العدد 13A مجلة دراسات في الإنسانيات والعلوم التربوية ايار 2026
No. 13A Journal of Studies in Humanities and Educational Sciences May 2026
Print ISSN 3006-3256 Online ISSN 3006-3264

أثر المناخ على راحة الإنسان في مدينة سامراء

م.م أمنة فرحان محمود شهاب
جامعة سامراء كلية التربية قسم الجغرافية

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تحليل أثر المناخ على راحة الإنسان في مدينة سامراء من خلال دراسة العناصر المناخية الرئيسة المتمثلة بدرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والإشعاع الشمسي، بالاعتماد على بيانات محطة سامراء المناخية. استخدم البحث مجموعة من المناهج العلمية، أبرزها المنهج الوصفي والتحليلي والكمي والمكاني، فضلاً عن توظيف مؤشرات الراحة المناخية، ولاسيما مؤشر الحرارة–الرطوبة (THI) ومؤشر تبريد الرياح(WCI) ، لتحديد مستويات الراحة والإجهاد الحراري خلال أشهر السنة. أظهرت النتائج وجود تباين زمني واضح في الراحة المناخية، حيث تسود ظروف مريحة خلال فصل الشتاء، وراحة نسبية في الفصول الانتقالية، في حين تسجل أشهر الصيف أعلى مستويات الإجهاد الحراري نتيجة ارتفاع درجات الحرارة والإشعاع الشمسي كما تبين أن درجة الحرارة تمثل العامل الأكثر تأثيراً، بينما تلعب الرطوبة والرياح دوراً مكملاً ومعدلاً وأكدت الدراسة أن الموقع الجغرافي لمدينة سامراء يسهم في هذا التباين، خاصة تأثير نهر دجلة ويوصي البحث بضرورة اعتماد حلول تخطيطية وبيئية لتحسين الراحة المناخية وتعزيز التكيف مع الظروف المناخية.

الكلمات المفتاحية : المناخ - راحة الإنسان - مدينة سامراء

Impact of Climate on Human Comfort in the City of Samarra

Asst. Lecturer Amina Farhan Mahmoud Shihab
Samarra University, College of Education, Department of Geography

Abstract

This study aims to analyze the impact of climate on human thermal comfort in Samarra city by examining key climatic elements, including air temperature, relative humidity, wind speed, and solar radiation, based on data from the Samarra meteorological station. The research adopts descriptive, analytical, quantitative, and spatial approaches, along with the application of thermal comfort indices, particularly the Temperature–Humidity Index (THI) and Wind Chill Index (WCI), to assess levels of comfort and thermal stress throughout the year. The results reveal a clear temporal variation in climatic comfort, with comfortable conditions prevailing in winter, moderate comfort during transitional seasons, and severe thermal stress during summer due to high temperatures and intense solar radiation. The findings also indicate that temperature is the dominant factor influencing human comfort, while humidity and wind act as complementary and modifying factors. Furthermore, the geographical location of Samarra, especially the influence of the Tigris River, contributes to spatial variation in thermal comfort. The study recommends adopting planning and environmental strategies to improve thermal comfort and enhance adaptation to local climatic conditions.

Keywords: Climate – Human Comfort – City of Samarra

مقدمة

يُعدّ المناخ أحد العوامل الطبيعية الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر في حياة الإنسان ونشاطه اليومي، إذ لا يقتصر تأثيره على الجوانب البيئية فحسب، بل يمتد ليشمل الجوانب الصحية والاقتصادية والاجتماعية. فالإنسان يتفاعل باستمرار مع العناصر المناخية المحيطة به مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والإشعاع الشمسي، ويترتب على هذا التفاعل شعوره بالراحة أو عدم الراحة، وهو ما يُعرف بمفهوم الراحة المناخية التي تمثل حالة التوازن بين الإنسان والبيئة المناخية المحيطة به وتبرز أهمية دراسة الراحة المناخية في المناطق ذات المناخ القاري الجاف وشبه الجاف، كما هو الحال في مدينة سامراء، حيث تتسم الظروف المناخية بارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانخفاضها شتاءً، فضلاً عن التباين في عناصر الرطوبة والرياح. وهذا التباين يؤدي إلى اختلاف واضح في مستويات الراحة الحرارية على مدار السنة، مما ينعكس بصورة مباشرة على صحة الإنسان وكفاءته الإنتاجية وأنماط حياته اليومية ومع تصاعد تأثيرات التغيرات المناخية العالمية، أصبح من الضروري تحليل العلاقة بين المناخ وراحة الإنسان بشكل أكثر دقة، من خلال استخدام مؤشرات علمية لقياس الإجهاد الحراري وتحديد الفترات الزمنية التي تتحقق فيها الراحة أو تنعدم. ويُعدّ هذا النوع من الدراسات أساساً مهماً لدعم التخطيط الحضري وتحسين البيئة السكنية، فضلاً عن دوره في توجيه السياسات المتعلقة بالصحة العامة والتكيف مع الظروف المناخية ، يسعى هذا البحث إلى دراسة أثر العناصر المناخية في مدينة سامراء على راحة الإنسان، من خلال تحليل الخصائص المناخية وتطبيق مؤشرات الراحة المناخية، بهدف تحديد مستويات الراحة الحرارية والفترات الزمنية المرتبطة بها، وبيان انعكاساتها على حياة السكان، وصولاً إلى تقديم مجموعة من المقترحات التي تسهم في تحسين الظروف البيئية وتعزيز التكيف مع المناخ المحلي.

1-مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في تباين الظروف المناخية في مدينة سامراء، خاصة درجات الحرارة والرطوبة والرياح، مما يؤثر مباشرة في راحة الإنسان ويسبب إجهاداً حرارياً في بعض الفترات، ولاسيما صيفاً، في ظل نقص الدراسات الحديثة التي تعالج هذه العلاقة باستخدام أساليب تحليل متقدمة وعليه، يمكن صياغة مشكلة البحث بالتساؤل الرئيس الآتي:

١. ما مدى تأثير العناصر المناخية في مدينة سامراء على مستوى راحة الإنسان؟
٢. ويتفرع عن هذا التساؤل مجموعة من التساؤلات الفرعية:
٣. ما الخصائص المناخية السائدة في مدينة سامراء؟
٤. كيف تؤثر عناصر المناخ (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح) في راحة الإنسان؟
٥. ما الفترات الزمنية التي تتحقق فيها الراحة المناخية أو تنعدم؟
٦. ما مستوى الإجهاد الحراري الذي يتعرض له السكان خلال السنة؟
٧. كيف يمكن تحسين مستوى الراحة المناخية في ظل الظروف المناخية الحالية؟

2- فرضية البحث

توجد علاقة واضحة بين تباين العناصر المناخية في مدينة سامراء ومستوى راحة الإنسان، بما يؤدي إلى اختلاف درجات الراحة والإجهاد الحراري خلال السنة وهذه الفرضية الرئيسة تتفرع الى فروع ثانوية هي

١. تتسم مدينة سامراء بخصائص مناخية قارية جافة تؤثر في راحة الإنسان.

٢. تؤثر عناصر المناخ (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح) بشكل مباشر في مستوى الراحة المناخية للسكان.

٣. توجد فترات زمنية محددة تتحقق فيها الراحة المناخية، تقابلها فترات عدم راحة نتيجة التطرف المناخي.

٤. يرتفع مستوى الإجهاد الحراري خلال فصل الصيف مقارنة ببقية فصول السنة.

٥. يمكن تحسين مستوى الراحة المناخية من خلال إجراءات تخطيطية وبيئية مناسبة.

3-أهمية البحث

تنبع أهمية هذا البحث من كونه يتناول العلاقة المباشرة بين المناخ وراحة الإنسان في مدينة سامراء، وهي علاقة ذات تأثير واضح على الجوانب الصحية والمعيشية للسكان، خاصة في ظل الظروف المناخية المتطرفة التي تشهدها المنطقة إذ يسهم البحث في توضيح كيفية تأثير العناصر المناخية في الشعور بالراحة أو الإجهاد الحراري، مما يعزز الفهم العلمي لهذه الظاهرة وكما تكمن أهمية البحث في كونه يقدم قاعدة معلومات دقيقة يمكن الإفادة منها في مجالات التخطيط الحضري والبيئي، من خلال تحديد الفترات الزمنية التي ترتفع فيها مستويات عدم الراحة، الأمر الذي يساعد الجهات المختصة على اتخاذ إجراءات مناسبة لتحسين البيئة السكنية كذلك يدعم البحث الجهود الرامية إلى التكيف مع التغيرات المناخية من خلال تقديم مقترحات عملية تسهم في تقليل آثار الإجهاد الحراري وتحسين نوعية الحياة ويسهم البحث في سد النقص في الدراسات المحلية التي تناولت موضوع الراحة المناخية باستخدام أساليب تحليل حديثة، مما يجعله إضافة علمية يمكن الاستناد إليها في الدراسات المستقبلية ذات الصلة.

