجنوب ووسط وغرب المملكة، ومن المدن التي اتصف مناخها براحة تامة طريف والقريات وتبوك وحقل خلال هذه المدة.

وتوصلت نتائج مؤشر الراحة اثناء النهار في المملكة خلال المدة نفسها ان متوسط قيمة مؤشر الراحة نهارا بلغ 27.63 مما يعني ان غالبية مناطق المملكة تتصف بمناخ غير مريح اثناء النهار، وتباين مواقع المدن حسب هذا المؤشر حيث وقعت مدن طريف والقريات وتبوك وحقل والوجه واملج في مناطق مريحة للسياحة نهارا.

وتبين نتائج مؤشر الراحة اليومية للسياحة ان قيمة المتوسط المكاني للمؤشر على مستوى المملكة 21.42، وتتركز المناطق التي تتصف براحة مناخية يومية للسياحة شمال ووسط وجنوب غرب المملكة، وتقل مستويات الراحة المناخية للسياحة غرب وجنوب شرق المملكة، وبذلك تقع مدن عرعر ورفحاء والبدع وتيما والعلا والطائف ونجران والباحة و بلجرشي وابها بمناطق مريحة للسياحة حسب مؤشر الراحة اليومية للسياحة.

واظهرت نتائج تطبيق مؤشر الراحة المناخية ان قيمة متوسط مؤشر المناخ السياحي على المستوى المكاني للمملكة بلغ 55.57% مما يعني ان المناخ السياحي مقبول، وتجاوزت ملاءمة المناخ السياحي 60% في مدن طريف وعرعر ورفحاء والجوف وسكاكا وتبوك وحقل والوجه واملج وتيما والبدع وحائل والعلا والطائف وحفر الباطن ونجران وابها، وبالتالي يتصف مناخ هذه المدن بكونه جيد للسياحة حسب مؤشر المناخ السياحي.

محددات الدراسة

من اهم الصعوبات التي واجهتها الباحثة صعوبة الحصول على بيانات مناخية بصورة عامة ومتصلة للعناصر المناخية لنفس المدة لجميع محطات الرصد الارضي في المملكة بصورة خاصة، فبعض محطات الرصد الارضية تتوفر عنها بيانات لمدة 30 عام وأخرى لمدة 20 عام وثالثة لمدة 15 عام وأخرى لمدة 10 اعوام، أي لا تتوفر بيانات متصلة لنفس المدة في جميع محطات الرصد الارضية، فضلا عن ذلك تتركز غالبية محطات الرصد الارضية لعناصر المناخ في مدن المملكة، وتفتقر مساحات شاسعة من اراضي المملكة لمحطات رصد ارضية لعناصر المناخية، لذا فان الدقة المكانية او المسافة بين محطات الرصد الارضية واسعة.

ومن هذا المنطلق وبالرجوع الى الدراسات السابقة لنفس الموضوع وجدت الباحثة ان هناك عدد من الدراسات المناخية داخل وخارج المملكة قد اعتمدت على بيانات الاقمار المناخية في دراسة عناصر المناخ ووجدت هذه الدراسات تشابه في نتائج تحليل العناصر المناخية بين محطات الرصد الارضي وبيانات الاقمار الصناعية، وبالتالي لجأت الباحثة الى الاعتماد عليها في تحديد نطاقات الراحة المناخية في مدن المملكة، ومن أهم ما تمتاز به امكانية الحصول على بيانات الاقمار المناخية عن امكانية الحصول عن بيانات المحطات الارضية كون بيانات الاقمار الصناعية المناخية تتوفر مجانا لعدد من الأقمار، فضلا عن ان توفر بياناتها لمدة زمنية، وتتصف بيانات الاقمار الصناعية التي توفرها وكالة ناسا بكونها متصلة او مستمرة للمنطقة لمدة طويلة بين عامي 1981 – الى 2023 في مختلف الوحدات المكانية والجغرافية للمملكة، وتغطي بيانات الاقمار الصناعية كل مناطق المملكة الريفية والصحراوية والحضرية، وبالتالي فهي لا تقتصر على مواضع معينة في المدن كمحطات الرصد الأرضي، لذلك فإن دقتها المكانية ستكون اعلى من دقة بيانات محطات الرصد الارضي وتتراوح هذه الدقة من 1.1 كم كبيانات القمر الصناعي (FLDAS) الى 27000 كم بين محطة او خليه وأخرى للقمر الصناعي (TRMM) الى 54000 كم لكل من (Merra, Gldas) بين كل محطة رصد وأخرى، وبالتالي فان نتائج عمل الاستكمال او (interpolation) في بيئة نظم المعلومات الجغرافية ستكون اكثر دقة، وتمتاز بيانات الاقمار الصناعية المناخية بتوفر بياناتها على مستويات زمانية دقيقة ومتباينة (ساعية، يومية، شهرية)، والأكثر أهمية من كل ذلك توفر وكالة ناسا هذه البيانات بصيغ مختلفة اما على شكل بيانات كمية (احصاءات)، او على شكل طبقات (Raster) يمكن التعامل معها بسهولة كبيرة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، ويمكن للباحث الحصول عليها على أي مستوى زماني، وبالتالي فان هذه البيانات مثلها مثل بيانات الاقمار الصناعية الاخرى ك (SPOT, LANDSAT, SENTINEL) توفر على الباحث الوقت والجهد عن اجراء البحث العلمي.

