



كلية الآداب



جامعة بنها

مجلة كلية الآداب

مجلة دورية علمية محكمة

نمذجة الراحة المناخية في منطقة عسير من منظور السياحة
المستدامة باستخدام مؤشرات مناخ الراحة (CCI) والسياحة
(MCIT) والعطلات (HCI)

اعداد/

أمل حسين سعيد ال مشيط

أستاذ الجغرافيا المناخية المشارك كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة الملك خالد بالمملكة العربية السعودية

ديسمبر ٢٠٢٤

المجلد ٦٣

[/https://jfab.journals.ekb.eg](https://jfab.journals.ekb.eg)

المخلص:

تهدف الدراسة الى تطبيق عدة مؤشرات تحدد امكانات المناخ الحيوي للسياحة المستدامة في المناطق الساحلية والجبلية بمنطقة عسير، ولتحقيق هذا الهدف اتبعت منهجية تدرجت من جمع بيانات عناصر المناخ اللازمة لتطبيق معادلات مؤشرات مناخ السياحة والعطلات والشواطئ للمدة بين ١٩٩٤ - ٢٠٢٤ م كمدة الإشعاع الشمسي ونسبة تغطية السحب والحرارة، والرطوبة النسبية، والرياح، والأمطار. وتمت معالجة هذه البيانات تمهيداً لاشتقاق طبقة كل عنصر، وبالتالي نمذجة ملائمة مناخ المنطقة بكل مؤشر باستعمال حاسبة GIS لتطبيق المعادلات، وصولاً لإنتاج خرائط تبين امكانات المناخ للسياحة المستدامة وفق كل مؤشر.

وبذلك توصلت نتائج تطبيق مؤشر الراحة المناخية (CCI) امتداد المنطقة التي تتصف بمناخ مريح للسياحة في السلسلة الجبلية الممتدة من جنوب شرق الى شمال غرب منطقة عسير. وأظهرت نتائج تطبيق مؤشر مناخ السياحة المعدل (MTCI) امكانيات عالية جداً للسياحة المستدامة في المنطقة، حيث تراوحت قيمة المؤشر بين ٦٤% ملائمة جيدة الى ٩٦% ملائمة مثالية للسياحة المستدامة في منطقة عسير. وتشير نتائج تطبيق مؤشر مناخ العطلات (HCI) توافر امكانيات عالية لممارسة الأنشطة السياحية واستدامتها، ومما يؤكد ذلك تراوح قيمة المؤشر بين ٧٦% امكانيات جيدة جداً الى ٩٣% امكانيات مثالية للسياحة المستدامة في المنطقة.

كلمات مفتاحية: مؤشر الراحة المناخية، مؤشر مناخ السياحة المعدل، مؤشر مناخ العطلات، مؤشر مناخ عطلات الشواطئ، منطقة عسير.

Abstract: The study aims to application several indicators to determine possibilities of bioclimate for sustainable tourism in the coastal and mountainous areas of Asir region. to achieve this aim, the study a methodology was followed that included from collecting climate element data necessary to apply equations of tourism climate index, holiday climate index, holiday climate index: beach during period 1994 – 2024, such as hours of solar radiation, cloud cover ratio, temperature, relative humidity, wind and precipitation. this data was processed in preparation for deriving layers of elements, thus modelling suitability of region's climate according to each indicator using raster calculator in (GIS) to apply equations, reaching to production of maps showing suitability of climate for sustainable tourism according to each indicator.

Thus, the results of the application of the Climatic Comfort Index (CCI) to that the area which is characterized comfortable climate for tourism located of the mountain chain extending from southeast to northwest of Aseer region. The results showed of implementation of the Modified tourism Climate Index (MTCI) a very potential for sustainable tourism in area, where index ranged from 64% good suitability to 96% ideal suitability for sustainable tourism in Aseer region. The results application of Holiday Climate Index (HCI) indicate the availability of high

potential for tourism activities and sustainability, and this is confirmed by the value of the index ranging from 76% very good potential to 93% ideal potential for sustainable tourism in the region.

Keywords: Climate Comfort Index, Modified Tourism Climate Index, Holiday Climate Index, Holiday Climate Index Beach, Aseer Region.

المقدمة:

تسعى مؤشرات مناخ السياحة إلى تحديد نطاقات ملائمة المناخ السنوي للسياحة في مكان ما، وإظهار فترات ذروة ملائمة ظروف المناخ حسب رغبة السياح. وطور ميتسكوفسكي (Mieczkowski) أول مؤشر مركب لتقييم مدى ملائمة المناخ للأنشطة السياحية ليصبح أكثر تطبيقاً على نطاق واسع (Scott, et al., p. 80). وعرف بمؤشر مناخ السياحة (TCI) أو مؤشر المناخ العالمي، ويعتمد في تحديد ملائمة المناخ للسياحة على متغيرات الراحة أثناء النهار التي تعتبر مزيج من أقصى درجة حرارة يومية وأدنى رطوبة نسبية يومية؛ والراحة اليومية الذي يعد مزيج من متوسطي الحرارة الرطوبة النسبية اليومية؛ وهطول الأمطار؛ وساعات سطوع الشمس، وسرعة الرياح، وأعطى هذا المؤشر ٥٠% من الوزن لمتغير الراحة الحرارية (٤٠%) للراحة أثناء النهار، ١٠% للراحة اليومية، ٢٠% لكل من متغيري الأمطار والإشعاع الشمسي، ١٠% لسرعة الرياح (Mieczkowski, 1985, p. 223). وبالتزامن مع تطبيق مؤشر مناخ السياحة، برزت مجموعة متزايدة من الأبحاث في علم المناخ التطبيقي والأرصاد الجوية الحيوية، ووثق أكثر من ٢٠٠٠ مؤشر مناخي (Amiranashvili, et al., 2015). ومن المؤشرات التي ركزت على الراحة الحرارية كمؤشر مناخ السياحة مؤشر الحرارة المكافئة الفسيولوجية (PET) وهو واحد من أكثر المؤشرات شيوعاً وتُطبق على نطاق واسع في دراسات السياحة، ويعتبر هذا المؤشر مزيجاً من حرارة الهواء اليومية والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ومتوسط الغطاء السحابي ومتغيرات أخرى، ومؤشر الحرارة المكافئة للهواء (EET) الذي يعتمد على حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، ومؤشر الحرارة المكافئة للإشعاع الجوي (REET) الذي يعتبر مزيج من درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وشدة الإشعاع الشمسي (Coccolo, et al., 2016, p.35).

وبذلك تعرض مؤشر مناخ السياحة لعدة انتقادات منها أن أوزان المتغيرات اعتمدت على خبرة ميتسكوفسكي، ولم تستند الى رأي السائح أو بيانات السياحة. كما أن درجات الحرارة المحددة على أنها مثالية للسياحة لا تعكس سائحي الشاطئ؛ علاوة على ذلك فإن مؤشرات المناخ (REET, EET, PET, TCI) لم تأخذ في الاعتبار العوامل التي تؤثر على اختيار الوجهة، والتكيف المحلي الذي قد تغير موارد المناخ ومستويات راحة الزائر (Rutty, and Scott, 2015, p. 39).

وبذلك ظهرت المؤشرات المصممة للظروف المناخية المحددة التي تتطلبها السياحة الجبلية. لذا قام سكوت وآخرون (٢٠١٦) بتطوير مؤشر مناخ العطلات، والذي يقيم مدى ملاءمة المناخ للأنشطة السياحية الشاملة للوجهات السياحية من أجل تحديد القيم الحدية لراحة المناخ التي تتمتع بها كل وجهة. وصمم مؤشر مناخ العطلات (HCI)، بشكل موضوعي لتحديد قطاعات السياحة الرئيسية وأنواع الوجهات، من خلال دمج جميع جوانب المناخ المهمة لأنشطة السياحة الترفيهية كالحرارة الفاعلة (TC)، التي تعتبر مزيج من أقصى حرارة (C) ومتوسط الرطوبة النسبية (%); والجمالية (A) (غطاء السحابة %); والفيزيائية (P)، وهي مزيج من هطول الأمطار (مم) وسرعة الرياح كم/ساعة (Defreitas, 2003, p. 49). والمناخ المعدل للسياحة (MCIT)، الذي عدل عن مؤشر مناخ السياحة (TCI) الأصلي (Yu, et al., 2009, p.555).

وبما أن جغرافية منطقة عسير تتميز بتنوع مواردها المناخية للسياحة حيث يتدرج ارتفاعها من صفر عند خط الساحل غرب المنطقة وحتى ارتفاع يصل إلى أكثر من ٢٥٠٠ م فكان لا بد من استخدام الدراسة لأكثر من مؤشر مناخي بغرض نمذجة امكانيات المناخ الحيوي للسياحة المستدامة في مختلف المناطق الساحلية والجبلية والهضبية، وبالتالي فقد اعتمدت هذه الدراسة على مؤشر المناخ السياحي المعدل (MCIT) التي تفيد نتائجها في تحديد نطاقات الملاءمة المناخية للأنشطة السياحية

المستدامة بمختلف الوحدات المكانية بالمنطقة، ومؤشر مناخ العطلات (HCI) للسياحة المستدامة في المناطق الحضرية.

دراسات سابقة: استعملت دراسة (Demiroglu, et al, 2020) مؤشر مناخ العطلات (HCI) لتحديد الوجهات الحضرية للسياحة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، كان هدف هذه الدراسة تقييم أداء مؤشر مناخ العطلات للوجهات السياحية الحضرية في المستقبل بمنطقة البحر الأبيض المتوسط، ولتحقيق هذا الهدف، تم حساب درجات مؤشر مناخ العطلات للفترة بين 1971-2000، والفترة المستقبلية 2021-2050، 2070-2099 م. وقارنت دراسة (Rutty, et al, 2020) بين مؤشر مناخ العطلات (HCI:Beach) ومؤشر مناخ السياحة (TCI) لتفسير وصول السياحة الكندية إلى منطقة البحر الكاريبي، وكان هدف الدراسة فحص التطبيق المحتمل لمؤشري مناخ السياحة والعطلات لثلاث وجهات في منطقة البحر الكاريبي (أنٹیغوا وبربودا، وبربادوس، وسانت لوسيا)، وتؤكد النتائج أهمية الجمع بين المنهجيات للتنبؤ بالطلب السياحي وتسهيل الضوء على الفرص للبحوث المستقبلية. وتناولت دراسة (Velea, et al, 2022) تطبيق مؤشر مناخ العطلات على المناطق الحضرية والريفية في رومانيا، وقامت الدراسة بتحديد مدى ملائمة مؤشر مناخ العطلات في الحضر والريف من خلال وصف العلاقة بين المناخ وتدفقات السياحة بنحو 94 وجهة سياحية حضرية وريفية، وتظهر النتائج أن الطقس والمناخ أثرا على تدفقات السياحة بشكل مماثل في الوجهات الريفية والحضرية، مما يدعم الفرضية القائلة بأنه يمكن استخدام مؤشر مناخ العطلات للمناطق الريفية والحضرية معاً. وطبقت دراسة (Faraj, et al, 2023) مدى إمكانية تطبيق مؤشر مناخ السياحة في بيئة حارة وجافة: المملكة العربية السعودية كدراسة حالة، وتم تطبيق مؤشر مناخ السياحة على 12 وجهة، تمثل مختلف مناطق المملكة، وتوصلت النتائج إلى تباين كبير زمنياً ومكانياً لمؤشر الراحة، حيث تشهد المناطق المرتفعة غرب المملكة مناخ

مواتي طوال العام، بينما تتسم أغلب المناطق الأخرى بظروفاً مناخية مواتية في الشتاء، وغير مواتية للغاية في الصيف. واستعملت دراسة (Ogur, 2023) مؤشر مناخ العطلات (HCI) لتحديد مناطق الجذب السياحي البديلة المحتملة للمناطق الحضرية في محافظة دنيزلي في تركيا، وتهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثيرات تغير المناخ على راحة مناخ السياحة من خلال الاستفادة من مؤشر مناخ العطلات، واعتمدت الدراسة على بيانات ١٩٧١-٢٠٠٠، وتظهر النتائج وجود مناطق جذب سياحي بديلة محتملة في مواقع مختلفة ومواسم مختلفة في دنيزلي. وتطرت دراسة (Velea, et al, 2023) ملاءمة مناخ رومانيا للسياحة في المستقبل باستخدام مؤشر مناخ العطلات (HCI)، وكان هدف الدراسة تقييم ملاءمة المناخ للأنشطة الترفيهية الخارجية بين عامي ٢٠٢١-٢٠٤٠، وتوصلت النتائج إلى أن عدد الأيام ذات الملاءمة المنخفضة ستتناقص في جميع أنحاء البلد، خاصة خلال الموسم الدافئ، بينما خلال فصلي الشتاء والربيع، قد تتميز المنطقة بعدد أكبر من الأيام المواتية للأنشطة السياحية مقارنة بالمناخ الحالي.