4-أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير العناصر المناخية في مدينة سامراء على راحة الإنسان، من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

١. تحليل الخصائص المناخية في مدينة سامراء (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح)
٢. تحديد مستوى الراحة المناخية باستخدام مؤشرات علمية مناسبة .
٣. تحديد الفترات الزمنية التي تتحقق فيها الراحة أو عدم الراحة خلال السنة .
٤. بيان أثر المناخ على حياة الإنسان اليومية وصحته .
٥. تقديم مقترحات لتحسين مستوى الراحة المناخية والتكيف مع الظروف المناخية .

5-منهجية البحث

يعتمد هذا البحث على مجموعة من المناهج العلمية المتكاملة لدراسة أثر المناخ على راحة الإنسان في مدينة سامراء، وذلك على النحو الآتي:

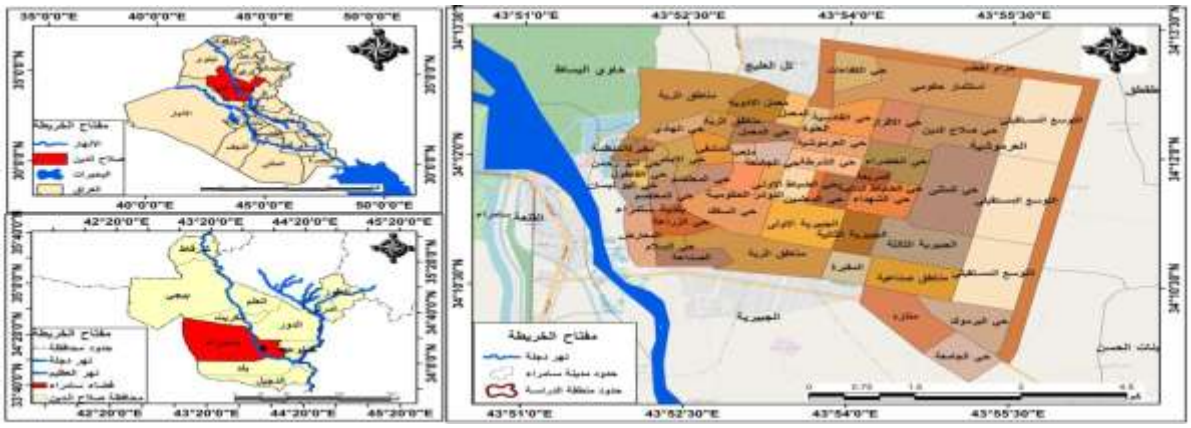
١. **المنهج الوصفي:** لوصف الخصائص المناخية السائدة في مدينة سامراء من حيث درجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح، وتوضيح طبيعة التباين المناخي خلال فصول السنة.
٢. **المنهج التحليلي:** لتحليل العلاقة بين العناصر المناخية ومستوى راحة الإنسان، وبيان تأثير كل عنصر مناخي بشكل منفصل ومتكامل.
٣. **المنهج الكمي:** من خلال استخدام مؤشرات الراحة المناخية مثل (THI) أو غيرها، لقياس مستوى الإجهاد الحراري وتحديد درجات الراحة وعدم الراحة بشكل رقمي دقيق.
٤. **المنهج المكاني (GIS):** لتحليل التوزيع المكاني لمستويات الراحة المناخية داخل مدينة سامراء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وإنتاج خرائط توضح التباين المكاني.

٥. **مصادر البيانات:** الاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، والبيانات المناخية الشهرية والسنوية، فضلاً عن الدراسات السابقة ذات العلاقة.

6- حدود منطقة الدراسة

يقع قضاء سامراء في الجزء الأوسط من العراق ضمن الحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين، ويُعد من الأقضية المهمة في المنطقة الوسطى، إذ يحده من الشمال قضاء تكريت، ومن الشرق قضاء الدور، ومن الجنوب قضاء بلد، ومن الغرب مناطق محافظة الأنبار ويقع القضاء على الضفة الشرقية لنهر دجلة الذي يخترق المنطقة من الشمال إلى الجنوب، مما أسهم في نشوء الأراضي الزراعية وتركّز الغطاء النباتي على جانبي النهر، في حين تسود الأراضي شبه الجافة في الأجزاء الغربية ويقع القضاء فلكياً بين دائرتي عرض (10′ 34°– 30′ 34°) شمالاً، وبين خطي طول (30″ 07′43°– 30″ 10′44°) شرقاً، ضمن نطاق السهل الرسوبي الأوسط، وهو موقع يمنحه خصائص مناخية قارية تتسم بالتباين الحراري وقلة الأمطار كما موضح في الخريطة (1)، إذ إن موقع سامراء ضمن بيئة شبه جافة، مع تأثير نهر دجلة، يؤدي إلى تباين واضح في عناصر المناخ مثل درجة الحرارة والرطوبة والرياح، الأمر الذي ينعكس على مستوى راحة الإنسان فالمناطق القريبة من النهر تتمتع بظروف أكثر اعتدالاً نسبياً، بينما تزداد شدة الإجهاد الحراري في المناطق البعيدة عنه، خاصة خلال فصل الصيف. وبذلك يُعد موقع منطقة الدراسة عاملاً أساسياً في تفسير التباين المكاني والزماني لمستويات الراحة المناخية في المدينة.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من المحافظة والعراق



المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الجيومورفولوجية بمقياس 1/1000000, وباستخدام (ArcMap. 10.8).

اولا : المصطلحات والمفاهيم البحث

1: مفهوم المناخ وعناصره: يُعرّف المناخ بأنه متوسط حالات الطقس السائدة في منطقة معينة خلال مدة زمنية طويلة (عادةً 30 سنة فأكثر)، ويشمل التغيرات المنتظمة في عناصر الغلاف الجوي المختلفة (Barry & Chorley, 2010, p. 3) ويختلف المناخ عن الطقس من حيث كونه يمثل الحالة العامة طويلة الأمد(الدليمي، 2017، ص 25)، بينما يعبر الطقس عن الحالة الآنية ويتكون المناخ من مجموعة عناصر رئيسة، أهمها:

١. **درجة الحرارة**: تؤثر بشكل مباشر في راحة الإنسان ونشاطه (Critchfield, 1974, p. 15).
٢. **الرطوبة النسبية**: تتحكم في الإحساس بالحرارة أو الجفاف (السامرائي وعلوان، 2016، ص 112).
٣. **الرياح**: تسهم في نقل الحرارة والرطوبة وتعديل الإحساس الحراري (Oliver & Hidore, 2002, p. 67).
٤. **الإشعاع الشمسي**: المصدر الرئيس للطاقة الحرارية (Barry & Chorley, 2010, p. 45).

٥. **الأمطار**: تؤثر في التوازن البيئي والغطاء النباتي (Critchfield, 1974, p. 210).

2: مفهوم الراحة المناخية: تُعرّف الراحة المناخية بأنها الحالة التي يشعر فيها الإنسان بالاعتدال الحراري نتيجة توازن الظروف المناخية مع قدرته الفسيولوجية على التكيف، بحيث لا يحتاج الجسم إلى بذل جهد إضافي للحفاظ على توازنه الحراري (Höppe, 1999, p. 72) وتتحقق هذه الراحة عندما تكون عناصر المناخ ضمن حدود معينة(الطائي، 2016، ص 88) ، في حين يؤدي اختلالها إلى الشعور بعدم الراحة أو الإجهاد الحراري. وتُقاس باستخدام مؤشرات علمية مثل:

- مؤشر الحرارة والرطوبة (THI) (Thom, 1959, p. 59)
- مؤشر درجة الحرارة المكافئة الفسيولوجية (PET) (Matzarakis et al., 1999, p. 76)

ثانيا : الخصائص المناخية لمدينة سامراء

تتميز مدينة سامراء بمناخ صحراوي حار (قاري جاف)، يتسم بارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانخفاضها شتاءً، مع تباين حراري واضح كما تقل الأمطار وتتركز شتاءً، وترتفع معدلات التبخر بسبب شدة الإشعاع الشمسي، في حين تكون الرطوبة منخفضة عموماً مع زيادة نسبية قرب نهر دجلة، وتسود رياح شمالية غربية جافة.