وبعد قيام الباحثة بجمع هذه البيانات من موقع وكالة ناسا على شكل طبقات (Raster) واجهت الباحثة صعوبة التعامل مع هذه البيانات كما هي وتمثلت اولى الصعوبات في التعامل معها كونها مرجعة بنظام الاحداثيات الجغرافي فكان لابد من التغلب على هذه الصعوبة بتغير نظام احداثيات الطبقات الى النظام المتري، من الصعوبات كذلك التي وجهتها الباحثة تحديد الخوارزمية المناسبة لعمل استكمال (interpolation) فحاولت الباحثة الى موقع ازري (ARCGIS Desktop) للتعرف على استخدام كل خوارزمية وتطبيق عدد من الخوارزميات على بيانات منطقة الدراسة ومراجعة الطبقات الناتجة عن كل خوارزمية لتحديد أفضلها في عمل الاستكمال، وتوصلت الباحثة الى ان نتائج خوارزمية وزن المسافة المعكوسة (IDW) كانت الافضل من غيرها في تطابق نتائجها مع الواقع ومن ثم اعتمدتها الدراسة في عمل (interpolation) للعناصر المناخية، ومن الصعوبات التي واجهتها الباحثة هي اختلاف الدقة المكانية لطبقات العناصر المناخية التي تم الحصول عليها من وكالة ناسا، وبالتالي كان من الصعب على الباحثة تطبيق المعادلات الرياضية الخاصة بمؤشرات الانزعاج الحراري ل (Thom's) والمناخ السياحي (Tourism Climate Index) وغيرها من الصيغ الرياضية في الحاسبة

الخلوية (Raster Calculator) لبرنامج (GIS) من دون التغلب على هذه الإشكالية، وبالتالي تم التغلب على هذه الاشكالية من خلال مرافقة عملية الاستكمال بتوحيد الدقة المكانية لجميع الطبقات الناتجة عن خوارزمية (IDW) عند 500 م لجميع طبقات العناصر المناخية المستخدمة في تطبيق هذه المؤشرات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، ومن الصعوبات التي واجهتها الباحثة اثناء تطبيق خوارزمية الاستكمال لدقة مكانية أعلى من ذلك كانت العملية تأخذ وقت طويل لتنفيذ البرنامج كل عملية بسبب كبر مساحة منطقة الدراسة والدقة المكانية العالية لبعض المتغيرات المناخية، وهناك صعوبة اخيرها واجهتها الدراسة هي كيفية تحديد مستويات الانزعاج الحراري والراحة خلال النهار واليوم ومؤشر الراحة المناخية على مستوى المدن، وتم التغلب على هذه الاشكالية باستيراد طبقة (Shapfile point) للمدن ضمن برنامج ARC GIS وإسقاطها على طبقات المؤشرات السابقة ومن ثم تم استعمال اداة الاستعلام (Identify) في البرنامج نفسه في النقر فوق كل نقطة لكل مدينة وبالتالي تم معرفة قيم مؤشرات الانزعاج الحراري والراحة خلال النهار واليوم ومؤشر الراحة المناخية على مستوى المدن.

