Dirasat: Human and Social Sciences, Volume 53, No. 1, 2026, 7970

Deanship of Scientific Research

Evaluation of Climate Suitability for Tourism in AlUla Governorate in Madinah Region Using Tourism Climate Index (TCI)

Amal Almushayt *

Department of Geoygraphy, College of Arts & Humanities, King Khalid University, Abha, Saudi Arabia

Received: 18/6/2024
Revised: 7/8/2024
Accepted: 29/8/2024
Published online: 1/8/2025

* *Corresponding author:*
amushayt@kku.edu.sa

Citation: Almushayt , A. (2025). Evaluation of Climate Suitability for Tourism in AlUla Governorate in Madinah Region Using Tourism Climate Index (TCI). *Dirasat: Human and Social Sciences*, *53*(1), 7970. Retrieved from https://dsr.ju.edu.jo/djournals/index.php/Hum/article/view/7970

Abstract

Objectives: The study aims to evaluate the suitability of the climate for tourism in AlUla Governorate using the Tourism Climate Index (TCI). This involves a spatial analysis of the elements of the TCI and an assessment of thermal comfort for tourism activities.

Methods: The study used a descriptive analytical approach within Geographic Information Systems (GIS) and utilized a quantitative method to process data obtained from NASA. This data was used to derive climate element maps and determine thermal comfort using daily and daytime comfort indices. Based on the results of comfort indices, precipitation, radiation, and wind, the TCI was applied to identify the climatic comfort zones across different seasons.

Results: The study's findings indicate that the TCI during winter ranges from 68%, where the climate is suitable, to 91%, where the climate is ideal for tourism, with a spatial average of 77%. In spring, the index ranges from 74%, where the climate is "very good" for tourism, to 93%, where the climate is ideal, with an average of 87.9%. In summer, the index ranges from 70%, where the climate is "very good," to 92%, where the climate is ideal, with an average of 82%. In autumn, the index ranges from 77%, where the climate is "very good," to 93%, where the climate is ideal, with an average of 86.2%..

Conclusions: The climate in most areas of AlUla Governorate is characterized by suitability for tourism, ranging from very good to excellent across different seasons. This is corroborated by the TCI values, which range from 77% in winter to 87.9% in summer.

Keywords: Temperature, Relative Humidity, Precipitation, Solar Radiation, Wind, Tourism Climate Index.

تقييم ملاءمة المناخ للسياحة في محافظة العلا بمنطقة المدينة المنورة باستخدام مؤشر المناخ السياحي (TCI)

أمل حسين آل مشيط *

قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك خالد، أبها، المملكة العربية السعودية

ملخّص

الأهداف: تهدف الدراسة لتقييم فترات ملاءمة المناخ للسياحة بمحافظة العلا باستخدام مؤشر مناخ السياحة، وذلك بالتحليل المكاني لعناصر مؤشر المناخ السياحي وتقييم الراحة الحرارية للأنشطة السياحية.

المنهجية: واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في نظم المعلومات الجغرافية، والأسلوب الكمي لمعالجة البيانات التي تم الحصول عليها من ناسا لاشتقاق خرائط عناصر المناخ، وتحديد الراحة الحرارية بمؤشري الراحة نهارًا ويوميًا، وبالاعتماد على نتائج مؤشري الراحة والأمطار والإشعاع والرياح طبق مؤشر المناخ السياحي وحددت نطاقات الراحة المناخية في فصول السنة المختلفة.

النتائج: تظهر نتائج الدراسة تراوح مؤشر المناخ السياحي شتاءً بين 68% حيث ملاءمة المناخ جيدة، الى 91% حيث المناخ مثالي للسياحة، بمتوسط مكاني 77%. وتراوحت قيمة المؤشر في الربيع بين 74% بمناطق ملاءمة المناخ "جيدة جدا" للسياحة، الى 93% حيث المناخ مثالي للسياحة، بمتوسط 87.9%. وتراوح المؤشر صيفًا بين 70% حيث راحة المناخ "جيدة جدا" الى 92% اينما المناخ مثالي للسياحة، بمتوسط 82%. وتراوح المؤشر في الخريف بين 77% حيث المناخ مريح بدرجة "جيدة جدا"، الى 93% حيث المناخ مثالي للسياحة، بمتوسط 86.2%.

الخلاصة: تتصف غالبية محافظة العلا تتصف بمناخ تراوحت ملاءمته بين الجيد جدًا الى الممتاز لممارسة السياحة بمختلف فصول السنة، ومما يؤكد ذلك تراوح قيمة مؤشر مناخ السياحة بين 77% في الشتاء الى 87.9% في الصيف.

الكلمات الدالة: الحرارة، الرطوبة النسبية، الأمطار، الاشعاع الشمسي، الرياح، مؤشر المناخ السياحي.

© 2026 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

المقدمة:

يقصد بالراحة المناخية شعور الانسان بالراحة في ظل ظروف البيئة الطبيعية (Wu, et al, 2020). وتعد مؤشرات الراحة الحرارية أكثر الطرق شيوعًا لدراسة الراحة المناخية، وغالبًا ما تستخدم لتقييم المناخ السياحي، وتحديد القدرة المناخية بمختلف المناطق (Masoudi, 2021).. ويقيس مؤشر الراحة المناخية شعور الإنسان بظروف مناخية بالنظر إلى تأثير الحرارة، والرطوبة، والرياح وغيرها.

وبذلك تعدُّ عناصر المناخ أهم عوامل تطوير السياحة (Cetin, 2015). لأنها تؤثر على اختيار وجهات السياح (Dogru, et al, 2016). ويعدُّ الوقت من العام الذي تتوافر فيه ظروف مناخية مثالية في مكان ما مهم بالنسبة للسائح. فالمناخ يحدد حالة الراحة الحرارية والمناخية للسائحين. وعليه، يؤثر في رضاهم وتحديد وجهتهم (Kovacs & Unger, 2014). وهناك عدة متغيرات مناخية تؤثر على الراحة المناخية. ووفقًا لـ (Olgyay, 2015) إن أفضل قيم الراحة المناخية حرارة بين 21 - 27.5° م، ورطوبة نسبية بين 30 - 65٪. وأكد (Ahmadi & Ahmadi, 2017) أن سرعة الرياح والإشعاع يلعبان دورًا مهمًا في خلق ظروف الراحة. وقد طورت عدة مؤشرات لقياس الراحة المناخية، وتسليط الضوء على تنوع المناخ كمورد سياحي (Andelkovic, et al, 2016). وعلى الرغم من ذلك لا يزال مؤشر مناخ السياحة يستخدم على نطاق واسع لكشف آثر المناخ على السياحة (Perez, et al, 2021). لأنه يرتكز على أسس فيزيائية حيوية لراحة الإنسان، ويستخدم لتقييم أثر الحرارة والمقومات الجمالية والفيزيائية.

ويعدُّ مؤشر مناخ السياحة الذي اقترحه (Mieczkowski, 1985) أحد اهم مؤشرات المناخ فعالية وقابلة للتطبيق (Hassan, et al, 2015). ويستخدم على نطاق واسع لتقييم ملاءمة المناخ للوجهات السياحية نظرًا إلى كثرة المعايير التي يحتويها (Scott, et al, 2016). ويعدُّ أكثر استخدام لأنه مستمد من انطباع راحة الإنسان (Mieczkowski, et al, 2014). ويمكن تطبيقه على مختلف الأنشطة السياحية، ومحاكاة تأثير تغير المناخ على نفقات السياحة في المستقبل (Yuan, et al, 2021).

وتعدُّ محافظة العلا من أهم المناطق السياحية في المملكة حيث تقوم السياحة فيها على عدة مقومات تأتي عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة النسبية وأشعة الشمس والرياح والأمطار في مقدمتها عند تحديد وجهات السياح. وعليه، من المهم تقييم الظروف المناخية بمؤشر المناخ السياحي الذي يعد طريقة لتوضيح الأوجه المتعددة للسياحية في المحافظة حسب تغير ظروف المناخ في فصول السنة الأربعة. وتعد نظم المعلومات الجغرافية أداة قوية للتحليل المكاني، وتقنية فعالة لدمج بيانات المناخ (Abuzied, et al, 2020).

أدبيات سابقة:

قارن (Hejazizadeh, et al, 2019) بين مؤشري مناخ العطلات (HCI) ومناخ السياحة (TCI) في المناطق الصحراوية وسواحل مكران (إيران) لمدة 30 عام، وظهرت نتائج المؤشرين في فصلي الخريف والشتاء متساوية، وسجلت المنطقة الجبلية أدنى ملاءمة، بينما سجلت المناطق ذات الارتفاعات المنخفضة كشواطئ بحر قزوين أعلى ملاءمة، والعكس في الربيع والصيف، وأكدت مقارنة نتائج المؤشرين أن المناخ السياحي يظهر نطاقًا واسعًا من الظروف غير المواتية إلى المواتية سنويًا، ويظهر مناخ العطلات تقلبًا أقل.

وتطرق (Masoudi, 2021) لتقدير توزيع الراحة المناخية باستخدام مؤشر المناخ السياحي ووزن المسافة المعكوسة (IDW) بمقاطعة فارس (إيران)، وأجرت الدراسة تحليل زماني مكاني لتحديد المناطق المناخية المناسبة للسياحة بين عامي 2006 - 2016، وكشفت النتائج أن 70-83% من مدن المنطقة تقع بمناطق ذات راحة مناخية ممتازة ومثالية خلال أشهر مايو وأبريل وأكتوبر ونوفمبر، وتوفر 45-54% من محافظة فارس ظروف جيده وجيده جدًا للسياحة في أشهر يوليو، وديسمبر، ويناير، ومارس.

وقيم (Cao & Gao, 2022) الظروف المناخية للسياحة بمؤشر مناخ السياحة في شينجيانغ (الصين) بين عامي (1980- 2014)، وتشير النتائج إلى أن الأشهر الأكثر ملاءمة للسياحة أبريل ومايو وسبتمبر وأكتوبر، وبرزت أفضل حالة مناخية للسياحة في سبتمبر (TCI > 80)، والمناخ غير الجذاب للسياحة في الشتاء، وبلغ المتوسط السنوي للأيام المناسبة مناخيًا (TCI> 70) وتعدُّ المنطقة مناسبة للسفر في الصيف مع درجات عالية لمؤشر المناخ السياحي.

واستعمل (Sultana & Paul, 2023) نظم المعلومات الجغرافية ومؤشر المناخ السياحي لتقييم الفترة المناسبة للسياحة في خليج البنغال، وتم تصنيف الظروف المناخية على أساس متوسط الأمطار، وساعات سطوع الشمس، ومتوسط سرعة الرياح، وتكشف النتائج أن الفترة من مارس إلى نوفمبر ممتازة لسبعة مواقع من إجمالي عشرة، وتتصف في شهري يونيو ويوليو بكونها غير مناسبة لمواصلة أنشطة السياحة في المناطق الساحلية.

واستخدم (Adıguzel, 2023) مؤشر المناخ السياحي للتخطيط الحضري بمحافظة مرسين، كان هدف الدراسة تحديد الأطر الزمنية والمواقع الأكثر ملاءمة للأنشطة السياحية من خلال تحليل الحرارة والرطوبة النسبية وهطول الأمطار والرياح، لتقييم تأثير الظروف المناخية على السياحة، وإنشاء خريطة راحة مناخية موجهة للسياح.

ودرس (Espín-Sánchez, et al, 2023) تغير راحة السياح المرتبطة بالمناخ في سواحل جنوب شرق اسبانيا، باستخدام مؤشر الراحة المناخية (CCI)، وكشفت النتائج فقدان الراحة المناخية في الصيف وتوسع الفترة الدافئة في يونيو وبداية سبتمبر، بزيادة قدرها 38.7 يومًا في الراحة الحرارية الساخنة، وزيادة الانزعاج الحراري في الصيف، وانخفاض الرطوبة النسبية وسرعة الرياح والأمطار.

أهداف الدراسة:

- التحليل المكاني لعناصر مؤشر المناخ السياحي كالحرارة والرطوبة، والإشعاع الشمسي، والرياح، والأمطار.
- تقييم الراحة الحرارية للأنشطة السياحية من خلال تحديد الحرارة الفعالة باستخدام مؤشري الراحة خلال النهار واليوم.
- تحديد الفترات والمناطق الملائمة للأنشطة السياحية باستخدام مؤشر مناخ السياحة.

مبررات الدراسة:

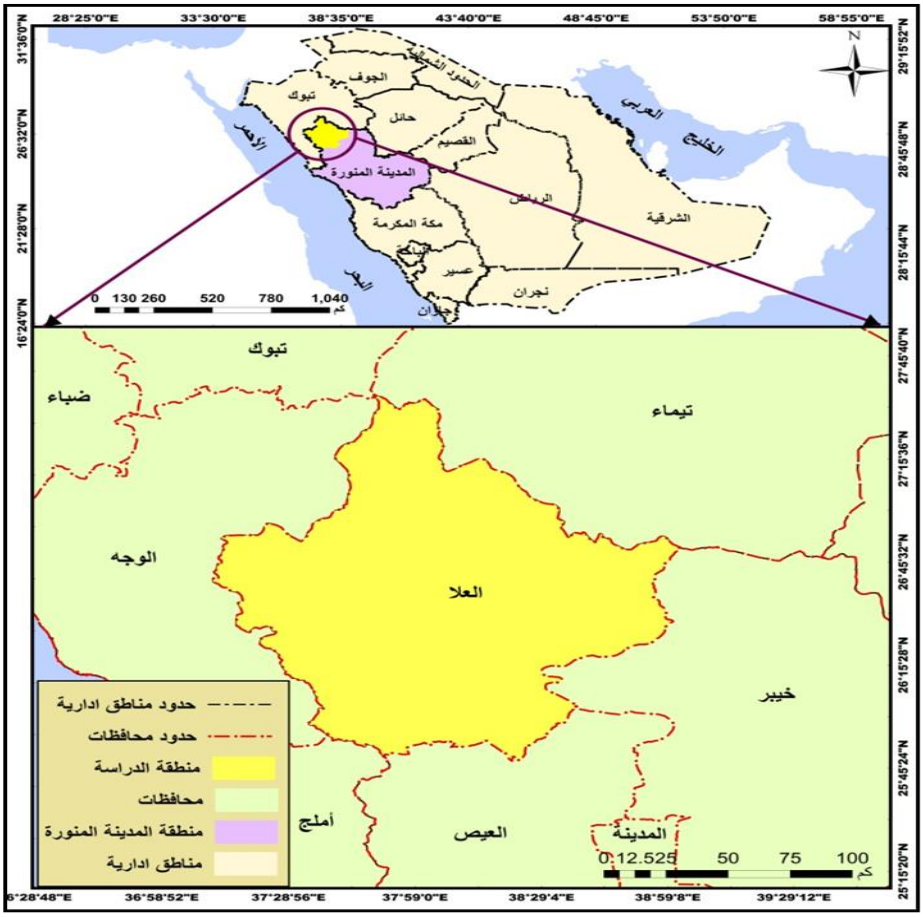
تتضمن مبررات هذه الدراسة عدم وجود دراسات سابقة لتحديد ملاءمة مناخ محافظة العلا للتنمية السياحية، واهتمام خطط الدولة التنموية 2030، في اعطاء قطاع السياحة اهتمام كبير ضمن خطط التنمية المستدامة للسياحية، لتوطين السياحة الخارجية داخليًا، وتأتي محافظة العلا في مقدمة محافظات المملكة من حيث اهتمام وزارة السياحية، وللمساعدة في تسريع عجلة تنمية سياحة المحافظة، جاءت الحاجة لعمل تقييم كمي لملاءمة مناخها للسياحة من خلال تطبيق مؤشر مناخ السياحة الذي يطبق لمختلف الأنشطة السياحة.

مشكلة الدراسة:

تتباين ملاءمة المناخ زمانيًا ومكانيًا بسبب تأثرها بعدد من مقومات البيئة الطبيعية كالموقع الفلكي والتضاريس وغيرها، لذا فإن ملاءمة المناخ للسياحة تعكس كثير من مقومات البيئة الطبيعية، وبما أن نجاح خطط التنمية المستدامة للسياحة تتطلب أخذ جميع المقومات المكانية في الاعتبار عند تحديد المناطق الملائمة لتنمية السياحة، جاءت الحاجة لهذه الدراسة لاستدامة تنمية القطاع السياحي واستدامة تنميته في المستقبل بمحافظة العلا.

منطقة الدراسة:

حددت الحدود المكانية للدراسة بمحافظة العلا أحد أهم وجهات السياحة في المملكة، وتقع كما في الشكل (1) شمال غرب منطقة المدينة المنورة، يحدها من الشمال محافظة تبوك، ومن الشمال الشرقي محافظة تيماء، ومن الغرب والشمال الغربي محافظة الوجه، ومن الجنوب والجنوب الغربي محافظتي العيص واملج، ومن الشرق محافظة خيبر وتقع فلكيًا بين دائرتي عرض 30": -37: 25° - 00": -30: 27° شمالًا، وخطي طول 00": -5: 37° - 30": -57: 38° شرقًا، بمساحة 19829.74 كم2، وحدد زمن الدراسة بالفصول الأربعة عام 2023.