1-الموقع الجغرافي وتأثيره

تقع مدينة سامراء في الجزء الأوسط من العراق ضمن محافظة صلاح الدين، على الضفة الشرقية لنهر دجلة، ضمن نطاق السهل الرسوبي الأوسط. ويمنحها هذا الموقع خصائص مناخية قارية واضحة بسبب بعدها عن المؤثرات البحرية(القريشي، 2012، ص 41)، مما يؤدي إلى تباين حراري كبير بين الصيف والشتاء، وهو عامل رئيس في تحديد مستوى راحة الإنسان ويؤثر الموقع الجغرافي بشكل مباشر في عناصر المناخ، إذ يسهم نهر دجلة في رفع الرطوبة النسبية وتلطيف درجات الحرارة في المناطق القريبة منه، مما يحسن نسبياً من الراحة المناخية (الجنابي، 2015، ص 77) وفي المقابل، تزداد شدة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة كلما ابتعدنا عن النهر، خاصة في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية ذات الامتداد العمراني الحديث وتدعم الخريطة (2) هذا الطرح بشكل واضح، إذ تُظهر توزع الأحياء داخل المدينة واتجاه التوسع الحضري نحو مناطق أبعد عن النهر، وهي مناطق أقل تأثراً بالتلطيف النهري وأكثر عرضة للإجهاد الحراري كما يبرز من الخريطة أن نهر دجلة يشكل محوراً مكانياً مهماً يخلق تبايناً مناخياً داخل المدينة نفسها وكذلك، فإن وقوع سامراء ضمن العروض شبه المدارية يعرضها لإشعاع شمسي مرتفع معظم أشهر السنة، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر، وهو ما ينعكس بشكل مباشر على راحة الإنسان (الحديثي، 2018، ص 96) وبذلك، فإن الموقع الجغرافي لمدينة سامراء يُعد عاملاً أساسياً في تفسير التباين في مستويات الراحة المناخية داخل المدينة .

خريطة (2) الموقع الجغرافي لمدينة سامراء وتوزيع الأحياء

المصدر : الباحث بالاعتماد على:الهيئة العامة للمساحة. (2010). الخريطة الإدارية لمحافظة صلاح الدين. بغداد وبيانات OpenStreetMap، والمرئيات الفضائية (Landsat, Google Earth).

2 -درجة الحرارة

تُعد درجة الحرارة من أبرز العناصر المناخية المؤثرة في راحة الإنسان في مدينة سامراء، ويتضح ذلك من بيانات الجدول (1) والشكل (1) ، إذ تُظهر ارتفاعاً تدريجياً من فصل الشتاء إلى الصيف، حيث تسجل أدنى قيمة في كانون الثاني (8.0°م)، ثم ترتفع لتبلغ ذروتها في آب (43.6°م)، مع قيم مرتفعة في تموز (41.2°م) وحزيران (39.9°م)، في حين يبلغ المعدل السنوي (24.61°) ويعكس هذا التباين الحراري الطبيعة القارية الجافة لمناخ المدينة، إذ يؤدي الارتفاع الشديد في درجات الحرارة صيفاً إلى زيادة الإجهاد الحراري وانخفاض مستوى راحة الإنسان، خاصة خلال ساعات النهار، بينما تتحسن ظروف الراحة نسبياً خلال فصلي الربيع والخريف نتيجة اعتدال درجات الحرارة (الموسوي، 2019، ص 6).

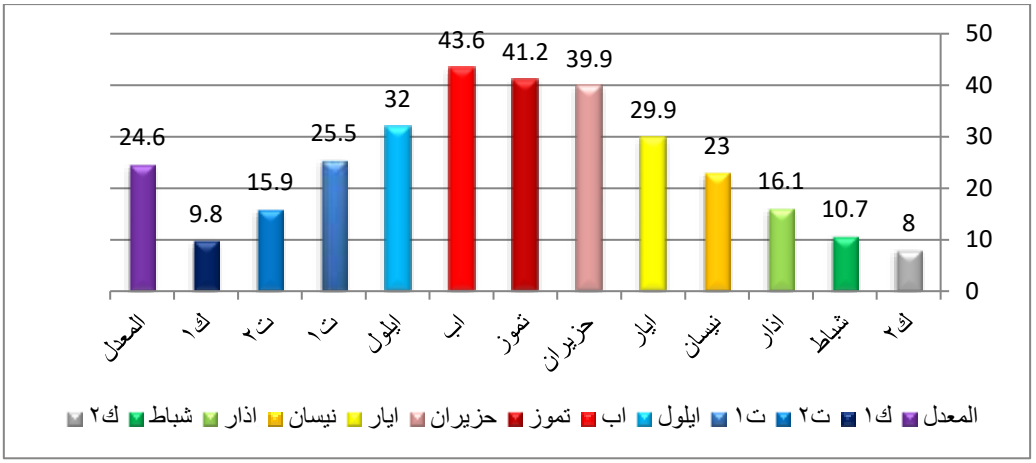
جدول (1) درجات الحرارة الشهرية في محطة سامراء 2025

محطة سامراء	
الأشهر	درجة الحرارة °
ك2	8.0
شباط	10.7
اذار	16.1
نيسان	23.0
ايار	29.9
حزيران	39.9
تموز	41.2
اب	43.6

ايلول	32.0
ت1	25.5
ت2	15.9
ك1	9.8
المعدل	24.6

المصدر : الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة، قسم المناخ – محطة سامراء، 2025.

الشكل(1) التوزيع الشهري لدرجات الحرارة في محطة سامراء



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدول (1)

3 -الرطوبة النسبية

تُعد الرطوبة النسبية من العناصر المناخية المهمة المؤثرة في راحة الإنسان، ويتضح من بيانات الجدول (2) والشكل (2) وجود تباين واضح خلال أشهر السنة. إذ تسجل أعلى القيم في فصل الشتاء، حيث تبلغ (62.7%) في كانون الثاني و(60.4%) في كانون الأول، ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي لتصل إلى أدناها في فصل الصيف، حيث تسجل (21%) في تموز و(21.6%) في حزيران، بينما يبلغ المعدل السنوي (38.9%) ويعكس هذا التباين سيادة المناخ الجاف في المدينة، إذ يؤدي انخفاض الرطوبة خلال أشهر الصيف، مع ارتفاع درجات الحرارة، إلى زيادة فقدان الجسم للسوائل والشعور بالجفاف والإجهاد الحراري، في حين تسهم القيم المرتفعة شتاءً في تحسين الإحساس النسبي بالراحة (الشمراني، 2018، ص 91)

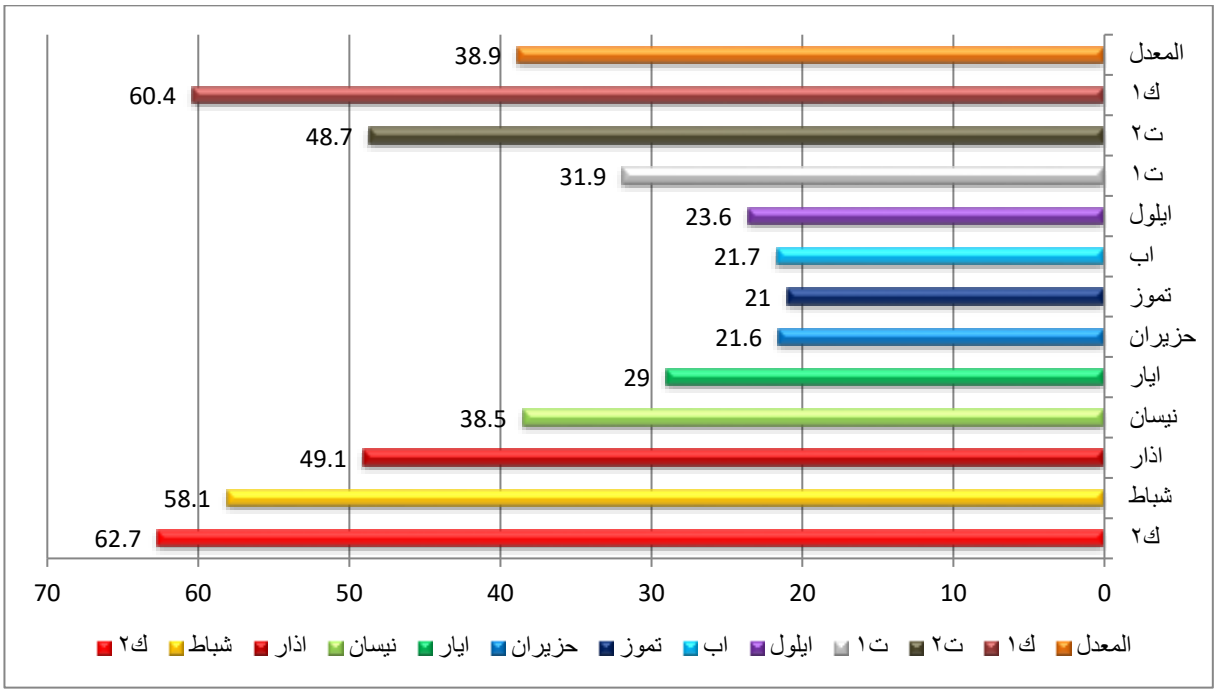
جدول (2) لتوزيع الشهري للرطوبة النسبية % في محطة سامراء المناخية 2025