التوصيات

- اعتماد الخرائط الموضوعية ضمن الخطط المستقبلية لتنمية السياحة البيئية والأخذ بنتائج مؤشرات الراحة المناخية لاسيما نتائج مؤشر المناخ السياحي الذي تم من خلاله التقييم الكمي للمناخ السياحي من خلال دمج عدة متغيرات في مؤشر واحد، فضلا عن كونه أكثر مؤشرات المناخ استخداماً في تحديد راحة الإنسان.
- اعطاء الاولوية عند توزيع مشاريع التنمية السياحية في المستقبل للمناطق التي اتصف بملاءمة عالية لمناخها للسياحة بالذات المناطق الواقعة شمال وجنوب غرب المملكة.
- التركيز على تنمية السياحة البيئية في المدن التي تتصف براحة مناخية تامة للسياحة كمدن طريف والقريات وتبوك وحقل والوجه واملح وعرعر ورفحاء والبدع وتيما والعلا والطائف ونجران والباحة وبلجرشي وابها طريف وعرعر والجوف وسكاكا وحائل والعلا والطائف وحفر الباطن.
- تطوير الاستراتيجيات اللازمة للتخفيف من تعرض السائح لمستويات عالية وخطرة من الانزعاج الحراري في المناطق التي يعبرون فيها عن انزعاجهم من الظروف الحرارية البيئية شرق وجنوب شرق وجنوب وغرب المملكة بمناطق الشرقية وجازان ومكة المكرمة والمدينة المنورة.
- اتخاذ التدابير اللازمة من قبل صانعي القرار للتخفيف من اثار الانزعاج الحراري خاصة في مدينتي مكة المكرمة والمدينة المنورة كونها من المدن التي يقصدها الزوار بكثافة عالية نظراً لأهميتها الدينية .

الإفصاح والتصريحات

تضارب المصالح: ليس لدى المؤلف أي مصالح مالية أو غير مالية ذات صلة للكشف عنها. المؤلفون يعلنون عن عدم وجود أي تضارب في المصالح.

الوصول المفتوح: هذه المقالة مرخصة بموجب ترخيص إسناد الإبداع التشاركي غير تجاري 4.0 الدولي(CC BY- NC 4.0) ، الذي يسمح بالاستخدام والمشاركة والتعديل والتوزيع وإعادة الإنتاج بأي وسيلة أو تنسيق، طالما أنك تمنح الاعتماد المناسب للمؤلف (المؤلفين) الأصليين. والمصدر، قم بتوفير رابط لترخيص المشاع الإبداعي، ووضح ما إذا تم إجراء تغييرات. يتم تضمين الصور أو المواد الأخرى التابعة لجهات خارجية في هذه المقالة في ترخيص المشاع الإبداعي الخاص بالمقالة، إلا إذا تمت الإشارة إلى خلاف ذلك في جزء المواد. إذا لم يتم تضمين المادة في ترخيص المشاع الإبداعي الخاص بالمقال وكان الاستخدام المقصود غير مسموح به بموجب اللوائح القانونية أو يتجاوز الاستخدام المسموح به، فسوف تحتاج إلى الحصول على إذن مباشر من صاحب حقوق الطبع والنشر. لعرض نسخة من هذا الترخيص، قم بزيارة:

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

المراجع

ابراهيم، احمد. (2020). تأثير التغيرات المناخية علي السياحة الوافدة إلي مصر "دراسة حالة إقليم قناة السويس"، *مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية*، 2(35)، ص 268- 297.
-https://search.emarefa.net/ar/detail/BIM-1160606

ابن حشر، فهد فلاح، التقييم الجغرافي للرحة الفسيولوجية لتطبيقها على رؤى التنمية السياحية في المملكة العربية السعودية. المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية. مج 12(2) . ص 7 - 25.
https://search.mandumah.com/Record/1039114

البلوي. أمل ، ورغي. صارة (2022م): تقييم الملاءمة المكانية لمواقع السياحة البيئية في محافظة الأحساء بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، *المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث ، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية*، 6(1) . https://journals.ajsrp.com/index.php/jhss/article/view/4606

البيانيّ، عدنان هزاع: (1998) الحرارة المؤثرة وإحساس الإنسان بالحالة المناخيّة في مدينة – الدوحة، *مجلّة كلّيّة الإنسانيّات والعلوم الاجتماعيّة* (21)، قطر، الدوحة.
https://search.mandumah.com/ Author/Home? author

الحربي، منى سالم. 2021 . أثر المناخ على السياحة في محافظة العلا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. *مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية*. 13 (2) 759. – 798.
https://drive.uqu.edu.sa/_/jss/files/13(2)/13_% 8

الدوريّ، سماح إبراهيم (2009) أثر التذبذب المناخيّ على راحة الإنسان في محافظة صلاح الدين، رسالة ماجستير غير منشورة جامعة تكريت، العراق.