الشكل (1) الموقع الجغرافي والفلكي لمحافظة العلا

منهجية الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، والأسلوب الكمي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لتحليل عناصر مؤشر المناخ السياحي. وعليه، تطبيق معادلة مؤشر مناخ السياحة على مستوى كل فصل من فصول السنة، وقد اعتمد المنهج والأسلوب المتبع بهذه الدراسة بعد مراجعة الأدبيات لفهم مراحل تطور مؤشر مناخ السياحة، ومنهجية تطبيقه وأسلوب تحليل مكونات معادلته من عناصر المناخ. وعليه، تم تطبيق هذا المنهج والأسلوب على بيانات المناخ الفصلية في محافظة العلا بمنطقة المدينة المنورة، وعليه فقد اتبعت الدراسة منهجية بحثية تدرجت كما يأتي:

1. **بيانات الدراسة:** لتقييم فترات ملاءمة مناخ محافظة العلا للسياحة، جمعت بيانات عناصر المناخ اليومية والشهرية من موقع ناسا بيانات مناخ الأرض، وبما يتناسب مع الوصول لنتائج دقيقة لتقييم فترات ملاءمة مناخ المنطقة للأنشطة السياحية بتطبيق مؤشر المناخ السياحي، وجمعت بيانات الحرارة القصوى والمتوسطة، وهطول الأمطار الشهرية، والحد الأدنى والمتوسط للرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، وساعات سطوع الشمس لكل فصول السنة على شكل طبقات (Raster) لعدد من الاقمار كما يبين الجدول (1).

الجدول (1) بيانات مؤشر المناخ السياحي

العنصر	وحدة القياس	القمر	الدقة الزمنية	الدقة المكانية	بداية الفترة	نهاية الفترة
درجة الحرارة القصوى	C	Merra 2	Daily	0.57°	2022-12-31	2023-12-20
متوسط درجة الحرارة	C	FLDAS	Daily	0.01°	2022-12-31	2023-12-20
الرطوبة النسبية الدنيا	%	AIRS	Daily	1°	2022-12-31	2023-12-20
متوسط الرطوبة النسبية	%	AIRS	Daily	1°	2022-12-31	2023-12-20
معدل الأمطار	MM	GPM	Monthly	0.1°	2022-12-31	2023-12-20
الاشعاع الشمسي	W/M^2	FLDAS	Daily	0.01°	2022-12-31	2023-12-20
سرعة الرياح	K/H	FLDAS	Hourly	0.1°	2022-12-31	2023-12-20

المصدر: موقع وكالة ناسا، بيانات مناخ الأرض، (https://giovanni.gsfc.nasa.gov/).

2. **تهيئة البيانات واشتقاق الخرائط:** لتقييم فترات ملاءمة مناخ المنطقة للسياحة خلال فصول السنة المختلفة كان لابد من اعادة ارجاع الطبقات للنظام المتري (UTM_ZONL_37N)، وتوحيد الدقة الزمنية بما يتناسب مع وحدات القياس المتبعة في مؤشر المناخ السياحي، فحولت درجات الحرارة من الكلفانية الى المئوية بطرح الطبقة الاصلية من 273.15، وتم تحويل سرعة الرياح من المتر/ث الى كم/ساعة بضرب الطبقات في 3.6، حيث ان 1 متر/ثانية = 3.6 كم/ساعة. ووحدت الدقة المكانية للطبقات عند 30 م، بتحويلها من صيغ (Raster) الى (Shapfile Point). وبعد الانتهاء من تهيئة بيانات المناخ تم اشتقاق خرائط عناصر الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار والرياح والإشعاع باستخدام خوارزمية (Spline).

3. **تطبيق مؤشر المناخ السياحي:** بعد اشتقاق خرائط عناصر المناخ وقبل تطبيق مؤشر المناخ السياحي حسب (Mieczkowski 1985) كان لابد من اشتقاق خريطتي الراحة الحرارية في النهار (CID)، واليوم (CIA)، واشتقت طبقة الراحة الحرارية في النهار، بمؤشر الراحة نهارا، الذي يعدُّ أهم معيار يؤثر في الانشطة السياحية، اذ يبلغ وزنه 40٪، وبحسب بدمج درجة الحرارة القصوى والرطوبة النسبية الدنيا (Aldabbas et al, 2018, p.52). واشتقت طبقة هذا المعيار بتطبيق المعادلة الاتية بحاسبة GIS.

THI = Th- 0.55 * (1 - 0.01 * Rhl) * (Th- 14.5). (Giles, et al, 1990. p.101).

حيث (Th) الحرارة القصوى اليومية، (Rhl) الرطوبة النسبية الدنيا. وبالمعادلة نفسها اشتقت طبقة الراحة الحرارية اليومية بمؤشر (CIA)، مع استبدال طبقتي الحرارة القصوى والرطوبة الدنيا، بطبقتي متوسطي الحرارة والرطوبة النسبية. وصنفت طبقتي الراحة النهارية واليومية بما يتوافق مع حدود فئات مخطط (ميكزكوفسكي) بالاعتماد على الحرارة الفعالة.

وللحصول على خريطة مؤشر مناخ السياحة وتحديد فترات الملاءمة، دمجت طبقتي الراحة في أثناء النهار واليوم مع طبقات الامطار الشهرية، وعدد ساعات الاشعاع اليومي، وسرعة الرياح كم/ساعة بتطبيق معادلة مؤشر المناخ السياحي الاتية بحاسبة (GIS).

TCI = 2* [4*CID + CIA + 2*R + 2*S + W] (Perez, 2021, p.3).

حيث (CID) طبقة مؤشر الراحة الحرارية نهارًا، (CIA) طبقة مؤشر الراحة الحرارية اليومية، R طبقة الأمطار (ملم)، S طبقة الاشعاع الشمسي ساعة/يوم، W طبقة سرعة الرياح (كم/ساعة)، وتدمج هذه المعايير حسب أوزانها التي وضعها (ميكزكوفسكي)، حيث أعطى الحرارة الفعالة لمؤشري الراحة الحرارية في النهار واليوم وزن 50٪، 40% للراحة نهارًا، 10% للراحة اليومية، 20٪ للأمطار، 20٪ للإشعاع، 10٪ لسرعة الرياح. وتمثلت آخر خطوات تقييم الملاءمة المناخية للسياحة في تصنيف الطبقة الناتجة عن مؤشر المناخ السياحي بناءً على القيم الواردة في الجدول (2).

الجدول (2) فئات ومستويات الراحة المناخية حسب مؤشر المناخ السياحي

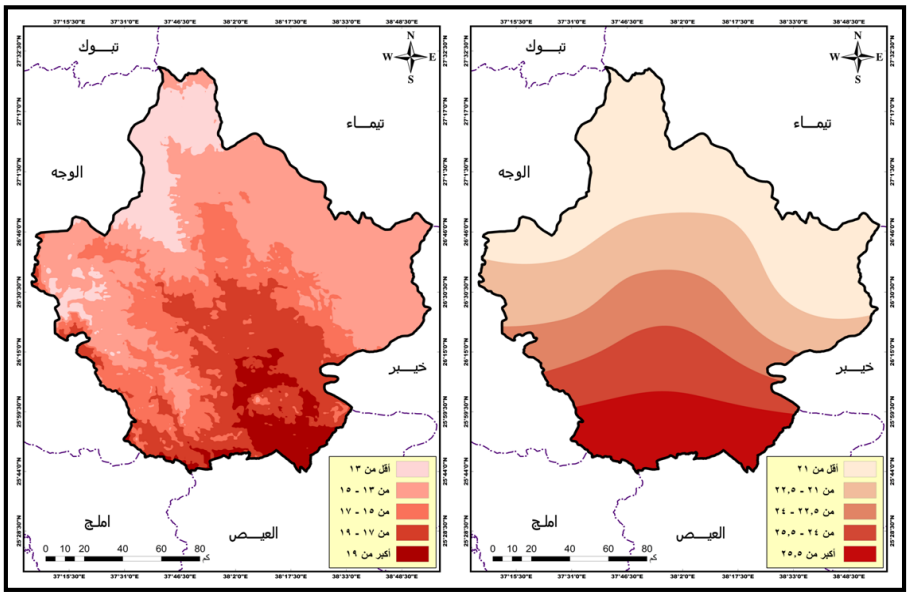
فئات حدود المؤشر (TCI)	مستوى الراحة
100 – 90	مثالية لممارسة السياحة
89 – 80	ممتاز لممارسة السياحة
79 – 70	جيد جدا لممارسة السياحة
69 – 60	جيد لممارسة السياحة
59 – 50	مقبول لممارسة السياحة
49 – 40	ضعيف لممارسة السياحة
39 – 30	غير مواتية لممارسة السياحة
29 – 20	غير مواتية جدا لممارسة السياحة
19 – 10	غير مواتية للغاية لممارسة السياحة
9 - 9-	غير ممكنة لممارسة السياحة

المصدر: (Mieczkowski, 1985).

مناقشة نتائج الدراسة:

معطيات المناخ السياحي في الشتاء: تقيم ملاءمة أي منطقة للسياحة حسب مؤشر مناخ السياحة بعدة عناصر وضعها (Mieczkowski) هي الحرارة القصوى والمتوسطة، والرطوبة النسبية الدنيا ومتوسطها، والأمطار الشهرية، والإشعاع الشمسي يوميًا، وسرعة الرياح. ويتضمن معيار الحرارة القصوى التي يحدث عنده الحد الأقصى من أنشطة السياح (Tang, 2013, p.49). وتظهر نتائج تحليل الحرارة القصوى في الشتاء تراوحها بين - 19.9° 28.2° م، بمتوسط مكاني على مستوى المحافظة 22.5° م.

وتبين نتائج تصنيف الحرارة القصوى الشكل (2) وقوع المنطقة حيث تقل حرارتها عن 21° م شمال محافظة العلا بمساحة 6935.4 كم^2، بنسبة 34.98%. والمنطقة ذات الحرارة بين 22.5° - 21° م وسط المحافظة، بمساحة 4652.09 كم^2، بنسبة 23.46%. والمنطقة حيث تتراوح الحرارة القصوى بين 24° - 22.5° م وسط محافظة العلا، بمساحة 2958.26 كم^2، بنسبة 14.92%. والمنطقة حيث تتراوح الحرارة بين 25.5° - 24° م وسط جنوب محافظة العلا، بمساحة 2589.48 كم^2، بنسبة 13.05%. وتتجاوز الحرارة القصوى 25.5° جنوب المحافظة، بمساحة 2694.5 كم^2، بنسبة 13.58% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتظهر نتائج تحليل توزيع متوسط درجات الحرارة اليومية شتاءً تراوح متوسطها بين 9.8° م - 20.6° م، بمتوسط مكاني للمحافظة 15.3° م. ويوضح الشكل (3) وقوع المنطقة التي يقل متوسط حرارتها عن 13° م شمال العلا، بمساحة 2125.6 كم^2، بنسبة 10.71%. ومنطقة تراوح متوسط الحرارة بين 15° - 13° م شمال شرق وشمال غرب المحافظة، بمساحة 8271.6 كم^2، بنسبة 41.72%. وتقع منطقة تراوح متوسط الحرارة بين 17° - 15° م وسط وجنوب شرق وجنوب غرب العلا، بمساحة 4242.9 كم^2، بنسبة 21.4%. ومنطقة تراوح متوسط الحرارة بين 19° - 17° م جنوب ووسط المحافظة، بمساحة 3875.5 كم^2، بنسبة 19.55%. ويتجاوز المتوسط 19° م جنوب العلا، بمساحة 1314.14 كم^2، بنسبة 6.62% من إجمالي مساحة المنطقة.

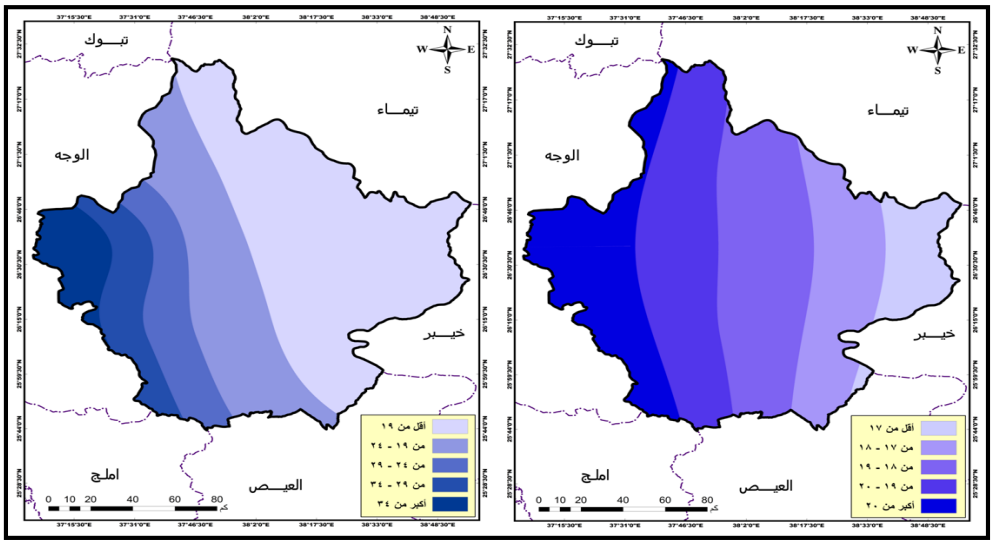


الشكل (2) فئات توزيع الحرارة القصوى في الشتاء الشكل (3) فئات توزيع متوسط الحرارة في الشتاء

المصدر: الباحثة بالاعتماد على القمرين (Merra) للحرارة القصوى، (Fldas) لمتوسط الحرارة.

وتوصلت نتائج تحليل الرطوبة النسبية الدنيا شتاءً تراوحها بين 15.1% الى 21.5%، بمتوسط مكاني 18.8%. ويوضح الشكل (4) وقوع المنطقة التي تقل رطوبتها الدنيا عن 17% شرق المحافظة، بمساحة 1696.4 كم^2، بنسبة 8.55%. وتقع المنطقة التي تتراوح رطوبتها بين 17 - 18% شرق ووسط المحافظة، بمساحة 3505.12 كم^2، بنسبة 17.67%. وتمتد المنطقة تراوح الرطوبة بين 18 - 19% من شمال الى جنوب المحافظة، بمساحة 5336.28 كم^2، بنسبة 26.92%. وتظهر منطقة تراوح الرطوبة بين 19 - 20% وسط المحافظة، بمساحة 5332.007 كم^2، بنسبة 26.89%. وتقع منطقة تجاوز الرطوبة النسبية الدنيا 20% غرب العلا، بمساحة 3959.94 كم^2، بنسبة 19.97% من إجمالي مساحة المنطقة.

في المقابل توصلت نتائج تحليل توزيع متوسط الرطوبة النسبية في الشتاء تراوحها بين 17.6% الى 43.25%، بمتوسط مكاني 22.2%. ويبين الشكل (5) تغطية المنطقة التي يقل متوسط رطوبتها عن 19% شرق المحافظة، بمساحة 9491.27 كم^2، بنسبة 47.87%. وتظهر منطقة تراوح متوسط الرطوبة بين 19- 24% وسط المحافظة، بمساحة 4956.99 كم^2، بنسبة 25%. وتمتد المنطقة التي يتراوح متوسط رطوبتها 24- 29% من شمال الى جنوب العلا، بمساحة 2289 كم^2، بنسبة 11.54%. وتبرز منطقة تراوح متوسط الرطوبة بين 29 - 34% جنوب شرق ووسط المحافظة، بمساحة 1823.004 كم^2، بنسبة 9.19%. وتظهر منطقة تجاوز متوسط الرطوبة النسبية 34% غرب المحافظة، بمساحة 1269.48 كم^2، بنسبة 6.4% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.