محطة سامراء	
الأشهر	الرطوبة النسبية %
ك2	62.7
شباط	58.1
اذار	49.1
نيسان	38.5
ايار	29
حزيران	21.6

تموز	21
اب	21.7
ايلول	23.6
ت1	31.9
ت2	48.7
ك1	60.4
المعدل	38.9

المصدر : الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة، قسم المناخ – محطة سامراء، 2025.

الشكل(2) التوزيع الشهري للرطوبة النسبية% في محطة سامراء



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدول (2)

4- الرياح

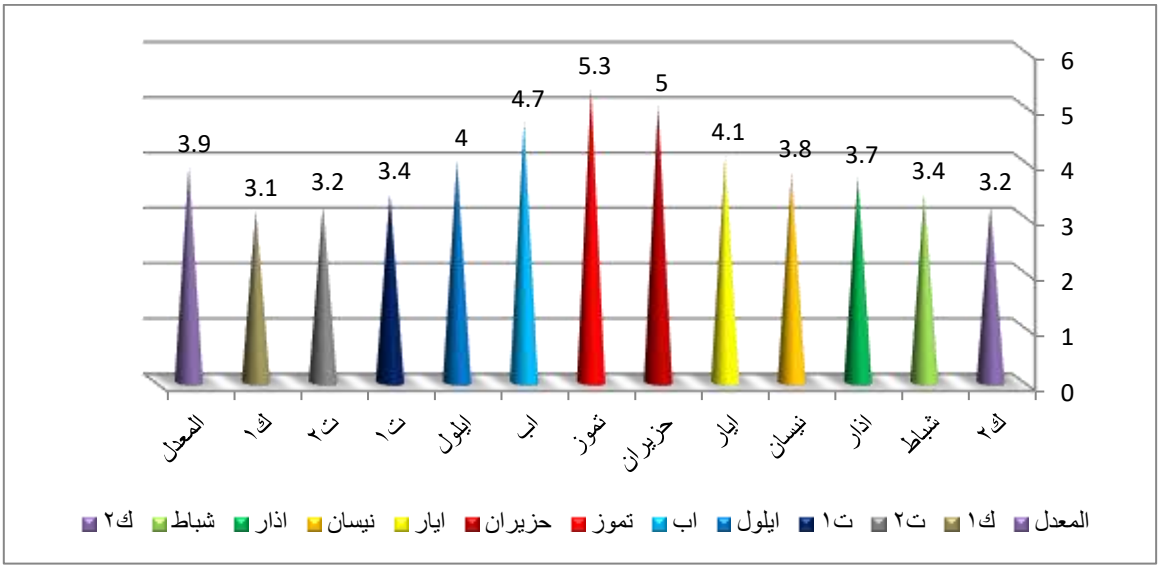
تُعد الرياح من العناصر المناخية المؤثرة في راحة الإنسان في مدينة سامراء، إذ يُظهر الجدول (3) والشكل (3) أن سرعة الرياح ترتفع تدريجياً من فصل الشتاء إلى الصيف، حيث تسجل (3.1–3.4 م/ثا) في الأشهر الباردة، ثم تزداد لتبلغ ذروتها في فصل الصيف، إذ تصل إلى (5.3 م/ثا) في تموز و(5 م/ثا) في حزيران، قبل أن تنخفض تدريجياً في فصل الخريف، ويبلغ المعدل السنوي (3.9 م/ثا) ويعكس هذا التوزيع الشهري ارتباط سرعة الرياح بالارتفاع الحراري، إذ تتزامن أعلى سرعات الرياح مع أعلى درجات الحرارة، مما يسهم في تقليل الإحساس الحراري عبر زيادة التبخر، إلا أن طبيعتها الجافة قد تزيد من الجفاف ونقل الغبار، وبالتالي التأثير في راحة الإنسان، خاصة خلال أشهر الصيف (خليل، 2020، ص 112) كما يُستدل من الشكل البياني أن التباين الشهري في سرعة الرياح يرتبط بالنظام المناخي السائد، حيث ترتفع القيم في الأشهر الحارة وتنخفض في الأشهر الباردة، وهو ما يوضح دورها في تعديل الظروف المناخية.

جدول (3) التوزيع الشهري لسرعة الرياح م / ثا في محطة سامراء

محطة سامراء	
الأشهر	سرعة الرياح م /ثا
ك2	3.2
شباط	3.4
اذار	3.7
نيسان	3.8
ايار	4.1
حزيران	5
تموز	5.3
اب	4.7
ايلول	4
ت1	3.4
ت2	3.2
ك1	3.1
المعدل	3.9

المصدر : الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة، قسم المناخ – محطة سامراء، 2025.

الشكل (3) التغير الشهري لسرعة الرياح م / ثا في محطة سامراء



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدول (3)

5- الإشعاع الشمسي

يُعد الإشعاع الشمسي من العناصر الأساسية المؤثرة في النظام المناخي لمدينة سامراء، ويتضح تأثيره بشكل مباشر إذ يُظهر الجدول (4) والشكل (4) ارتفاعاً تدريجياً في قيم الإشعاع من فصل الشتاء إلى الصيف، حيث يسجل أدنى قيمة في كانون الأول (47.1 واط/م²) وكانون الثاني (53 واط/م²)، ثم يرتفع ليبلغ ذروته في حزيران (148.9 واط/م²) وتموز (143.7 واط/م²)، قبل أن يبدأ بالانخفاض التدريجي

