ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Impact of Climate on Determining Physiological Comfort Levels in Ramadi District

Nail Abdul-Razzaq Ismail

Mohammed Attiya Salih

Tikrit University / College of Education for Human Sciences

* *Corresponding author: E-mail* : **naeelaltaei2022@gmail.com**

***Keywords*:**
Physiological comfort,
Temperature,
Wind speed,
Humidity,
Temperature-Humidity Index THI,
Ko's Wind Chill Index

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	3 Feb 2026
Received in revised form	25 Mar 2026
Accepted	27 Mar 2026
Final Proofreading	30 Sept 2026
Available online	30 Sept 2026

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

The study reveals a sharp climatic variation. The annual mean temperature reached 23.17°C, peaking in summer at 36.2°C in July, and dropping to its lowest level of 8.77°C in January. Relative humidity recorded its highest levels during winter, reaching 62.38% in January, and its lowest in summer at 20.55% in July. The annual average wind speed was 2.88 m/s, with a peak of 4.17 m/s in June. According to the Thermohygrometric Index (THI), January recorded the lowest value at (9.95), classified as (-C) "Extremely Cold." The values improve during spring, reaching (15.67) in March, classified as (P) "Ideal Comfort," and (19.78) in April, classified as (-P). A physiological shift then occurs in May with a value of (23.32), classified as (+H), marking the onset of thermal discomfort (heat sensation). Furthermore, the Wind Chill Index (KO) indicates the dominance of cold stress during winter, as values exceeded 500 during January and February. Conversely, they dropped to their lowest levels in July and August due to the absence of summer comfort. The ideal comfort periods were confined within the limits of 100–300 during April and November. Spatially, Al-Ramadi and Baghdad showed thermal convergence; however, Al-Ramadi was characterized by higher wind speeds that influenced the Wind Chill Index (KO), recording 4.17 m/s in June compared to 2.76 m/s in Baghdad.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.33.9.1.2026.11

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

أثر المناخ على تحديد مستويات الراحة الفيسيولوجية في قضاء الرمادي

نائل عبد الرزاق إسماعيل/ جامعة تكريت/ كلية التربية للعلوم الإنسانية

محمد عطية صالح/ جامعة تكريت/ كلية التربية للعلوم الإنسانية

الخلاصة:

كشفت دراسة "أثر المناخ على تحديد مستويات الراحة الفسيولوجية في قضاء الرمادي" عن تباين مناخي حاد؛ إذ بلغ معدل الحرارة السنوي 23.17م، بذروة صيفية 36.2م في تموز وأدنى مستوى 8.77م في كانون الثاني. وسجلت الرطوبة النسبية أعلى مستوياتها شتاءً بنسبة 62.38% في كانون الثاني، وأدناها

صيفاً بنسبة 20.55%في تموز. وبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح 2.88م/ث، بذروة 4.17م/ث في حزيران. ووفقاً لدليل(THI) ، سجل كانون الثاني أدنى قيمة بواقع (9.95) بمرتبة" (C–) شديد البرودة". وتتحسن القيم ربيعاً لتصل في آذار إلى (15.67) بمرتبة" (P) راحة مثالية"، وفي نيسان (19.78) بمرتبة(P–) ، ثم يحدث انقلاب فسيولوجي في أيار بقيمة (23.32) بمرتبة (H+) لبدء الشعور بالحرارة. ويشير دليل تبريد الرياح (KO) لسيادة الإجهاد البارد شتاءً لتجاوز القيم عتبة (500) خلال كانون الثاني وشباط، وتنخفض أدناها في تموز وآب لغياب الراحة صيفاً، بينما تنحصر فترات الراحة المثالية بين الحدين (300–100) في نيسان وتشرين الثاني. ومكانياً، تقاربت الرمادي وبغداد حرارياً، لكن تميزت الرمادي بسرعات رياح أعلى أثرت على دليل(KO) ؛ حيث سجلت في حزيران 4.17م/ث مقابل 2.76 م/ث في بغداد.

الكلمات المفتاحية: (الراحة الفيسيولوجية، الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة، دليل الحرارة والرطوبة THI، دليل تبريد الرياح Ko)

- **مقدمة البحث**

تعدّ العناصر المناخية منظومة بيئية معقدة وشديدة التأثير في حياة الإنسان، حيث تحدد اتجاهات تطوره العضوي والنفسي والاجتماعي منذ الأزل. فالظروف المناخية ليست مجرد محيط خارجي، بل هي قوة ضاغطة تفرض على الكائن البشري نمطاً حياتياً معيناً وتجبره على التكيف الفسيولوجي المستمر لضمان استقراره في بيئته. وتبرز أهمية الراحة الفسيولوجية حالةً من التوازن المثالي التي يشعر فيها الفرد بالارتياح والسكينة نتيجة تفاعل العوامل الجوية بانسجام مع وظائف الجسم الحيوية، مما ينعكس مباشرة على كفاءة الأداء الفكري والإنتاجية العملية، وإن تحقيق "بيئة الراحة" يتطلب توافر علاقات فيزيائية متناسبة تضمن الحفاظ على درجة حرارة الجسم الطبيعية عند ٣٧م، وهو ما يُعرف بالاتزان الحراري الذي يتحقق بتعادل الطاقة المولدة داخلياً مع المفقودة للوسط الخارجي. ويعد قضاء الرمادي نموذجاً حيوياً لدراسة هذه التفاعلات، نظراً لموقعه الانتقالي بين الهضبة الغربية والسهل الرسوبي، مما يجعله عرضة لتباينات مناخية مؤثرة في مستويات الراحة. فدرجة الحرارة، بوصفها المحدد الرئيس، تتحكم في بقية العناصر وتؤثر مباشرة على استجابة الجسم، حيث يصل النشاط البشري ذروته عند ٢٧م. ومع تطور الدراسات المناخية، بات من الضروري الانتقال من الوصف الكيفي إلى القياس الكمي باستخدام معادلات رياضية تدمج الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح في صيغة موحدة تخدم مجالات التخطيط والصحة. ويهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على هذه الديناميكية في قضاء الرمادي خلال ثلاثة عقود، لرصد الفوارق بين الإجهاد الحراري الصيفي والبرودة الشتوية القارسة وتأثيرهما على حياة السكان.

- **مشكلات البحث**

١- هل تؤدي التقلبات الحادة في درجات الحرارة وسرعة الرياح في قضاء الرمادي إلى خلق بيئة إجهاد فسيولوجي تؤثر على كفاءة الأداء البشري؟

٢- ما مدى فاعلية التفاعل بين الرطوبة النسبية والحرارة في تحديد فترات الراحة المثالية والضيق الحراري لسكان المنطقة؟

- **فرضيات البحث**

١- يتسبب الارتفاع الحاد في درجات الحرارة صيفاً (أكثر من ٣٦م) والانخفاض شتاءً (أقل من ٩م) في خروج مستويات الراحة عن النطاق المثالي (١٧-٢٥م)، مما يرفع مجهود الجسم للحفاظ على توازنه.

٢- تعمل العلاقة العكسية بين الرطوبة والحرارة في الرمادي على تخفيف وطأة الحر صيفاً عبر التبخر، لكنها تزيد من حدة "الإجهاد البارد" شتاءً نتيجة ارتفاع الرطوبة (فوق ٦٠%).

- **أهمية الدراسة**

الأهمية تكمن في قدرة هذا البحث على تحويل المعطيات المناخية المجردة إلى مؤشرات تطبيقية تخدم قطاعات الصحة العامة والتخطيط العمراني في قضاء الرمادي، من خلال تحديد الفترات الزمنية الضاغطة مناخياً.

- **هدف البحث**

رصد التحولات البيئية في المنطقة للفترة (١٩٩٤-٢٠٢٤) وقياس مدى استجابة الأنظمة الفسيولوجية لهذه المتغيرات باستخدام قرائن رياضية دقيقة مثل (THI) و (Ko) لتحديد مراتب الراحة والضيق.