رشيد، مازن محمد أمين: (2012)، التباين الطبوغرافي وأثره على أشهر الراحة في محافظة أربيل، *مجلة جامعة كركوك للعلوم الانسانية*، (3).

سعيد ، ايفان ، صالح ، بايمان (2021): الامكانات البيئية للتنمية السياحية في قضاء دربنديخان، *مجلة كردستان للدراسات الاستراتيجية*،

ijtimāʻīyah. 13 (2). 759 – 798. https : / / drive. uqu. edu. sa / _ / jss / files / 13 (2) / 13 _ % 8

Al-ʻItābī, Nādiyah, Ḥumaydī, Maytham. (2021), Khaṣāʼiṣ al-munākh al-siyāḥī fī Qaḍāʼ Badrah Sharqī Muḥāfaẓat Wāsiṭ, Majallat Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmiʻat Wāsiṭ, 2 (45), 225-245. https : / / www. researchgate. net / publication / 357237679 _ khsays _ almnakh _ alsyahy _ fy _ qda _ bdrt _ shrqy _ mhafzt _ wast

Alʻs, Firās (2021) : Qiyās Muʼashshirāt alrrāḥh alfyzywlwjyyh fī Madīnat Bayrūt wa-taḥdīd al-fatarāt al-mulāʼimah munākhyyan llṣṣḥh wālssyāḥh, Awrāq thqāfyyh, al-ʻadad 13, Lubnān.

Alṭwyhr, Jamīlah Ḥammād Ṣāliḥ : (2022). al-Tawzīʻ al-makānī lmnāṭq al-Rāḥah al-muanākhīyah fī al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah : dirāsah khrāʼṭyh. Majallat Kullīyat al-Ādāb wa-al-ʻUlūm al-Insānīyah, (41). 379-329. https : / / journals. ekb. eg / article _ 254358 _ 0. Html

Al-Yāsirī, Ḥusayn Faraj, al-Jūrānī, Fahd (2018) : Tanmiyat al-Siyāḥah al-bīʼīyah fī Muḥāfaẓat al-Baṣrah Hawr almshb wālṣlāl unamūdhajan, al-Muntadá al-Waṭanī li-Abḥāth al-Fikr wa-al-Thaqāfah, (36), 201-236.

Andelkovic, G., Pavlovi, S., Durdi, S., Belij, M., Stojkov, S. (2016). Tourism climate comfort index (TCCI) – an attempt to evaluate the climate comfort for tourism purposes: the example of Serbia. Glob. NEST J. Vol, 18 (3), pp. 482–493.

Bakhtiari. B, Bakhtiari. A, Gorouh. A: (2018), Investigation of climate change impacts on tourism climate comfort in Iran, Global NEST Journal, Vol 20, No 2, pp 291-303

Cetin. M, Adiguzel. F, Kaya. O, Sahap.A: (2016), Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin, Environment Development and Sustainability, Vol, 18, No, 6, pp.1-15.

Dasari, H. P., Desamsetti, S., Langodan, S., Viswanadhapalli, Y., & Hoteit, I. (2021). Analysis of outdoor thermal discomfort over the Kingdom of Saudi Arabia. GeoHealth, Vol, 5, pp. 1-9.

Emmanuel, R. (2005). Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. Build. Environ. Vol, 40, pp.1591–1601.

Faraj, T. K., Tarawneh, Q.Y., Oroud. M. (2022). The applicability of the tourism climate index in a hot arid environment: Saudi Arabia as a case study, International Journal of Environmental Science and Technology, Vol,19, Iss,10, pp.1-20.

Fāyid, Yūsuf ʻAbd-al-Majīd (1971m) : jughrāfīyah al-munākh wa-al-nabāt, Dār al-Nahḍah al-ʻArabīyah, al-mujallad 1, ṣ108, Lubnān. https : / / ar. lib. efatwa. ir / 40553/1 / 1

Fichett, J.M., Hoogendoorn, G., Robinson, D. (2016). Data challenges and solutions in the calculation of Tourism Climate Index (TCI) scores in South Africa. Tourism, Vol, 64 (4), pp.359–370.