الشكل (4) فئات توزيع الرطوبة النسبية الدنيا شتاءً الشكل (5) فئات توزيع متوسط الرطوبة النسبية شتاءً

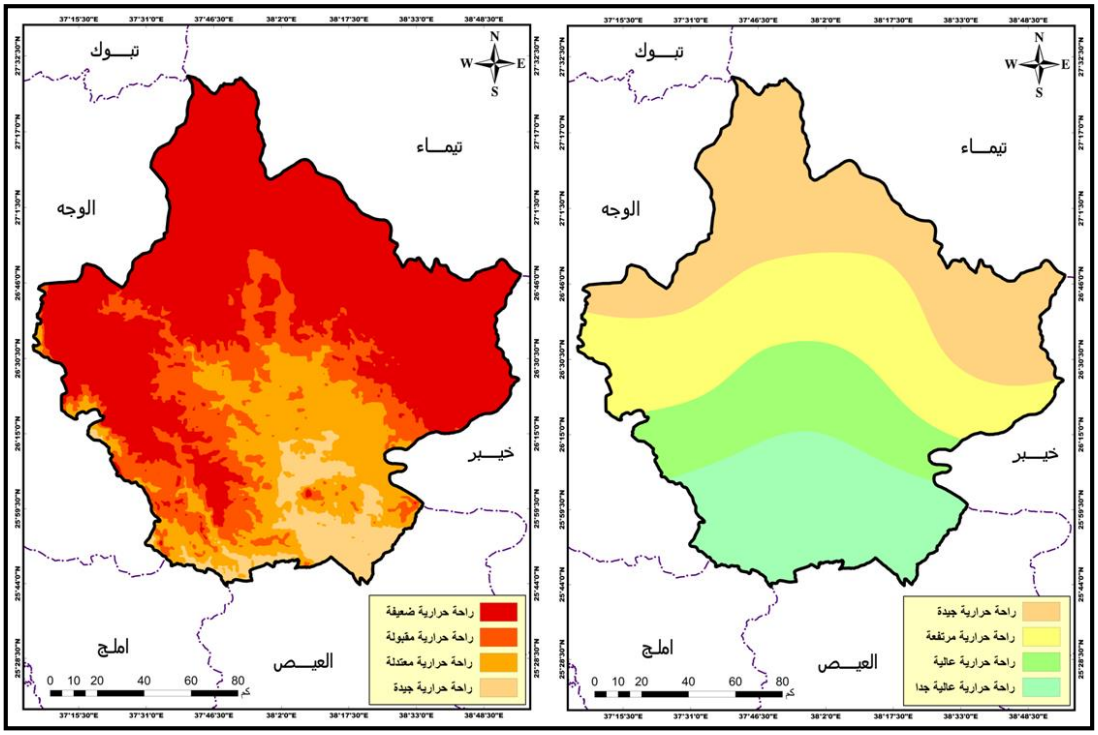
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (AIRS).

ومن أهم مدخلات تطبيق مؤشر المناخ السياحي الراحة الحرارية نهارًا، وتحسب بالاعتماد على الحرارة الفعالة التي اقترحها (Mieczkowski)، وتأخذ في حسابها تأثير الحرارة القصوى والرطوبة النسبية الدنيا. فالحد الأقصى 5 يعطى لدرجة حرارة فعالة بين 20 - 26° م، وعند انحرافها عن الحدين، تقل مستويات الراحة الحرارية للسياحة (Cao & Gao, 2022, p. 385). وبذلك تظهر نتائج تطبيق مؤشر الراحة نهار الشتاء تباين مستويات الراحة الحرارية، حيث تراوح المؤشر بين 17.4 - 22° م، بمتوسط مكاني 18.9° م، مما يعني أن غالبية المحافظة تتصف بمناخ عالي الملاءمة للأنشطة السياحية نهار الشتاء.

وتبين نتائج تصنيف مؤشر الراحة الحرارية نهار الشتاء الشكل (6) بموجب فئات مخطط الحرارة الفاعلة التي وضعها (Mieczkowski)، وقوع نطاق الراحة حرارية الجيدة للسياحة شمال محافظة العلا، حيث تتراوح الحرارة الفاعلة بين 17 - 18° م، بمساحة 6173.58 كم^2، بنسبة 31.14%. ونطاق الراحة حرارية المرتفعة وسط العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 18 - 19° م، بمساحة 5648.87 كم^2، بنسبة 28.5%. ويمتد نطاق الراحة الحرارية عالية الملاءمة للسياحة من شرق الى غرب المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 19 - 20° م بمساحة 3463.36 كم^2، بنسبة 17.47%. ونطاق الملاءمة العالية جدا للسياحة جنوب العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 20 - 22° م، بمساحة 4543.94 كم^2، بنسبة 22.92% من إجمالي مساحة المنطقة.

ومن معايير تطبيق مؤشر مناخ السياحة الراحة الحرارية يوميًا، وتعتمد على متوسطي الحرارة والرطوبة النسبية اليومية، وتبين نتائج اشتقاق مؤشر الراحة اليومية تراوح المؤشر بين 11.4 - 17.96° م، بمتوسط مكاني على مستوى المحافظة 15° م.

وتظهر نتائج تصنيف طبقة مؤشر الراحة الحرارية اليومية الشكل (7) وقوع نطاق الراحة الحرارية ضعيف الملاءمة للسياحة شمال العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 10 - 15° م، بمساحة 11440.11 كم^2، بنسبة 57.6%. ونطاق الراحة الحرارية مقبولة الملاءمة للسياحة وسط المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 15 - 16° م، بمساحة 3416.42 كم^2، بنسبة 17.23%. ونطاق اعتدال الراحة الحرارية للسياحة وسط وجنوب وغرب محافظة العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 16 - 17° م، بمساحة 3574.94 كم^2، بنسبة 18.02%. ونطاق الملاءمة الحرارية الجيدة لأنشطة السياحة جنوب المحافظة، حيث مؤشر الراحة اليومي بين 17 - 18° م، بمساحة 1398.28 كم^2، بنسبة 7.05% من إجمالي مساحة المنطقة.



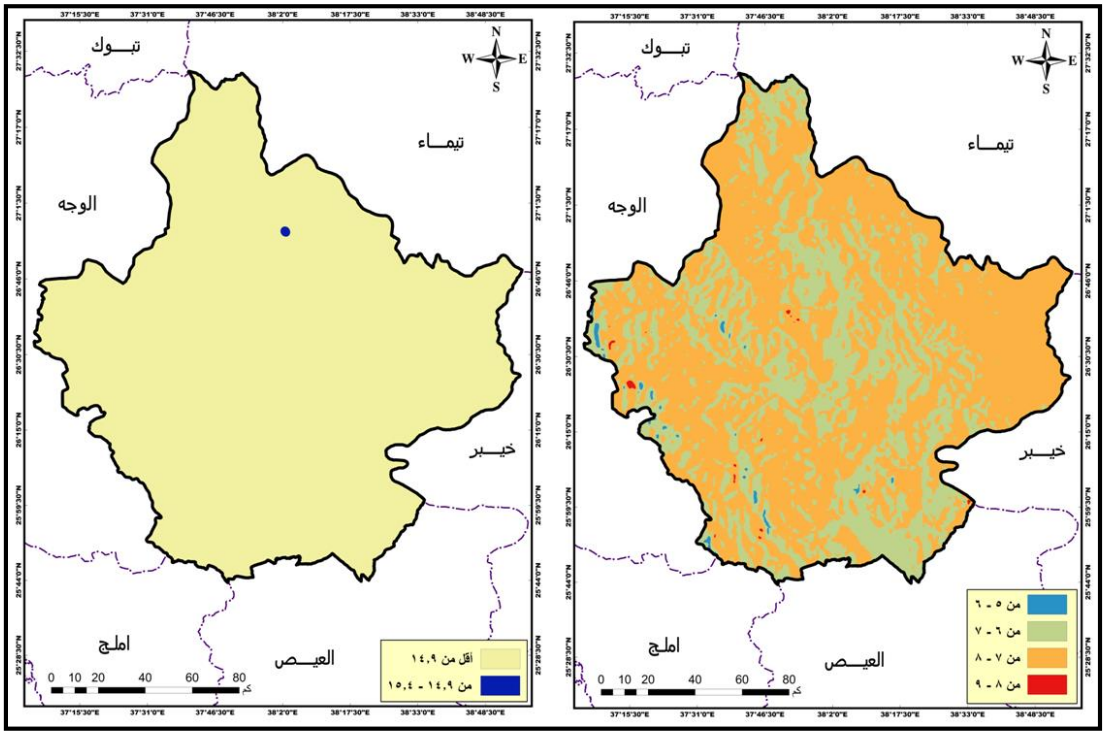
الشكل (6) مؤشر الراحة الحرارية نهار الشتاء الشكل (7) مؤشر الراحة الحرارية اليومية في الشتاء

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكلين (2، 4) و (3، 5).

وتعدُّ ساعات الاشعاع الشمسي من أهم مدخلات مؤشر مناخ السياحة، وتتصف علاقة ملاءمة المناخ للسياحة بالإشعاع بالطردية حسب هذا المؤشر، وتبين نتائج تحليلها تراوحها بين 5.1 - 8.6 ساعة/يوم، بمتوسط مكاني 7 ساعات/يوم، مما يعني وقوع غالبية المحافظة ضمن ملاءمة مرتفعة للسياحة. وتبين نتائج الشكل (8) وقوع نطاق الملاءمة العالية للسياحة غرب ووسط العلا، حيث ساعات الاشعاع 8 - 9 ساعات/يوم، بمساحة 24.19

كم^2، بنسبة 0.12%. ويغطي نطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة غالبية محافظة العلا، بمساحة 13202.57 كم^2، بنسبة 66.58%، حيث ساعات الاشعاع بين 7 - 8 ساعات/يوم. ويقع نطاق الملاءمة الجيدة للسياحة وسط وشمال وجنوب المحافظة، حيث ساعات الاشعاع بين 6 - 7 ساعات/يوم، بمساحة 6530.47 كم^2، بنسبة 32.94%. ونطاق الملاءمة المعتدلة للسياحة غرب ووسط العلا، حيث ساعات الاشعاع بين 5 - 6 ساعات/يوم، بمساحة 72.52 كم^2، بنسبة 0.36% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

ومن المعايير الحيوية المستخدمة بمؤشر مناخ السياحة الأمطار، التي تتصف علاقتها بالسياحة حسب هذا المؤشر بالعكسية، وتتباين أمطار المحافظة في الشتاء، حيث تتراوح بين 1.9 - 15.4 ملم، بمتوسط مكاني 5.9 ملم/ شهر. وتبين نتائج تصنيفها حسب مخطط مناخ السياحة الشكل (9) وقوع 19818.67 كم^2، بنسبة 99.95% من مساحة المحافظة، بمنطقة عالية الملاءمة جدًا للسياحة في الشتاء، حيث تقل الأمطار عن 14.9 ملم. وتقع بقية المحافظة على شكل بقعة صغيرة ضمن ملاءمة عالية للسياحة حيث الأمطار بين 14.9 - 15.4 ملم، بمساحة 11.07 كم^2، بنسبة 0.05% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.



الشكل (8) عدد ساعات الاشعاع الشمسي في الشتاء الشكل (9) توزيع كمية الامطار في فصل الشتاء

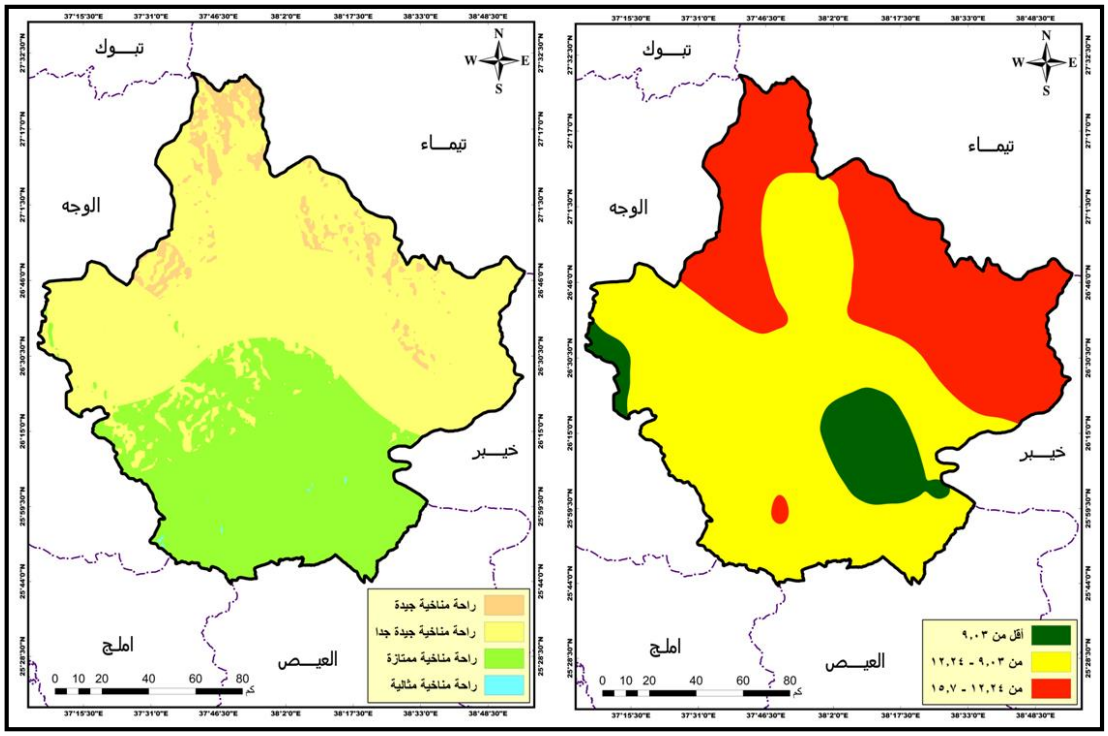
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر (FLDAS) للإشعاع الشمسي، والقمر (GPM) للأمطار.

وتعدُّ سرعة الرياح من معايير تطبيق مؤشر مناخ السياحة، وتوضح نتائج تحليل توزيعها شتاءً تراوحها بين 7.95 - 15.7، بمتوسط مكاني 11.6 كم/ساعة، وتعكس هذه القيمة وقوع غالبية المحافظة حسب معيار الرياح ضمن ملاءمة معتدلة للسياحة. وتظهر نتائج تصنيف الرياح حسب مخطط مؤشر مناخ السياحة شكل (10) وقوع نطاق الملاءمة العالية للسياحة جنوب شرق وغرب المحافظة، حيث تقل سرعة الرياح عن 9.03 كم/ساعة، بمساحة 1615.8 كم^2، بنسبة 8.14%. ويغطي نطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة وسط وجنوب غرب وغرب المحافظة، حيث سرعة الرياح بين 9.03-12.24كم/ساعة، بمساحة 11152.78 كم^2، بنسبة 56.25%. ونطاق الملاءمة الجيدة للسياحة شرق وشمال شرق العلا، حيث سرعة الرياح بين 12.24 - 15.7 كم/ساعة، بمساحة 7061.16 كم^2، بنسبة 35.6% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

وبعد اشتقاق طبقات مؤشر المناخ السياحي (TCI) الذي طور من قبل (ميكزكوفسكي). بالاعتماد على تصنيف مناخ السياحة والترفيه لكروا (Bakhtiari, et al, 2018). وثبتت فاعلية المؤشر من خلال استخدامه عالميًا (Doumi & Al-Shorman, 2006).

وتوضح نتائج تقييم الراحة المناخية للسياحة شتاءً بمؤشر مناخ السياحة، تباين الراحة المناخية للسياحة وتراوح نسبة المؤشر بين 68% بمناطق الراحة المناخية الجيدة للأنشطة السياحية، الى 91% بمناطق المناخ المثالي للسياحة، بمتوسط مكاني 77%، وعليه فان غالبية المحافظة تتصف بمناخ جيد حدًا لممارسة الأنشطة السياحية في الشتاء.

وتبين نتائج تصنيف طبقة مؤشر مناخ السياحة شكل (11)، بحسب حدود فئات الجدول (2)، وقوع نطاق الراحة المناخية الجيدة للسياحة شتاء شمال وشمال شرق وشمال غرب محافظة العلا، حيث يتراوح مؤشر المناخ السياحي بين 60 - 69%، بمساحة 895.29 كم^2، بنسبة 4.51%. ويغطي نطاق الراحة المناخية الجيدة جدًا للسياحة شمال ووسط المحافظة، حيث يتراوح المؤشر بين 70 - 79%، بمساحة 11682.56 كم^2، بنسبة 58.92%. ويظهر نطاق الراحة المناخية الممتازة للسياحة وسط وجنوب العلا، حيث يتراوح المؤشر بين 80 - 89%، بمساحة 7241.28 كم^2، بنسبة 36.52%. ويقع نطاق الراحة المثالية للسياحة جنوب وجنوب غرب المحافظة، حيث يتراوح مؤشر مناخ السياحة بين 90 - 100%، بمساحة 10.61 كم^2، بنسبة 0.05% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.



الشكل (10) معدل سرعة الرياح في الشتاء **الشكل (11) نطاقات الراحة بمؤشر المناخ السياحي في الشتاء**

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (FLDAS)، والأشكال (6، 7، 8، 9، 10).