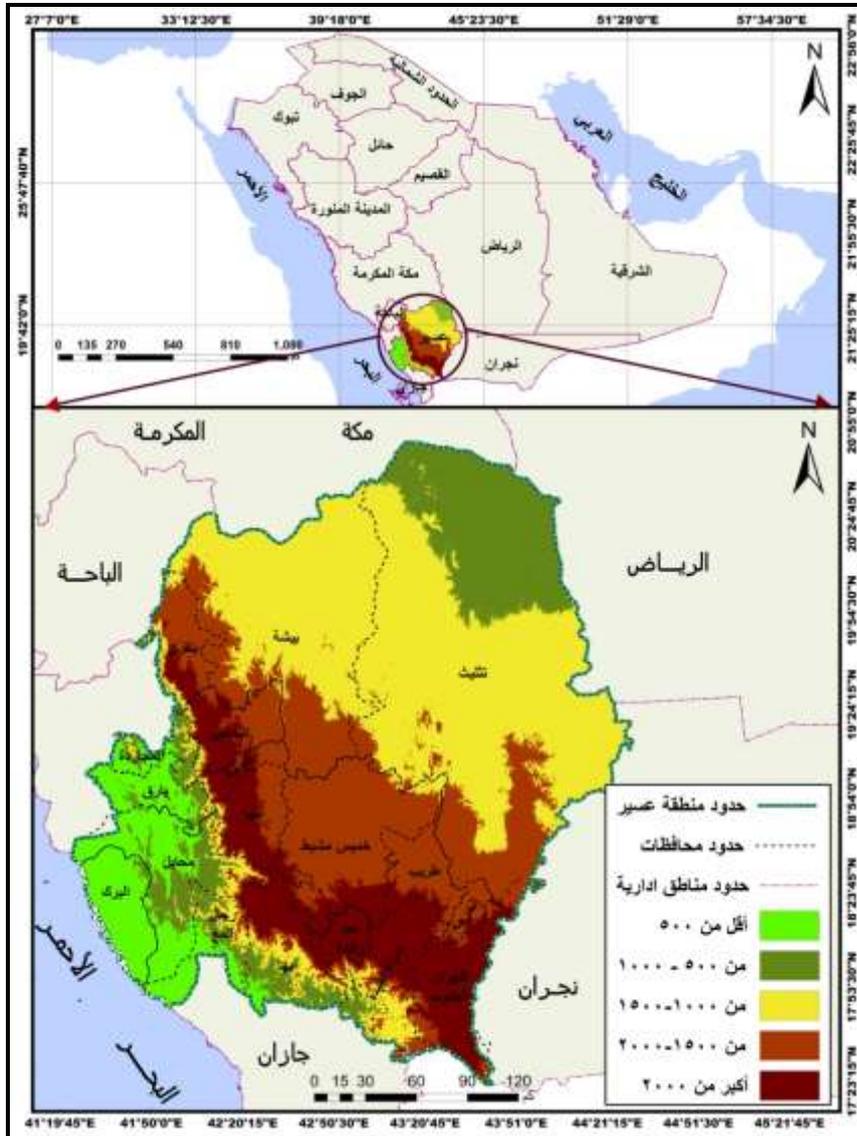
أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة من توافر امكانيات المناخ للسياحة المستدامة، فالمنطقة تتصف بتنوع إمكانياتها المناخية لأنواع مختلفة من الأنشطة السياحية في الساحلية والجبلية والهضبية، فضلاً عن استخدام أكثر من منهجية أو مؤشر مناخي في كشف هذه الإمكانيات بما يساعد على التخطيط المثالي من منظور السياحة المستدامة في المناطق الريفية والحضرية الجبلية والساحلية في منطقة عسير، وستكون هذه المعلومات والنتائج المستمدة من هذه المؤشرات مفيدة عند التخطيط لعطلات السياح، كما أنها مفيدة كذلك لمستثمري السياحة في إدارة أعمالهم.

أهداف الدراسة:

- نمذجة إمكانات مناخ منطقة عسير للسياحة المستدامة باستخدام مؤشر مناخ السياحة المعدل.
- نمذجة إمكانات مناخ منطقة عسير للسياحة المستدامة باستخدام مؤشري مناخ العطلات والشواطئ.
- التحليل المكاني لإمكانيات المناخ الحيوي والراحة المناخية للتخطيط المستدام للسياحة في منطقة عسير.

منطقة الدراسة: يوضح شكل (١) وقوع منطقة عسير مكانياً في المنطقة الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية، وتقع فلكياً بين دائرتي عرض "٥٥' ٢٠' ١٧° - "٣٦' ٤٧' ٢٠° شمالاً، وبين خطي طول "١٠' ٣٠' ٤١° - "٢٥' ٢٩' ٤٤° شرقاً، بمساحة تبلغ ٧٧٤٧٧.٩٥ كم^٢، وتقسم منطقة عسير إدارياً إلى تسعة عشرة محافظة أكبرها محافظة تثليث التي تبلغ ٢٨١٧٠.٥ كم^٢ شمال شرق المنطقة، وأصغرها محافظة الحرجة بمساحة ٥٧٩.٥ كم^٢ شرق منطقة عسير.

ويتأثر توزيع عناصر المناخ في منطقة عسير والتي بدورها تحدد نطاقات ملائمة المناخ لممارسة السياحة بشكل واضح بتباين ارتفاع التضاريس التي تتراوح بين ٠ - ٣٩٧٥ م فوق مستوى سطح البحر، فالمناطق القريبة من البحر تنسم برطوبة نسبية عالية، كما تعاني هذه المناطق من شدة درجات الحرارة، وتتصف المناطق متوسطة الارتفاع بين ٥٠٠ - ٢٠٠٠ م سواء الواقعة غرب السلسلة الجبلية أو شرقها (شرق منطقة عسير) التي تقع بمناطق ظل المطر من حرارة مرتفعة وأمطار تتباين بين المتوسطة الى العالية ورياح سريعة جافة وحارة شرقاً، بينما تتصف المناطق الأكثر ارتفاعاً والتي تمتد كما يبين شكل (١) من جنوب شرق الى شمال غرب منطقة عسير بانخفاض درجات الحرارة وغزارة الأمطار وزيادة عدد ساعات الإشعاع وغطاء السحب.



شكل رقم (١) موقع منطقة عسير وتقسيماتها الإدارية

المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقات (Shapfile) للمناطق الادارية والمحافظات، الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، (٢٠٢٢)، ونموذج ارتفاع رقمي (SRTM)، موقع المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS).

منهجية الدراسة: اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي والأسلوبين الكمي والكارتوغرافي لتوظيف أدوات نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني للبيانات التاريخية لعناصر المناخ خلال المدة الممتدة بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤م وتطبيق المعادلات والصيغ الرياضية الخاصة بمؤشرات المناخ السياحي كمؤشر الراحة الحرارية والمناخية ومؤشر مناخ السياحة ومؤشر مناخ العطلات وتمثيل نتائج ذلك بتطبيق هذه المؤشرات على الخرائط المناسبة التي تغطي أهداف موضوع هذه الدراسة، وبذلك فقد تدرجت منهجية الدراسة بداية بجمع بيانات عناصر المناخ المطلوبة وبما يتناسب مع متطلبات تطبيق معادلات مؤشرات مناخ السياحة كبيانات درجات الحرارة العليا والمتوسطة، والرطوبة النسبية الدنيا والمتوسطة، وعدد ساعات الإشعاع الشمسي، وزمن تغطية السحب، وسرعة الرياح، والأمطار لمدة ثلاثين عام تمتد بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤م من موقع وكالة ناسا (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov>).

وبعد ما قامت الدراسة بتهيئة بيانات عناصر المناخ السابقة لتحديد إمكانات كل منها للسياحة المستدامة، وقامت الدراسة بإعادة إرجاع البيانات وتوحيدها حسب النظام المترى للمنطقة (UTM_37N)، واستعمال بعض الصيغ الرياضية لتحويل بيانات المناخ بما يتناسب مع متطلبات تطبيق المؤشرات كتحويل بيانات الحرارة من الكلفن الى المئوية بطرح الطبقة الأصلية من ٢٧٣.١٥، وتحويل سرعة الرياح من المتر/ث الى كم/ساعة بضرب الطبقات في ٣.٦، حيث أن ١ متر/ثانية = ٣.٦ كم/ساعة. وتوحيد دقة الخرائط عند ٥٠م، لأجل التمكن من دمجها حسب أوزانها أثناء تطبيق معادلات المؤشرات في حاسبة (GIS). حيث قامت الدراسة بحساب مؤشر راحة المناخ من خلال تطبيق المعادلة الآتية رقم (١) في (Raster Calculator in GIS):

CCI= (36.5-TM) (0.05 + 0.04 $\sqrt{WS10m}$ + HR250). (Espín-Sánchez, et al., 2023, p.7).

حيث يمثل الرمز (TM) متوسط درجة الحرارة اليومية، ويقصد بالرمز (WS10m) المتوسط اليومي لسرعة الرياح، أما (RH) تعني متوسط الرطوبة النسبية اليومية، ويبين جدول (٢) حدود فئات الراحة حسب نتائج مؤشر الراحة المناخية (CCI). وبالتالي صنفنا الطبقة الناتجة الى فئات حسب الحدود المبينة بجدول (١).

جدول (١) تصنيف الراحة حسب مؤشر الراحة المناخية (CCI)

تصنيف الراحة	فئة (CCI)
حار جداً	٣ - ٠
ساخن	٥ - ٣
دافئ	٧ - ٥
مريح	١١ - ٧
بارد	١٣ - ١١
بارد جداً	١٥ - ١٣
شديد البرودة	١٥ <

المصدر: (Espín-Sánchez, et al., 2023, p.7).

وتم نمذجة الإمكانيات السياحية في منطقة عسير بحسب مؤشر المناخ السياحي المعدل (MCIT) من خلال تطبيق المعادلة رقم (٢) في حاسبة (GIS):

MCIT= 2 × [4 × THID + THIA + 2 × P + 2 × S + W]. (Hu, et al., 2024, p. 4). (2)

في المعادلة السابقة يمثل (THID) مؤشر الراحة في النهار. ويمثل (THIA) مؤشر الراحة الكلي في النهار والليل، (P) كمية الأمطار، (S) ساعات الإشعاع

الشمسي، (W) سرعة الرياح، وتم حساب مؤشر الراحة نهاراً بتطبيق المعادلة الآتية رقم (٣):

$$THID = T - 0.4 \times (T - 10) \times (1 - RH/100). \text{ (Velea, et al, 2022, p.5).} \quad (3)$$

حيث (THID) الراحة الحرارية خلال النهار، (T) درجة الحرارة العليا، (RH) الرطوبة النسبية الدنيا.

كما قامت الدراسة بحساب مؤشر الراحة اليومية من خلال تطبيق المعادلة الآتية رقم (٤):

$$THIA = T - 0.4 \times (T - 10) \times (1 - RH/100). \text{ (Velea, et al, 2022, p.5).} \quad (4)$$

حيث (THIA) الراحة الحرارية خلال اليوم، (T) متوسط درجة الحرارة، (RH) متوسط الرطوبة النسبية. ويتم تحديد ملائمة المناخ للأنشطة السياحية حسب مؤشر مناخ السياحة المعدل (MCIT) بعد تصنيف الطبقة الناتجة بموجب حدود الفئات التصنيفية المبينة في جدول (٢).

جدول (٢) مستويات الراحة المناخية حسب نتائج مؤشر المناخ السياحي المعدل

مستوى الراحة	حدود فئات مؤشر
مثالية لممارسة السياحة	٩٠ - ١٠٠
ممتاز لممارسة السياحة	٨٠ - ٨٩
جيد جداً لممارسة السياحة	٧٠ - ٧٩
جيد لممارسة السياحة	٦٠ - ٦٩
مقبول لممارسة السياحة	٥٠ - ٥٩
ضعيف لممارسة السياحة	٤٠ - ٤٩

غير مواتية لممارسة السياحة	٣٩ - ٣٠
غير مواتية جداً لممارسة السياحة	٢٩ - ٢٠
غير مواتية للغاية لممارسة السياحة	١٩ - ١٠
غير ممكنة لممارسة السياحة	٩ - ٠

المصدر: (Mieczkowski, 1985).