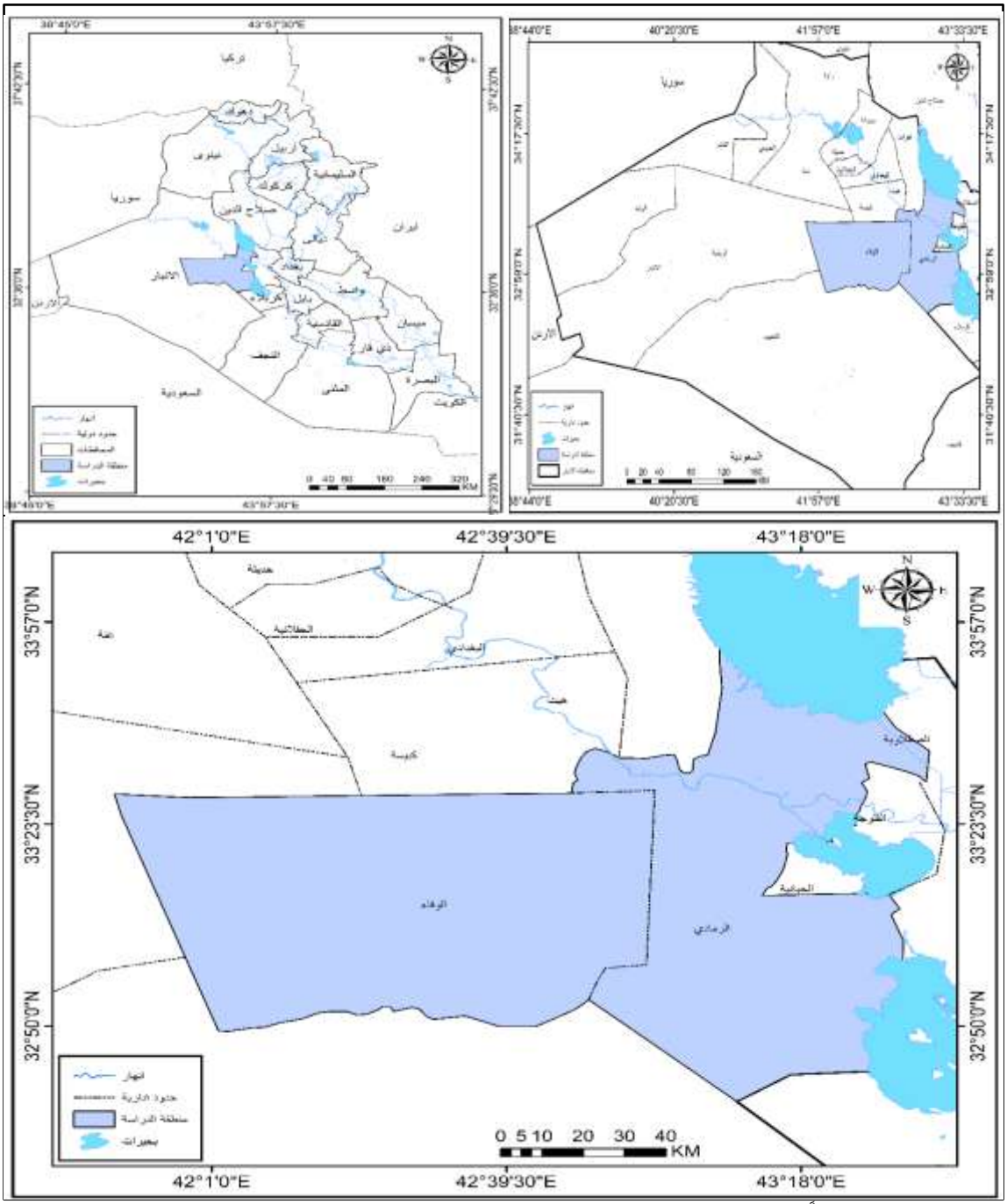
(١) حدود الدراسة

(١-١) الحدود المكانية

يقع قضاء الرمادي في وسط محافظة الأنبار ضمن الجزء الغربي من العراق، حيث تبرز خريطة (١) تدرجه المكاني من المستوى الوطني وصولاً إلى حدوده الإدارية الدقيقة. اذ يحده من جهة الشمال قضاء هيت وقضاء سامراء التابع لمحافظة صلاح الدين، بينما يحده من جهة الشرق قضاء الفلوجة، ومن الجنوب والجنوب الشرقي يجاوره قضاء كربلاء وناحية النخيب، أما من جهة الغرب والشمال الغربي فيمتد محاذياً لقضاء الرطبة وقضاء حديثة. يقع القضاء فلكياً بين دائرتي عرض (٠٠" ٥٠ '٣٢ °) و (٠٠" ٥٧ '٣٣ °) شمالاً، وخطي طول (٠٠" ١٠ '٤٢ °) و (٠٠" ٣٣ '٤٣ °) شرقاً، وهو موقع انتقالي بين الهضبة الغربية والسهل الرسوبي يجعله عرضة لتباينات مناخية مؤثرة في مستويات الراحة الفسيولوجية.

كما تظهر الخريطة بوضوح إشراف القضاء على مسطحات مائية استراتيجية تشمل نهر الفرات وبحيرتي الحبانية والثرثار، وهي عناصر طبيعية تلعب دوراً جوهرياً في تعديل الخصائص الحرارية والرطوبة النسبية للمنطقة، مما ينعكس بشكل مباشر على المؤشرات المناخية الحيوية للسكان في منطقة الدراسة.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصادر: (١) اعتماداً على خريطة العراق الادارية بمقياس رسم ١/١٠٠٠٠٠٠، باستعمال برنامج (Arc map ١٠.٨).
(٢) الاعتماد على خريطة محافظة الانبار الإدارية، وزارة التخطيط مديرية احصاء الانبار، بمقياس رسم/ ٢٥٠٠٠٠.

(١-٢) الحدود الزمانية

تتناول هذه الدراسة تحليل أثر العوامل المناخية وتذبذباتها على المتغيرات الفسيولوجية في منطقة قضاء الرمادي، حيث تم تحديد المدى الزمني للبحث لفترة تمتد لثلاثة عقود من عام ١٩٩٤ ولغاية عام ٢٠٢٤. واعتمدت الدراسة في تحليل البيانات المناخية واستخلاص النتائج على سجلات القراءات المرصودة في محطتي مناخ الرمادي وبغداد لاحظ جدول (١)، لضمان دقة المقارنة وتغطية التأثيرات الجوية الإقليمية والمحلية. يهدف هذا التحديد الزماني والمكاني إلى رصد التحولات البيئية العميقة التي شهدتها المنطقة ومدى استجابة الأنظمة الفيزيولوجية لهذه المتغيرات خلال هذه المدة الطويلة.

جدول (١) احداثيات وارتفاع محطات منطقة الدراسة

المحطة	دائرة العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/ م
الرمادي	٣٣° ٢٦' ٤٨"	٤٣° ١٨' ٠٠"	٥٠
بغداد	٣٣° ١٤' ٠٠"	٤٤° ١٤' ٠٠"	٣٥

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

(٢) مفهوم الراحة الفيسيولوجية

تُمثل العناصر المناخية منظومة بيئية معقدة وشديدة التأثير في حياة الإنسان، حيث تُحدد اتجاهات تطوره العضوي والنفسي والاجتماعي منذ الأزل. فالظروف المناخية ليست مجرد محيط خارجي، بل هي قوة ضاغطة تفرض على الكائن البشري نمطاً حياتياً معيناً وتجبره على التكيف الفسيولوجي المستمر لضمان استقراره في بيئته سواء في المناطق الحضرية أو الطبيعية. وتبرز أهمية الراحة الفسيولوجية كحالة من التوازن المثالي التي يشعر فيها الفرد بالارتياح والسكينة النفسية والجسدية نتيجة تفاعل العوامل الجوية المحيطة بانسجام مع وظائف الجسم الحيوية. كما تؤكد الدراسات العلمية أن الاستقرار المناخي ينعكس مباشرةً على كفاءة الأداء الفكري، والقدرة على التركيز، والإنتاجية العملية، فضلاً عن الحالة الصحية العامة. لذا، فإن تحقيق "بيئة الراحة" يتطلب توافر علاقات فيزيائية متناسبة داخل الوسط المحيط لتلبية الاحتياجات البيولوجية للإنسان (الدليمي، ١٩٩٠). ويعد هذا المفهوم حجر الزاوية في فهم التفاعل بين المناخ التطبيقي والراحة البشرية ضمن الخصائص الجغرافية لقضاء الرمادي.

(٣) تعريف الراحة الفيسيولوجية

تُمثل الراحة الفسيولوجية حالةً من التوازن الحيوي والاستقرار النفسي الذي يختبره الفرد تحت تأثير ظروف مناخية وبيئية مثالية، حيث لا يشعر المرء معها برغبة في تغيير العناصر المحيطة به. وهي انعكاس مباشر لكفاءة الجهاز العصبي المركزي في الوصول إلى حالة الرضا البيئي، كما تُعد تعبيراً دقيقاً عن الاتزان الحراري؛ أي قدرة الجسم على الحفاظ على درجة حرارته الطبيعية المستقرة عند ٣٧°م. ويتحقق ذلك عندما تتساوى الطاقة الحرارية المتولدة داخلياً عبر العمليات الحيوية (التمثيل الغذائي) مع

كمية الحرارة المفقودة إلى الوسط الخارجي من خلال آليات التبادل الحراري الطبيعية كالإشعاع، والحمل، والتوصيل، والتبخر (زكري، ٢٠٠٨).