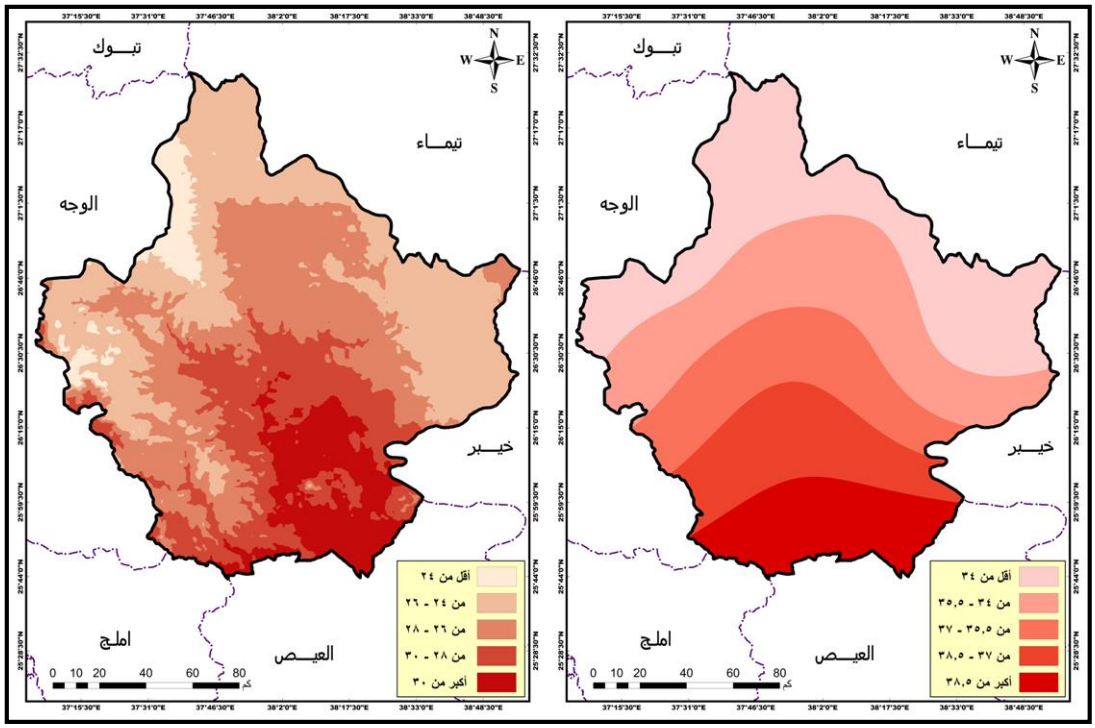
الجدول (3) نطاقات الراحة المناخية في فصل الشتاء

قيمة مؤشر المناخ السياحي	التصنيف	المساحة كم^2	النسبة من مساحة المحافظة
60 – 69	جيد لممارسة السياحة	895.29	4.51
70 – 79	جيد جدا لممارسة السياحة	11682.56	58.92
80 – 89	ممتاز لممارسة السياحة	7241.28	36.52
90 – 100	مثالية لممارسة السياحة	10.61	0.05

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل (11).

معطيات المناخ السياحي في الربيع: توضح نتائج تحليل الحرارة القصوى تراوحها في الربيع بين $^{\circ}$41.1 - $^{\circ}$33.1 م، بمتوسط مكاني $^{\circ}$35.6 م. وتظهر نتائج تحليل توزيع الحرارة الربيعية القصوى الشكل (12) وقوع المنطقة التي تقل حرارتها عن $^{\circ}$34 م شمال وشمال شرق وشمال غرب المحافظة، بمساحة 6024.6 كم^2، بنسبة 30.38%. ومنطقة تراوح الحرارة بين $^{\circ}$35.5 - $^{\circ}$34 م وسط شمال المحافظة، بمساحة 5143.07 كم^2، بنسبة 25.94%. ومنطقة تراوح الحرارة بين $^{\circ}$37 - $^{\circ}$35.5 م وسط العلا، بمساحة 3271 كم^2، بنسبة 16.5%. ومنطقة تراوح الحرارة بين $^{\circ}$38.5 - $^{\circ}$37 م وسط جنوب المحافظة، بمساحة 2901.51 كم^2، بنسبة 14.63%. وتتعدى الحرارة القصوى $^{\circ}$38.5 جنوب العلا، بمساحة 2489.56 كم^2، بنسبة 12.55% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

من ناحية أخرى تبين نتائج تحليل متوسط الحرارة اليومية في الربيع تراوحها بين 20.8° م الى 31.8° م، بمتوسط مكاني 27° م. ويبين الشكل (13) وقوع المنطقة التي يقل متوسط حرارتها عن 24° م شمال غرب وغرب المحافظة، بمساحة 826.89 كم^2، بنسبة 4.16%. والمنطقة التي تتراوح حرارتها بين 26° - 24° م شمال شرق وشمال غرب المحافظة 8271.6 كم^2، بنسبة 41.72%. وتقع منطقة تراوح الحرارة بين 28° - 26° م وسط وشرق وجنوب غرب المحافظة، بمساحة 6128.01 كم^2، بنسبة 30.9%. والمنطقة حيث تتراوح الحرارة بين 30° - 28° م وسط وجنوب شرق وجنوب غرب المحافظة، بمساحة 3753.14 كم^2، بنسبة 18.93%. ويتجاوز متوسط الحرارة 30° م جنوب ووسط جنوب العلا، بمساحة 2256.66 كم^2، بنسبة 11.38% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

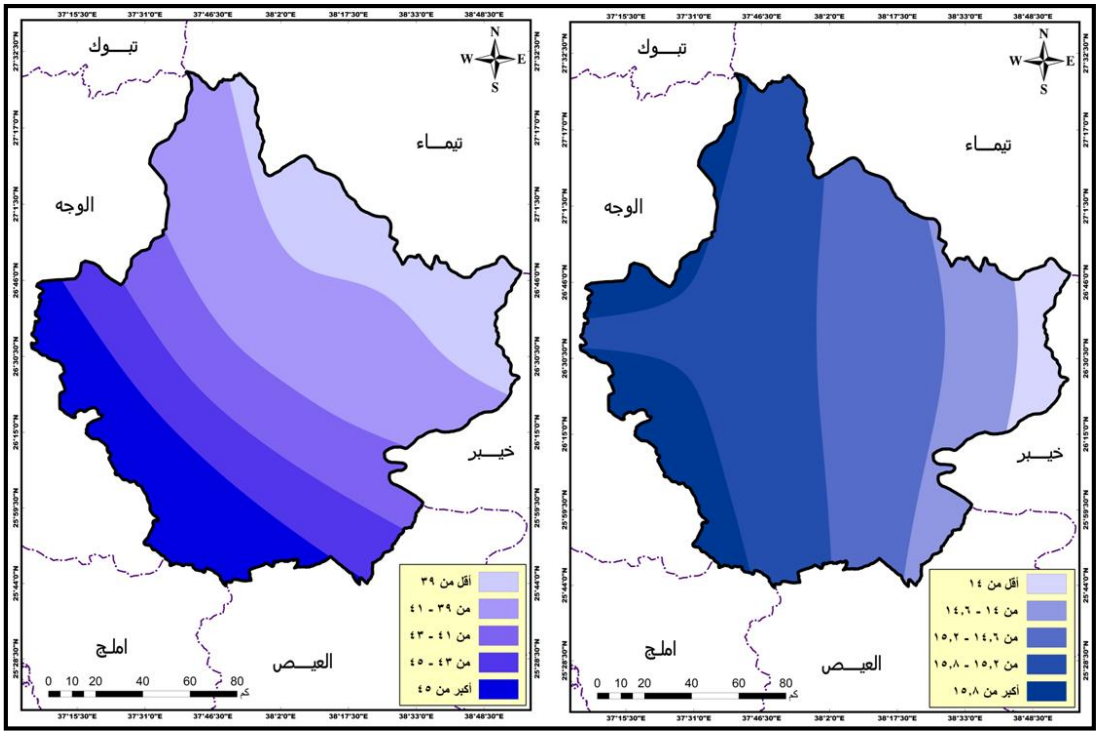


الشكل (12) توزيع الحرارة القصوى في الربيع **الشكل (13) توزيع متوسط الحرارة في الربيع**

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمرين (Merra) حرارة قصوى، و (FLDAS) متوسط الحرارة.

وتظهر نتائج تحليل الرطوبة النسبية الدنيا في الربيع تراوحها بين 13.3- 16.6%، بمتوسط مكاني 15.2%. ويوضح الشكل (14) وقوع المنطقة التي تقل رطوبتها الدنيا عن 14% شرق المحافظة، بمساحة 847.0332 كم^2، بنسبة 4.27%. والمنطقة حيث الرطوبة بين 14 - 14.6% شرق ووسط محافظة العلا، بمساحة 2491.82 كم^2، بنسبة 12.57%. ومنطقة تراوح الرطوبة بين 14.6 - 15.2% وسط المحافظة، بمساحة 5996.15 كم^2، بنسبة 30.24%. وتقع منطقة تراوح الرطوبة بين 15.2 - 15.8% وسط غرب المحافظة، بمساحة 7879.28 كم^2، بنسبة 39.74%. وتتجاوز الرطوبة 15.8% غرب محافظة العلا، بمساحة 2615.47 كم^2، بنسبة 13.18% من إجمالي مساحة المحافظة.

وتوصلت نتائج تحليل متوسط الرطوبة النسبية في الربيع تباين توزيعها وتراوحها بين 37.7% الى 49.7%، بمتوسط مكاني 41.8%. ويبين الشكل (15) وقوع المنطقة التي يقل متوسط رطوبتها عن 39% شمال شرق المحافظة، بمساحة 3331.56 كم^2، بنسبة 16.8%. وتغطي منطقة تراوح الرطوبة بين 39- 41% شرق ووسط وشمال العلا، بمساحة 6943.49 كم^2، بنسبة 32.93%. وتمتد المنطقة التي تتراوح رطوبتها 41- 43% من جنوب شرق الى شمال غرب المحافظة، بمساحة 3191.366 كم^2، بنسبة 16.1%. وتقع منطقة تراوح الرطوبة بين 43 - 45% جنوب شرق ووسط وشمال غرب العلا، بمساحة 3102.75 كم^2، بنسبة 15.64%. وتتجاوز الرطوبة 45% غرب المحافظة، بمساحة 3674.87 كم^2، بنسبة 18.54% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.



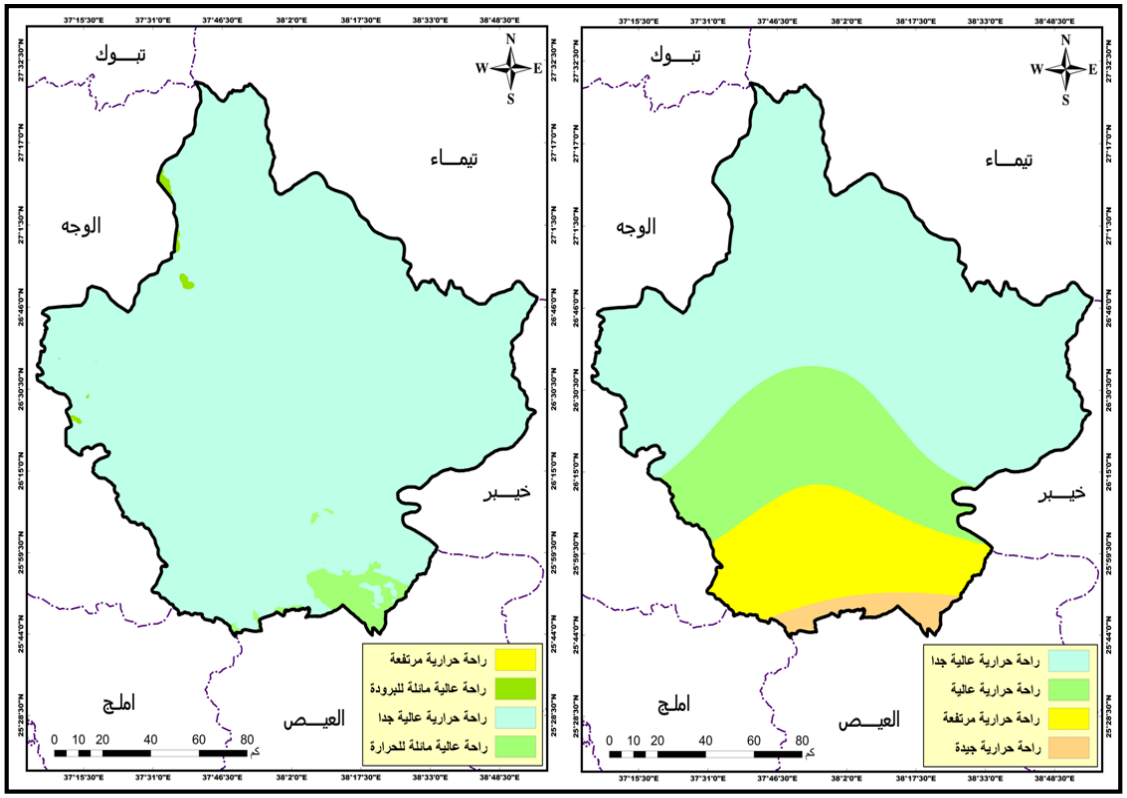
الشكل (14) توزيع الرطوبة النسبية الدنيا في الربيع الشكل (15) توزيع متوسط الرطوبة النسبية في الربيع

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (AIRS).

وبالاعتماد على الحرارة القصوى والرطوبة الدنيا حددت الراحة الحرارية نهار الربيع، وتظهر نتائج مؤشر الراحة نهارًا تراوح الحرارة الفاعلة بين 24.26- 28.62° م، بمتوسط مكاني 25.77° م، مما يعني وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة مناخية عالية جدًا للأنشطة السياحية. وتبين نتائج تصنيف الراحة الحرارية نهار الربيع حسب مؤشر مناخ السياحة الشكل (16) تغطية نطاق الراحة الحرارية العالية جدًا للسياحة شمال محافظة العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 20 - 26° م، بمساحة 12344.45 كم^2، بنسبة 62.26%. ونطاق الراحة الحرارية العالية للسياحة وسط المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 26 - 27° م، بمساحة 3858.9 كم^2، بنسبة 19.46%. ويقع نطاق الملاءمة الحرارية المرتفعة للسياحة جنوب شرق وجنوب غرب العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 27 - 28° م، بمساحة 3115.3 كم^2، بنسبة 15.71%. ونطاق الملاءمة الحرارية الجيدة للسياحة جنوب المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 28 - 29° م، بمساحة 511.09 كم^2، بنسبة 2.57% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

في المقابل تبين نتائج تحليل الراحة الحرارية أيام الربيع تراوح الحرارة الفاعلة بمؤشر الراحة اليومية بين 18.95- 26.57° م، بمتوسط مكاني 23° م، وتعكس هذه القيمة وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة حرارية عالية جدًا لممارسة السياحة أيام الربيع.

ويبين الشكل (17) فئات الراحة الحرارية اليومية في الربيع وقوع نطاق الراحة الحرارية المرتفعة للسياحة على شكل خلايا صغيرة جدًا شمال غرب العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 18- 19° م، بمساحة 0.2 كم^2، بنسبة 0.009%. ونطاق الراحة الحرارية العالية المائلة للبرودة شمال غرب العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 19- 20° م، بمساحة 64.14 كم^2، بنسبة 0.32%. ويغطي نطاق الراحة الحرارية العالية جدًا للسياحة غالبية محافظة العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 20 - 26° م، بمساحة 19265.95 كم^2، بنسبة 97.16%. ويظهر نطاق الملاءمة العالية مائلة للحرارة حيث الحرارة الفاعلة بين 26 - 27° م جنوب وجنوب شرق المحافظة، بمساحة 499.45 كم^2، بنسبة 2.52% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.



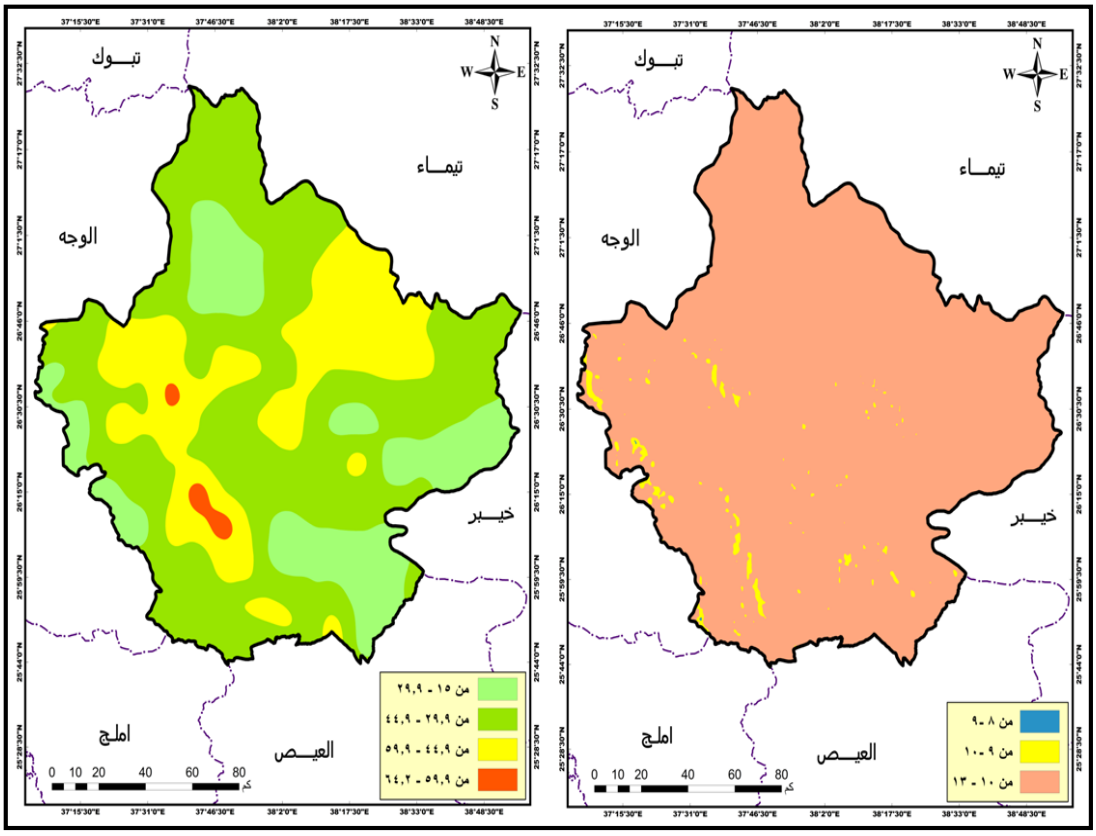
الشكل (16) مؤشر الراحة الحرارية نهار الربيع **الشكل (17) مؤشر الراحة الحرارية اليومية في الربيع**

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكلين (12، 14) و (13، 15).