وبالتالي قامت الدراسة بنمذجة إمكانيات المناخ الحيوي باستخدام مؤشر مناخ العطلات (HCI) وذلك من خلال تطبيق معادلة رقم (٥) الأتية في حاسبة (GIS):

$$HCI = [4(TC) + 2(A) + 3(P) + (W)]. \text{ (Demiroglu, et al., 2020, p. 8).}$$

(5)

في المعادلة يمثل (TC) مؤشر الحرارة الفاعلة، (A) عامل جمالي مرتبط بنسبة غطاء السحب (%)، (P) كمية الأمطار ملم، (W) سرعة الرياح (كم/ساعة). وبالتالي قامت الدراسة بتصنيف نتائج تطبيق المعادلتين السابقتين لتحديد ملائمة مناخ العطلات للسياحة المستدامة في المنطقة بناءً على حدود قيم تصنيف مؤشر مناخ العطلات (HCI) كما هو مبين في جدول (٣).

جدول (٣) مستويات الراحة المناخية حسب نتائج مؤشر مناخ العطلات

مريح وملائم للسياحة	وصف مستويات الراحة المناخية	قيمة المؤشر
	مثالي	١٠٠ - ٩٠
	ممتاز	٨٩ - ٨٠
	جيد جداً	٧٩ - ٧٠
	جيد	٦٩ - ٦٠
	مقبول	٥٩ - ٥٠

غير مريح وغير ملائم للسياحة	هامشي	٤٩ - ٤٠
	غير مواتٍ	٣٩ - ١٠
	غير مواتٍ جداً	٩ - ٠

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

وقبل تطبيق مؤشري مناخ العطلات كان لابد من حساب مؤشر الحرارة الفاعلة (TC) التي تعتبر أحد متغيرات تطبيق المعادلتين وذلك باستخدام المعادلة التالية رقم (٧):

$$TC = (0.8 \times T + (RHT) / 500) \times 4. \text{ (Hasanah, et al., 2020, p. 3).}$$

(7)

حيث (T) درجة الحرارة العظمى اليومية م، و (RH) الرطوبة النسبية (%). وعلية فقد قامت الدراسة بتطبيق معادلات مؤشر مناخ السياحة والعطلات وفقاً للأوزان التي تظهر بجدول رقم (٤) الذي يوضح مدى اختلاف أوزان المتغيرات الفرعية لمؤشر المناخ.

جدول (٤) مقارنة أوزان نماذج مؤشرات المناخ المستخدمة في الدراسة

مؤشر المناخ	مؤشر المناخ	مؤشر المناخ	متغيرات الطقس	المؤشر
مؤشر مناخ العطلات	مؤشر مناخ العطلات	مؤشر المناخ السياحي	درجة الحرارة والرطوبة النسبية	الراحة الحرارية النهارية (THID) واليومية (THIA) والفاعلة (TC)
٢٠%	٤٠%	٥٠%	الإشعاع الشمسي وغطاء السحب %	الجمالية (A)
٤٠%	٢٠%	٢٠%	إجمالي هطول الأمطار (مم)	هطول الأمطار (P)
٣٠%	٣٠%	٢٠%	متوسط سرعة الرياح (كم/ساعة)	الرياح (W)
١٠%	١٠%	١٠%	نطاق درجة المؤشر الإجمالي	
١٠٠ - ٠	١٠٠ - ٠	١٠٠ - ٣٠ ⁻		

المصدر: (Rutty, et al., 2020, p.6).

نتائج الدراسة ومناقشتها:

أولاً) الإمكانيات المناخية للسياحة المستدامة:

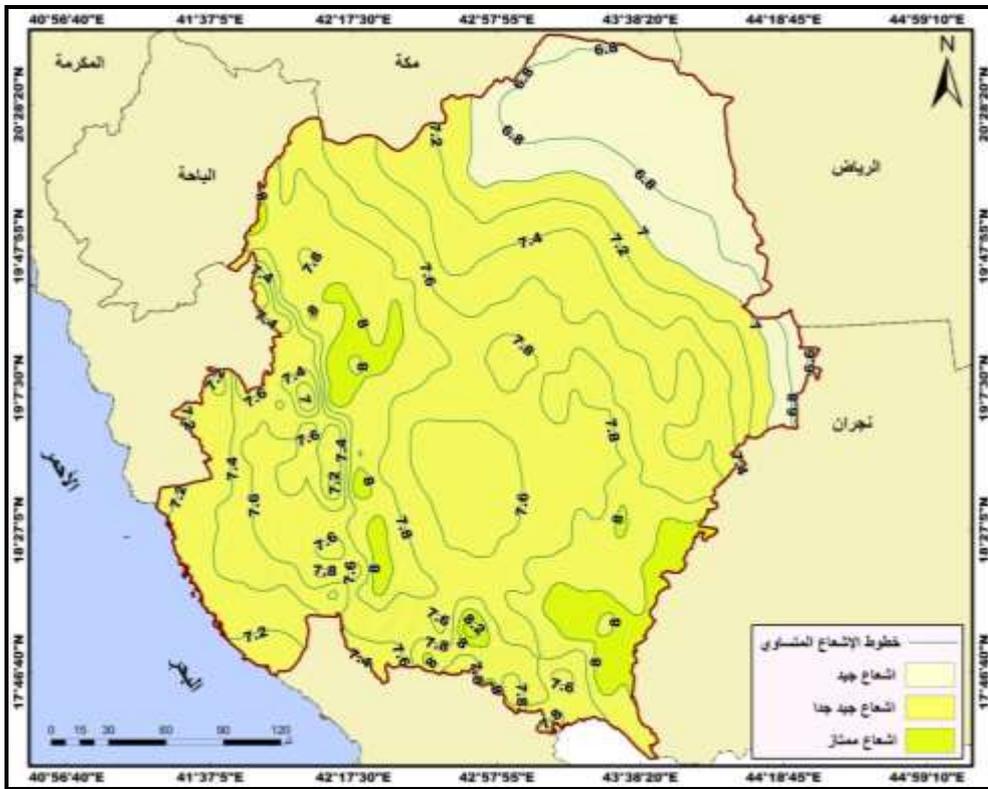
(١) الإمكانيات الجمالية (الإشعاع الشمسي - غطاء السحب): يدخل عنصر الإشعاع الشمسي ضمن متغيرات تطبيق مؤشر مناخ السياحة، بينما يعتمد مؤشر مناخ العطلات على متغير نسبة غطاء السحب، ويخصص مخطط التصنيف الذي تم تطويره للجانب الجمالي لمؤشر مناخ السياحة الذي يعطي أعلى وزن لمدة الإشعاع الشمسي اليومي تتجاوز ١٠ ساعات/يوم وهي ما تعادل نسبة تتراوح بين ٠ - ١٦% حسب متغير غطاء السحب اليومي، ويخصص أعلى درجة للأيام التي تكون فيها السحب بين ١٠ - ٢٠.٩%.

١-١) الإمكانيات حسب مناخ السياحة:

أ) الإشعاع الشمسي: يعتبر الإشعاع الشمسي من المتغيرات المهمة التي تدخل في معادلة مؤشر المناخ السياحي لتحديد نطاقات الملاءمة المناخية للسياحة المستدامة، ويعطى هذا المتغير من الأهمية النسبية حسب هذا المؤشر نحو ٢٠%، وتتصف علاقة ملاءمة المناخ للسياحة بعدد ساعات الإشعاع الشمسي بالطردية. فكلما زادت عدد ساعات الإشعاع، زادت ملاءمة هذا المتغير المناخي للأنشطة السياحية حسب مؤشر المناخ السياحي المعدل (MTCI)، والعكس (Rutty, et al., 2020, p.7).

وعليه فقد تراوحت عدد ساعات الإشعاع الشمسي لكل يوم بين ٦.٤٨ ساعة/يوم الى ٨.٣ ساعة/يوم بمتوسط مكاني لمنطقة عسير ٧.٥ ساعة/يوم، وهذا يعني أن غالبية منطقة عسير تنتم بملاءمة جيدة جداً للإشعاع الشمسي لممارسة الأنشطة السياحية بحسب مؤشر مناخ السياحة. الأمر الذي تؤكد فئات تصنيف الإشعاع الشمسي في الشكل رقم (٢) حيث تغطي المنطقة التي تتراوح فيها عدد ساعات إشعاع الشمس يومياً بين ٧ - ٨ ساعات غالبية منطقة عسير بمساحة بلغت ٦١٠٥٨.٤٣ كم^٢ بنسبة ٧٨.٨% من إجمالي مساحة المنطقة. تليها المنطقة التي

تتسم بملاءمة جيدة لعدد ساعات الإشعاع في ممارسة السياحة، وذلك حيث تتراوح عدد ساعات الإشعاع بين ٦ - ٧ ساعات/يوم بمساحة بلغت ١١٩٣٥.٦٥ كم^٢، بنسبة ١٥.٤%. وجاءت بعدها المنطقة التي تتسم بملاءمة ممتازة لمتغير الإشعاع في ممارسة السياحة حيث تتراوح عدد ساعات الإشعاع بين ٨ - ٩ ساعات/يوم، بمساحة بلغت ٤٤٨٣.٨٦ كم^٢، بنسبة ٥.٧٩%.

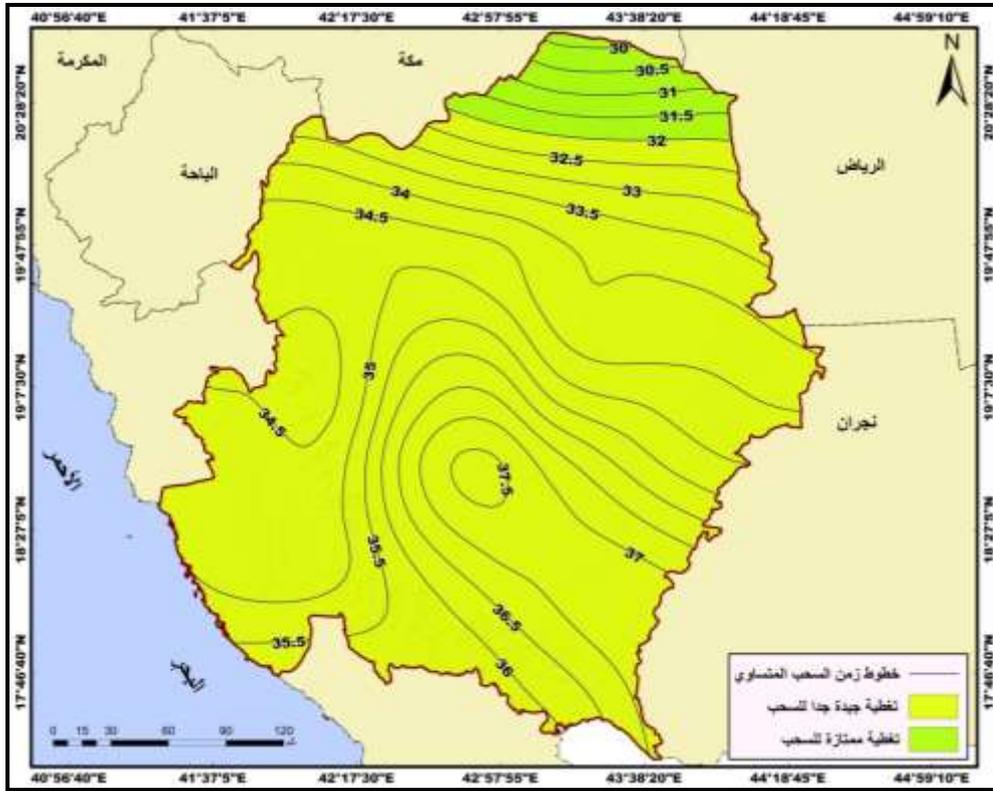


شكل (٢) فئات إمكانات الإشعاع الشمسي للسياحة المستدامة في منطقة عسير
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج (FLDAS)، بيانات مناخ الأرض،
موقع وكالة ناسا.