(٤) درجة الحرارة

تعد درجة الحرارة المحدد المناخي الرئيس للراحة الفسيولوجية؛ لكونها تتحكم بفعالية في بقية العناصر وتؤثر مباشرة على استجابة الجسم. وتصل كفاءة النشاط البشري ذروتها عند ٢٧م، بينما يحدد المختصون النطاق المثالي للراحة بين ١٧م و٢٥م وبناءً عليه، فإن تجاوز الحرارة حاجز ٢٨م أو انخفاضها دون ١٥م يشكل عائقاً فسيولوجياً يحد من الأداء، خاصة في البيئات المفتوحة، مع تأثر هذه المستويات بعوامل مساعدة كنوع الغذاء، والملابس، والرطوبة النسبية (اسماعيل، ٢٠١٨).

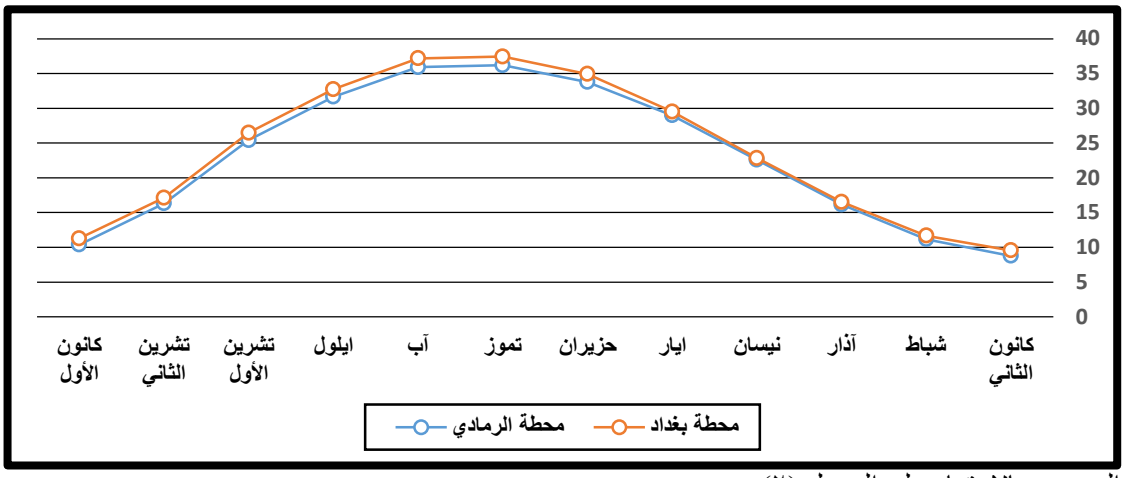
تُظهر البيانات الواردة في الجدول (٢) والشكل (١) تبايناً واضحاً في المعدلات الحرارية لمحطتي الرمادي وبغداد، حيث سجلت الرمادي معدلاً سنوياً بلغ ٢٣.١٧°م. ويبرز أثر المناخ على مستويات الراحة الفسيولوجية من خلال الارتفاع الحاد في درجات الحرارة خلال أشهر الصيف، إذ بلغت ذروتها في شهر تموز بمعدل ٣٦.٢°م، مما يدفع بمستويات الراحة نحو نطاق "الإجهاد الحراري". وفي المقابل، تنخفض المعدلات إلى أدنى مستوياتها في كانون الثاني لتصل إلى

جدول (٢) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة الاعتيادية (م) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

الأشهر	محطة الرمادي	محطة بغداد
كانون الثاني	٨.٧٧	٩.٥٥
شباط	١١.١٦	١١.٦٧
آذار	١٦.١٧	١٦.٥٣
نيسان	٢٢.٥٩	٢٢.٨٤
ايار	٢٨.٩٩	٢٩.٥٢
حزيران	٣٣.٧٨	٣٤.٩٣
تموز	٣٦.٢	٣٧.٤٣
آب	٣٥.٩٢	٣٧.١٨
ايلول	٣١.٦٧	٣٢.٧٥
تشرين الأول	٢٥.٤٣	٢٦.٤٩
تشرين الثاني	١٦.٣٣	١٧.١٢
كانون الأول	١٠.٣٨	١١.٢٧
السنوي المعدل	23.17	24

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (مْ) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: بالاعتماد على الجدول (٢).

٨.٧٧°م، وهو ما يشير إلى سيادة ظروف البرودة التي تؤثر على كفاءة الأداء الفسيولوجي، بينما تمثل أشهر الربيع والخريف (مثل نيسان وتشرين الأول) الفترات الأكثر ملاءمة لتحقيق التوازن الحراري للإنسان في منطقة الدراسة.

(٥) سرعة الرياح

الرياح هي حركة الهواء الأفقية على سطح الأرض بين مناطق الضغط الجوي نتيجة التباينات المكانية في مقادير الضغط الجوي، وتؤثر الرياح في بعض الظواهر التي تحدث في الغلاف الغازي كالارتفاع والانخفاض المفاجئ لدرجة الحرارة وهبوب العواصف الترابية، كما إن الرياح تعد الوسيلة الرئيسية التي تتحكم بتوزيع الرطوبة على مختلف المناطق (خليفة، ٢٠٢٢). تعد الرياح بمثابة المحرك الميكانيكي المؤثر في التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة في قضاء الرمادي، إذ تبرز أهميتها الفسيولوجية من خلال دورها في إزاحة الطبقة الهوائية الملامسة للجلد واستبدالها؛ مما يعزز الفقدان الحراري بالتبخر أو الحمل حين تقل حرارتها عن 33°C، بينما يتحول تأثيرها لمصدر عبء حراري إضافي إذا تجاوزت هذه العتبة. ويرتبط هذا الدور بخصائص المنطقة لوقوعها ضمن النطاق شبه المداري، حيث تمتاز معدلات سرعتها بالانخفاض العام نتيجة هيمنة منظومات الضغط المرتفع شتاءً والمنخفض الحراري صيفاً، باستثناء حالات الاضطراب الجوي المرتبطة بمنخفضات البحر المتوسط. وتخضع هذه الحركة لعدة محددات فيزيائية كفروق الضغط وقوة كوريوليس، مما يجعلها عنصراً حاسماً في تحديد مستويات الراحة الحرارية وقيم دليل التبريد (Ko) المعتمد في الدراسة (الدوري، ٢٠٠٩).

يوضح الجدول (٣) والشكل (٢) وجود علاقة عكسية بين الرطوبة والحرارة في منطقة الدراسة . تسجل الرطوبة أعلى مستوياتها في شهر كانون الثاني بواقع (٦٢.٣٨%) في الرمادي و(٦٠.٨٩%) في بغداد، مما يزيد من الإحساس بالبرودة الرطبة شتاءً .وفي المقابل، تنخفض في شهر تموز لتصل إلى

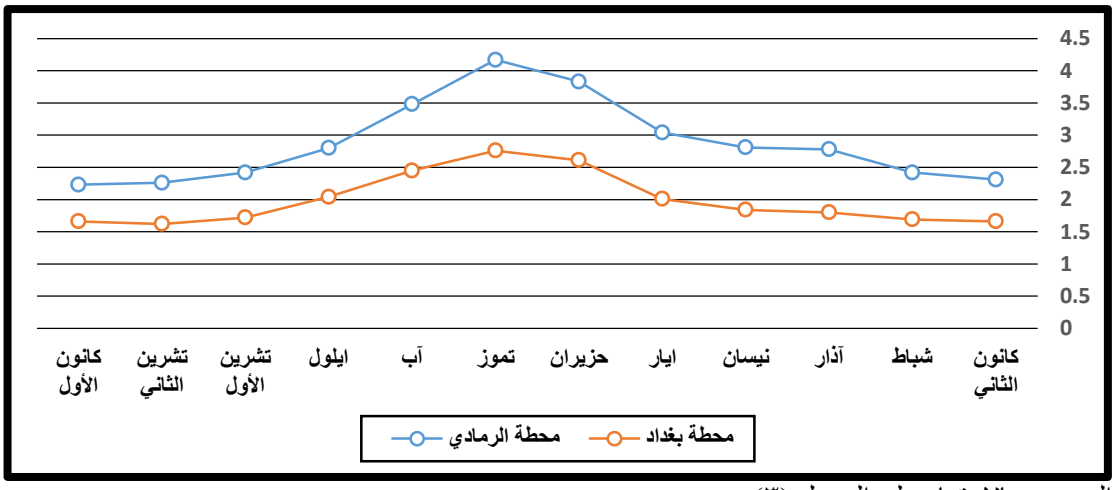
أدنى مستوياتها بواقع (٢٠.٥٥%) في الرمادي و(١٧.١٧%) في بغداد، وهذا الجفاف الهوائي صيفاً يساعد في تخفيف وطأة الحرارة العالية عبر تسهيل عملية التعرق، لكنه قد يؤدي إلى الجفاف .إن المعدل السنوي العام البالغ (٣٨.٣٥%) في الرمادي و(٣٦.٢١%)

جدول (٣) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ث) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

المحطات	الرمادي	بغداد
كانون الثاني	٢.٣١	١.٦٦
شباط	٢.٤٢	١.٦٩
آذار	٢.٧٨	١.٨
نيسان	٢.٨١	١.٨٤
ايار	٣.٠٤	٢.٠١
حزيران	٣.٨٣	٢.٦١
تموز	٤.١٧	٢.٧٦
آب	٣.٤٨	٢.٤٥
ايلول	٢.٨	٢.٠٤
تشرين الأول	٢.٤٢	١.٧٢
تشرين الثاني	٢.٢٦	١.٦٢
كانون الأول	٢.٢٣	١.٦٦
المعدل السنوي	**2.88**	**1.99**

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (٢) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ث) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: بالاعتماد على الجدول (٣).