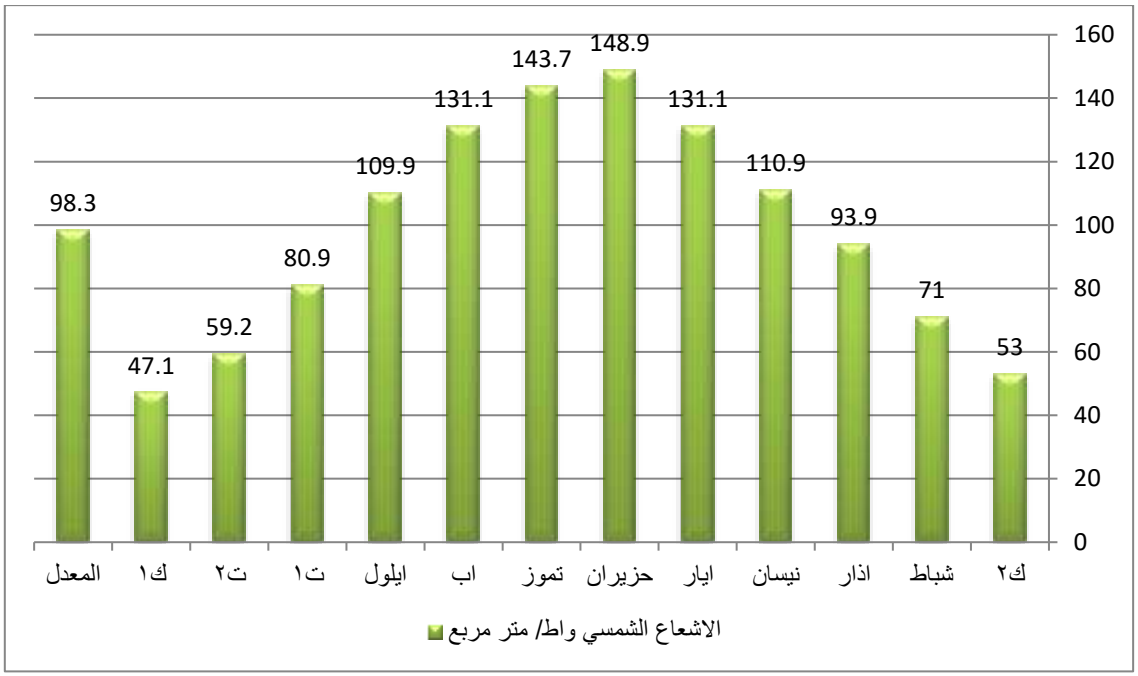
خلال فصل الخريف، ويبلغ المعدل السنوي (98.3 واط/م²) ويشير هذا التوزيع الشهري إلى أن أعلى قيم الإشعاع الشمسي تتزامن مع أشهر الصيف، وهو ما يفسر الارتفاع الكبير في درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر خلال هذه الفترة كما أن استمرار القيم المرتفعة في فصلي الربيع والصيف يدل على طول فترة التأثير الحراري، الأمر الذي ينعكس بشكل مباشر على راحة الإنسان من خلال زيادة الإحساس بالإجهاد الحراري وأن الانخفاض الواضح في الإشعاع خلال فصل الشتاء يسهم في اعتدال درجات الحرارة وتحسن مستوى الراحة المناخية نسبياً، مما يعزز العلاقة بين الإشعاع الشمسي وبقية العناصر المناخية، خاصة درجة الحرارة وأن الإشعاع الشمسي يمثل عاملاً رئيساً في تحديد طبيعة المناخ في سامراء، وأن تباينه الشهري يلعب دوراً مباشراً في تشكيل مستويات الراحة أو عدم الراحة المناخية (الربيعي، 2019، ص 76).

جدول (4) التوزيع الشهري للإشعاع الشمسي في محطة سامراء

محطة سامراء	
الأشهر	الاشعاع الشمسي واط/ متر مربع
ك2	53
شباط	71
اذار	93.9
نيسان	110.9
ايار	131.1
حزيران	148.9
تموز	143.7
اب	131.1
ايلول	109.9
ت1	80.9
ت2	59.2
ك1	47.1
المعدل	98.3

المصدر : الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة، قسم المناخ – محطة سامراء، 2025.

الشكل(4) التغير الشهري للإشعاع الشمسي في محطة سامراء



المصدر : بالاعتماد على بيانات جدول (3)

ثالثا ـ تحليل الراحة المناخية في مدينة سامراء

يعتمد تحليل الراحة المناخية على ربط عناصر المناخ (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح، الإشعاع الشمسي) (الحسني، 2015، ص 63) بمؤشرات كمية تقيس إحساس الإنسان بالراحة أو الإجهاد الحراري. وبالاعتماد على بيانات محطة سامراء، يمكن تطبيق التحليل كما يأتي:

1- تطبيق مؤشرات الراحة المناخية

أهم مؤشر مناسب لبياناتك هو مؤشر الحرارة–الرطوبة (THI) لأنه يعتمد على:

درجة الحرارة (T)

الرطوبة النسبية (RH)

صيغة المؤشر:

$$THI = T - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (T - 14.5)$$

طريقة التطبيق:

١. تأخذ درجة الحرارة لكل شهر .
٢. تأخذ الرطوبة النسبية لنفس الشهر .
٣. تعوض بالقانون .
٤. تقارن الناتج مع جدول الراحة:

جدول (5) تصنيف مستويات الراحة المناخية وفق مؤشر الحرارة–الرطوبة (THI)

قيمة THI	مستوى الراحة
أقل من 21	مريح
21 – 24	راحة نسبية
24 – 27	عدم راحة
أكثر من 27	إجهاد حراري

Thom, E. C. (1959). The Discomfort Index. Weatherwise, p. 59.

2- التحليل الزماني لمستويات الراحة المناخية في مدينة سامراء باستخدام مؤشر(THI)

يُظهر جدول (6) مؤشر الحرارة–الرطوبة (THI) في مدينة سامراء تبايناً زمنياً واضحاً في مستويات الراحة المناخية خلال أشهر السنة، وهو انعكاس مباشر لطبيعة المناخ القاري الجاف السائد في المنطقة (Oke, 1987, p. 121) إذ تسجل أشهر الشتاء مثل كانون الأول وكانون الثاني وشباط، إضافة إلى آذار وتشرين الثاني، قيماً منخفضة للمؤشر تتراوح بين (6.7–14.6)، وهي ضمن نطاق الراحة التامة، ويعود ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية، مما يوفر ظروفاً ملائمة للنشاط البشري ويعزز الإحساس بالراحة ومع الانتقال إلى فصلي الربيع والخريف، وتحديداً في شهري نيسان وتشرين الأول، ترتفع قيم المؤشر إلى حدود (21.1–23.7)، وهي تمثل حالة من الراحة النسبية نتيجة اعتدال درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة، مما يجعل هذه الفترة انتقالية بين الراحة التامة وعدم الراحة. (عبد الجبار، 2018، ص 104) أما خلال فصل الصيف، فيسجل المؤشر ارتفاعاً كبيراً، حيث تبدأ حالات الإجهاد الحراري بالظهور في شهري أيار وأيلول بقيم (27.9–29.8)، ثم تبلغ ذروتها في أشهر حزيران وتموز وآب بقيم تتراوح بين (37.2–40.7)، وهي ضمن نطاق الإجهاد الحراري الشديد. ويرتبط هذا الارتفاع بالزيادة الكبيرة في درجات الحرارة التي تتجاوز (40°م)، إلى جانب ارتفاع الإشعاع الشمسي وانخفاض الرطوبة، مما يؤدي إلى زيادة فقدان الجسم للسوائل وارتفاع الإحساس بالجفاف والإجهاد (Lin & Matzarakis, 2008, p. 45) وعلى الرغم من أن انخفاض الرطوبة يقلل من الشعور بالاختناق، إلا أنه لا يخفف من شدة الإجهاد الحراري الناتج عن الحرارة المرتفعة وعند ربط هذه النتائج بالموقع الجغرافي لمدينة سامراء، يتضح أن المناطق القريبة من نهر دجلة قد تشهد تحسناً نسبياً في مستويات الراحة بسبب ارتفاع الرطوبة، في حين تعاني المناطق البعيدة، خاصة ذات الامتداد العمراني نحو الشرق، من ظروف أكثر جفافاً وحرارة، مما يزيد من حدة الإجهاد الحراري وبذلك يؤكد هذا التحليل أن الراحة المناخية في سامراء تتوزع زمنياً بشكل غير متوازن، حيث تسود الراحة في الشتاء، وتكون معتدلة في الفصول الانتقالية، بينما تنعدم تقريباً في الصيف، وهو ما يبرز الدور الحاسم لدرجة الحرارة بوصفها العامل الأكثر تأثيراً، مدعومة بتأثيرات الرطوبة والإشعاع الشمسي، في تحديد مستوى راحة الإنسان، وبما يتفق مع هدف البحث في تحليل أثر المناخ على الراحة المناخية.

جدول (6) تطبيق مؤشر الراحة المناخية (THI) في محطة سامراء

الشهر	الحرارة °م	الرطوبة %	THI	مستوى الراحة
ك2	8	62.7	6.7	مريح
شباط	10.7	58.1	9.3	مريح
آذار	16.1	49.1	14.6	مريح
نيسان	23	38.5	21.1	راحة نسبية
أيار	29.9	29	27.9	إجهاد حراري
حزيران	39.9	21.6	37.2	إجهاد حراري شديد
تموز	41.2	21	38.6	إجهاد حراري شديد
آب	43.6	21.7	40.7	إجهاد حراري شديد
أيلول	32	23.6	29.8	إجهاد حراري
ت1	25.5	31.9	23.7	راحة نسبية
ت2	15.9	48.7	14.5	مريح
ك1	9.8	60.4	8.4	مريح

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على: بيانات محطة سامراء المناخية (2025) ومعادلة Thom (1959))

يبين الجدول (7) توزيعاً زمنياً واضحاً لمستويات الراحة المناخية في مدينة سامراء، إذ تتركز الأشهر المريحة في فصل الشتاء (كانون الأول–شباط) وتمتد إلى آذار وتشرين الثاني، نتيجة انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية، مما يوفر ظروفاً ملائمة لراحة الإنسان. في المقابل، تظهر الراحة النسبية في فصلي الربيع والخريف (نيسان وتشرين الأول) بسبب اعتدال الحرارة أما الأشهر غير المريحة فتبدأ بالظهور في أيار وأيلول مع ارتفاع درجات الحرارة، لتصل إلى ذروتها في فصل الصيف (حزيران–آب) حيث يسود الإجهاد الحراري الشديد نتيجة الارتفاع الكبير في الحرارة والإشعاع الشمسي ويعكس هذا التوزيع طبيعة المناخ القاري الجاف في سامراء، ويؤكد أن الراحة المناخية ترتبط أساساً بدرجة الحرارة، مما ينسجم مع هدف البحث في بيان أثر المناخ على راحة الإنسان.