٢-١) الإمكانيات حسب مناخ العطلات:

أ) **غطاء السحب:** يعتبر عنصر تغطية السحب من العناصر الإجمالية لمؤشرات ملاءمة المناخ للسياحة المستدامة ويعتبر من المتغيرات المهمة التي تدخل في حساب معادلتنا مؤشري مناخ العطلات، ويعادل هذا العنصر مدة الإشعاع الشمسي عند حساب مؤشر مناخ السياحة، المناخ السياحي لتحديد نطاقات الملاءمة المناخية للسياحة، وبصفة عامة هناك علاقة عكسية بين ملاءمة المناخ للسياحة ونسبة تغطية السحب، بحيث لا تتجاوز نسبة التغطية المثالية ٢٠.٩% حسب مناخ العطلات. وبذلك توصلت نتائج تحليل توزيع متوسط نسبة تغطية السحب يومياً في منطقة عسير بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤م لتراوح متوسط التغطية بين ٢٩.٧٤% الى ٣٧.٦٥% بمتوسط مكاني على مستوى منطقة عسير ٣٤.٨%، وهذا يعني أن مدة تغطية السحب لغالبية المنطقة تتصف بملاءمة جيدة جداً للسياحة المستدامة بحسب تصنيفات مؤشري مناخ العطلات.

ومما يعزز ذلك تظهر نتائج تصنيف تغطية السحب حسب حدود فئات مؤشر مناخ العطلات في الشكل رقم (٣) استحوذت الفئة التي تتصف بملاءمة جيدة جداً للسياحة المستدامة، وذلك حيث تتراوح نسبة تغطية السحب بين ٢١ - ٣٠.٩٩% لغالبية منطقة عسير، وتبلغ مساحة هذه المنطقة نحو ٧٢٣٣٩.٢٦ كم^٢ بنسبة ٩٣.٣٧% من إجمالي مساحة المنطقة. وجاءت بعدها المنطقة التي تتصف بملاءمة ممتازة لغطاء السحب لأجل ممارسة الأنشطة السياحية شمال منطقة عسير، حيث تتراوح نسبة تغطية السحب بين ٢١ - ٤٠.٩٩%، بمساحة بلغت نحو ٥١٣٨.٦٧ كم^٢ بنسبة ٦.٦٣% من إجمالي مساحة منطقة عسير.



شكل (٣) فئات إمكانات غطاء السحب للسياحة المستدامة حسب مؤشر مناخ العطلات في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالإعتماد على بيانات نسبة تغطية السحب نموذج (Merra 2)، بيانات مناخ الأرض، موقع ناسا.

(٢) الإمكانيات (الحرارية) للسياحة المستدامة: تعتبر درجات الحرارة القصوى والمتوسطة من جهة، وكذلك الرطوبة النسبية الدنيا والمتوسطة من جهة أخرى، من أهم عناصر المناخ للتخطيط المستدام للسياحة، بل وأعطيت الراحة الحرارية الناتجة من دمج متغيري الحرارة والرطوبة النسبية أعلى الأوزان في الأهمية حسب مؤشر مناخ السياحة، وتعتبر الراحة الحرارية من أهم محددات المناطق الملائمة للسياحة ووجهات السائح، وسيتم تناولها كما يأتي:

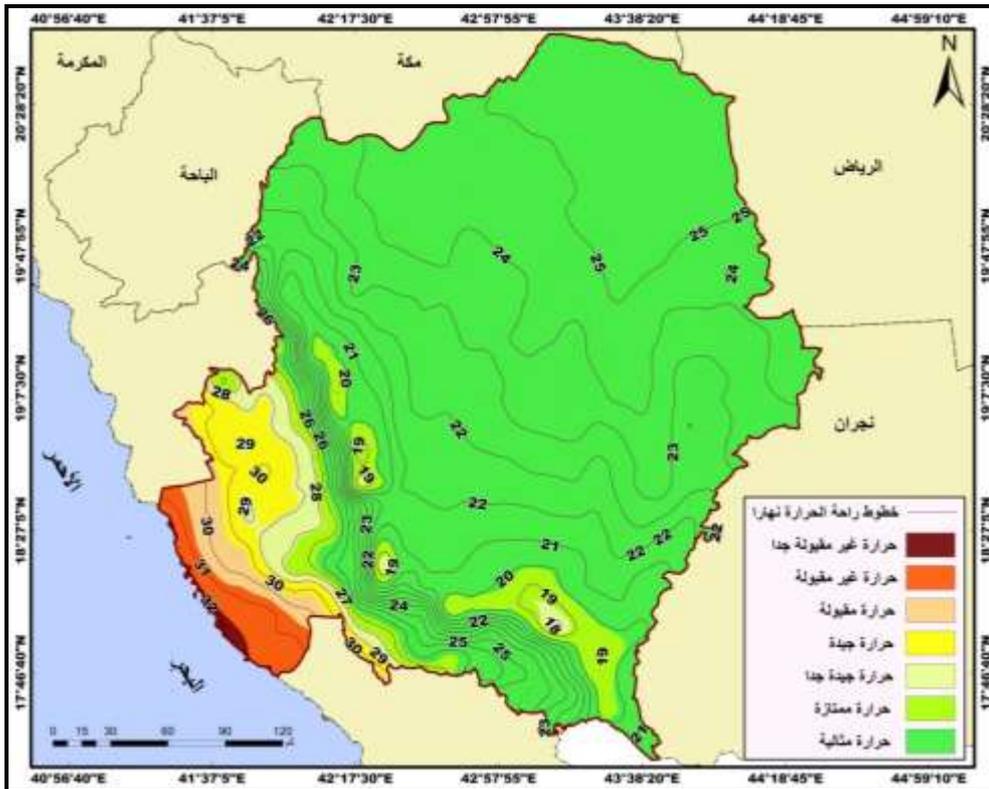
٢-١) الإمكانيات حسب مناخ السياحة:

أ) الراحة الحرارية نهائياً: يدخل متوسط درجات الحرارة ضمن حساب مؤشرات الراحة المناخية ومناخ العطلات، بينما تدخل الحرارة القصوى والمتوسطة ضمن متغيرات تطبيق معادلة مؤشر المناخ السياحي، وذلك من خلال حسابات مؤشري الراحة النهارية واليومية. وبذلك يظهر تأثير الراحة الحرارية من خلال اشتراكها مع متغيرات مناخية أخرى في تحديد نطاقات ملائمة المناخ للسياحة حيث تشترك مع سرعة الرياح والرطوبة النسبية اليومية في تحديد راحة المناخ بمؤشر الراحة المناخية، وتدمج مع الرطوبة النسبية في تحديد الراحة الحرارية بمؤشرات المناخ السياحي والعطلات. وبالتالي يظهر تأثيرها من خلال تحديد نطاقات الراحة الحرارية التي تكون مثالية للسياحة عندما تكون بين ٢٠ - ٢٦.٩ ° حسب تصنيف مؤشر المناخ السياحي، بينما تكون مثالية للسياحة عندما تكون بين ٢٣ - ٢٥.٩ ° حسب تصنيف مؤشر مناخ العطلات (Rutty, et al., 2020, p.6).

وعليه فقد توصلت نتائج تطبيق مؤشر الراحة الحرارية خلال فترة النهار (THID) حيث تنشط حركة السياحة نهائياً ويعتبر هذا المؤشر أهم متغيرات مؤشر مناخ السياحة تتراوح قيمة المؤشر بين ١٨.٣ أي راحة حرارية نهارية عالية إلى ٣٢.٤ في المناطق التي تتسم براحة حرارية منخفضة غرب المنطقة بمتوسط مكاني على مستوى منطقة عسير ٢٣.٩٨ مما يعني أن غالبية منطقة عسير تتسم براحة حرارية مثالية للسياحة نهائياً.

ومما يؤكد ذلك شكل رقم (٥) استحوذت المنطقة التي تتصف براحة حرارية نهارية مثالية حيث تتراوح قيمة مؤشر الراحة نهائياً بين ١٩.٩ - ٢٦.٩ على المرتبة الأولى بمساحة بلغت ٦٤٣٦٥.٩٢ كم^٢ بنسبة ٨٣.٠٨% من إجمالي مساحة المنطقة. تليها المنطقة التي تتسم بملاءمة ممتازة للراحة الحرارية النهارية في ممارسة السياحة حيث يتراوح المؤشر بين ٢٦.٩ - ٢٧.٩ وبين ١٨.٩ - ١٩.٩ بمساحة بلغت ٤٠٧٩.٣٩

كم^٢، بنسبة ٥.٢٧%. وبعدها جاءت المنطقة التي تتسم براحة حرارية جيدة للسياحة حيث يتراوح المؤشر بين ٢٨.٩ - ٢٩.٩، بمساحة بلغت ٢٩٣٠.٢٧ كم^٢، بنسبة ٣.٧٨%. تليها المنطقة التي تتسم براحة جيدة جداً للراحة الحرارية اليومية بين ١٧.٩ - ١٨.٩ وبين ٢٧.٩ - ٢٨.٩، بمساحة بلغت ٢٤٥١.١٩ كم^٢، بنسبة ٣.١٦%. ومن ثم جاءت المنطقة التي تتسم براحة حرارية غير مقبولة للسياحة نهاراً حيث يتراوح المؤشر بين ٣٠.٩ - ٣١.٩، بمساحة بلغت ١٨٨٨.٦٣ كم^٢، بنسبة ٢.٤٣%. وبالتالي جاءت المنطقة التي تتسم براحة حرارية مقبولة للسياحة حيث يتراوح مؤشر الراحة بين ٢٩.٩ - ٣٠.٩، بمساحة بلغت ١٥٤٣.٧١ كم^٢، بنسبة ١.٩٩%. وأخيراً أتت المنطقة التي تعاني من راحة غير مقبولة جداً للسياحة حيث مؤشر الراحة ٣١.٩ بمساحة بلغت ٢١٨.٨١ كم^٢، بنسبة ٠.٢٨%.

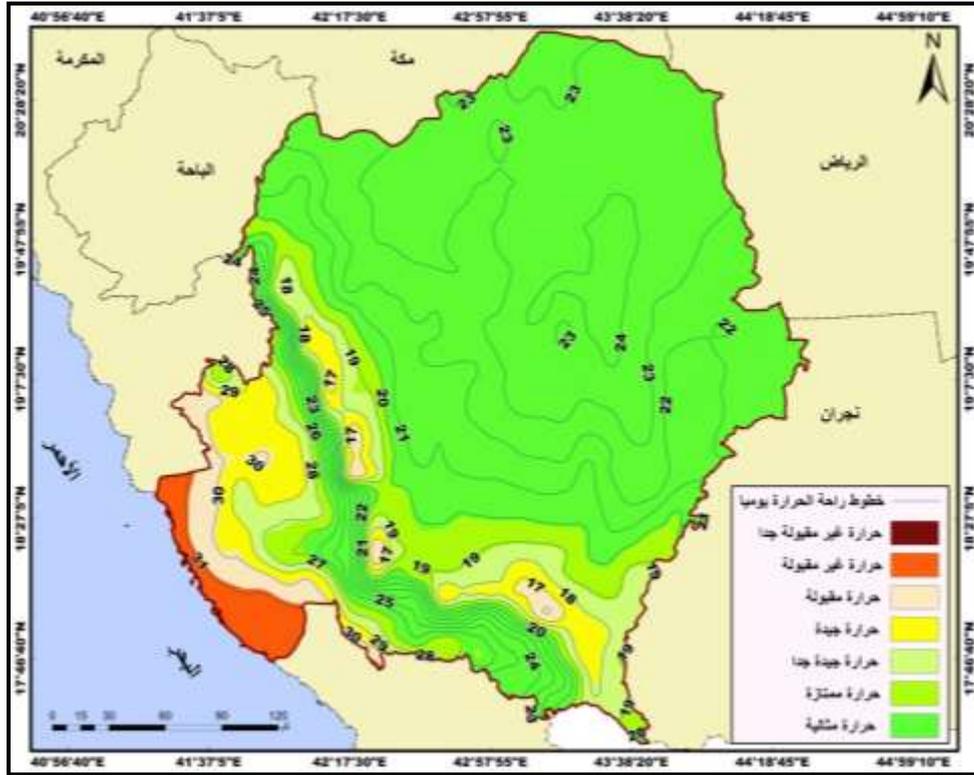


شكل (٥) فئات امكانات الراحة الحرارية النهارية للسياحة المستدامة في منطقة عسير المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات درجات الحرارة القصوى نموذج (Merra2) والرطوبة النسبية الدنيا نموذج (AIRS).