في بغداد يعكس الطبيعة القارية الجافة للمنطقة، والتي تؤثر بشكل مباشر على راحة الجهاز التنفسي وحيوية الجلد لدى سكان قضاء الرمادي.

(٦) الرطوبة النسبية

تمثل النسبة المئوية لكمية بخار الماء الفعلية في الهواء إلى أقصى كمية يمكنه استيعابها عند درجة حرارة وضغط محددين (البنا، ١٩٧٠). اذ تتكامل الرطوبة والحرارة في تحديد فاعلية المناخ وتأثيره

الصحي، بوصفهما عنصري استشفاء يتطلبان مستويات منخفضة لضمان راحة الجسم وسلامة المرضى (موسى، ١٩٩٧). وتؤدي الرطوبة العالية مع ارتفاع الحرارة إلى تدفق العرق دون تبخره، مما يفقد الجسم مياهه دون تبريده ويزيد من حدة الانزعاج (الاسدي، ٢٠٠٢).

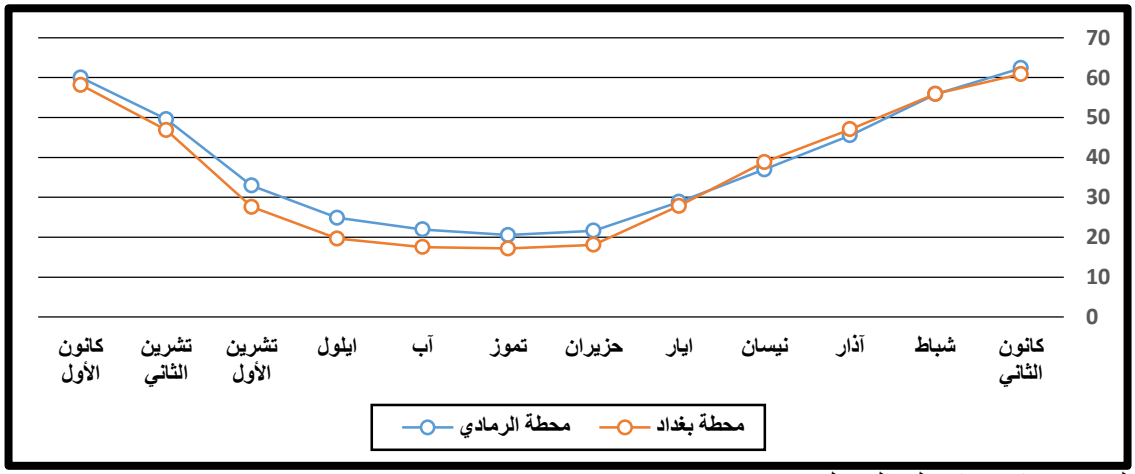
يظهر الجدول (٤) والشكل (٣) تباين سرعاتها الشهرية .تميزت محطة الرمادي بسرعات أعلى نسبياً من بغداد، حيث سجلت في شهر حزيران ذروتها بواقع (٤.١٧) م/ث، بينما كانت في

جدول (٤) المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

المحطات	الرمادي	بغداد
كانون الثاني	٦٢.٣٨	٦٠.٨٩
شباط	٥٥.٨٩	٥٥.٩٣
آذار	٤٥.٥٣	٤٧.٠٤
نيسان	٣٦.٩٧	٣٨.٨٣
ايار	٢٨.٨٥	٢٧.٨٤
حزيران	٢١.٦٤	١٨.٠٨
تموز	٢٠.٥٥	١٧.١٧
آب	٢١.٩٣	١٧.٥٤
ايلول	٢٤.٨٦	١٩.٦٥
تشرين الأول	٣٢.٩٢	٢٧.٦
تشرين الثاني	٤٩.٥٨	٤٦.٨٤
كانون الأول	٥٩.٩٩	٥٨.١٥
المعدل السنوي	38.35	36.21

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (٤) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)



المصدر: بالاعتماد على الجدول (١١).

بغداد (٢.٧٦) م/ث .هذه الزيادة في سرعة الرياح خلال أشهر الصيف تساهم نظرياً في زيادة التبريد، إلا أنها في حال اقترانها بحرارة عالية قد تتحول إلى رياح لافحة تزيد من فقدان سوائل الجسم .أما في السكون النسبي خلال شهر تشرين الأول بواقع (٢.٤٢) م/ث في الرمادي و(١.٦٢) م/ث في بغداد،

فإنها تسهم في استقرار الأجواء وزيادة الشعور بالراحة الفسيولوجية، ويبلغ المعدل السنوي العام (٢.٨٨) م/ث للرمادي و(١.٩٩) م/ث لبغداد.

(٧) معايير قياس الراحة الفيسيولوجية

تعد دراسة معايير الراحة الفسيولوجية مدخلاً جوهرياً لفهم العلاقة المعقدة بين النظام المناخي والاستجابة الحيوية لجسم الإنسان، حيث لا تقتصر هذه العلاقة على التأثير المباشر لعنصر واحد، بل تتشكل نتيجة التفاعل التكاملي لمجموعة من المتغيرات المناخية والفسيولوجية والسيكولوجية التي تحدد بمجملها حالة التوازن الحراري. ويواجه الباحثون في هذا المجال تحدياً في صياغة مفهوم كمي دقيق للراحة نظراً لاختلاف الإدراك الحسي من فرد لآخر، مما استوجب ابتكار قرائن رياضية ومعادلات رقمية قادرة على دمج عناصر درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والإشعاع الشمسي في صيغة موحدة. وتبرز أهمية هذه المعايير في قدرتها على تحويل التفاعلات الفسيولوجية غير المرئية، كآليات التمثيل الغذائي والتكيف الحراري، إلى قيم قياسية تمكن من تحديد مستويات الضيق أو الراحة في بيئة قضاء الرمادي بشكل موضوعي. إن الانتقال من الوصف الكيفي إلى القياس الكمي يمنح الدراسة دقة منهجية في تتبع التباينات الزمانية والمكانية، ويسهم في ترجمة الخصائص المناخية إلى معطيات تطبيقية تخدم مجالات التخطيط العمراني والصحة العامة، من خلال اعتماد صياغات رياضية رصينة تربط بين الخصائص الفيزيائية للغلاف الجوي والاحتياجات البيولوجية للإنسان في منطقة الدراسة (إسماعيل، ٢٠٢٢). وقد تم الاعتماد اثنين من القرائن والمعايير وهي كالآتي:-

(٧-١) دليل الحرارة والرطوبة (THI) للراحة الفسيولوجية

يُعد دليل الحرارة والرطوبة (Temperature–Humidity Index)، والمعروف اختصاراً بـ THI، من أهم المعايير المناخية الحيوية المستخدمة لتقدير مدى استجابة جسم الإنسان للعناصر المناخية المحيطة، وتحديد مستويات الشعور بالراحة أو الضيق الفسيولوجي. يعتمد هذا المقياس بشكل أساسي على العلاقة الارتباطية بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية، حيث إن قدرة الجسم على التخلص من الحرارة الزائدة عن طريق تبخر العرق تتأثر مباشرة بمستوى الرطوبة في الجو. وقد صاغ الباحث (ثوم Thom) عام ١٩٥٩م علاقة رياضية لحساب هذا الدليل، طورتها لاحقاً دراسات عديدة لتحديد عتبات الراحة (زكري، ٢٠٠٨)، وتطبق هذه المعادلة في قضاء الرمادي لبيان التباين الزماني والمكاني للراحة الفسيولوجية وفق الصيغة الآتية:

حيث إن عناصر المعادلة هي:-

$$THI = T - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (T - 14.15)$$ (مطشر، ٢٠١٥)

THI = قيمة دليل الراحة – الرطوبة (درجة الشعور بالراحة).

T = درجة حرارة الهواء المقاسة بالدرجة المئوية (°C)

RH = الرطوبة النسبية مقدرة بالنسبة المئوية (%).