جدول (7) تصنيف أشهر الراحة وعدم الراحة المناخية في محطة سامراء اعتماداً على مؤشر (THI)

التصنيف	الأشهر
أشهر مريحة	كانون الأول، كانون الثاني، شباط، آذار، تشرين الثاني
أشهر راحة نسبية	نيسان، تشرين الأول
أشهر غير مريحة (إجهاد حراري)	أيار، أيلول
أشهر إجهاد حراري شديد	حزيران، تموز، آب

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على: بيانات محطة سامراء المناخية (2025) ومعادلة Thom (1959)

3- تطبيق قانون تبريد الرياح(Wind Chill Index)

هذا القانون يوضح تأثير الرياح على إحساس الإنسان بالحرارة (خصوصاً في الأجواء الباردة أو المعتدلة)، إذ لا يعتمد الإحساس الحراري على درجة الحرارة فقط، بل يتأثر بسرعة الرياح التي تزيد من فقدان الجسم للحرارة (Bluestein, 1998, p. 215).

معادلة تبريد الرياح:

$$WCI=13.12+0.6215T-11.37V^{0.16}+0.3965TV^{0.16}$$

حيث:

T = درجة الحرارة (°م)

V = سرعة الرياح (م/ثا)

- **طريقة التطبيق على محطة سامراء**

يُظهر جدول (8) مؤشر تبريد الرياح (WCI) أن تأثير الرياح في مدينة سامراء يتباين زمنياً تبعاً لتغير درجات الحرارة، حيث يكون تأثيرها واضحاً خلال فصل الشتاء، إذ تؤدي إلى خفض الإحساس الحراري عن القيم الفعلية، كما في شهري كانون الثاني وشباط، مما يزيد من الإحساس بالبرودة(Bluestein, 1998, p. 217) أما في الفصول الانتقالية، ولا سيما في نيسان وتشرين الأول، فتسهم الرياح في تحسين الراحة المناخية من خلال تلطيف درجات الحرارة وجعلها أكثر اعتدالاً في المقابل، يتضح أن تأثير الرياح خلال فصل الصيف يكون محدوداً، رغم ارتفاع سرعتها، كما في حزيران وتموز، إذ تبقى قيم الإحساس الحراري مرتفعة جداً، نتيجة سيطرة درجات الحرارة العالية والإشعاع الشمسي، مما يقلل من فعالية الرياح في التبريد. ويعني ذلك أن الرياح في بيئة سامراء تعمل كعامل مُعدِّل فقط، حيث تحسن الإحساس الحراري في الفترات المعتدلة، لكنها لا تستطيع تقليل الإجهاد الحراري خلال الصيف بشكل كبير وبذلك يؤكد الجدول أن تأثير الرياح يرتبط بدرجة الحرارة بشكل أساسي، وأنها تلعب دوراً ثانوياً مقارنة

بالعناصر الأخرى، وهو ما يدعم نتائج البحث حول سيطرة الحرارة على تحديد مستوى الراحة المناخية في المدينة (Parsons, 2014, p. 102).

جدول (8) تأثير الرياح على الإحساس الحراري في محطة سامراء(WCI)

الشهر	الحرارة °م	سرعة الرياح م/ثا	الإحساس الحراري WCI	التأثير
ك2	8	3.2	6.5	أكثر برودة
شباط	10.7	3.4	9.2	أكثر برودة
آذار	16.1	3.7	14.8	تبريد بسيط
نيسان	23	3.8	21.8	مريح
أيار	29.9	4.1	28.5	تخفيف بسيط
حزيران	39.9	5	38	تأثير ضعيف
تموز	41.2	5.3	39	تأثير ضعيف
آب	43.6	4.7	41.8	تأثير ضعيف
أيلول	32	4	30.2	تخفيف بسيط
ت1	25.5	3.4	24.3	مريح
ت2	15.9	3.2	14.4	تبريد
ك1	9.8	3.1	8.2	أكثر برودة

Steadman, R. G. (1971). Wind Chill and Human Temperature. Journal of Applied Meteorology.

رابعا: تحليل تكاملي لتأثير عناصر المناخ على راحة الإنسان باستخدام مؤشري (THI) و(WCI) واستخدام الذكاء الاصطناعي

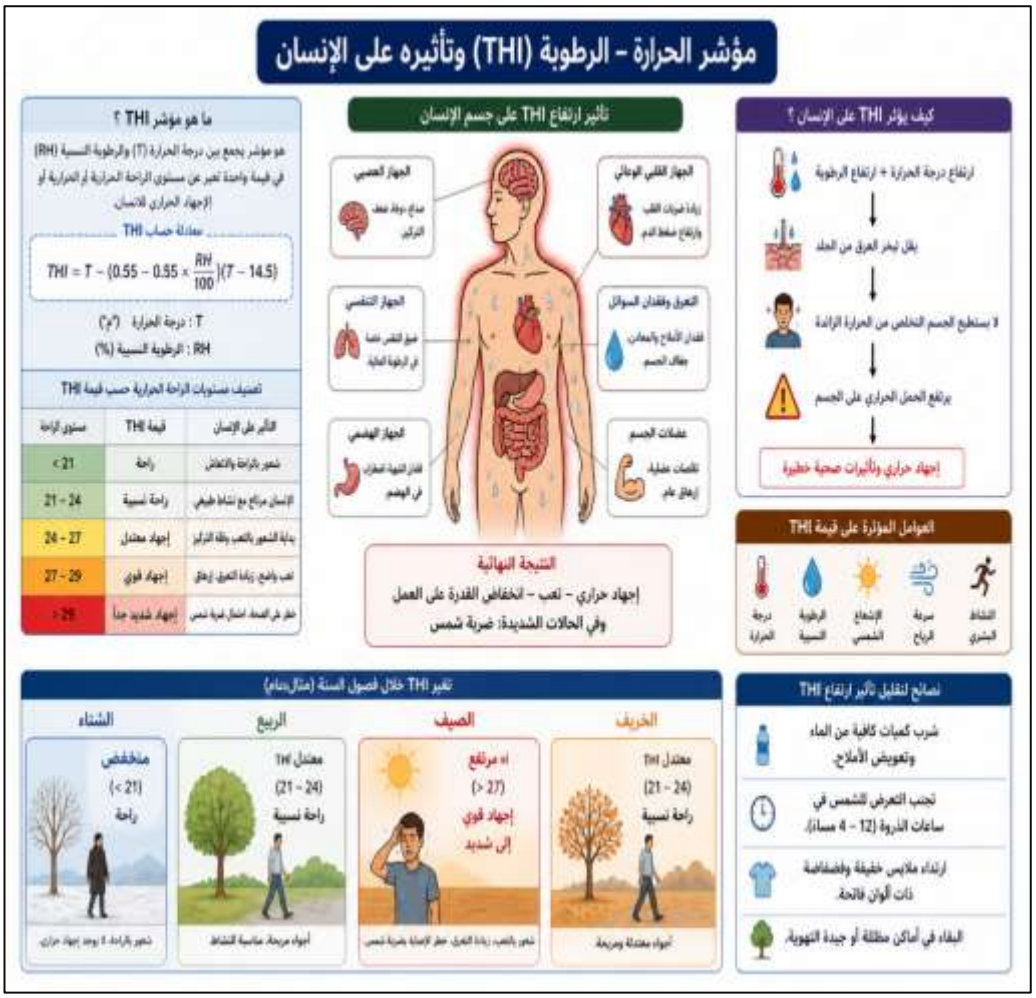
يهدف هذا المحور إلى تقديم تحليل تكاملي لتأثير عناصر المناخ على راحة الإنسان في مدينة سامراء من خلال توظيف مؤشري (THI) و (WCI) لقياس الإجهاد الحراري والإحساس الفعلي بالحرارة. كما يعتمد على استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في معالجة البيانات المناخية وتحليلها بشكل دقيق ويسهم هذا التكامل في فهم أعمق للعلاقة بين المناخ والإنسان ودعم اتخاذ القرارات التخطيطية المناسبة ويشمل ما يأتي