Hasanah. N. A. I. H, Maryetnowati. Edelweis.D, F.H, Indriyani. F, Nugrahayu. Q: (2020). The climate comfort assessment for tourism purposes in Borobudur Temple Indonesia, Heliyon Vol, 6, pp.1-9.

Ibn Ḥashr, Fahd Falāḥ, al-Taqyīm al-jughrāfī llrḥh alfsywlwjyh li-taṭbīqiha ʻalá Ruʼá al-tanmiyah al-siyāḥīyah fī al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah. al-Majallah al-ʻArabīyah li-nuẓum al-maʻlūmāt al-jughrāfīyah. Majj 12 (2). Ṣ 7-25. https : / / search. mandumah. com / Record / 1039114

Ibrāhīm, Aḥmad. (2020). Taʼthīr al-taghayyurāt al-muanākhīyah ʻAlī al-Siyāḥah al-wāfidah ilá Miṣr "dirāsah ḥālat Iqlīm Qanāt al-Suways", Majallat Kullīyat al-Ādāb wa-al-ʻUlūm al-Insānīyah, 2 (35), Ṣ 268-297. https : / / search. emarefa. net / ar / detail / BIM-1160606-

Liu, T. M. (2016): The influence of climate change on tourism demand in Taiwan national parks, Tourism Management Perspectives, Vol, 20, pp. 269-275.

كردستان ، العراق https://kissrjour.org/index.php/jkss/article /view/30

الطويهر، جميلة حماد صالح: (2022). التوزيع المكاني لمناطق الراحة المناخية في المملكة العربية السعودية: دراسة خرائطية. *مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية*، (41). 379 - 329. https://journals.ekb.eg/article_254358_0.html

العتابي، نادية، حميدي، ميثم. (2021)، خصائص المناخ السياحي في قضاء بدرة شرقي محافظة واسط، *مجلة كلية التربية، جامعة واسط*، (45)2 ، 225 - https://www.researchgate.net/publication/357237679.245 _hsays_almnakh_alsyahy_fy_qda_bdrt_shrqy_mhafzt_ wast

العس، فراس (2021): *قياس مؤشرات الرّاحة الفيزيولوجيّة في مدينة بيروت وتحديد الفترات الملائمة مُناخيًّا للصّحة والسّياحة*، *أوراق ثقافيّة*، العدد 13، لبنان.

فايد ، يوسف عبدالمجيد(1971م): *جغرافية المناخ والنبات ، دار النهضة العربية* ، المجلد 1، ص108، لبنان. https://ar.lib.efatwa.ir/40553/1/1

مختار، محمد أبو الحسن: (2017)، تطبيق قرينة ثوم الحرارية على راحة الانسان في مدينة الاحساء، *المجلة العلمية لجامعة الامام المهدي*، (10). https://swideg-geography.blogspot.com/2019/06/blog-post_588.html?spref=pi

مندور ، مسعد سلامة (2005م):أقاليم الراحة والارهاق المناخي بمصر ، *المجلة الجغرافية العربية* ، الجمعية الجغرافية المصرية ، 37(46) ،215- 239 ، القاهرة . https://search.mandumah.com/Author/ Home?author

الياسري، حسين فرج ، الجوراني، فهد (2018): تنمية السياحة البيئية في محافظة البصرة هور المسحب والصلال أنموذجًا، المنتدي الوطني لأبحاث الفكر والثقافة، (36)،201-236.

References

Al-Balawī. Amal, Warghī. Ṣārah (2022m) : Taqyīm al-mulāʼamah al-makānīyah li-mawāqiʻ al-Siyāḥah al-bīʼīyah fī Muḥāfaẓat al-Aḥsāʼ bi-al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah bi-istikhdām naẓm al-maʻlūmāt al-jughrāfīyah, al-Majallah al-ʻArabīyah lil-ʻUlūm wa-nashr al-Abḥāth, Majallat al-ʻUlūm al-Insānīyah wa-al-Ijtimāʻīyah, 6 (1). https : / / journals. ajsrp. com / index. php / jhss / article / view / 4606

Albyātī, ʻAdnān Hazzāʻ : (1998) al-Ḥarārah al-muʼaththirah wʼḥsās al-insān bi-al-ḥālah almunākhyyh fī Madīnat – al-Dawḥah, mjllh kllyyh alʼnsānyyāt wa-al-ʻUlūm alājtmāʻyyh (21), Qaṭar, al-Dawḥah. https : / / search. mandumah. com / Author / Home? Author

ALDabbas. A, Gal. Z, Attila. B :(2018) Neural network estimation of tourism climatic index (TCI) based on temperature-humidity index (THI)-Jordan region using sensed datasets. Cjecec, Vol, 11 (2): pp. 50–55.