وتكمن الأهمية العلمية لتطبيق هذا الدليل في قدرته على تصنيف الفترات الزمنية في منطقة الدراسة إلى فئات تبدأ من "الشعور التام بالراحة" عندما تكون القيم منخفضة، وصولاً إلى "الشعور بالضيق والانزعاج" مع ارتفاع قيم الدليل، مما يوفر قاعدة بيانات دقيقة تخدم التخطيط العمراني والصحي في قضاء الرمادي.

يبين الجدول (٥) مراتب الراحة الفسيولوجية على أساس ناتج دليل الحرارة والرطوبة للعلاقة بين القيم الرقمية لدليل الحرارة والرطوبة (THI) وبين الشعور الفعلي للإنسان بالراحة أو الانزعاج الحراري.

جدول (٣) حدود ومراتب الراحة الفسيولوجية على أساس ناتج دليل الحرارة والرطوبة (THI)

دليل الحرارة والرطوبة (HTI)	الإحساس	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة
٩ – ١١	شديد البرودة	C-	غير مريحة باردة
١٢ – ١٤	الأكثر برودة	C+	
١٤.١ – ١٤.٩	البارد	C	
١٥ – ١٦	مريح	P	الراحة المثالية
١٦.١ – ١٨	مريح ٥٠%	P+	
١٨.١ – ٢٠	مريح ١٠%	P-	
٢٠.١ – ٢٣	دافئ	H	غير مريحة دافئة
٢٣.١ – ٢٥	حار	H+	
٢٥.١ فأكثر	شديد الحرارة	H-	

المصدر: (موسى، المناخ الحيوي، ٢٠٠٣)

(٧-١-١) دليل الحرارة والرطوبة (THI) لمحطة الرمادي

(٧-١-١-١) دليل الحرارة والرطوبة (THI) شهريا

يتضح من تحليل الجدول (٦) أن الخصائص المناخية للقضاء تفرض نمطاً فسيولوجياً متبايناً يميل نحو التطرف في معظم شهور السنة، حيث يبدأ العام المناخي في شهر كانون الثاني بقيمة منخفضة جداً للدليل بلغت (٩.٩٥) بمرتبة (C–) مما يعكس حالة "شديد البرودة" نتيجة سيادة المرتفعات الجوية السيبيرية وتراجع زوايا سقوط الإشعاع الشمسي، وتستمر هذه المعاناة الفسيولوجية في شباط بقيمة (١٢) ليبقى الإحساس "الأكثر برودة" مسيطراً على النشاط البشري. ومع حلول فصل الربيع، يبدأ المؤشر بالارتفاع التدريجي ليصل في شهر آذار إلى (١٥.٦٧) بمرتبة (P) وهي مرحلة "الراحة المثالية" التي تتحقق نتيجة التوازن بين درجات الحرارة المعتدلة ونسب الرطوبة الملائمة، وتستمر هذه الحالة في نيسان بقيمة (١٩.٧٨) ومرتبة (P–) مع بقاء الإحساس "مريحاً" بنسبة عالية، إلا أن الانقلاب الفسيولوجي يبدأ بوضوح في شهر أيار حيث تقفز القيمة إلى (٢٣.٣٢) بمرتبة (H+) ليدخل القضاء في نطاق "غير مريح دافئ" بسبب زيادة الطاقة

جدول (٦) قيم دليل درجة الحرارة - الرطوبة THI الشهرية لمحطة الرمادي للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

الشهر	دليل THI	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة الفسيولوجية	الإحساس
كانون الثاني	٩.٩٥	C-	غير مريحة باردة	شديد البرودة
شباط	١٢	C+	غير مريحة باردة	الأكثر برودة
آذار	١٥.٦٧	P	الراحة المثالية	مريح
نيسان	١٩.٧٨	P-	الراحة المثالية	١٠% مريح
أيار	٢٣.٣٢	H+	غير مريحة دافئة	حار
حزيران	٢٥.٤٣	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
تموز	٢٦.٧٨	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
آب	٢٦.٦٥	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
أيلول	٢٤.٥٩	H+	غير مريحة دافئة	حار
تشرين الأول	٢١.٣٩	H	غير مريحة دافئة	دافئ
تشرين الثاني	١٥.٨٢	P	الراحة المثالية	مريح
كانون الأول	١١.٢٩	C-	غير مريحة باردة	شديد البرودة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٤)، ونتائج معادلة دليل الحرارة والرطوبة THI.

الإشعاعية الواصلة. وتتعمق حالة عدم الراحة في أشهر الصيف (حزيران، تموز، وآب) حيث سجل شهر تموز أعلى ذروة حرارية بمقدار (٢٦.٧٨) بمرتبة (H−) وهو ما يصنف فسيولوجياً كحالة "شديد الحرارة"، وتفسر هذه القيم المرتفعة بالارتباط الوثيق بين سيطرة المنخفض الهندي الموسمي وانخفاض الرطوبة النسبية التي تزيد من حدة التبخر من جسم الإنسان مما يرفع مجهوده الفسيولوجي للمحافظة على توازنه الحراري، ويستمر هذا الإجهاد في أيلول بقيمة (٢٤.٥٩) ومرتبة (H+) قبل أن تعود الأجواء للاعتدال النسبي في تشرين الأول بقيمة (٢١.٣٩) ومرتبة (H) التي توصف بـ "الدافئة". ويشكل شهر تشرين الثاني محطة راحة ثانية بقيمة (١٥.٨٢) ومرتبة (P) ليعيد للجسم توازنه المفقود خلال الصيف الطويل، قبل أن يعود المؤشر للانخفاض الحاد في كانون الأول ليصل إلى (١١.٢٩) بمرتبة (C−) معلناً العودة لسيادة الأجواء "شديدة البرودة"، مما يؤكد أن قضاء الرمادي يتميز ببيئة مناخية ضاغطة تتوزع بين إجهاد حراري صيفي يستمر لخمسة أشهر وإجهاد بارد شتوي يستمر لثلاثة أشهر، مما يجعل فترات الراحة الفسيولوجية الفعلية محدودة زمنياً ولا تشكل سوى جزء بسيط من الدورة السنوية للمناخ المحلي.

(٧-١-١-٢) دليل الحرارة والرطوبة (THI) فصليا

يُظهر تحليل بيانات جدول (٧) لمحطة الرمادي على المستوى الفصلي تبايناً موسمياً حاداً يعكس بوضوح سيادة المناخ القاري المتطرف وتأثيره المباشر على الراحة الفسيولوجية للإنسان. فمن خلال الأرقام، نجد أن فصل الصيف يسجل أعلى مستويات الإجهاد الحراري بقيمة بلغت (٢٦.٢٨) وبمرتبة (H−) مما يضعه ضمن تصنيف "غير مريح دافئ" وبإحساس عام يوصف بأنه "شديد الحرارة"، وذلك نتيجة لتعامد الإشعاع الشمسي وتأثير المنخفضات الجوية الحرارية. وفي المقابل، يمثل فصل الشتاء الذروة العكسية من حيث عدم الراحة الباردة، إذ تنخفض القيمة لتصل إلى (١١.٠٨) بمرتبة (C−) مما يولد إحساساً بـ "شديد البرودة" يتطلب مجهوداً فسيولوجياً كبيراً للمحافظة على حرارة الجسم الثابتة. أما فترات

الاعتدال، فتظهر جلياً في فصل الربيع الذي يسجل القيمة الأكثر توازناً ومثالية والبالغة (١٩.٧٨) بمرتبة (P–)، مما يوفر بيئة "مريحة" بنسبة ١٠% ضمن نطاق "الراحة المثالية"، تليها فترة فصل الخريف بقيمة (٢٠.٩٥) ومرتبة (H) والتي تصنف

جدول (٧) قيم دليل درجة الحرارة - الرطوبة THI فصليا لمحطة الرمادي للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)				
الفصل	دليل THI	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة	الإحساس
الخريف	٢٠.٩٥	H	غير مريحة دافئة	دافئ
الشتاء	١١.٠٨	C-	غير مريحة باردة	شديد البرودة
الربيع	١٩.٧٨	P-	الراحة المثالية	مريح 10%
الصيف	٢٦.٢٨	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٤)، ونتائج معادلة دليل الحرارة والرطوبة THI.

كأجواء "غير مريحة دافئة" ولكن بإحساس "دافئ" معتدل نسبياً. هذا التحليل الفصلي يؤكد أن الخصائص الجيومناخية لقضاء الرمادي تحصر فترات الاستقرار الفسيولوجي في فصل الربيع بشكل رئيس، بينما تتقاسم الأشهر المتبقية من السنة أشكالاً متفاوتة من الضغط المناخي ما بين شدة الحرارة الصيفية والبرودة الشتوية القارسة.