وتؤكد نتائج تحليل ساعات الاشعاع الشمسي في الربيع تباين توزيعها وتراوحها بين 8.8- 12.3، بمتوسط مكاني 10.7 ساعات/يوم، مما يعني ملاءمة عالية جدًا للسياحة في غالبية المحافظة.

وتبين نتائج تصنيف ساعات الاشعاع في الشكل (18) وقوع نطاق الملاءمة المرتفعة للأنشطة السياحة غرب محافظة العلا، حيث تتراوح ساعات الاشعاع الشمسي بين 8 - 9 ساعات/يوم، بمساحة 1.25 كم^2، بنسبة 0.006%. ونطاق الملاءمة العالية للسياحة غرب ووسط وجنوب المحافظة، حيث ساعات الاشعاع بين 9 - 10 ساعات/يوم، بمساحة 273.68 كم^2، بنسبة 1.38%. ويغطي نطاق الملاءمة العالية جدًا للسياحة غالبية المحافظة، بمساحة 19554.82 كم^2، بنسبة 98.62%، حيث ساعات الاشعاع بين 10 - 13 ساعة/يوم.

وتوضح نتائج تحليل توزيع أمطار الربيع تراوح كميتها بين 15- 64.2 ملم، بمتوسط مكاني 38.3 ملم شهريًا، مما يعني وقوع غالبية المحافظة بمنطقة ذات ملاءمة عالية للسياحة. ويظهر الشكل (19) تصنيف الأمطار حسب ملاءمتها للسياحة، حيث يقع نطاق الملاءمة العالية للسياحة جنوب شرق وشمال وغرب المحافظة، أينما تتراوح الامطار بين 15 - 29.9 ملم شهريًا، بمساحة 3861.29 كم^2، بنسبة 19.48%. ويغطي نطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة غالبية المحافظة، بمساحة 11041.93 كم^2، بنسبة 55.69%، حيث تتراوح الامطار بين 29.9- 44.9 ملم شهريًا. ويظهر نطاق الملاءمة الجيدة للسياحة شمال شرق ووسط غرب وجنوب المحافظة، حيث كمية الامطار بين 44.9 - 59.9 ملم شهريًا، بمساحة 4756.16 كم^2، بنسبة 23.99%. ويقع نطاق الملاءمة المعتدلة للسياحة شرق وجنوب شرق وغرب ووسط شمال المحافظة، حيث الأمطار بين 59.9 - 64.2 ملم شهريًا، بمساحة 170.37 كم^2، بنسبة 0.85% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.



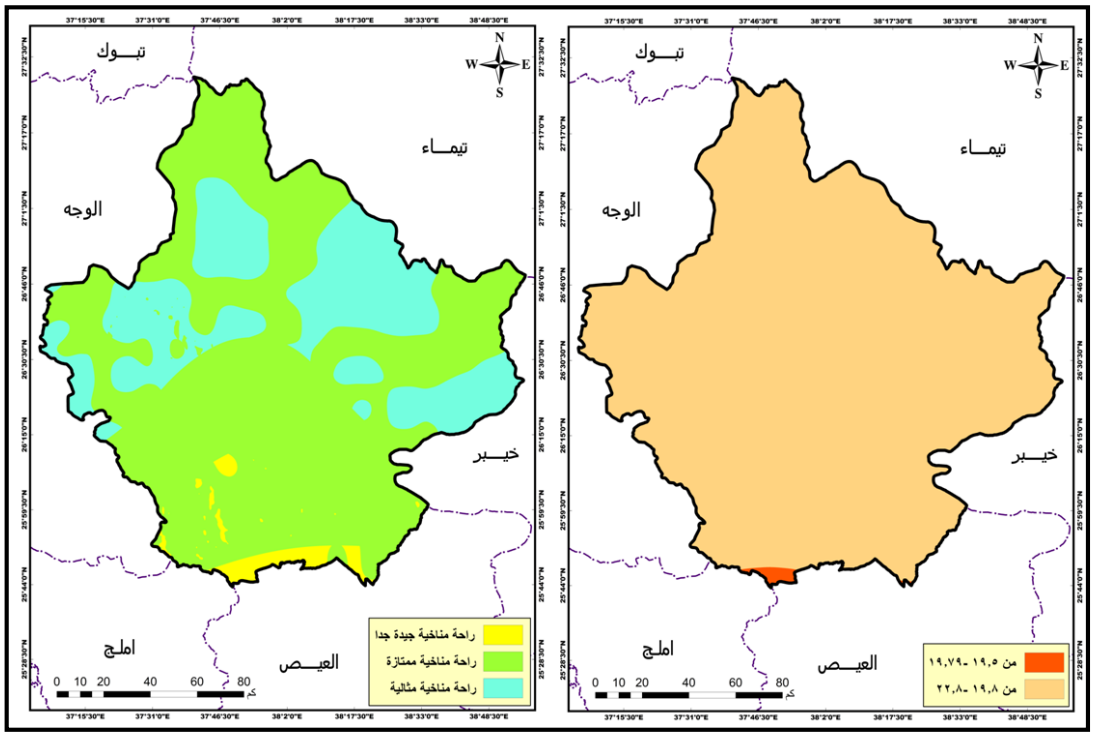
الشكل (18) عدد ساعات الاشعاع الشمسي في الربيع الشكل (19) توزيع الامطار في فصل الربيع

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمرين (FLDAS) للإشعاع الشمسي، و (GPM) للأمطار.

وتبين نتائج تحليل سرعة رياح الربيع تباين توزيعها، وتراوح معدلها بين 19.5 - 22.8، بمتوسط مكاني 21.4 كم/ساعة، وتعكس هذه القيمة وقوع غالبية المحافظة ضمن ملاءمة معتدلة لأنشطة السياحة حسب معيار الرياح. وتوضح نتائج تصنيف ملاءمة الرياح للسياحة في الشكل (20) وقوع منطقة الملاءمة المعتدلة للأنشطة السياحية جنوب المحافظة، حيث سرعة الرياح بين 19.5 - 19.79 كم/ساعة، بمساحة 92.03 كم^2، بنسبة 0.46%. وتغطي منطقة الملاءمة المعتدلة نسبيًا للسياحة غالبية المحافظة، بمساحة 19737.71 كم^2، بنسبة 99.54%، حيث سرعة الرياح بين 19.8 - 22.8 كم/ساعة.

وبذلك توضح نتائج تقييم ملاءمة مناخ الربيع للأنشطة السياحية بمؤشر مناخ السياحة، تراوح المؤشر بين 74% بمناطق الملاءمة مناخية الجيدة جدًا للأنشطة السياحية، الى 93% حيث المناخ مثالي للسياحة، بمتوسط مكاني لمحافظة العلا 87.9%، وتعكس هذه النسبة وقوع غالبية المحافظة ضمن مناخ ممتاز للسياحة في الربيع.

ويظهر الشكل (21) فئات تصنيف مؤشر مناخ السياحة في الربيع، وقوع نطاق الراحة المناخية الجيدة جدًا لممارسة السياحة جنوب محافظة العلا، حيث يتراوح مؤشر المناخ السياحي بين 70- 79%، بمساحة 489.65 كم^2، بنسبة 2.46%. ويغطي نطاق الراحة المناخية الممتازة للسياحة غالبية العلا، حيث يتراوح المؤشر بين 80 - 89%، بمساحة 13680.26 كم^2، بنسبة 69%. ويقع نطاق الراحة المثالية للسياحة شرق ووسط وغرب المحافظة، حيث يتراوح المؤشر بين 90 - 100%، بمساحة 5656.62 كم^2، بنسبة 28.53%.



الشكل (20) معدل سرعة الرياح في الربيع الشكل (21) نطاقات الراحة بمؤشر المناخ السياحي في الربيع

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (FLDAS). والأشكال (16، 17، 18، 19، 20).

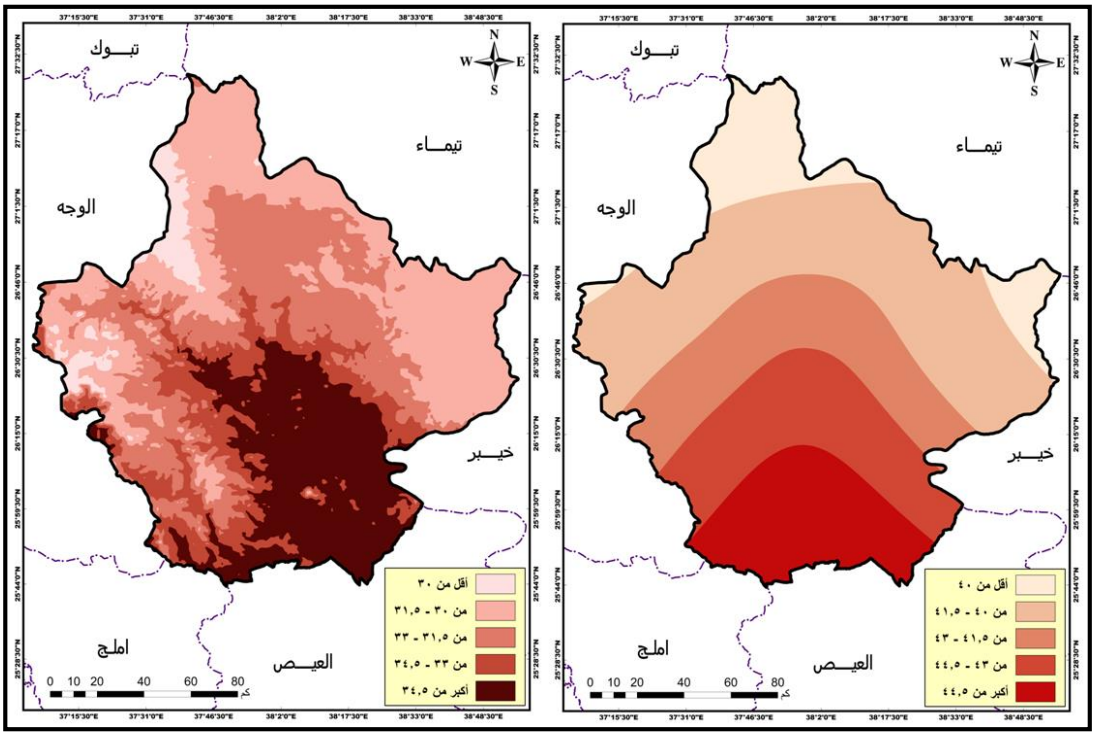
الجدول (4) نطاقات الراحة المناخية في فصل الربيع

قيمة مؤشر المناخ السياحي	التصنيف	المساحة كم^2	النسبة من مساحة المحافظة
79 - 70	جيد جدا لممارسة السياحة	489.65	2.46
89 - 80	ممتاز لممارسة السياحة	13680.26	69
100 - 90	مثالية لممارسة السياحة	5656.62	28.53

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل (21).

معطيات المناخ السياحي في الصيف: توصلت نتائج تحليل الحرارة القصوى صيفًا تباين توزيعها، وتراوحها بين $^{\circ}$46 - $^{\circ}$38.3 م، بمتوسط مكاني $^{\circ}$35.6 م. ويظهر الشكل (22) وقوع النطاق الذي تقل حرارته القصوى عن $^{\circ}$40 م شمال وشمال شرق وشمال غرب المحافظة، بمساحة 2219.98 كم^2، بنسبة 11.2%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$41.5 - $^{\circ}$40 م شمال المحافظة، بمساحة 7116.67 كم^2، بنسبة 35.89%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$43 - $^{\circ}$41.5 م وسط المحافظة، بمساحة 3873.28 كم^2، بنسبة 19.54%. ونطاق الحرارة القصوى بين $^{\circ}$44.5 - $^{\circ}$43 م وسط جنوب المحافظة، بمساحة 3624 كم^2، بنسبة 18.27%. وتتعدى الحرارة $^{\circ}$44.5 جنوب العلا، بمساحة 2995.81 كم^2، بنسبة 15.1% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

في المقابل تبين نتائج تحليل متوسط الحرارة اليومية صيفًا تباينها مكانيًا، وتراوحها بين $^{\circ}$37.1 - $^{\circ}$26.5 م، بمتوسط مكاني $^{\circ}$32.6 م. ويقع نطاق انخفاض متوسط الحرارة عن $^{\circ}$30 م في الشكل (23) غرب وشمال غرب المحافظة، بمساحة 765.8 كم^2، بنسبة 3.86%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$30 - $^{\circ}$31.5 م شمال شرق ووسط وغرب المحافظة، بمساحة 6377.06 كم^2، بنسبة 32.16%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$33 - $^{\circ}$31.5 م وسط وجنوب غرب المحافظة، بمساحة 5398 كم^2، بنسبة 27.22%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$34.5 - $^{\circ}$33 م وسط وجنوب غرب العلا، بمساحة 2825.57 كم^2، بنسبة 14.24%. وتتجاوز $^{\circ}$34.5 م وسط وجنوب محافظة العلا، بمساحة 4463.32 كم^2، بنسبة 22.5% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

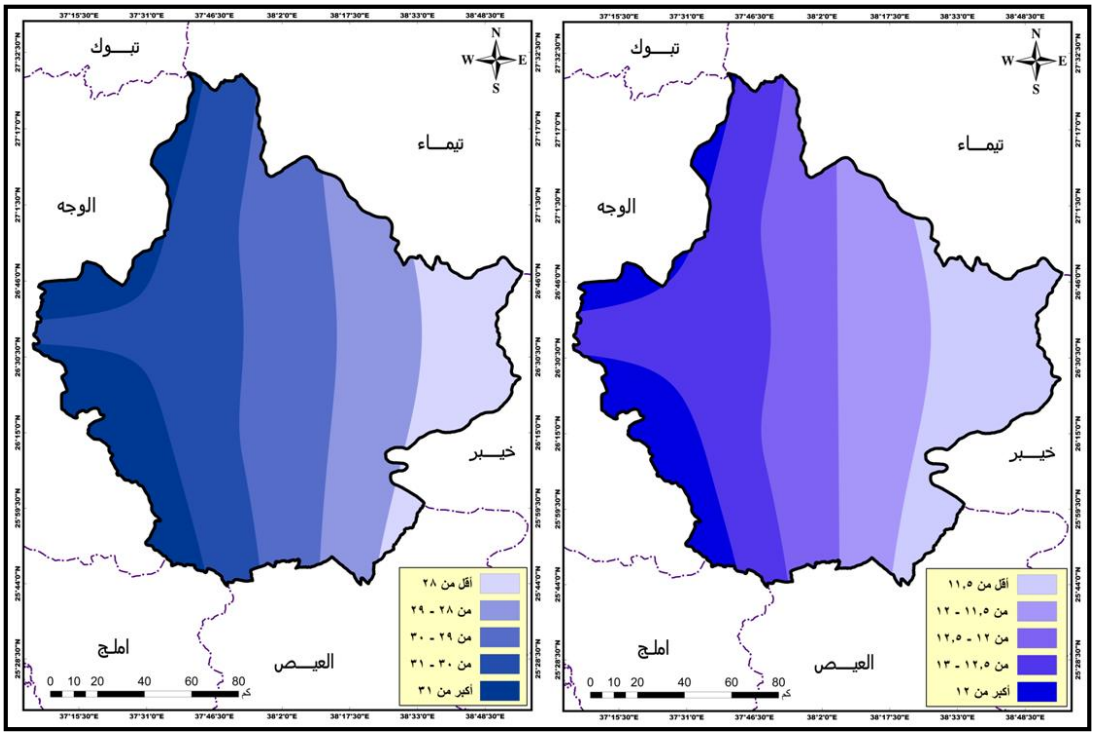


الشكل (22) توزيع الحرارة القصوى في الصيف الشكل (23) توزيع متوسط الحرارة في الصيف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمرين (Merra) حرارة قصوى، و (FLDAS) متوسط الحرارة.