ب) الراحة الحرارية اليومية: من جانب آخر تظهر نتائج تطبيق مؤشر الراحة الحرارية خلال اليوم (النهار - الليل) والتي تعد من متغيرات تطبيق معادلة مؤشر مناخ السياحة تراوح قيمة المؤشر بين ١٥.٩٢ راحة حرارية جيدة الى ٣١.٩٢ بمناطق الراحة الحرارية غير المواتية للسياحة، بمتوسط مكاني على مستوى المنطقة ٢٢.٩٤، مما يعني أن غالبية منطقة عسير تتسم براحة حرارية مثالية للسياحة حسب مؤشر (THIA).

ويبين الشكل رقم (٦) أن المنطقة التي تتصف براحة حرارية يومية مثالية لممارسة السياحة تقع حيث يتراوح مؤشر الراحة اليومية بين ١٩.٩ - ٢٦.٩، وتأتي في المرتبة الأولى بمساحة بلغت ٥٥٣٥٢.٨٢ كم^٢ بنسبة ٧١.٤٥% من إجمالي مساحة المنطقة. وتأتي بعدها المنطقة التي تتسم بملاءمة حرارية يومية للسياحة، وذلك حيث يتراوح مؤشر الراحة بين ١٨.٩ - ١٩.٩ وبين ٢٦.٩ - ٢٧.٩ بمساحة ٦٦٥٩.٢٦ كم^٢، بنسبة ٨.٦%. تليها المنطقة التي تتسم بملاءمة جيدة جداً للراحة الحرارية بين ١٧.٩ - ١٨.٩ وبين ٢٧.٩ - ٢٨.٩، بمساحة بلغت ٥٧٥٤.٥٦ كم^٢، بنسبة ٧.٤٣%. ثم جاءت المنطقة التي تتسم براحة حرارية يومية جيدة للسياحة حيث يتراوح مؤشر الراحة بين ١٦.٩ - ١٧.٩ وبين ٢٨.٩ - ٢٩.٩، بمساحة بلغت ٥١٠٤.٥٥ كم^٢، بنسبة ٦.٥٨%. وبالتالي جاءت المنطقة التي تتسم براحة حرارية مقبولة للسياحة حيث يتراوح مؤشر الراحة بين ١٥.٩ - ١٦.٩ وبين ٢٨.٩ - ٢٩.٩، بمساحة بلغت ٢٦٠٧.٠١ كم^٢، بنسبة ٣.٣٦%. وتلتها المنطقة التي تتصف براحة حرارية يومية غير مقبولة للسياحة حيث يتراوح مؤشر الراحة بين ٣٠.٩ - ٣١.٩، بمساحة ١٩٩٩.٦٣ كم^٢، بنسبة ٢.٥٨%. وأخيراً جاءت المنطقة التي تتسم براحة غير مقبولة

للغاية لممارسة السياحة حيث يتجاوز يتراوح مؤشر الراحة اليومية ٣١.٩، بمساحة بلغت ٠.١ كم^٢، بنسبة ٠.٠٠٠٠١%.

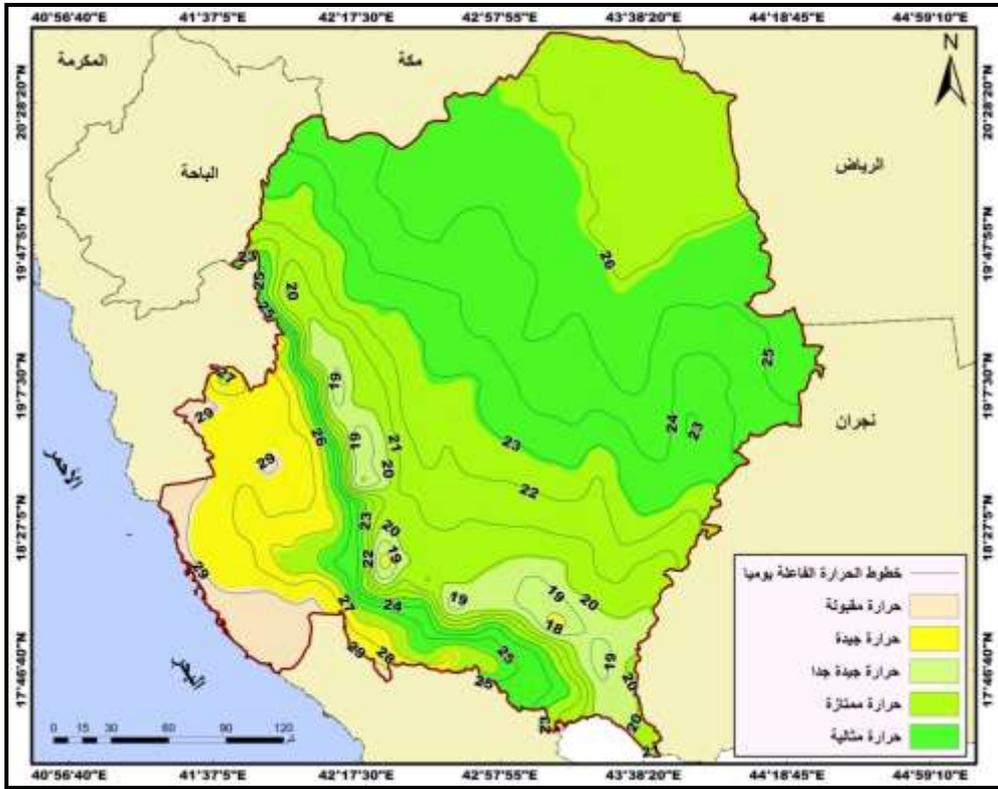


شكل (٦) فئات امكانات الراحة الحرارية اليومية للسياحة المستدامة في منطقة عسير المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات متوسطي درجات الحرارة والرطوبة النسبية نموذج (AIRS).

٢-٢) الإمكانيات حسب مناخ العطلات:

(أ) الحرارة الفاعلة (مناخ العطلات): في المقابل تبين نتائج تطبيق مؤشر الحرارة الفاعلة التي تعد من أهم متطلبات تطبيق مؤشري مناخ العطلات والشواطئ في تحديد نطاقات الراحة المناخية للأنشطة السياحية تتراوح قيمة المؤشر بين ١٧.٧ راحة حرارية جيدة جداً للسياحية الى ٢٩.٥٢ بمناطق الراحة الحرارية الجيدة لممارسة السياحة،

بمتوسط مكاني على مستوى منطقة عسير بلغ ٢٤.٢، مما يعني أن غالبية المنطقة تنتم براحة حرارية مثالية للسياحة حسب مؤشر الحرارة الفاعلة (TC). وبذلك تظهر نتائج تصنيف مؤشر الحرارة الفاعلة (TC) حسب حدود الفئات المعتمدة لمؤشر مناخ العطلات في الشكل رقم (٧) وقوع المنطقة التي تتصف براحة حرارية مثالية لممارسة أنشطة السياحة حيث تتراوح الحرارة الفاعلة بين ٢٣ - ٢٥.٩، بمساحة بلغت ٣٣٩١١.٥٦ كم^٢ بنسبة ٤٣.٧٧% من إجمالي مساحة المنطقة. وبعدها تأتي المنطقة التي تنتم بملاءمة حرارية ممتازة للسياحة، وذلك حيث تتراوح الحرارة الفاعلة بين ٢٠ - ٢٢.٩ وبين ٢٦ - ٢٦.٩ بمساحة ٢٩٠٤٦.٢٤ كم^٢، بنسبة ٣٧.٤٩%. ثم جاءت المنطقة التي تنتم براحة حرارية جيدة للسياحة حيث الحرارة الفاعلة تتراوح بين ٢٧ - ٢٨.٩، بمساحة بلغت ٦٨٧٢.٧٢ كم^٢، بنسبة ٨.٨٧%. وبالتالي جاءت المنطقة التي تنتم براحة جيدة جداً للحرارة بين ١٨ - ١٩.٩ وبين ٢٩ - ٣٠.٩، بمساحة بلغت ٤٨٥٤.٢٨ كم^٢، بنسبة ٦.٢٦%. وأخيراً جاءت المنطقة التي تنتم بملاءمة حرارية مقبولة للسياحة حيث تتجاوز الحرارة الفاعلة ٣١ - ٣٢.٩ بمساحة بلغت ٢٧٩٣.١٣ كم^٢، بنسبة ٣.٦%.



شكل (٧) فئات امكانات الحرارة الفاعلة بمؤشر مناخ العطلات للسياحة المستدامة في منطقة عسير

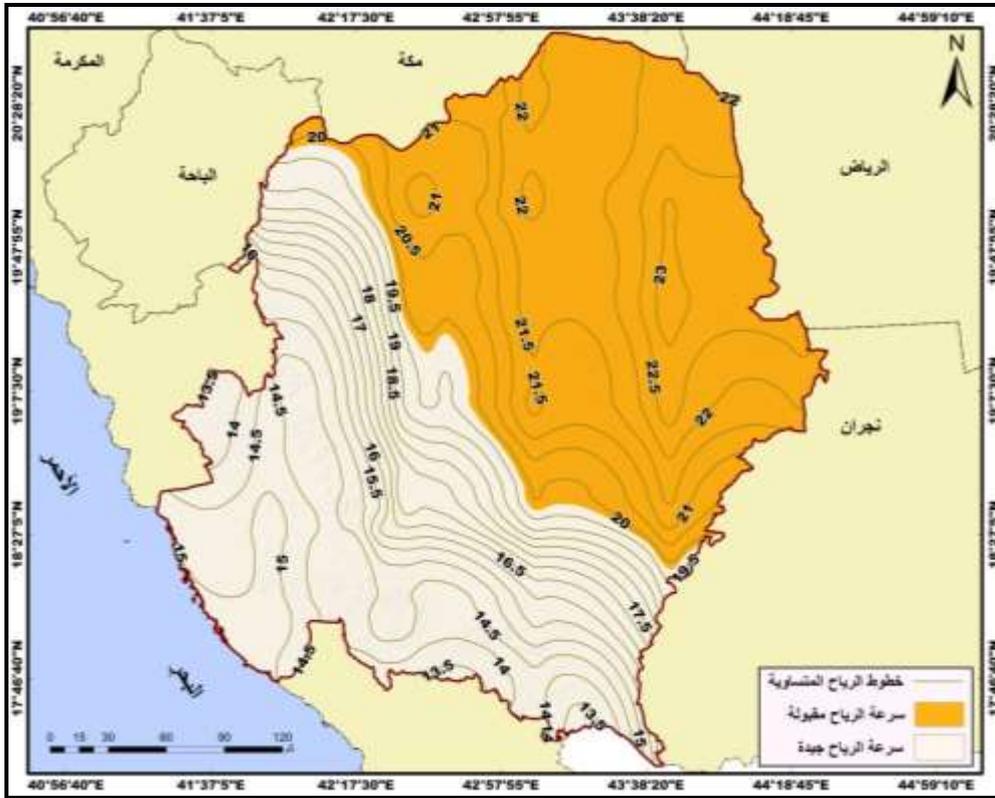
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات متوسطي درجات الحرارة والرطوبة النسبية نموذج (AIRS).

(٣) إمكانات الرياح للسياحة المستدامة: يدخل متغير سرعة الرياح في حساب جميع مؤشرات المناخ الحيوي للتخطيط للسياحة المستدامة، حيث تدخل في حساب مؤشر الراحة المناخية والمناخ السياحي ومناخ العطلات.

(١-٣) الإمكانيات حسب مناخ السياحة: تصنف ملائمة سرعة الرياح لممارسة السياحة حسب مؤشر مناخ السياحة بالاعتماد على درجات الحرارة القصوى اليومية الى ثلاثة اصناف اقل من 23.99°C م وبين $24 - 32.99^{\circ}\text{C}$ م وأكبر من 33°C م،

ويتضمن مؤشر مناخ العطلات ثماني فئات لسرعة الرياح، مع اختلاف بسيط في سرعة الرياح. ونظراً لأن الغرض من هذه الدراسة هو مقارنة إمكانيات عناصر المناخ بمؤشر المناخ السياحي ومؤشري العطلات، ونظراً لأن درجات الحرارة القصوى اليومية في منطقة عسير قد تراوحت بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤ م بين ٥٢١.٨ - ٥٣٦.٤٦ م، سيتم تحليل إمكانيات هذا المتغير في التنمية المستدامة للسياحة وفقاً لهذه التباينات في التصنيف.