(٧-١-٢) دليل الحرارة والرطوبة (THI) لمحطة بغداد

(٧-١-٢-١) دليل الحرارة والرطوبة (THI) شهريا

يُكشف تحليل بيانات الجدول (٨) عن نمط مناخي مشابه في تطرفه لمحطة الرمادي مع وجود فوارق طفيفة في القيم الرقمية، حيث تستهل المحطة عامها في شهر كانون الثاني بقيمة (١٠.٦١) ومرتبة (C–) ليكون الإحساس السائد هو "شديد البرودة"، تليها زيادة طفيفة في شباط لتصل القيمة إلى (١٢.٣٥) بمرتبة (C+) مع بقاء الإحساس ضمن نطاق "الأكثر برودة"، ويعود هذا الانخفاض القوي في الدليل إلى تأثر العاصمة بالكتل الهوائية الباردة الجافة. ومع الانتقال إلى فصل الربيع، يبرز شهر آذار كأول محطات الراحة الحقيقية بقيمة (١٥.٩٤) ومرتبة (P) التي تمثل "الراحة المثالية"، في حين يسجل شهر نيسان قيمة (٢٠.٠٤) بمرتبة (H) لينتقل الشعور إلى "دافئ"، لتبدأ بعدها رحلة الإجهاد الحراري التصاعدي في شهر أيار الذي سجل (٢٣.٥٧) بمرتبة (H+) وإحساس "حار" نتيجة زيادة الإشعاع الشمسي وتأثير المنخفضات الجوية. وتصل الذروة الحرارية الفسيولوجية في أشهر الصيف (حزيران، تموز، آب)، حيث سجل شهر تموز أعلى قيمة في الجدول بلغت (٢٧.١٨) بمرتبة (H–) وهي قيمة تضع سكان العاصمة تحت ضغط فسيولوجي "شديد الحرارة"، تتقارب معها قيمة شهر آب البالغة (٢٧.٠٥) بذات المرتبة، مما يفسر الاعتماد المفرط على وسائل التبريد الصناعية لمواجهة هذا الإجهاد الناتج عن زاوية سقوط الشمس العمودية والكتل الهوائية المدارية الجافة. ومع انحسار الصيف، يسجل أيلول قيمة (٢٤.٧١) بمرتبة (H+) ليبقى

جدول (٨) قيم دليل درجة الحرارة - الرطوبة THI لاشهر السنة لمحطة بغداد للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

الشهر	دليل THI	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة	الإحساس
كانون الثاني	١٠.٦١	C-	غير مريحة باردة	شديد البرودة
شباط	١٢.٣٥	C+	غير مريحة باردة	الأكثر برودة
آذار	١٥.٩٤	P	الراحة المثالية	مريح
نيسان	٢٠.٠٤	H	غير مريحة دافئة	دافئ
أيار	٢٣.٥٧	H+	غير مريحة دافئة	حار
حزيران	٢٥.٩١	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
تموز	٢٧.١٨	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
آب	٢٧.٠٥	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
أيلول	٢٤.٧١	H+	غير مريحة دافئة	حار
تشرين الأول	٢١.٧١	H	غير مريحة دافئة	دافئ
تشرين الثاني	١٦.٣٦	P+	الراحة المثالية	مريح 50%
كانون الأول	١٢	C+	غير مريحة باردة	الأكثر برودة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٩) و(١١)، ونتائج معادلة دليل الحرارة والرطوبة THI.

الإحساس "حاراً"، ثم يميل المناخ للاعتدال في تشرين الأول بقيمة (٢١.٧١) ومرتبة (H) وإحساس "دافئ"، ليعود شهر تشرين الثاني ليمثل "الراحة المثالية" مجدداً بقيمة (١٦.٣٦) ومرتبة (P+) وبنسبة مريح تصل إلى ٥٠%. وتنتهي الدورة السنوية في كانون الأول بانخفاض حاد يصل إلى (١٢) بمرتبة (C+)وإحساس "الأكثر برودة"، مما يؤكد أن محطة بغداد تشترك مع الرمادي في قصر فترات الراحة المثالية (آذار وتشرين الثاني) مقابل طغيان فترات عدم الراحة الحرارية الصيفية والبرودة الشتوية التي تشغل الحيز الأكبر من السنة الجيومناخية.

(٧-١-٢-٢) دليل الحرارة والرطوبة (THI) فصليا

بناءً على المعطيات الرقمية الدقيقة الموضحة في جدول (٩)، يظهر التحليل السردي تباينًا فصليًا يعكس الخصائص الجيومناخية للعاصمة وتأثيرها المباشر على التوازن الفسيولوجي للإنسان. يسجل فصل الصيف في بغداد أعلى قيمة سنوية للدليل بلغت (٢٦.٥٤) بمرتبة(H−) ، مما يضعه ضمن نطاق "غير مريح دافئ" وبإحساس عام يوصف بـ "شديد الحرارة"، وتفسر هذه القيمة المرتفعة بالارتباط الوثيق بين تعامد الإشعاع الشمسي وسيطرة المنخفضات الجوية الحرارية التي ترفع من مستوى الإجهاد الفسيولوجي. وفي المقابل، يمثل فصل الشتاء الذروة العكسية للتطرف المناخي، حيث تنخفض القيمة لتصل إلى (١١.٦٧) بمرتبة(C−) ، وهو ما يولد إحساساً بـ "شديد البرودة" ناتجاً عن تأثر المنطقة بالكتل الهوائية القطبية والأنظمة الضغطية المرتفعة، مما يتطلب استهلاكاً طاقياً عالياً للمحافظة على حرارة الجسم. أما فصلا الاعتدال، فيظهر فصل الربيع

جدول (٩) قيم دليل درجة الحرارة - الرطوبة THI لفصول السنة لمحطة بغداد للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)

الفصل	دليل THI	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة الفسيولوجية	الإحساس
الخريف	٢١.٣١	H	غير مريحة دافئة	دافئ
الشتاء	١١.٦٧	C-	غير مريحة باردة	شديد البرودة
الربيع	٢٠.٠٧	H	غير مريحة دافئة	دافئ
الصيف	٢٦.٥٤	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٤)، ونتائج معادلة دليل الحرارة والرطوبة THI.

بقيمة (٢٠.٠٧) ومرتبة (H) ليكون ذا إحساس "دافئ"، بينما يسجل فصل الخريف قيمة (٢١.٣١) بمرتبة (H) وإحساس "دافئ" أيضاً، مما يشير إلى أن فترات الانتقال في بغداد تميل قليلاً نحو الدفء مقارنة بمحطة الرمادي، مع بقائها ضمن تصنيف "غير مريحة دافئة" فسيولوجياً على المستوى الفصلي العام. هذا التوزيع الرقمي يؤكد أن بيئة بغداد المناخية تتسم بطغيان فصلي الصيف والشتاء كفترات ضاغطة حرارياً، مما يقلص من مساحة الراحة المثالية ويجعل النمط العام للفصول يميل نحو الإجهاد الحراري في معظم أيام السنة، وهو ما يستوجب مراعاة هذه المحددات في الدراسات المتعلقة بالصحة العامة والتخطيط الحضري للعاصمة.

(٧-٢) دليل تبريد الرياح (Ko) للراحة الفيسيولوجية

تعد قرينة دليل تبرد الرياح (Wind Chill Index)، التي يرمز لها بالرمز (Ko)، من المقاييس الفسيولوجية الأساسية التي وضعها العالمان "سبل وبازل" عام ١٩٤٥ لتحديد الدور الذي تلعبه الرياح في التأثير على راحة الإنسان. تهدف هذه المعادلة في جوهرها إلى قياس كمية الحرارة التي يفقدها جسم الإنسان أو التي يمكن للغلاف الغازي امتصاصها من سطح مكشوف بمساحة متر مربع واحد خلال ساعة زمنية واحدة. وتعتمد صياغة هذه المعادلة، على متغيرين مناخيين رئيسيين هما درجة حرارة الهواء وسرعة الرياح (شحاتة، ٢٠٠٤)، حيث تأخذ الشكل الرياضي الآتي:-

$$Ko = (33-t) \times (10\sqrt{v} + 10.5 - v)$$

حيث يمثل الرمز (t) = درجة حرارة الهواء المقاسة بالدرجة المئوية (س)، بينما يمثل الرمز (v) = سرعة الرياح مقدرة بوحدة (متر/ثانية).