وتؤكد نتائج تحليل الرطوبة النسبية اليومية الدنيا صيفا تراوحها بين 10% الى 13.8%، بمتوسط مكاني 12.2%. ويبين الشكل (24) وقوع النطاق الذي تقل رطوبته الدنيا عن 11.5% شرق المحافظة، بمساحة 3652.22 كم^2، بنسبة 18.41%. ونطاق تراوح الرطوبة بين 11.5 - 12% شرق وسط العلا، بمساحة 4343.35 كم^2، بنسبة 21.9%. ويمتد نطاق تراوح الرطوبة بين 12 - 12.5% من شمال الى جنوب المحافظة، بمساحة 4246.57 كم^2، بنسبة 21.42%. ويغطي نطاق تراوح الرطوبة بين 12.5 - 13% وسط وغرب المحافظة، بمساحة 5621.45 كم^2، بنسبة 28.34%. وتتجاوز 13% غرب العلا، بمساحة 1966.14 كم^2، بنسبة 9.91% من إجمالي مساحة المنطقة.

من جانب آخر تظهر نتائج تحليل متوسط الرطوبة النسبية صيفًا تراوحها بين 25.8% - 32.5%، بمتوسط مكاني 29.6%. ويقع نطاق انخفاض متوسط الرطوبة عن 28% الشكل (25) شرق العلا، بمساحة 2264.11 كم^2، بنسبة 11.47%. ويمتد نطاق تراوح الرطوبة بين 28 - 29% من شمال لجنوب المحافظة، بمساحة 3910.5 كم^2، بنسبة 29.72%. ويقع نطاق تراوح الرطوبة بين 29- 30% وسط العلا، بمساحة 4962.68 كم^2، بنسبة 25.02%. ونطاق تراوح الرطوبة بين 30 - 31% وسط غرب المحافظة، بمساحة 5804.03 كم^2، بنسبة 29.26%. وتتجاوز 31% غرب المحافظة، بمساحة 2888.42 كم^2، بنسبة 14.56% من إجمالي مساحة المنطقة.



الشكل (24) توزيع الرطوبة النسبية الدنيا صيفًا **الشكل (25) توزيع متوسط الرطوبة النسبية في الصيف**

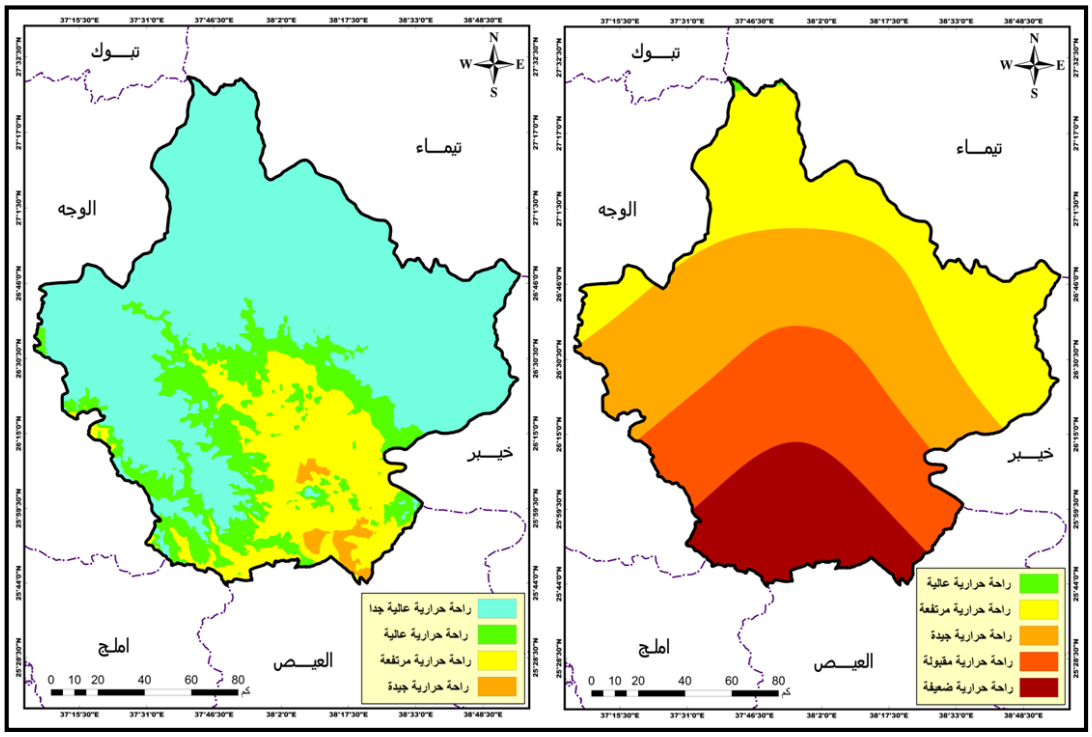
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر (AIRS).

وبذلك تظهر نتائج تحليل الراحة الحرارية نهار الصيف تباينها وتراوح الحرارة الفاعلة بمؤشر الراحة نهارًا بين 29.9- 30.8° م، بمتوسط مكاني 28.7° م، مما يعني وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة حرارية معتدلة لأنشطة السياحة في نهار الصيف.

ويوضح الشكل (26) فئات تصنيف مؤشر الراحة نهار الصيف، تغطية نطاق الراحة الحرارية العالية للسياحية شمال المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 26- 27° م، بمساحة 24.12 كم^2، بنسبة 0.2%. ونطاق الراحة الحرارية المرتفعة للسياحة شمال المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 27 - 28° م، بمساحة 5568.2 كم^2، بنسبة 28.08%. ويقع نطاق الراحة الحرارية الجيدة للسياحة وسط المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 28 - 29° م، بمساحة 6466.8 كم^2، بنسبة 32.62%. ونطاق الراحة الحرارية المقبولة للسياحة جنوب المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 29 - 30° م، بمساحة 4698.26 كم^2، بنسبة 23.7%. ونطاق الراحة الحرارية الضعيفة للسياحة جنوب العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 30 - 31° م، بمساحة 3072.35 كم^2، بنسبة 15.5% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

في المقابل تبين نتائج تحليل توزيع الراحة الحرارية ايام الصيف، تراوح الحرارة الفاعلة لمؤشر الراحة اليومية بين 22- 28.2° م، بمتوسط مكاني 25.6° م، وتعكس القيمة المتوسطة وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة مناخية عالية جدًا لممارسة أنشطة السياحة ايام الصيف.

وتبين نتائج تصنيف مؤشر الراحة الحرارية اليومية في الشكل (27) تغطية نطاق الراحة العالية جدًا للسياحة غالبية محافظة العلا، بمساحة 12828.4 كم^2، بنسبة 64.7%، حيث تتراوح الحرارة الفاعلة بين 21 - 26° م. ويظهر نطاق الراحة العالية للسياحة وسط وغرب محافظة العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 26 - 27° م، بمساحة 3254.12 كم^2، بنسبة 16.41%. ويقع نطاق الراحة المرتفعة للسياحة جنوب ووسط العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 27 - 28° م، بمساحة 3462.802 كم^2، بنسبة 17.46%. ونطاق الراحة الجيدة للسياحة جنوب وجنوب شرق المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 28 - 29° م، بمساحة 284.42 كم^2، بنسبة 1.41% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

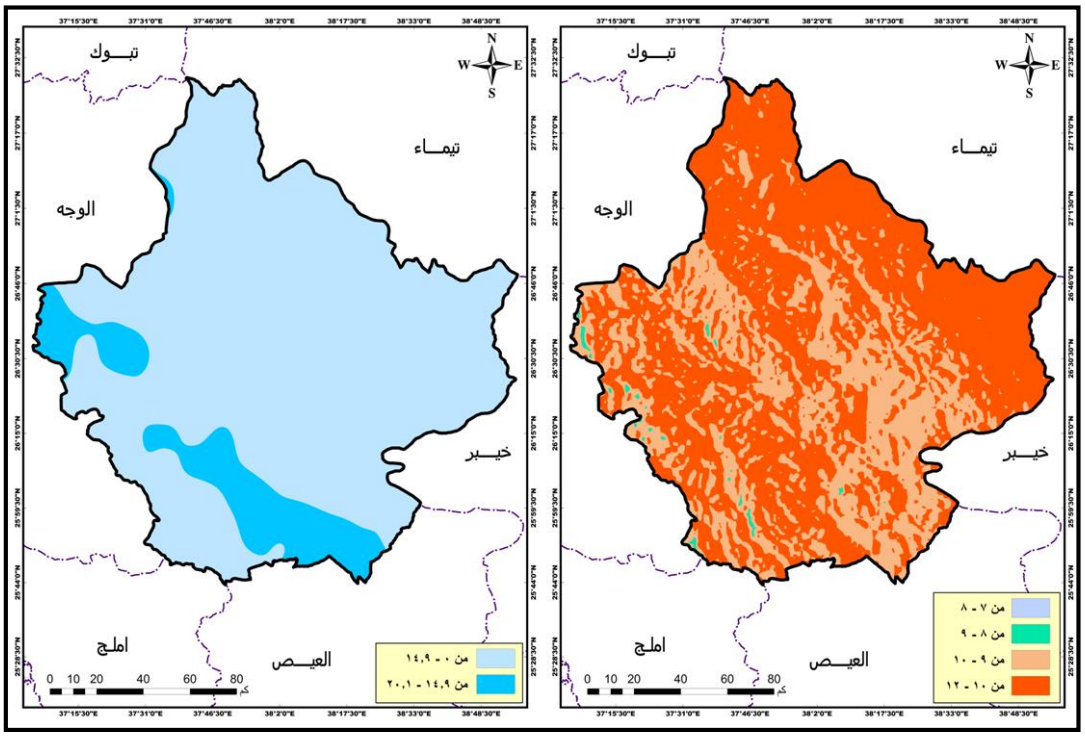


الشكل (26) مؤشر الراحة الحرارية نهار الصيف الشكل (27) مؤشر الراحة الحرارية اليومية في الصيف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكلين (22، 23) و (24، 25).

وتؤكد نتائج تحليل ساعات الاشعاع الشمسي في الصيف تراوحها بين 7.8 - 11.8، بمتوسط 10 ساعات/يوم، مما يعني ملاءمة مثالية للسياحة بغالبية المحافظة. ويوضح الشكل (28) فئات ملاءمة الاشعاع للسياحة، حيث يقع نطاق الملاءمة الجيدة للسياحة غرب محافظة العلا، حيث ساعات الاشعاع بين 7-8 ساعات/يوم، بمساحة 0.036 كم^2، بنسبة 0.0001%. ونطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة غرب ووسط وجنوب غرب محافظة العلا، حيث ساعات الاشعاع بين 8 - 9 ساعات/يوم، بمساحة 74.16 كم^2، بنسبة 0.37%. ونطاق الملاءمة العالية للسياحة وسط وجنوب شرق وغرب المحافظة، حيث ساعات الاشعاع بين 9 - 10 ساعات/يوم، بمساحة 6817.68 كم^2، بنسبة 34.39%. ويغطي نطاق الملاءمة العالية جدًا للسياحة غالبية المحافظة، بمساحة 12937.85 كم^2، بنسبة 65.25%، حيث ساعات الاشعاع بين 10- 12 ساعة/يوم.

وتظهر نتائج تحليل توزيع الأمطار صيفًا تراوح كميتها بين 0-20.1 ملم، بمتوسط مكاني ملم شهريًا، مما يعني وقوع غالبية المحافظة ضمن ملاءمة عالية جدًا للسياحة حسب معيار الامطار. ويوضح الشكل (29) تغطية غالبية محافظة العلا بنطاق ملاءمة عالية جدًا لأنشطة السياحة، بمساحة 17272.13 كم^2، بنسبة 87.1%، حيث تتراوح الأمطار بين 15 - 29.9 ملم شهريًا. ويقع نطاق الملاءمة العالية للسياحة جنوب وجنوب غرب وغرب المحافظة، حيث الأمطار بين 29.9 - 44.9 ملم شهريًا، بمساحة 2557.58 كم^2، بنسبة 12.9%.



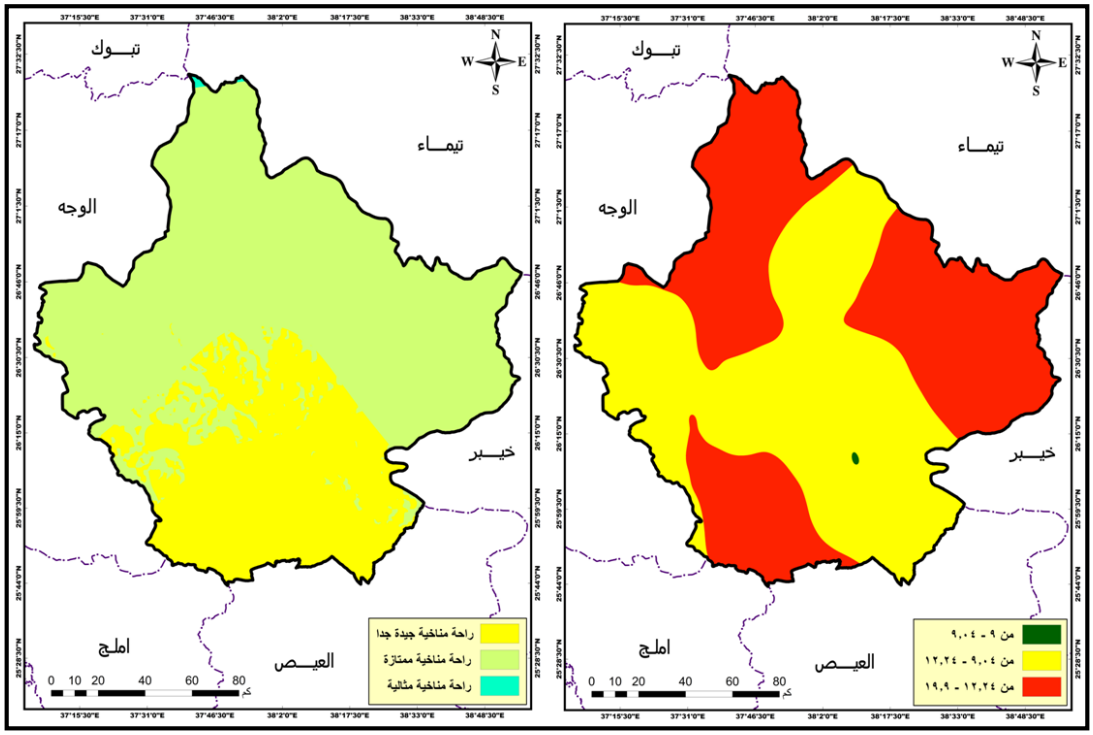
الشكل (28) عدد ساعات الاشعاع الشمسي في الصيف الشكل (29) توزيع كمية الأمطار في الصيف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمرين (FLDAS) للإشعاع الشمسي، و (GPM) للأمطار.

وتبين نتائج تحليل سرعة الرياح في الصيف تراوحها بين 9 - 15.9، بمتوسط مكاني 12.3كم/ساعة، وتعكس هذه القيمة وقوع غالبية المحافظة ضمن ملاءمة معتدلة نسبيا للسياحة حسب معيار الرياح. ويوضح الشكل (30) وقوع نطاق الملاءمة الجيدة للسياحة وسط المحافظة، حيث سرعة الرياح بين 9- 9.04 كم/ساعة، بمساحة 9.59 كم^2، بنسبة 0.04%. ويغطي نطاق الملاءمة المعتدلة للسياحة غالبية المحافظة، بمساحة 10164.9 كم^2، بنسبة 51.27%، حيث سرعة الرياح بين 9.04 - 12.24 كم/ساعة. ويظهر نطاق الملاءمة المعتدلة نسبيًا للسياحة شمال وشرق وجنوب المحافظة، حيث سرعة الرياح بين 12.24 - 15.9 كم/ساعة، بمساحة 9655.24 كم^2، بنسبة 48.7% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

وعليه توصلت نتائج تطبيق مؤشر المناخ السياحي لتقييم ملاءمة مناخ الصيف للسياحة، تراوح قيمة المؤشر بين 70% بمناطق الراحة المناخية العالية جدًا للأنشطة السياحية، الى 92% حيث الراحة المناخية مثالية للسياحة، بمتوسط مكاني 82%، وتعكس هذه النسبة وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة مناخية ممتازة لممارسة أنشطة السياحة صيفًا.

وتوضح نتائج تصنيف طبقة مؤشر مناخ السياحة الشكل (31) وقوع نطاق الراحة المناخية الملائمة جدًا للسياحة صيفًا جنوب العلا، حيث يتراوح مؤشر المناخ السياحي بين 70 - 79%، بمساحة 8123.21 كم^2، بنسبة 32.66%. ويغطي نطاق الراحة المناخية الممتازة للسياحة وسط وشمال العلا، حيث يتراوح المؤشر بين 80 - 89%، بمساحة 16722.14 كم^2، بنسبة 62.23%. ويقع نطاق الراحة المناخية المثالية للسياحة اقصى شمال المحافظة، حيث يتراوح المؤشر بين 90- 100%، بمساحة 30.7107 كم^2، بنسبة 0.12%.



الشكل (30) معدل سرعة الرياح في الصيف **الشكل (31) نطاقات الراحة بمؤشر مناخ السياحة في الصيف**

المصدر: الباحثة بالاعتماد على القمر بيانات الصناعي (FLDAS). والأشكال (26، 27، 28، 29، 30).