وبذلك تظهر نتائج تحليل سرعة الرياح في منطقة عسير بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤ م تراوحها بين ١٣.٣ كم/ساعة الى ٢٣.٣ كم/ساعة بمتوسط مكاني بلغ ١٨.٧٥ كم/ساعة، مما يعني أن غالبية منطقة عسير تتمتع بإمكانات رياح تتراوح بين الجيدة الى الجيدة جداً للسياحة المستدامة. وتبين نتائج تصنيف إمكانيات سرعة الرياح للتنمية السياحية المستدامة حسب مؤشر مناخ السياحة في حالة الرياح العادية وانخفاض الحرارة العليا عن ٥٢٣.٩٩ م في الشكل رقم (٨) وجود نطاقين فقط لإمكانيات سرعة الرياح للتنمية السياحية في المنطقة الأولى يقع شمال منطقة عسير، ويتصف بسرعة رياح مقبولة للسياحة، حيث تتراوح سرعة الرياح بين ١٩.٨ - ٢٤.٢٩ كم/ساعة بمساحة بلغت ٣٨٥٩٨.٩٣ كم^٢ بنسبة ٤٩.٨٢% من إجمالي مساحة المنطقة. ويقع ثاني أنطقه الرياح جنوب وغرب المنطقة، ويتسم هذا النطاق بسرعة رياح جيدة لممارسة السياحة، وذلك حيث تتراوح سرعة الرياح بين ١٢.٢٤ - ١٩.٧٩ كم/ساعة بمساحة بلغت ٣٨٨٧٩.٠١ كم^٢ بنسبة ٥٠.١٨% من إجمالي مساحة المنطقة.



شكل (٨) فئات إمكانات سرعة الرياح عند حرارة أقل من 23.99° للسياحة المستدامة في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات سرعة الرياح نموذج (FLDAS)، موقع ناسا، بيانات مناخ الأرض.

وتوضح نتائج تصنيف إمكانات سرعة الرياح للتنمية السياحية المستدامة في منطقة عسير حسب مؤشر مناخ السياحة شكل رقم (٩) وقوع النطاق الأول لملاءمة الرياح للسياحة شمال منطقة عسير، ويتصف في حالة الرياح التجارية والحرارة اليومية العليا التي تتراوح بين $24 - 32.99^{\circ}$ م بسرعة رياح مثالية، حيث سرعة الرياح بين $19.8 - 24.29$ كم/ساعة بمساحة بلغت 38098.93 كم^٢ بنسبة 49.82% من مساحة المنطقة. وتقع ثاني نطاقات الرياح جنوب وجنوب شرق وغرب منطقة،

ويتصف في هذه الحالة بسرعة رياح ممتازة لممارسة الأنشطة السياحية، حيث تتراوح سرعة الرياح بين ١٢.٢٤ - ١٩.٧٩ كم/ساعة، بمساحة بلغت ٣٨٨٧٩.٠١ كم^٢، بنسبة ٥٠.١٨% من إجمالي مساحة المنطقة. وتظهر النتائج عدم وجود أي نطاق لإمكانات الرياح للسياحة حسب مؤشر مناخ السياحة في الحالة الثالثة التي يتم بموجبها تصنيف الرياح عندما تتجاوز درجات الحرارة اليومية العليا ٣٣ م.



شكل (٩) فئات إمكانات سرعة الرياح عند حرارة بين (٢٤ - ٣٢.٩٩)° للسياحة
المستدامة في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات سرعة الرياح نموذج (FLDAS)، موقع ناسا،
بيانات مناخ الأرض.

٢-٣) الإمكانيات حسب مناخي العطلات: توصلت نتائج تصنيف امكانيات سرعة الرياح للتمية السياحية المستدامة في منطقة عسير حسب حدود فئات تصنيف مؤشري مناخ العطلات شكل رقم (١٠) كذلك نطاقين لملاءمة رياح المنطقة للسياحة الأول يتصف بملاءمة جيدة جداً للتمية السياحية ويقع شمال وشرق وشرق منطقة عسير، حيث تتراوح سرعة الرياح بين ٢٠ - ٢٩.٩٩ كم/ساعة بمساحة بلغت ٣٧١٤١.٣٣ كم^٢ بنسبة ٤٧.٩٤% من إجمالي مساحة المنطقة. والثاني يتصف بملاءمة ممتازة للسياحة المستدامة جنوب وجنوب شرق وغرب منطقة عسير، حيث تتراوح سرعة الرياح بين ١٠ - ١٩.٩٩ كم/ساعة، بمساحة بلغت ٤٠٣٣٦.٦١ كم^٢، بنسبة ٥٢.٠٦% من إجمالي مساحة منطقة عسير.



شكل (١٠) فئات إمكانيات سرعة الرياح حسب مؤشر مناخ العطلات للسياحة المستدامة في منطقة عسير

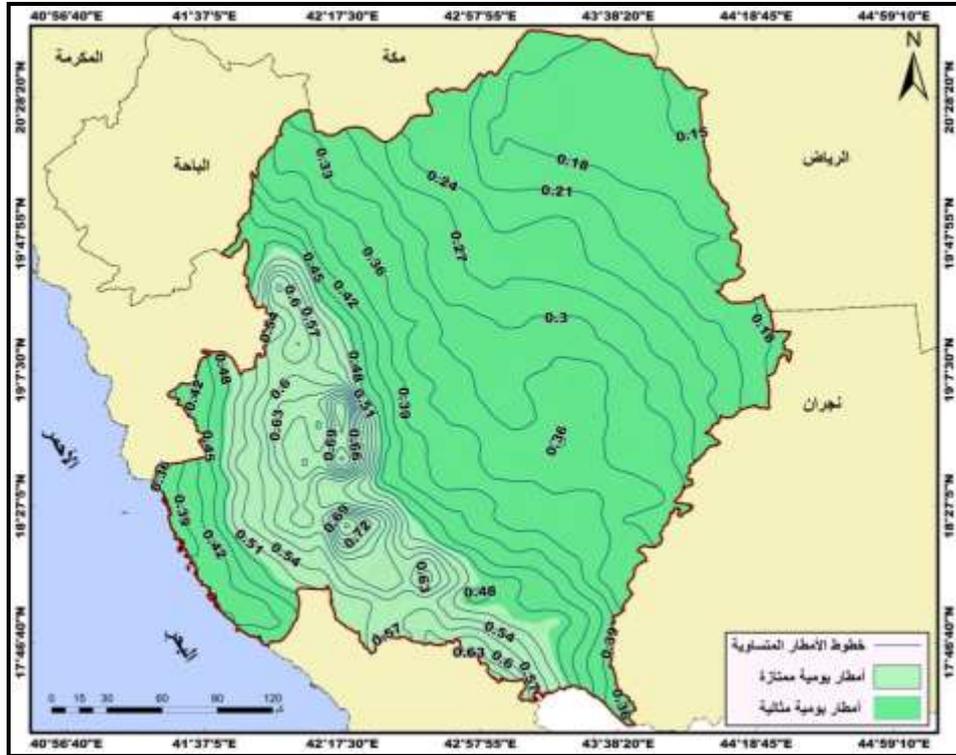
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات سرعة الرياح نموذج (FLDAS)، موقع ناسا، بيانات مناخ الأرض.

٤) **إمكانيات الأمطار للسياحة المستدامة:** هناك اختلافات كبيرة بين مؤشر مناخ السياحة ومؤشري مناخ العطلات فيما يتعلق بحدود فئات تصنيف الأمطار، كذلك هناك اختلاف في وزن عنصر المطر بين هذه المؤشرات إذ يعطي مؤشر مناخ السياحة الأمطار أهمية بنسبة ٢٠%، بينما تعطي مؤشرات مناخ العطلات الأمطار أهمية نسبية تصل الى ٣٠% عند تطبيق معادلات هذه المؤشرات، وبالتالي يدخل متغير الأمطار ضمن عناصر المناخ في تطبيق معادلات مؤشرات المناخ الحيوي للتخطيط للسياحة المستدامة، لاسيما مؤشر المناخ السياحي ومؤشري مناخ العطلات، وستحاول الدراسة كشف هذه الإمكانيات كما يأتي:

٤-١) **الإمكانيات حسب مناخ السياحة:** تصنف علاقة هطول الأمطار اليومية بممارسة الأنشطة السياحية بالعكسية حسب مؤشر مناخ السياحة، فكلما قلت الأمطار خلال اليوم زادت فرص ممارسة السياحة دون معوقات ومخاطر الأمطار والعكس، وبذلك توصلت نتائج تحليل توزيع المتوسط اليومي لكمية الأمطار بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤م تراوح كمية هطول الأمطار بين ٠.١٥ ملم/يوم غرب وشمال شرق المنطقة إلى ٠.٧٩ ملم/يوم في المنطقة الجبلية الأكثر ارتفاعاً وسط غرب المنطقة، بمتوسط على المستوى المكاني لمنطقة عسير بلغ ٠.٣٧ ملم/يوم وتعكس هذه النتيجة وقوع غالبية منطقة عسير ضمن المناطق التي تتصف بملاءمة مطرية مثالية للسياحة المستدامة.

وتبين نتائج تصنيف توزيع الأمطار اليومية في منطقة عسير حسب حدود فئات مؤشر مناخ السياحة لتحديد مدى إمكانية فئات الأمطار للتنمية السياحية المستدامة شكل رقم (١١) وجود نطاقين مهمين للسياحة المستدامة في منطقة عسير يقع أولها في المنطقة التي تتصف بملاءمة مثالية للأنشطة السياحية غرب وشرق وشمال

منطقة عسير، حيث تقل كمية الأمطار عن ٠.٤٩ ملم/يوم، بمساحة بلغت ٦١٢٥١.٥٧ كم^٢ بنسبة ٧٩.٠٦% من إجمالي مساحة المنطقة. ويظهر النطاق الثاني في المنطقة التي تتسم بملاءمة مطرية ممتازة للسياحة في المنطقة الجبلية الممتدة من جنوب شرق وحتى شمال غرب المنطقة، وذلك حيث تتراوح كمية الأمطار بين ٠.٤٩ - ٠.٩٩ ملم/يوم، بمساحة بلغت ١٦٢٢٦.٣٦ كم^٢ بنسبة ٢٠.٩٥% من إجمالي مساحة منطقة عسير.



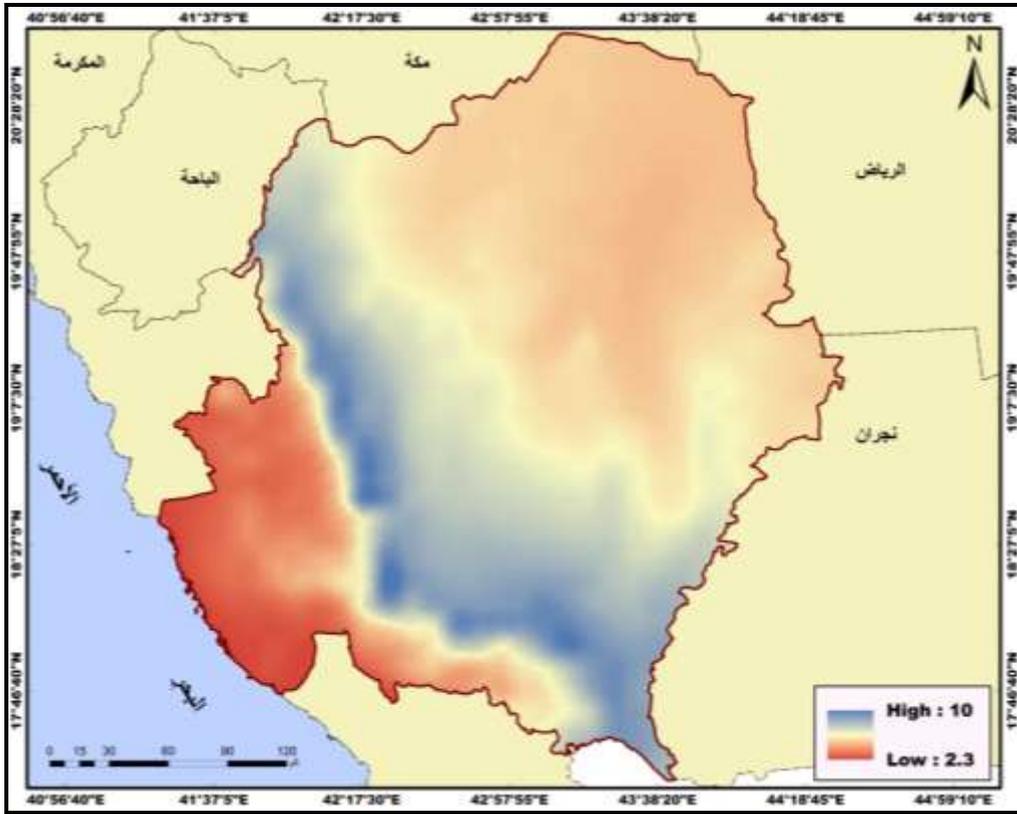
شكل (١١) فئات إمكانات الأمطار حسب مؤشر مناخ السياحة للسياحة المستدامة في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الأمطار نموذج (GPM)، موقع ناسا، بيانات مناخ الأرض.