يظهر من التحليل التفصيلي لمكونات المعادلة أنها تعتمد على الفارق بين درجة حرارة جسم الإنسان الطبيعية، والتي افترضت المعادلة ثباتها عند ٣٣°م كدرجة حرارة للجلد، وبين درجة حرارة الهواء المحيط. فكلما زاد الفارق بين هاتين الدرجتين (أي انخفضت درجة حرارة الهواء)، زادت قيمة (Ko)، مما يشير إلى زيادة معدل فقدان الحرارة والشعور بالبرودة. وفي المقابل، يبرز دور سرعة الرياح كعامل محفز لعملية التبريد من خلال تأثيرها الحركي في تبديد الطبقة المتاخمة للجلد، مما يفسر سبب إدراجها ضمن علاقة جذرية وطرحية داخل القوس الثاني من المعادلة لضبط معدل التأثير الحراري. إن هذا المعيار يتيح للباحثين فهم العلاقة المعقدة بين حركة الهواء والتبادل الحراري، مما يجعله أداة دقيقة في دراسات الراحة الفسيولوجية، خاصة في المناطق التي تشهد تقلبات حرارية واسعة كما في منطقة الدراسة (راف-الله، ٢٠٢٢).

جدول (١٠) حدود ومراتب الراحة الفسيولوجية على أساس ناتج دليل تبريد الرياح (Ko)			
دليل تبريد الرياح (Ko)	الإحساس	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة
أقل من صفر	شديد الحرارة	H-	غير مريحة دافئة
٠ ـ ٤٩	حار	H+	
٥٠ ـ ٩٩	دافئ	H	
١٠٠ ـ ١٩٩	لطيف	P	مثالية
٢٠٠ ـ ٢٩٩	مائل للبرودة مريح ٥٠%	P+	
٣٠٠ ـ ٣٩٩	مائل للبرودة مريح ١٠%	P-	
٤٠٠ ـ ٤٩٩	باردة	C	غير مريحة باردة
٥٠٠ ـ ٥٩٩	شديدة البرودة	C+	
٦٠٠ ـ فأكثر	قارس البرودة	C-	

المصدر: (ثابت، ٢٠١١).

تعد دراسة العلاقة بين المناخ والراحة الفسيولوجية للإنسان حجر الزاوية في التحليل الجيومناخي، ويبرز جدول (١٠) حدود ورموز دليل تبريد الرياح (Ko) كأداة علمية دقيقة لتقييم استجابة الجسم البشري الحرارية وتحديد مستويات الشعور بالراحة أو الإجهاد بناءً على معدلات الفقد الحراري من سطح الجلد.

(٧-٢-١) دليل تبريد الرياح (Ko) لمحطة الرمادي

(٧-٢-١-١) دليل تبريد الرياح (Ko) شهريا

بناءاً على معطيات الجدول (١١)، يتضح من خلال التحليل التفصيلي للبيانات أن المنطقة تشهد تباينًا فسيولوجيًا حادًا بين فصول السنة، حيث يظهر من الجدول أن أشهر الشتاء (كانون الثاني، شباط، وكانون الأول) تسجل أعلى قيم للدليل، بلغت ذروتها في كانون الثاني بواقع 565.6، مما يضعها ضمن فئة "غير مريحة باردة" وبإحساس يصل إلى "شديدة البرودة"، ويعزى ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة ونشاط الرياح الذي يزيد من معدل الفقد الحراري من جسم الإنسان، كما يتبين من الجدول استمرار حالة عدم الراحة بسبب البرودة في شهر آذار بقيمة 404.9، بينما يمثل شهر نيسان وتشرين الأول وتشرين الثاني فترات الراحة "المثالية" في قضاء الرمادي، إذ سجل نيسان قيمة 250.9بمؤشر (P+) وهو ما يمنح إحساسًا مائلًا للبرودة مريحًا بنسبة ٥٠%، في حين سجل تشرين الأول وتشرين الثاني قيم 177.3 و 388.2على التوالي، مما يعكس اعتدال الكتلة الهوائية المؤثرة وتوازن الإشعاع الشمسي مع سرعة الرياح في هذه الفترات الانتقالية.

وعلى النقيض تمامًا، يظهر من تحليل الجدول (١١) دخول المنطقة في دوامة الإجهاد الحراري خلال أشهر الصيف، حيث تنخفض قيم (Ko) إلى مستويات سالبة نتيجة الارتفاع الشديد في درجات الحرارة الذي يفوق قدرة الرياح على التبريد، فقد سجل شهر حزيران وتموز وآب قيمًا بلغت −19.9و −83.3 و −71.1 على التوالي، وهي قيم تقع ضمن مؤشر (H−) وتصنف كفترات "غير مريحة دافئة" بإحساس "شديد الحرارة"، ويرجع السبب في ذلك إلى سيطرة المنخفض الهندي الموسمي الذي يجلب كتلًا هوائية جافة وحارة جدًا تجعل من الرياح عاملًا لزيادة كسب الحرارة بدلًا من تبريد الجسم، أما شهري أيار

وأيلول فيمثلان مراحل انتقالية نحو الحرارة، حيث سجل أيلول قيمة 32بمؤشر (+H) وإحساس "حار"، مما يؤكد أن الخصائص المناخية لمدينة الرمادي تتسم بقصر فترات الراحة الفسيولوجية المثالية وحصرها في أشهر معدودة، مقابل سيطرة واضحة

جدول (١١) قيم دليل تبرد الرياح (Ko) شهريا لمحطة الرمادي للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)				
الشهر	قيمة Ko	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة	الإحساس
كانون الثاني	٥٦٥.٦	C+	غير مريحة باردة	شديدة البرودة
شباط	٥١١.٩	C+	غير مريحة باردة	شديدة البرودة
آذار	٤٠٤.٩	C	غير مريحة باردة	باردة
نيسان	٢٥٠.٩	P+	مثالية	مائل للبرودة مريح ٥٠%
أيار	٩٨.٢	H	غير مريحة دافئة	دافئ
حزيران	١٩.٩-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
تموز	٨٣.٣-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
آب	٧١.١-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
أيلول	٣٢	H+	غير مريحة دافئة	حار
تشرين الأول	١٧٧.٣	P	مثالية	لطيف
تشرين الثاني	٣٨٨.٢	P-	مثالية	مائل للبرودة مريح ١٠%
كانون الأول	٥٢٧.١	C+	غير مريحة باردة	شديدة البرودة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٣)، ونتائج معادلة دليل تبريد الرياح (Ko).

لظروف الإجهاد الحراري صيفًا والإجهاد البردي شتاءً، وهو ما يتطلب معالجات تخطيطية ومعمارية تتناسب مع هذه المتغيرات الرقمية المسجلة طوال العقود الثلاثة الماضية لضمان راحة السكان الفسيولوجية.

(٧-٢-١-٢) دليل تبريد الرياح (Ko) فصليا

تُظهر البيانات التحليلية لجدول (٢٠) تباينًا فصليًا واضحًا في مستويات الراحة الفسيولوجية للإنسان، حيث سجل فصل الخريف قيمة بلغت 195.9 بمؤشر راحة من النمط P، مما يضعه ضمن مرتبة الراحة المثالية التي تمنح إحساسًا لطيفًا للمقيمين في المنطقة. وفي المقابل، يطرأ تغير حاد خلال فصل الشتاء مع ارتفاع القيمة لتصل إلى 534.5بمؤشر C+، وهو ما ينقل مرتبة الراحة إلى فئة غير مريحة باردة، حيث يسيطر الإحساس بالبرودة الشديدة نتيجة انخفاض درجات الحرارة وتأثير الرياح. أما فصل الربيع فيستعيد التوازن الفسيولوجي بقيمة قدرها 252.1ومؤشر P+، ليبقى ضمن حدود المرتبة المثالية بإحساس يميل للبرودة المريحة بنسبة 50%، مما يجعله من الفترات المفضلة بشريًا في محطة الرمادي. وبالانتقال إلى فصل الصيف، نجد تحولاً كليًا في المؤشر الذي سجل قيمة سالبة بلغت 54.8- تحت الرمز H-، ليدخل ضمن مرتبة غير مريحة دافئة تتسم بالإحساس الشديد بالحرارة، وهو ما يعكس القسوة المناخية الصيفية وأثرها المباشر على راحة الإنسان الفيزيولوجية في منطقة الدراسة.

جدول (١٢) قيم دليل تبرد الرياح (Ko) فصليا لمحطة الرمادي للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)				
الفصول	قيمة Ko	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة	الإحساس
الخريف	١٩٥.٩	P	مثالية	لطيف
الشتاء	٥٣٤.٥	C+	غير مريحة باردة	شديدة البرودة
الربيع	٢٥٢.١	P+	مثالية	مائل للبرودة مريح ٥٠%
الصيف	٥٤.٨-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٣)، ونتائج معادلة دليل تبريد الرياح (Ko).