1-تحليل تأثير مؤشر الحرارة–الرطوبة (THI) على الراحة الحرارية للإنسان

يُظهر المخطط (1) العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية وتأثيرهما على جسم الإنسان من خلال مؤشر (THI)، إذ يعتمد هذا المؤشر على دمج هذين العنصرين في قيمة واحدة تعكس مستوى الراحة أو الإجهاد الحراري(Olgyay, 1963, p. 42) ويبين المخطط أن ارتفاع درجة الحرارة مع ارتفاع الرطوبة يؤدي إلى انخفاض كفاءة تبخر العرق، وهي الآلية الأساسية التي يعتمد عليها الجسم للتبريد، مما يسبب تراكم الحرارة داخل الجسم وارتفاع الحمل الحراري ونتيجة لذلك تظهر تأثيرات صحية متعددة تشمل زيادة ضربات القلب، فقدان السوائل، الإرهاق، اضطرابات الجهاز التنفسي، والتشنجات العضلية، وفي الحالات الشديدة قد تصل إلى ضربة الشمس كما يوضح المخطط تصنيف قيم مؤشر (THI)، حيث تشير القيم المنخفضة (أقل من 21) إلى حالة الراحة، بينما تعكس القيم المتوسطة (21–24) راحة نسبية، ثم تبدأ حالات عدم الراحة والإجهاد الحراري بالظهور مع زيادة القيم، لتصل إلى إجهاد حراري شديد عند تجاوز 29، وهو ما يمثل خطراً مباشراً على صحة الإنسان ويُبرز المخطط أيضاً دور العوامل المساعدة مثل الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح والنشاط البشري والملابس، إذ تسهم هذه العوامل في زيادة أو تقليل تأثير الحرارة والرطوبة فعلى سبيل المثال، يزيد الإشعاع الشمسي من الحمل

الحراري، بينما تسهم الرياح في التبريد جزئياً ومن الناحية الزمنية، يوضح المخطط أن قيم THI تكون منخفضة في الشتاء، مما يوفر بيئة مريحة، وترتفع تدريجياً في الربيع والخريف لتصل إلى مستويات معتدلة، بينما تسجل أعلى القيم في الصيف، وهو ما يتطابق مع واقع مدينة سامراء التي تعاني من إجهاد حراري شديد خلال أشهر الصيف(العبيدي، 2019، ص 77) وبذلك يؤكد المخطط أن الحرارة والرطوبة هما العاملان الحاسمان في تحديد راحة الإنسان، وأن أي ارتفاع متزامن فيهما يؤدي إلى تدهور الحالة الحرارية للجسم، وهو ما يدعم نتائج البحث في أن المناخ في سامراء يمثل عاملاً أساسياً في التأثير على صحة الإنسان ونشاطه اليومي.

مخطط (1) مؤشر الحرارة–الرطوبة (THI) وتأثيره على جسم الإنسان



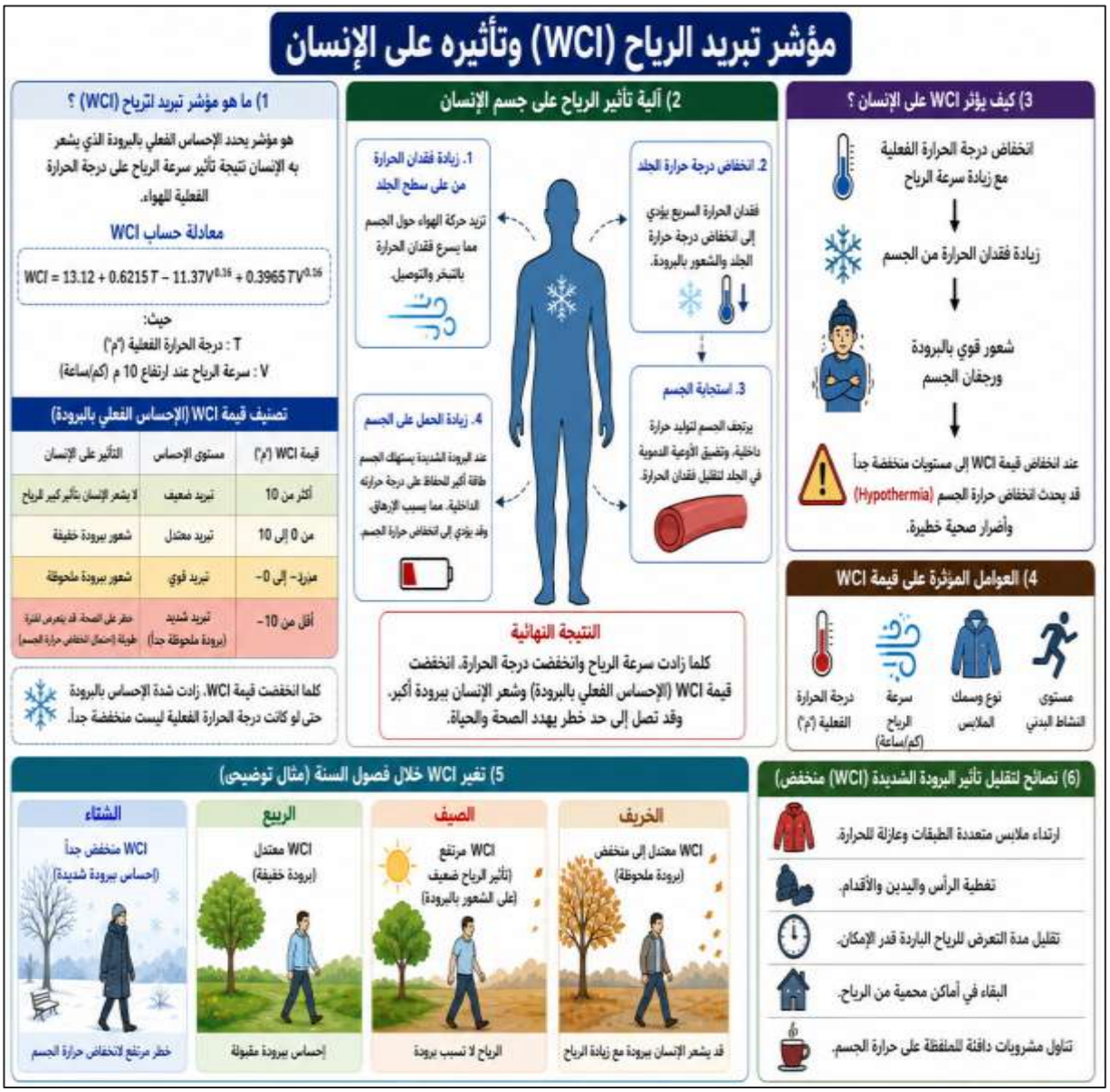
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي.