وبما أن كمية الأمطار اليومية في منطقة عسير قد تراوحت بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٢٤ م بين ٠.١٥ ملم/يوم - ٠.٧٩ ملم/يوم، فهذا يعني وقوع منطقة عسير كاملة ضمن فئة مطرية واحدة تتبع المناطق التي تتصف بملاءمة ممتازة للأمطار في السياحة المستدامة بحسب حدود تصنيف مؤشر مناخ العطلات الذي يعتبر أن المناطق التي تتراوح أمطارها بين ٠.٠١ - ٢.٩٩ ملم ذات ملاءمة ممتازة لممارسة الأنشطة السياحية.

ثانياً) نمذجة المناخ الحيوي للسياحة المستدامة:

١) نموذج الراحة المناخية (CCI): أكدت نتائج التحقق من إمكانات المناخ للسياحة المستدامة في منطقة عسير باستعمال نموذج الراحة المناخية (CCI) شكل رقم (١٢)، وتم استخدام حاسبة نظم المعلومات الجغرافية (Raster Calculator) لتطبيق معادلة هذه المؤشر المبينة بمعادلة رقم (١) من خلال دمج طبقات متوسط درجات الحرارة اليومية وسرعة الرياح ومتوسط الرطوبة النسبية تراوح قيم المؤشر بين ٢.٨ في المناطق الساحلية الحارة جداً غرب منطقة عسير، إلى ١٠ في المناطق الجبلية التي تتسم بمناخ دافئ وسط غرب المنطقة، بمتوسط مكاني لمنطقة عسير بلغ ٥.٨، وتعكس هذه القيمة حسب جدول رقم (٢) أن غالبية منطقة عسير تتسم بمناخ ساخن.



شكل (١٢) إمكانات المناخ للسياحة المستدامة في منطقة عسير حسب مؤشر الراحة المناخية

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الحرارة والرياح والرطوبة النسبية.

وتبين نتائج تصنيف مؤشر الراحة المناخية في منطقة عسير حسب عتب فئات هذا المؤشر الموضحة بجدول سابق رقم (٢) أن هناك أربعة مستويات لإمكانات مناخ المنطقة للسياحية المستدامة تظهر في شكل رقم (١٣)، ويقع المستوى الأول في المناطق الساحلية التي تتصف بملاءمة ضعيفة للأنشطة السياحية، بسبب سيادة المناخ الحار جداً حيث تقل قيم مؤشر راحة المناخ عن ٣، بمساحة بلغت ٢٧٦٧.٦٩ كم^٢ بنسبة ٣.٥٧% من إجمالي مساحة المنطقة. ويبرز مستوى الراحة المناخية

الثاني في المنطقة التي تتسم بملاءمة معتدلة للسياحة المستدامة بسبب سيادة المناخ الساخن شمال شرق ووسط غرب منطقة عسير، حيث تتراوح قيمة مؤشر الراحة المناخية بين ٣ - ٥، بمساحة بلغت ١٦٠٠٨.٦ كم^٢ بنسبة ٢٠.٦٧% من إجمالي مساحة منطقة عسير.

ويظهر المستوى الثالث في المنطقة التي تتصف بملاءمة جيدة للسياحة المستدامة بسبب سيادة المناخ الدافئ شمال وشرق ووسط غرب منطقة عسير، ويتراوح مؤشر الراحة المناخية بهذه المنطقة بين ٥ - ٧، بمساحة بلغت ٤٠٨٢٤.٤٧ كم^٢ بنسبة ٥٢.٦% من إجمالي مساحة المنطقة. ويقع نطاق المناخ المريح في المنطقة الجبلية الأكثر ارتفاعاً والتي تتسم بملاءمة مناخية مثالية للسياحة وسط منطقة عسير، حيث يتراوح مؤشر الراحة بين ٧ - ١١، بمساحة بلغت ١٧٨٧٧.١٧ كم^٢ بنسبة ٢٣.٠٨% من إجمالي مساحة منطقة عسير.

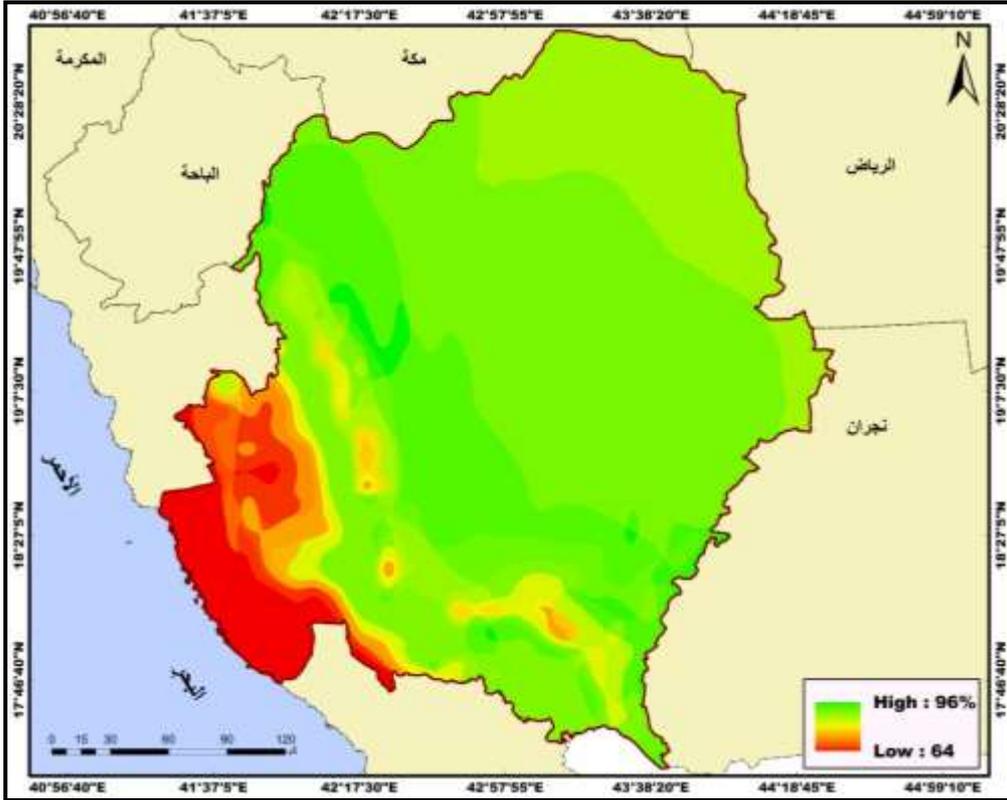


شكل (١٣) فئات إمكانات المناخ للسياحة المستدامة في منطقة عسير حسب مؤشر الراحة المناخية

المصدر: الباحثة بالاعتماد على شكل (١٢).

(٢) نموذج مناخ السياحة المعدل (TCIM): تظهر نتائج نمذجة إمكانات المناخ للسياحة المستدامة في منطقة عسير بواسطة نموذج مناخ السياحة المعدل (TCIM) في الشكل رقم (١٤)، وذلك من خلال دمج طبقات مؤشر الراحة الحرارية خلال النهار واليوم والأمطار والإشعاع الشمسي وسرعة الرياح حسب أوزانها المبينة في جدول رقم (٥)، وبالتالي تطبيق معادلة هذا المؤشر المبين في معادلة سابقة رقم (٥) بحاسبة نظم المعلومات الجغرافية (Raster Calculator). تراوح نسب ملائمة المناخ في المنطقة بين ٦٤% حيث الملائمة جيدة غرب منطقة عسير، إلى ٩٦%

ملاءمة مثالية للمناخ للسياحة المستدامة وسط المنطقة، بمتوسط مكاني على مستوى منطقة عسير بلغ ٩٠.٢%، وتعكس هذه النسبة لمؤشر مناخ السياحة وقوع غالبية منطقة عسير ضمن المناطق التي تتصف بملاءمة مناخية مثالية للسياحة المستدامة.



شكل (١٤) إمكانات المناخ حسب مؤشر مناخ السياحة للسياحة المستدامة في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على دمج الخرائط للأشكال (٢، ٥، ٦، ٩، ١٢).

وتبين نتائج تصنيف نتيجة تطبيق مؤشر مناخ السياحة في منطقة عسير حسب حدود فئات مؤشر مناخ السياحة المبينة في الجدول السابق رقم (٣) أن هناك أربعة مستويات لإمكانات مناخ المنطقة للتنمية السياحية المستدامة كما يبين شكل رقم (١٥) يغطي المستوى الأول غالبية المنطقة التي تتصف بملاءمة مثالية للأنشطة

السياحية شمال وشرق ووسط منطقة عسير، حيث تتجاوز نسبة مؤشر مناخ السياحة ٩٠% فأكثر، بمساحة بلغت ٦٢٨٧٢.٧٧ كم^٢ بنسبة ٨١.١٥% من إجمالي مساحة المنطقة. ويقع المستوى الثاني في المنطقة التي تتسم بملاءمة مناخية ممتازة للسياحة المستدامة جنوب شرق ووسط غرب منطقة عسير، حيث تتراوح نسبة المؤشر بين ٨٠ - ٨٩%، بمساحة بلغت ٨٠٢١.١١ كم^٢ بنسبة ١٠.٣٦% من إجمالي مساحة منطقة عسير. ويظهر المستوى الثالث في المنطقة التي تتصف بملاءمة جيدة جداً للسياحة المستدامة وسط غرب منطقة عسير، حيث تتراوح نسبة مؤشر مناخ السياحة بين ٧٠ - ٧٩%، بمساحة بلغت ٤٤٧٥.٧٧٤ كم^٢ بنسبة ٨١.١٥% من إجمالي مساحة المنطقة. ويقع رابع مستوى في المنطقة التي تتسم بملاءمة مناخية جيدة للسياحة غرب منطقة عسير، حيث تتراوح نسبة المؤشر بين ٦٠ - ٦٩%، بمساحة بلغت ٢١٠٨.٢٨ كم^٢ بنسبة ٢.٧٢% من إجمالي مساحة منطقة عسير.

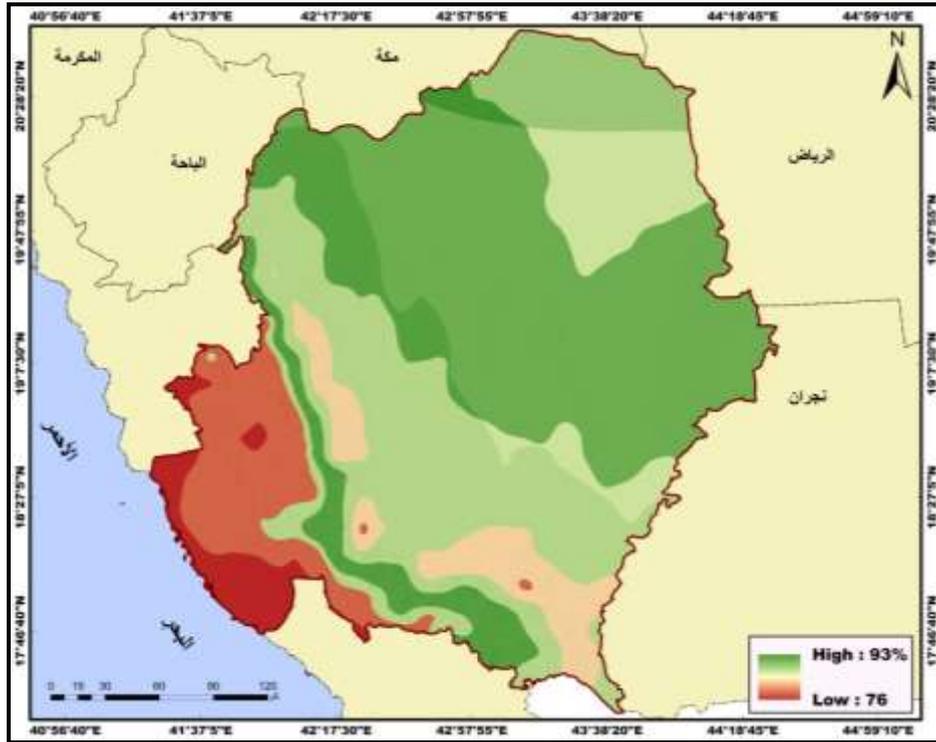


شكل (١٥) فئات إمكانات المناخ للسياحة المستدامة حسب مؤشر مناخ السياحة في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على شكل (١٤).