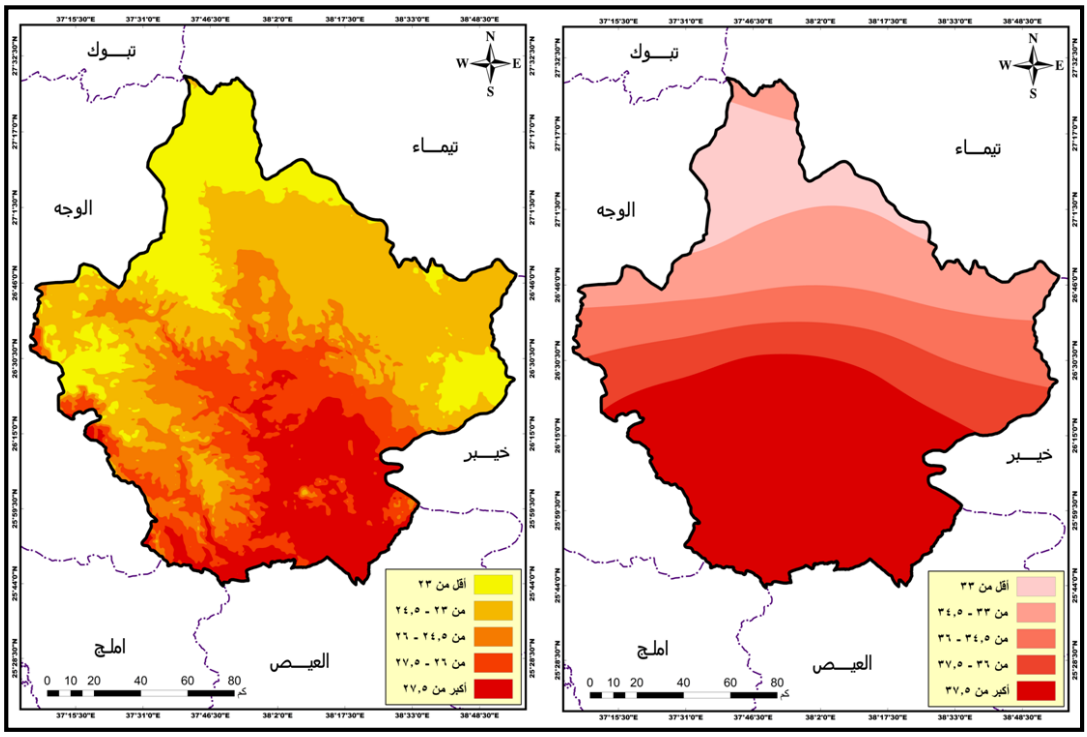
الجدول (5) نطاقات الراحة المناخية في فصل الصيف

قيمة مؤشر المناخ السياحي	التصنيف	المساحة كم^2	النسبة من مساحة المحافظة
79 – 70	جيد جدًا لممارسة السياحة	8123.21	32.66
89 – 80	ممتاز لممارسة السياحة	16722.14	62.23
100 – 90	مثالية لممارسة السياحة	30.7107	0.12

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل (31).

معطيات المناخ السياحي في الخريف: توصلت نتائج تحليل الحرارة القصوى في الخريف لتراوحها بين $^{\circ}$39.6 - $^{\circ}$32.4 م، بمتوسط مكاني $^{\circ}$34.3 م. ويظهر الشكل (32) وقوع النطاق الذي تقل حرارته القصوى عن $^{\circ}$33 م شمال وسط المحافظة، بمساحة 2088.53 كم^2، بنسبة 10.53%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$34.5 - $^{\circ}$33 م أقصى شمال ووسط شمال المحافظة، بمساحة 3868.5 كم^2، بنسبة 19.5%. ويمتد نطاق الحرارة بين $^{\circ}$36 - $^{\circ}$34.5 م من شرق الى غرب المحافظة، بمساحة 2896.39 كم^2، بنسبة 14.6%. ويقع نطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$37.5 - $^{\circ}$36 م وسط جنوب المحافظة، بمساحة 2795.87 كم^2، بنسبة 14.1%. وتتجاوز الحرارة $^{\circ}$37.5 جنوب العلا، بمساحة 8180.45 كم^2، بنسبة 41.26% من إجمالي مساحة المنطقة.

من ناحية أخرى تظهر نتائج تحليل متوسط حرارة الخريف تراوحها بين $^{\circ}$29.8 - $^{\circ}$19.3 م، بمتوسط مكاني $^{\circ}$24.8 م. ويوضح الشكل (33) وقوع نطاق انخفاض متوسط الحرارة عن $^{\circ}$23 م شمال وشرق وغرب وشمال غرب المحافظة، بمساحة 3687.34 كم^2، بنسبة 18.6%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$23 - $^{\circ}$24.5 م شمال شرق ووسط وغرب العلا، بمساحة 6874.13 كم^2، بنسبة 34.67%. ونطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$26 - $^{\circ}$24.5 م وسط وجنوب غرب المحافظة، بمساحة 3180.13 كم^2، بنسبة 16.04%. ويظهر نطاق تراوح الحرارة بين $^{\circ}$27.5 - $^{\circ}$26 م وسط وجنوب غرب المحافظة، بمساحة 3039.09 كم^2، بنسبة 15.33%. وتتجاوز $^{\circ}$27.5 م وسط وجنوب وغرب العلا، بمساحة 3049.07 كم^2، بنسبة 15.38% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

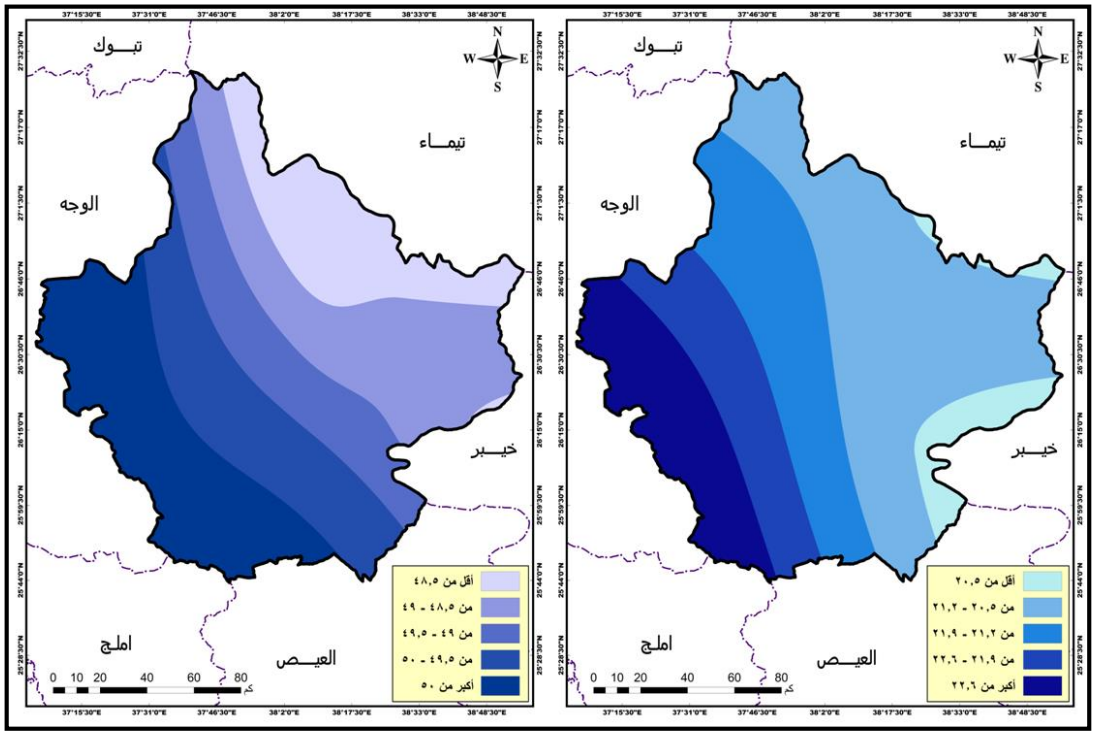


الشكل (32) توزيع الحرارة القصوى في الخريف الشكل (33) توزيع متوسط الحرارة في فصل الخريف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمرين (Merra) حرارة قصوى، و (FLDAS) متوسط الحرارة.

وتؤكد نتائج تحليل الرطوبة النسبية الدنيا في الخريف تراوحها بين 19.9- 23.8%، بمتوسط مكاني 21.5%. ويقع نطاق انخفاض الرطوبة الدنيا عن 20.5% في الشكل (34) جنوب شرق وشمال شرق المحافظة، بمساحة 1157.66 كم^2، بنسبة 5.84%. ونطاق تراوح الرطوبة بين 20.5 - 21.2% شرق وشمال شرق وجنوب شرق محافظة العلا، بمساحة 8146.062 كم^2، بنسبة 44.09%. ونطاق تراوح الرطوبة بين 21.2 - 21.9% وسط المحافظة، بمساحة 4441.62 كم^2، بنسبة 22.4%. ونطاق الرطوبة بين 21.9 - 22.6% وسط غرب المحافظة، بمساحة 2870.997 كم^2، بنسبة 14.48%. وتتجاوز 22.6% غرب العلا، بمساحة 3213.4 كم^2، بنسبة 16.2% من إجمالي مساحة المنطقة.

في المقابل تظهر نتائج تحليل متوسط الرطوبة النسبية في الخريف تراوحها بين 47.2% - 51%، بمتوسط مكاني 49.3%. ويظهر الشكل (35) وقوع نطاق انخفاض متوسط الرطوبة عن 48.5% شمال شرق المحافظة، بمساحة 3179.11 كم^2، بنسبة 16.04%. ونطاق تراوح الرطوبة بين 48.5 - 49% شرق ووسط وشمال المحافظة، بمساحة 4621.7 كم^2، بنسبة 23.3%. ونطاق الرطوبة بين 49- 49.5% وسط العلا، بمساحة 3114.43 كم^2، بنسبة 15.7%. ونطاق الرطوبة بين 49.5 - 50% غرب وسط المحافظة، بمساحة 3905.082 كم^2، بنسبة 19.7%. وتتجاوز 50% غرب المحافظة، بمساحة 5009.43 كم^2، بنسبة 25.25% من إجمالي مساحة المنطقة.



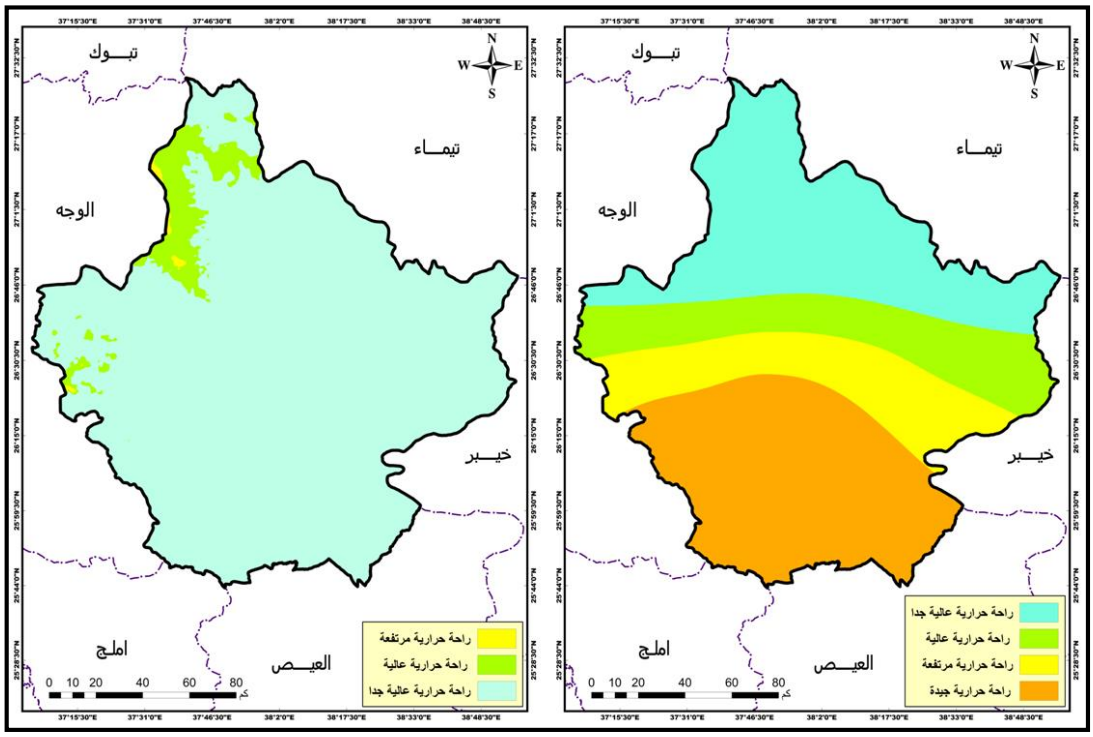
الشكل (34) توزيع الرطوبة النسبية الدنيا بالخريف الشكل (35) توزيع متوسط الرطوبة النسبية في الخريف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (AIRS).

وبذلك تظهر نتائج تطبيق مؤشر الراحة الحرارية نهار الخريف، تراوح الحرارة الفاعلة بين 24.65- 28.7° م، بمتوسط مكاني 26.9° م، وتعكس هذه القيمة وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة حرارية عالية الملاءمة للسياحة نهار الخريف.

وتوضح فئات تصنيف مؤشر الراحة الحرارية نهار الخريف في الشكل (36) تغطية نطاق الراحة الحرارية العالية جدًا للسياحية شمال العلا، حيث الحرارة الفاعلة بين 20 - 26° م، بمساحة 6420.18 كم^2، بنسبة 32.38%. ويمتد نطاق الملاءمة العالية للسياحة من شرق الى غرب المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 26 - 27° م، بمساحة 3406.5 كم^2، بنسبة 17.18%. ويقع نطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة وسط المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 27 - 28° م، بمساحة 3270.41 كم^2، بنسبة 16.5%. ونطاق الملاءمة الحرارية الجيدة للسياحة حيث الحرارة الفاعلة بين 28 - 29° م جنوب المحافظة، بمساحة 6732.65 كم^2، بنسبة 33.96% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

وتبين نتائج تحليل الراحة الحرارية أيام الخريف تراوح الحرارة الفاعلة اليومية بين 18- 25.6° م، بمتوسط مكاني 21.9° م، وتعني هذه القيمة وقوع غالبية المحافظة ضمن راحة حرارية عالية الملاءمة جدا للسياحة أيام الخريف. وتظهر نتائج تصنيف مؤشر الراحة الحرارية اليومية في الشكل (37) وقوع نطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة شمال غرب وغرب العلا، حيث تتراوح الحرارة الفاعلة بين 18 - 19° م، بمساحة 60.08 كم^2، بنسبة 0.3%. ونطاق الملاءمة الحرارية العالية للسياحة شمال وشمال غرب وغرب المحافظة، حيث الحرارة الفاعلة بين 19 - 20° م، بمساحة 1121.44 كم^2، بنسبة 5.66%. ويغطي نطاق الملاءمة العالية جدًا للسياحة غالبية العلا، بمساحة 18648.21 كم^2، بنسبة 94.05%، حيث الحرارة الفاعلة بين 20 - 26° م.

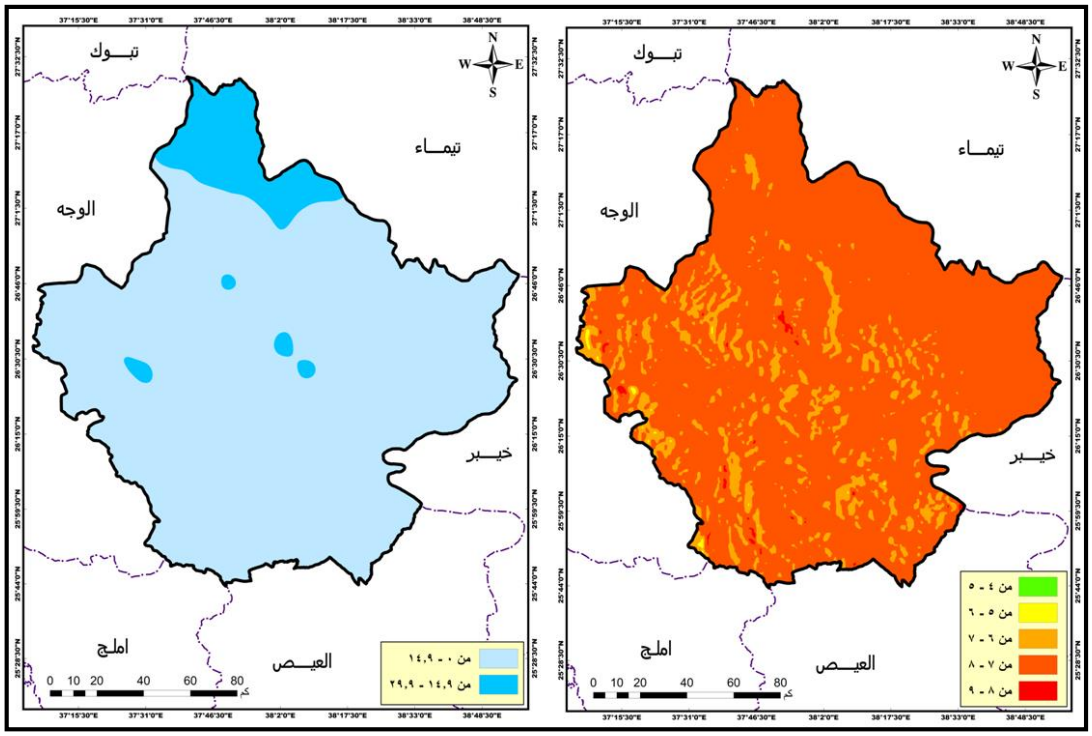


الشكل (36) مؤشر الراحة الحرارية نهار الخريف الشكل (37) مؤشر الراحة الحرارية اليومية في الخريف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكلين (32، 34)، و (33، 35).