2-تحليل تأثير الرياح على الإحساس الحراري للإنسان باستخدام مؤشر(WCI)

يوضح المخطط (2) مفهوم مؤشر تبريد الرياح (WCI) بوصفه أداة لقياس الإحساس الفعلي بدرجة الحرارة نتيجة تأثير سرعة الرياح، إذ لا يعتمد على درجة الحرارة وحدها، بل يبين كيف تؤدي الرياح إلى زيادة فقدان الحرارة من جسم الإنسان(Siple & Passel, 1945, p. 181)، وبالتالي الإحساس بدرجات حرارة أقل من الفعلية يُظهر المخطط أن زيادة سرعة الرياح تؤدي إلى تعزيز انتقال الحرارة من سطح الجلد إلى الهواء المحيط عبر الحمل الحراري، مما يسرّع فقدان حرارة الجسم ونتيجة لذلك تنخفض درجة حرارة الجلد، ويزداد الإحساس بالبرودة، خاصة في الأجواء الباردة وتتمثل استجابة الجسم في محاولة الحفاظ على التوازن الحراري من خلال تضييق الأوعية الدموية وزيادة إنتاج الحرارة الداخلية،

إلا أن استمرار التعرض للرياح الباردة قد يؤدي إلى حالات خطرة مثل انخفاض حرارة الجسم (Hypothermia) وكما يبين المخطط تصنيف قيم WCI، حيث تشير القيم المرتفعة إلى تأثير ضعيف للرياح، بينما تعكس القيم المنخفضة تأثيراً قوياً يصل إلى تبريد شديد وخطر صحي. وهذا يوضح أن كلما انخفضت قيمة المؤشر، زاد الإحساس بالبرودة وخطورة التأثير على الإنسان ويبرز أيضاً العوامل المؤثرة في قيمة WCI، مثل درجة الحرارة الفعلية وسرعة الرياح ونوع الملابس ومستوى النشاط البدني، حيث يمكن لهذه العوامل أن تزيد أو تقلل من تأثير الرياح ، تسهم الملابس الثقيلة في تقليل فقدان الحرارة، بينما يزيد النشاط البدني من إنتاج الحرارة داخل الجسم ومن الناحية الزمنية، يوضح المخطط أن تأثير الرياح يكون أكثر وضوحاً خلال فصل الشتاء، حيث يؤدي إلى زيادة الإحساس بالبرودة، بينما يقل تأثيره في فصل الصيف، إذ لا يكون قادراً على تعويض الارتفاع الكبير في درجات الحرارة،(التميمي، 2017، ص 101). وهو ما يتوافق مع واقع مدينة سامراء، حيث تعمل الرياح كعامل مُعدِّل فقط ولا تمثل العامل الحاسم في تحديد الراحة المناخية وبذلك يؤكد المخطط أن مؤشر WCI يُعد أداة مهمة لفهم تأثير الرياح على الإنسان، لكنه يعمل إلى جانب عناصر مناخية أخرى، خاصة درجة الحرارة، التي تبقى العامل الأكثر تأثيراً في تحديد مستوى الراحة أو الإجهاد الحراري.

مخطط (2) مؤشر تبريد الرياح (WCI) وتأثيره على جسم الإنسان



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي.

اولا: الاستنتاجات

١. يتسم مناخ مدينة سامراء بطابع قاري جاف، يتضح من ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة إلى 24.6°م وانخفاض الرطوبة إلى 38.9%، مما يسبب تبايناً واضحاً في الراحة المناخية خلال السنة.

٢. تُعد درجة الحرارة العامل الأكثر تأثيراً، حيث ترتفع من 8°م شتاءً إلى 43.6°م صيفاً، وهو ما انعكس على قيم مؤشر (THI) التي تراوحت بين 6.7 (راحة) و40.7 (إجهاد شديد).

٣. تسهم الرطوبة النسبية في تعديل الإحساس الحراري، إذ تنخفض إلى نحو 21% صيفاً فتزيد من الجفاف والإجهاد، وترتفع إلى 62.7% شتاءً مما يحسن الإحساس بالراحة.

٤. تعمل الرياح كعامل مُعدِّل، إذ تراوحت سرعتها بين 3.1–5.3 م/ثا، وأظهرت نتائج (WCI) أن تأثيرها واضح في الشتاء (زيادة البرودة)، بينما يكون محدوداً في الصيف رغم ارتفاع سرعتها.

٥. تسجل أعلى مستويات الإجهاد الحراري في أشهر الصيف (حزيران–آب)، حيث بلغت قيم (THI 37.2–40.7، في حين تتحقق الراحة في الشتاء بقيم 6.7–14.6، مع راحة نسبية في الربيع والخريف.
٦. يؤثر الموقع الجغرافي ونهر دجلة في التباين المكاني للراحة المناخية، كما أثبتت مؤشرات (THI) و(WCI) كفاءتها في تحديد فترات الراحة والإجهاد بدقة كمية تدعم نتائج البحث.

ثانيا: التوصيات

١. زيادة الغطاء النباتي الحضري (أحزمة خضراء وتشجير الشوارع) في المناطق ذات الإجهاد المرتفع صيفاً، خصوصاً شرق وجنوب شرق المدينة، لخفض درجات الحرارة السطحية وتقليل أثر الإشعاع.
٢. اعتماد تصميمات عمرانية مكيّفة مناخياً (تظليل، مواد عاكسة، أسقف خضراء، تهوية متقاطعة) للحد من تأثير درجات الحرارة التي تتجاوز 40°م صيفاً.
٣. تنظيم أوقات العمل والأنشطة الخارجية خلال أشهر الإجهاد الحراري الشديد (حزيران–آب) بحيث تُنقل إلى الصباح الباكر والمساء لتقليل التعرض لقيم THI المرتفعة (<37).
٤. تحسين إدارة الموارد المائية والتبريد عبر التوسع في أنظمة التبريد المستدام (تبريد تبخيري، حصاد مياه) لمواجهة انخفاض الرطوبة (~21% صيفاً) وزيادة فقدان السوائل.
٥. توظيف نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي لرسم خرائط حرارية شهرية وتحديد بؤر الإجهاد الحراري داخل المدينة، بما يدعم التخطيط الحضري واتخاذ القرار.
٦. رفع الوعي الصحي المجتمعي حول مخاطر الإجهاد الحراري (الجفاف، ضربات الشمس) وطرق الوقاية (الترطيب، الملابس المناسبة، تقليل التعرض للشمس) خلال فترات الذروة الحرارية.

المصادر

أولاً: المصادر العربية

١. الحديثي، أحمد محمود. (2018). *أسس علم المناخ*. عمّان: دار المسيرة.
٢. الحسني، أحمد محمود. (2015). *المناخ التطبيقي وأثره على الإنسان*. بغداد: دار الكتب العلمية.
٣. الدليمي، عبد الرزاق محمد. (2017). *نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها*. عمّان: دار صفاء.
٤. الربيعي، أحمد جاسم. (2019). *المناخ التطبيقي وأثره على الإنسان*. بغداد: دار الحكمة.
٥. السامرائي، قصي عبد المجيد، وعلوان، مصطفى فاضل. (2016). العلاقة بين الأمطار والعواصف الغبارية في المنطقة المتموجة. *مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية*.
٦. الشمراني، عبد العزيز بن محمد. (2018). *المناخ وتأثيره على الإنسان والبيئة*. الرياض: مكتبة الرشد.
٧. الطائي، سعدي عبد الكريم. (2016). *الجغرافية الاقتصادية*. بغداد: دار الحكمة.
٨. العبيدي، أحمد سلمان. (2019). *المناخ والراحة الحرارية في العراق*. بغداد: مطبعة جامعة بغداد.
٩. التميمي، سعدي محمود. (2017). *المناخ وتأثيره على الإنسان*. بغداد: دار المعرفة.
١٠. الجنابي، حسن عباس. (2015). *جغرافية العراق الطبيعية*. بغداد: مطبعة جامعة بغداد.
١١. خليل، إبراهيم عبد الكريم. (2020). *المناخ التطبيقي وعلاقته بالراحة الحرارية*. عمّان: دار غيداء.
١٢. القريشي، محمد عبد الكريم. (2012). *الجغرافية المناخية*. بغداد: دار الكتب العلمية.
١٣. عبد الجبار، علي حسين. (2018). *المناخ والراحة الحرارية*. بغداد: مطبعة جامعة بغداد.

ثانياً: المصادر الأجنبية (

1. Ahrens, C. D. (2012). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Cengage Learning.

2. ASHRAE. (2017). *Handbook of Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
3. Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2010). *Atmosphere, Weather and Climate*. Routledge.
4. Bluestein, H. B. (1998). *Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes*. Oxford University Press.
5. Critchfield, H. J. (1974). *General Climatology*. Prentice Hall.
6. Höppe, P. (1999). *International Journal of Biometeorology*.
7. Lin, T. P., & Matzarakis, A. (2008). Tourism Climate and Thermal Comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology*.
8. Matzarakis, A., et al. (1999). *International Journal of Biometeorology*.
9. Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. Routledge.
10. Oliver, J. E., & Hidore, J. J. (2002). *Climatology*. Prentice Hall.
11. Parsons, K. (2014). *Human Thermal Environments*. CRC Press.
12. Siple, P. A., & Passel, C. F. (1945). Measurements of Dry Atmospheric Cooling in Subfreezing Temperatures.
13. Thom, E. C. (1959). The Discomfort Index. *Weatherwise*.