٣) نموذج مناخ العطلات (HCI): توصلت نتائج تطبيق معادلة مؤشر مناخ العطلات (HCI) لتحديد إمكانات مناخ منطقة عسير بين عامي ١٩٩٤ - ٢٠٣٠م للسياحة المستدامة شكل رقم (١٧)، وذلك من خلال دمج طبقات الحرارة الفاعلة والأمطار والإشعاع الشمسي وسرعة الرياح حسب أوزانها المبيّنة في معادلة وجدول رقم (٥)، حيث طبقت المعادلة في الحاسبة الخلوية لنظم المعلومات الجغرافية. تراوح نسب ملائمة مناخ منطقة عسير خلال هذه المدة بين ٧٦% كحد أدنى للملاءمة التي تتصف بأنها جيدة جداً غرب منطقة عسير، إلى ٩٣% كحد أعلى للملاءمة التي

تتصف بكونها مثالية للمناخ وسط ووسط غرب المنطقة، بمتوسط مكاني للمؤشر على مستوى منطقة عسير بلغ ٨٨%، مما يعني أن غالبية منطقة عسير تتصف بملاءمة مناخية ممتازة للسياحة المستدامة حسب مؤشر مناخ العطلات.



شكل (١٦) إمكانات المناخ للسياحة المستدامة حسب مؤشر مناخ سياحة العطلات في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على دمج الخرائط للأشكال (٣، ٧، ١٠) وطبقة الأمطار مصنفة إلى فئة واحدة بوزن ٩ درجات.

وتوضح نتائج تصنيف الخريطة السابقة حسب حدود فئات مؤشر مناخ العطلات المبينة في جدول سابق رقم (٤) ثلاثة مستويات لإمكانات مناخ منطقة عسير للسياحية المستدامة شكل رقم (١٧) يغطي أولها المنطقة التي تتصف بملاءمة ممتازة لتنمية السياحة شمال ووسط غرب منطقة عسير، حيث تتراوح نسبة مؤشر مناخ

العطلات بين ٨٠ - ٨٩%، بمساحة بلغت ٣٣٩١١.٦٨ كم^٢ بنسبة ٤٣.٧٧% من إجمالي مساحة المنطقة.

ويقع المستوى الثاني لملاءمة المناخ في المنطقة التي تتسم بمناخ مثالي للسياحة المستدامة وسط وشرق وشمال غرب ووسط غرب منطقة عسير، حيث تتجاوز نسبة المؤشر ٩٠% فأكثر، بمساحة بلغت ٣٣٩٠٠.٤٢ كم^٢ بنسبة ٤٣.٧٦% من إجمالي مساحة منطقة عسير. ويبرز المستوى الثالث في المنطقة التي تتصف بملاءمة جيدة جدا للسياحة المستدامة وسط غرب منطقة عسير، حيث تتراوح نسبة مؤشر مناخ العطلات بين ٧٠ - ٧٩%، بمساحة بلغت ٩٦٦٥.٨٣ كم^٢ بنسبة ١٢.٤٧% من إجمالي مساحة منطقة عسير.



شكل (١٧) فئات إمكانات المناخ للسياحة المستدامة حسب مؤشر مناخ العطلات في منطقة عسير

المصدر: الباحثة بالاعتماد على شكل (١٦).

الخاتمة: توصلت نتائج الكشف عن الإمكانيات الجمالية لمناخ منطقة عسير بداية بعدد ساعات الإشعاع الشمسي التي تراوحت بين ٦.٤٨ ساعة/يوم الى ٨.٣ ساعة/يوم، بمتوسط مكاني ٧.٥ ساعة/يوم إن غالبية منطقة عسير تتسم بإمكانات جيدة جداً للسياحة المستدامة حسب متغير الإشعاع الشمسي. كما أظهرت نتائج تحليل إمكانات تغطية السحب للسياحة المستدامة تراوح زمن تغطيتها بين ٢٩.٧٤ - ٣٧.٦٥ %، بمتوسط مكاني لمنطقة عسير ٣٤.٨ %، وهذا يعني أن غالبية المنطقة تتصف بإمكانات جيدة جداً لممارسة الأنشطة السياحية واستدامتها في منطقة عسير. في المقابل توصلت نتائج تطبيق مؤشر الراحة الحرارية نهائياً تراوح قيمة المؤشر بين ١٨.٣ - ٣٢.٤ م، بمتوسط مكاني على مستوى المنطقة بلغ ٢٣.٩٨ م، وبالتالي فإن غالبية منطقة عسير تتسم براحة حرارية مثالية للسياحة خلال النهار. وتبين نتائج مؤشر الراحة الحرارية خلال اليوم (النهار - الليل) تراوحها بين ١٥.٩٢ - ٣١.٩٢ م، ليبلغ متوسطها المكاني للمنطقة ٢٢.٩٤ م، وتفسر هذه القيمة ان غالبية منطقة عسير تتسم براحة حرارية مثالية للسياحة خلال اليوم. من جانب آخر تبين نتائج تطبيق مؤشر الحرارة الفاعلة تراوح قيمتها بين ١٧.٧ - ٢٩.٥٢ م، بمتوسط مكاني على مستوى منطقة عسير ٢٤.٢ م، وتعكس هذه القيمة أن غالبية المنطقة تتسم براحة حرارية مثالية للسياحة.

وتوصلت نتائج تحليل إمكانات سرعة الرياح لممارسة الأنشطة السياحية في منطقة عسير تراوح سرعتها بين ١٣.٣ كم/ساعة الى ٢٣.٣ كم/ساعة بمتوسط مكاني بلغ ١٨.٧٥ كم/ساعة، مما يعني أن غالبية منطقة عسير تتمتع بإمكانات رياح تتراوح بين الجيدة إلى الجيدة جداً للسياحة المستدامة. وأكدت نتائج تحليل إمكانيات متغير

الأمطار لممارسة أنشطة السياحة، تراوح متوسط كميتها بين ٠.١٥ ملم/يوم - ٠.٧٩ ملم/يوم، بمتوسط مكاني لمنطقة عسير ٠.٣٧ ملم/يوم وتعكس هذه النتيجة وقوع غالبية منطقة عسير ضمن المناطق التي تتصف بملاءمة مطرية مثالية للسياحة المستدامة.

من جانب آخر ورغم أن نتائج نمذجة إمكانات مناخ منطقة عسير للسياحة حسب مؤشر الراحة المناخية أن غالبية المنطقة تتصف بمناخ ساخن، لكن نتائج تصنيف هذا المؤشر أثبتت وجود نطاق مناخي مريح في المنطقة الجبلية الأكثر ارتفاعاً، بمساحة بلغت ١٧٨٧٧.١٧ كم^٢ بنسبة ٢٣.٠٨% من إجمالي مساحة منطقة عسير. كما أكدت نتائج تطبيق مؤشر مناخ السياحة تراوح قيمة المؤشر بين ٦٤% - ٩٦%، بمتوسط مكاني ٩٠.٢%، أي أن غالبية منطقة عسير تقع ضمن مناطق تتصف بإمكانات مناخية مثالية للسياحة المستدامة. وتظهر نتائج تطبيق مؤشر مناخ العطلات تراوحه بين ٧٦ - ٩٣%، بمتوسط مكاني للمنطقة ٨٨%، وعليه تتصف غالبية منطقة عسير بإمكانات مناخية ممتاز للسياحة المستدامة.

المصادر:

- Amiranashvili, A., Chargazia, K., Matzarakis, A., Kartvelishvili, L. (2015). Tourism climate index in the coastal and mountain locality of Adjara, Georgia. the International Scientific Conference Sustainable Mountain Regions, Borovets, Bulgaria, http://geography.bg/MountainRegions_Sofia2015.
- Coccolo, S., Kämpf, J., Scartezzini, J.L. (2016). Pearlmutter, D. Outdoor human comfort and thermal stress: A comprehensive review on models and standards. Urban Clim, 18, 33-57.
- Defreitas, C.R. (2003). Tourismclimatology: Evaluating environmental information for decisionmaking and business planning in the recreation and tourism sector. Int. J. Biometeorol, 48, 45-54.
- Demiroglu, O. C., Saygili-Araci, F. C., Pacal, A., Hall, C. M., Kurnaz, M. L. (2020).Future Holiday Climate Index (HCI) Performance of Urban and Beach Destinations in the Mediterranean. Atmosphere, 11 (911), 1-30; [doi:10.3390/atmos11090911](https://doi.org/10.3390/atmos11090911).

- Espín–Sánchez, D.; Olcina–Cantos, J.; Conesa–García, C. Temporal Changes in Tourists’ Climate–Based Comfort in the Southeastern Coastal Region of Spain. *Climate* 2023, 11, 230. <https://doi.org/10.3390/cli11110230>.
- Faraj, T.K., Tarawneh, Q.Y. & Oroud, I.M. (2023) The applicability of the tourism climate index in a hot arid environment: Saudi Arabia as a case study. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 20, 3849–3860.
- Hu, L.; Guo, X.; Yan, P.; Li, X. (2024). The Construction and Application of a Model for Evaluating Tourism Climate Suitability in Terraced Agricultural Cultural Heritage Sites: A Case Study of Longji Terraced Fields in China. *Atmosphere*, 15, 756. <https://doi.org/10.3390/atmos15070756>.
- Hasanah, N. I. L., Maryetnowati, D., Edelweis, F. N., Indriyani, F., Nugrahayu. Q. (2020). The climate comfort assessment for tourism purposes in Borobudur Temple Indonesia. *Heliyon*, 6, 1–9.

-
- Mieczkowski, Z. (1985). The Tourism Climate Index: a method for evaluating world climate for tourism. *Can. Geogr*, 29, 220–233.
- Ogur, A. A. (2023). Application of Holiday Climate Index (HCI): Urban to Potential Alternative Tourism Attractions. *Current Urban Studies*, 11, 497–520.
<https://doi.org/10.4236/cus.2023.113026>.
- Rutty, M., Scott, D. (2015). Bioclimatic comfort and the thermal perceptions and preferences of beach tourists. *Int. J. Biometeorol*, 59, 37–45.
- Rutty, M., Scott, D., Matthews, L., Burrowes, R., Trotman, A., Mahon, R., Charles, A. (2020). An Inter-Comparison of the Holiday Climate Index (HCI:Beach) and the Tourism Climate Index (TCI) to Explain Canadian Tourism Arrivals to the Caribbean. *Atmosphere*, 11(412), 1–17.
[doi:10.3390/atmos11040412](https://doi.org/10.3390/atmos11040412).
- Scott, D., Rutty, M., Amelung, B., Tang, M. (2016). An inter-comparison of the holiday climate index (HCI) and the tourism climate index (TCI) in Europe. *Atmosphere*, 7, 80.

- Velea, L.; Gallo, A.; Bojariu, R.; Irimescu, A.; Craciunescu, V.; Puiu, S. Holiday Climate Index: Urban—Application for Urban and Rural Areas in Romania. *Atmosphere* 2022, 13, 1519. <https://doi.org/10.3390/atmos13091519>.
- Velea, L., Bojariu, R., Irimescu, A., Craciunescu, V., Puiu, S., Gallo, A. (2023). Climate Suitability for Tourism in Romania based on HCI: Urban Climate Index in the Near–Future Climate. [doi:10.20944/preprints202304.0348.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202304.0348.v1).
- Yu, G., Schwartz, Z., Walsh, J.E. (2009). A weather resolved index for assessing the impact of climate change on tourism related climate resources. *Clim. Chang*, 95, 551–573.