Aldwrī, Samāḥ Ibrāhīm (2009) Athar altdhbdhb almunākhī ʻalá rāḥat al-insān fī Muḥāfaẓat Ṣalāḥ al-Dīn, Risālat mājistīr ghayr manshūrah Jāmiʻat Tikrīt, al-ʻIrāq.

Al-Ḥarbī, Munā Sālim. 2021. Athar al-munākh ʻalá al-Siyāḥah fī Muḥāfaẓat al-ʻUlā bi-istikhdām naẓm al-maʻlūmāt al-jughrāfīyah. Majallat Jāmiʻat Umm al-Qurá lil-ʻUlūm al-

Oztürk, A., Goral, R. (2018). Climatic suitability in destination marketing and holiday climate index. Glob. J. Emerg. Trends E-Bus. Market. Consum. Psychol, Vol. 4 (1), pp. 619–629.

Putri. N. A, Hermawan. R, Karlinasari. L. (2021), Measuring thermal comfort in a built environment: A case study in a Central Business District, Jakarta, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Vol, 918, pp.1-10.

Rashīd, Māzin Muḥammad Amīn : (2012), al-tabāyun al-ṭubūghrāphī wa-atharuhu ʻalá ashhar al-Rāḥah fī Muḥāfaẓat Arbīl, Majallat Jāmiʻat Karkūk lil-ʻUlūm al-Insānīyah, (3).

Saʻīd, ayfān, Ṣāliḥ, bāymān (2021) : alāmkānāt al-bīʾīyah lil-Tanmiyah al-siyāḥīyah fī Qaḍāʾ drbndykhān, Majallat Kurdistān lil-Dirāsāt al-Istirātījīyah, krdāstān, alʻrāqhttps : / / kissrjour. org / index. php / jkss / article / view / 30

Setianto.A, Triandini, T: (2013), Comparison of krining and inverse distance weighted (IDW) interpolation methods in lineament extraction and analysis, J. SE Asian Appl. Geol., Jan–Jun 2013, Vol. 5(1), pp. 21–29.

Yuan. M, Liu. X, Guo. J, Yao. H, Wenwen. S, (2021): Analysis of Eco-Tourism Climate Resources in Xingwen, China Based on the Comfort Index and the Negative Air (Oxygen) Ion, Journal of Geoscience and Environment Protection, Vol.9 No.3.

Mandūr, Musʻad Salāmah (2005m) : Aqālīm al-Rāḥah wālārhāq al-munākhī bi-Miṣr, al-Majallah al-jughrāfīyah al-ʻArabīyah, al-Jamʻīyah al-jughrāfīyah al-Miṣrīyah, 37 (46), 215-239, al-Qāhirah. https : / / search. mandumah. com / Author / Home? Author

Masoudi, M. (2021). Estimation of the spatial climate comfort distribution using tourism climate index (TCI) and inverse distance weighting (IDW) (case study: Fars Province, Iran), Arab J Geosci, Vol, 14:363, pp.1-13.

Matusiak, M. (2010). Thermal comfort index as a method of assessing the thermal comfort of textile materials. Fibres Text. East. Eur, Vol, 18 (2), pp. 45–50.

Mieczkowski, Z: (1985), The tourism climatic index: a method of evaluating World. Le. Geogr, Vol, (3), pp. 220–233.

Mukhtār, Muḥammad Abū al-Ḥasan : (2017), taṭbīq qrynh thwm al-ḥarārīyah ʻalá rāḥat al-insān fī Madīnat al-Aḥsāʾ, al-Majallah alʻIlmīyah li-Jāmiʻat al-Imām al-Mahdī, (10). https : / / swideg-geography. blogspot. com / 2019/06 / blog-post _ 588. html? spref=pi