وتشير نتائج تحليل ساعات الاشعاع الشمسي في الخريف تراوحها بين 4.9- 8.6، بمتوسط مكاني 7.2 ساعات/يوم. وعليه، تتصف غالبية المحافظة بملاءمة مرتفعة للسياحة. ويوضح الشكل (38) وقوع نطاق الملاءمة الضعيفة للسياحة غرب العلا، حيث ساعات الاشعاع بين 4- 5 ساعات/يوم، بمساحة 0.0567 كم^2، بنسبة 0.0002%. ونطاق الملاءمة المعتدلة نسبيًا للسياحة غرب ووسط وجنوب غرب المحافظة، حيث ساعات الاشعاع بين 5 - 6 ساعات/يوم، بمساحة 27.41 كم^2، بنسبة 0.13%. ويبرز نطاق الملاءمة المعتدلة بمناطق مختلفة، حيث ساعات الاشعاع بين 6 - 7 ساعات/يوم، بمساحة 2225.58 كم^2، بنسبة 11.23%. ونطاق الملاءمة المرتفعة للسياحة وسط وغرب وجنوب المحافظة، حيث ساعات الاشعاع بين 7 - 8 ساعة/يوم، بمساحة 17514.18 كم^2، بنسبة 88.22%. ونطاق الملاءمة العالية للسياحة وسط وغرب وجنوب غرب المحافظة، حيث ساعات الاشعاع بين 8 - 9 ساعات/يوم، بمساحة 62.52 كم^2، بنسبة 0.32%.

وتوصلت نتائج تحليل توزيع امطار الخريف لتراوح كميتها بين 4.9 - 29.2 ملم، بمتوسط مكاني 11.3 ملم شهريًا، وهذا يعني ان غالبية المحافظة تتسم بملاءمة مثالية للسياحة حسب معيار الامطار. ويظهر الشكل (39) تغطية غالبية محافظة العلا بملاءمة عالية جدا للسياحة، حيث تتراوح الامطار بين 0 - 14.9 ملم شهريًا، بمساحة 17978.98 كم^2، بنسبة 90.67%. ويقع نطاق الملاءمة العالي للسياحة شمال ووسط المحافظة، حيث الأمطار بين 24.9 - 49.9 ملم، بمساحة 1850.76 كم^2، بنسبة 9.34%.



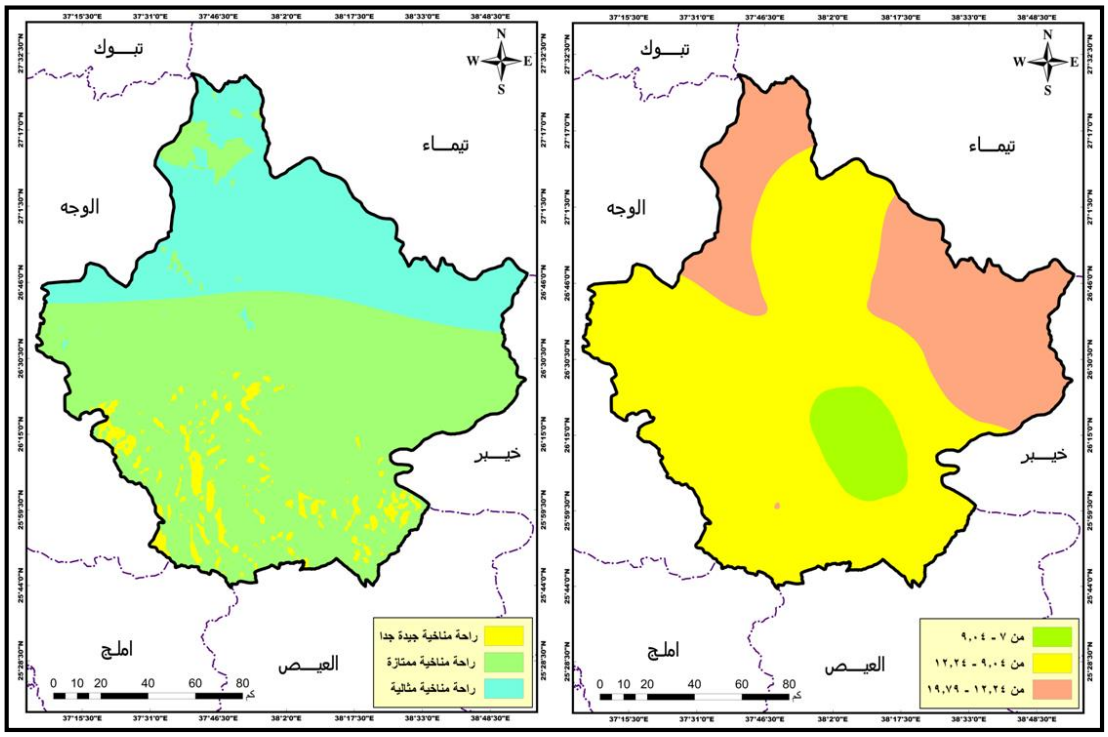
الشكل (38) عدد ساعات الاشعاع الشمسي في الخريف الشكل (39) توزيع كمية الأمطار في فصل الخريف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر (FLDAS) للإشعاع الشمسي، والقمر (GPM) للأمطار.

وتظهر نتائج تحليل سرعة رياح الخريف تراوحها بين 7.9 - 14.8، بمتوسط مكاني 11.3 كم/ساعة، وهذا يعني وقوع غالبية المحافظة حيث الملاءمة عالية للسياحة. وتوضح نتائج الشكل (40) وقوع نطاق الملاءمة العالية للسياحة وسط المحافظة، حيث سرعة الرياح بين 7 - 9.04 كم/ساعة، بمساحة 1177.08 كم^2، بنسبة 5.94%. ويغطي نطاق الملاءمة المعتدلة للسياحة معظم المحافظة، بمساحة 12896.37 كم^2، بنسبة 65.04%، حيث سرعة الرياح بين 9.04 - 12.24كم/ساعة. ونطاق الملاءمة المعتدلة نسبيًا للسياحة شمال شرق وشمال وشمال غرب المحافظة، حيث سرعة الرياح بين 12.24 - 19.79كم/ساعة، بمساحة 5756.29 كم^2، بنسبة 29.03%.

وأخيرًا توصلت نتائج تقييم ملاءمة المناخ للسياحة في الخريف بمؤشر مناخ السياحة تراوح قيمة المؤشر بين 77% حيث الملاءمة المناخية عالية جدًا للسياحة، الى 93% بمناطق المناخ المثالي للسياحة، بمتوسط مكاني 86.2%، وتعكس هذه النسبة وقوع غالبية المحافظة ضمن مناخ ممتاز لأنشطة السياحة في الخريف.

وتبين نتائج تصنيف مؤشر مناخ السياحة في الشكل (41) وقوع نطاق الراحة المناخية الجيدة جدا للسياحة في الخريف جنوب وجنوب غرب محافظة العلا، حيث يتراوح مؤشر المناخ السياحي بين 70 - 79%، بمساحة 1081.01 كم^2، بنسبة 4.1%. ويغطي نطاق الراحة المناخية الممتازة للسياحة غالبية المحافظة، حيث يتراوح المؤشر بين 80 - 89%، بمساحة 16202.49 كم^2، بنسبة 65.13%. ويقع نطاق الراحة المثالية للمناخ شمال المحافظة، حيث المؤشر بين 90- 100%، بمساحة 7593.73 كم^2، بنسبة 30.52% من إجمالي مساحة المنطقة.



الشكل (40) معدل سرعة الرياح في الخريف الشكل (41) نطاقات الراحة بمؤشر مناخ السياحة في الخريف

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (FLDAS). والأشكال (36، 37، 38، 39، 40).

الجدول (6) نطاقات الراحة المناخية في فصل الخريف

قيمة مؤشر المناخ السياحي	التصنيف	المساحة كم^2	النسبة من مساحة المحافظة
79 - 70	جيد جدًا لممارسة السياحة	1081.01	4.1
89 - 80	ممتاز لممارسة السياحة	16202.49	65.13
100 - 90	مثالية لممارسة السياحة	7593.73	30.52

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الشكل (41).

الخاتمة:

تتوافق نتائج هذه الدراسة مع اهتمام الدولة بممارسة الأنشطة السياحية وتوطين مشروعات تنميتها في محافظة العلا، وتعدُّ المحافظة حسب نتائج الدراسة من أهم محافظات المملكة التي تتسم بملاءمة مناخية عالية لممارسة السياحة في مختلف فصول السنة، وهذا ما شجع الدولة ممثلة بوزارة السياحية والمستثمرين بالتركيز على المحافظة وتخصيص جزء كبير من رؤوس الأموال للاستثمار في المجال السياحي بمحافظة العلا، ويبدو أن لموقعها الفلكي بعيدًا عن مدار السرطان شمالًا، وطبيعة تضاريسها قد أسهما على نحو كبير في الملاءمة المكانية لمناخ محافظة العلا في ممارسة السياحة.

وعليه فقد أكدت نتائج تقييم ملاءمة مناخ المحافظة تراوح ملاءمة المناخ سنويًا بين الجيد الى المثالي، وبمقياس المتوسط المكاني لمؤشر المناخ السياحي؛ فقد جاء مناخ فصل الربيع في المرتبة الأولى من حيث الملاءمة للأنشطة السياحية، إذ تراوح مؤشر مناخ السياحة بين 74% ملاءمة عالية جدًا، الى 93% مناخ مثالي للسياحة، بمتوسط مكاني للمحافظة 87.9%، وتعكس هذه النسبة وقوع غالبية المحافظة ضمن مناخ ممتاز للسياحة، ومما يؤكد ذلك تغطية هذا النطاق لمساحة 13680.26 كم^2، بنسبة 69% من إجمالي مساحة المحافظة. وأعقبه ملاءمة مناخ فصل الخريف حيث تراوح مؤشر مناخ السياحة بين 77% ملاءمة عالية جدًا، الى 93% بمناطق المناخ المثالي للسياحة، بمتوسط مكاني 86.2%، ويغطي نطاق الراحة المناخية الممتازة نحو 16202.49 كم^2، بنسبة 65.13% من إجمالي مساحة المحافظة.

وجاءت بعده ملاءمة مناخ فصل الصيف للسياحة، حيث تراوح المؤشر بين 70% مناخ ملائم جدًا، الى 92% مناخ مثالي للسياحة، بمتوسط مكاني 82%، ويغطي نطاق راحة المناخ الممتاز لممارسة السياحة مساحة 16722.14 كم^2، بنسبة 62.23%. وأخيرًا جاءت ملاءمة مناخ فصل الشتاء حيث

تراوحت نسبة المؤشر بين 68% حيث الراحة جيدة، الى 91% حيث المناخ مثالي للسياحة، ويغطي نطاق الراحة المناخية الممتازة 11682.56 كم^2، بنسبة 58.92% من إجمالي مساحة المحافظة.

وبما أن المناخ السياحي يأتي كأول متطلبات التنمية المستدامة للسياحة في أي منطقة، توصي الدراسة الجهات المختصة في وزارة السياحة والمستثمرين إعطاء الأولوية عند توطين مشروعات التنمية السياحية للمناطق التي اتصفت بمناخ سياحي مثالي حيث تتراوح قيمة المؤشر 90% فأعلى في مختلف فصول السنة، وتأتي بعدها من حيث الأهمية في تنمية السياحة المستدامة في محافظة العلا المناطق التي اتسمت بمناخ سياحي ممتاز حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 80 - 89% وهكذا بما يعزز من نجاح التخطيط لتنمية السياحة على نحو مستدام بما يتناسب مع توفر المقومات الطبيعية لممارسة الأنشطة السياحية في مقدمتها المناخ الملائم.

المصادروالمراجع

بيانات مناخ الأرض. (5/ 1/ 2024). *موقع ناسا*. استرجعت بتاريخ 5 يناير، 2024 من (https://giovanni.gsfc.nasa.gov/).

References

Abuzied, S. M., Kaiser, M. F., Shendi, E. A. H., Abdel-Fattah, M. I. (2020). Multi-criteria decision support for geothermal resources exploration based on remote sensing, GIS and geophysical techniques along the Gulf of Suez coastal area, Egypt. *Geothermic*, 88, 101893. https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101893.

Adıgüzel, F. (2023). Calculating The Tourism Climate Index For Urban Planning: A Case Study Of Mersin Province, *Journal of Gastronomy. Hospitality and Travel*, 6 (3), 1253- 1266. https://doi: 10.33083/joghat.2023.334

Ahmadi, H., & Ahmadi, F. (2017). Mapping thermal comfort in Iran based on geo statistical methods and bioclimatic indices. *Arab J Geosci*, 10 (15), 342–354. https://doi.org/10.1007/s12517-017-3129-3.

Cao, K., & Gao, J. (2022). Assessment of climatic conditions for tourism in Xinjiang, China Kaijun Cao EMAIL logo and Jun Gao. *Open Geosciences*, 14, 382–392. https://doi.org/10.1515/geo-2022-0362.

Cetin, M. (2015). Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu City. *Environ Monit Assess*, 187 (10). https://doi.org/10.1007/ s10661-015-4861-3.

Dogru, T., Bulut, U., Sirakaya-Turk, E. (2016). Theory of vulnerability and remarkable resilience of tourism demand to climate change: evidence from the Mediterranean Basin, *TA*, 21 (6), 645 – 660.
https://doi.org/10.3727/ 108354216X14713487283246.

Earth's climate data. (5/1/2024). *NASA Website*. Retrieved in January 5, 2024 from (https://giovanni.gsfc.nasa.gov/).

Espín-Sánchez, D., Olcina-Cantos, J., Conesa-García, C. (2023). Temporal Changes in Tourists' Climate-Based Comfort in the Southeastern Coastal Region of Spain. *Climate*, 11 (230).1-20. https:// doi.org/10.3390/cli11110230.

Franke, R. (1982). Smooth Interpolation of Scattered Data by Local Thin Plate Splines, *Computer and Mathematics with Applications*, 8 (4), 273–281. https://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/0898122182900098.

Hassan, E. M., Varshosaz, K., Eisakhani, N. (2015). Analysis and estimation of tourism climatic index (TCI) and temperature-humidity index (THI) in Dezfoul, *IPCBEE*, 85, 35–39. https://www.academia.edu/38545743/A.

Hejazizadeh, Z., Karbalaee, A., Hosseini, S.A. (2019). Comparison of the holiday climate index (HCI) and the tourism climate index (TCI) in desert regions and Makran coasts of Iran. *Arab J Geosci*, 12, 803. https://doi.org/10.1007/s12517-019-4997-5.

Kovacs, A., Unger, J. (2014). Modification of the tourism climatic index to central European climatic conditions–examples, *IDŐJÁRÁS*, 118 (2), 147–166. https://www.researchgate.net/.

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*, 14, 363. https://doi.org/10.1007/s12517-021-06605-6.

Mieczkowski, Z. (1985), The tourism climatic index: a method of evaluating World. Le. *Geogr*, (3), 220–233. https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1985.tb00365.x.

Olgyay, V. (2015). *Design with climate: a bioclimatic approach to architectural regionalism-new and expanded edition*. Princeton University Press.

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. Ser: Earth Environ. Sci*. 918 012024. https://doi.org/10.1088/1755-1315/918/1/012024.

Scott, D. J., Lemieux, C. J., & Malone, L. (2011). Climate services to support sustainable tourism and adaptation to climate change. *Clim Res*, 47(1–2), 111–122. https://doi.org/10.3354/cr00952.

Sultana, F., Paul, A.K. (2023). Tourism Climate Index (TCI) for Assessing the Favourable Period for Tourism Recreation Activities with the Application of Geospatial Techniques. In: Paul, A.K., Paul, A. (eds) *Crisis on the Coast and Hinterland. Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42231-7_28.

Wu, F.F., Yang, X. H., Shen, Z. Y., & Yi, Z. J. (2020). Long-term trends and spatiotemporal variations of climate comfort in China during 1966-2016. *Therm Sci* ,24 (4), 2445–2453. https://doi.org/10.2298/ TSCI2004445W.

Yuan, M., Liu, X., Guo. J., Huang, Y., & Song, W. (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*, 9, 154-163. https://doi.org/10.4236/gep.2021.93009.