(٧-٢-٢) دليل تبريد الرياح (Ko) لمحطة بغداد

(٧-٢-٢-١) دليل تبريد الرياح (Ko) شهريا

تُشير المعطيات التحليلية لجدول (١٣) إلى تباين شهري دقيق يعكس الدورة المناخية السنوية وأثرها على الراحة الفسيولوجية، حيث يستهل العام في شهر كانون الثاني بقيمة مرتفعة بلغت (497.5) بمؤشر(C) ، مما يجعله ضمن مرتبة (غير مريحة باردة) وبإحساس يوصف بـ(شديدة البرودة)، ويعزى ذلك إلى سيطرة الكتل الهوائية الباردة وتدني زوايا الإشعاع الشمسي. ويستمر هذا النمط في شهر شباط بقيمة (454.4) ومؤشر (C) ليحافظ على ذات المرتبة والإحساس، بينما يبدأ التحسن التدريجي في شهر آذار الذي سجل (355.6) بمؤشر(P−) ، لينتقل إلى المرتبة (المثالية) بإحساس (مائل للبرودة مريح ١٠%)، وهو ما يمثل فترة انتقال ربيعية لطيفة. وتصل الراحة المثالية ذروتها في شهر نيسان بقيمة (220.8)ومؤشر (P+) وبإحساس (مائل للبرودة مريح ٥٠%)، مما يعكس اعتدالاً حراريًا يتناسب مع النشاط البشري قبل الدخول في موجات الصيف. ومع حلول شهر أيار، تبدأ القيم بالانخفاض لتسجل (77.1)بمؤشر (H) ومرتبة (غير مريحة دافئة) وإحساس (دافئ)، لتبدأ بعدها مرحلة السيادة الحرارية في أشهر الصيف الفعلي؛ حيث سجل شهر حزيران قيمة سالبة بلغت (−45.1) بمؤشر (H−) بإحساس (شديد الحرارة)، وتعمقت هذه القسوة في شهر تموز الذي سجل أدنى قيمة للدليل بواقع (−105) بمؤشر (H−)وبإحساس (شديد الحرارة) أيضًا، وهو ما يفسر بيولوجيًا بزيادة الضغط الحراري على جسم الإنسان نتيجة الإشعاع الشمسي العالي. أما شهر آب فقد سجل (−94.8) بمؤشر (H−)محافظًا على مرتبة (غير مريحة دافئة)، في حين يبدأ التراجع التدريجي للحرارة في أيلول بقيمة (5.6) ومؤشر (H+) ومرتبة (غير مريحة دافئة) بإحساس (حار). وتعود المرتبة (المثالية) للظهور مجددًا في تشرين الأول بقيمة (140.7)ومؤشر (P) وإحساس (لطيف)، وهو ما يجعله من أكثر شهور السنة راحة فسيولوجية في بغداد. ويستمر هذا الاعتدال في تشرين الثاني بقيمة (336.1) ومؤشر (P−) ومرتبة (مثالية) وإحساس (مائل للبرودة مريح ١٠%)، قبل أن يعود النظام المناخي إلى البرودة في شهر كانون الأول الذي سجل (461)بمؤشر (C) ومرتبة (غير مريحة باردة) وإحساس (باردة)، لتكتمل بذلك الدورة السنوية التي تظهر هيمنة الظروف غير المريحة (سواء بالبرودة شتاءً أو الحرارة صيفًا) على أغلب شهور السنة مقارنة بالفترات المثالية المحدودة.

جدول (١٣) قيم دليل تبرد الرياح (Ko) شهريا لمحطة بغداد للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)				
الشهر	قيمة Ko	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة	الإحساس
كانون الثاني	٤٩٧.٥	C	غير مريحة باردة	شديدة البرودة
شباط	٤٥٤.٤	C	غير مريحة باردة	شديدة البرودة
آذار	٣٥٥.٦	P-	مثالية	مائل للبرودة مريح ١٠%
نيسان	٢٢٠.٨	P+	مثالية	مائل للبرودة مريح ٥٠%
أيار	٧٧.١	H	غير مريحة دافئة	دافئ
حزيران	٤٥.١-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
تموز	١٠٥-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
آب	٩٤.٨-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة
أيلول	٥.٦	H+	غير مريحة دافئة	حار
تشرين الأول	١٤٠.٧	P	مثالية	لطيف
تشرين الثاني	٣٣٦.١	P-	مثالية	مائل للبرودة مريح ١٠%
كانون الأول	٤٦١	C	غير مريحة باردة	باردة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٣)، ونتائج معادلة دليل تبريد الرياح (Ko).

يتبين من الجدول (١٤) وجود تبايناً حاداً في مستويات الراحة الحرارية بين الفصول المختلفة. يظهر بوضوح أن فصل الخريف يتربع على قمة الفصول من حيث الجودة المناخية، إذ سجل قيمة تبلغ (161.4)مما يجعله فصلاً مثالياً يتسم بإحساس "لطيف" ومريح للجسم البشري، بينما يأتي فصل الربيع في مرتبة مقاربة بقيمة (219.1) ، ومع أنه يُصنف ضمن الفئات المثالية إلا أن الإحساس فيه يميل للبرودة بنسبة(50%) ، مما يشير إلى طبيعة انتقالية متذبذبة في المناخ العراقي. وفي المقابل، يكشف الجدول عن الوجه القاسي لمناخ بغداد في الشتاء والصيف، حيث ترتفع قيمة الدليل في الشتاء لتصل إلى (470.2)تحت المؤشر(C) ، وهو ما يضع الفصل في خانة "غير مريح" نتيجة البرودة الشديدة التي تستنزف حرارة الجسم وتتطلب إجراءات تدفئة مكثفة. أما في فصل الصيف، فتنقلب الآية تماماً لتسجل القيمة رقماً سالباً بواقع (-81.4) تحت المؤشر(H-) ، مما يعبر عن انعدام قدرة الرياح على التبريد وتحولها إلى عبء حراري خانق يوصف بأنه "شديد الحرارة" وغير مريح دافئة. إن هذا التدرج الرقمي من القيمة السالبة في الصيف إلى القمم الموجبة العالية في الشتاء يجسد ظاهرة التطرف المناخي التي تعيشها العاصمة، حيث تتقلص فترات الراحة

جدول (١٤) قيم دليل تبرد الرياح (Ko) لفصول السنة لمحطة بغداد للمدة (١٩٩٤-٢٠٢٤)				
الفصل	قيمة Ko	مؤشر الراحة	مرتبة الراحة	الإحساس
الخريف	١٦١.٤	P	مثالية	لطيف
الشتاء	٤٧٠.٢	C	غير مريحة باردة	باردة
الربيع	٢١٩.١	P+	مثالية	مائل للبرودة مريح ٥٠%
الصيف	٨١.٤-	H-	غير مريحة دافئة	شديد الحرارة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٢) و(٣)، ونتائج معادلة دليل تبريد الرياح (Ko).

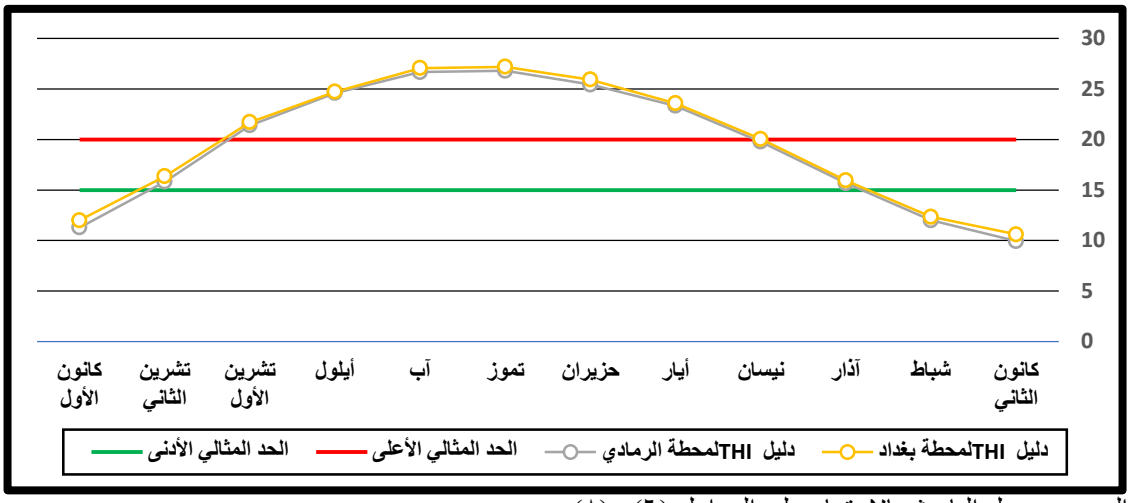
الحقيقية لصالح فصول تتطلب استهلاكاً عالياً للطاقة، مما يجعل من هذه البيانات مرجعاً أساسياً لفهم طبيعة التفاعل بين سرعة الرياح ودرجات الحرارة وأثرها المباشر على راحة الإنسان طوال المدة المحصورة بين (1994–2024) .

(٨) التباين الزماني والمكاني للراحة في منطقة الدراسة

(٨-١) التباين في قيم دليل الراحة للحرارة والرطوبة (THI)

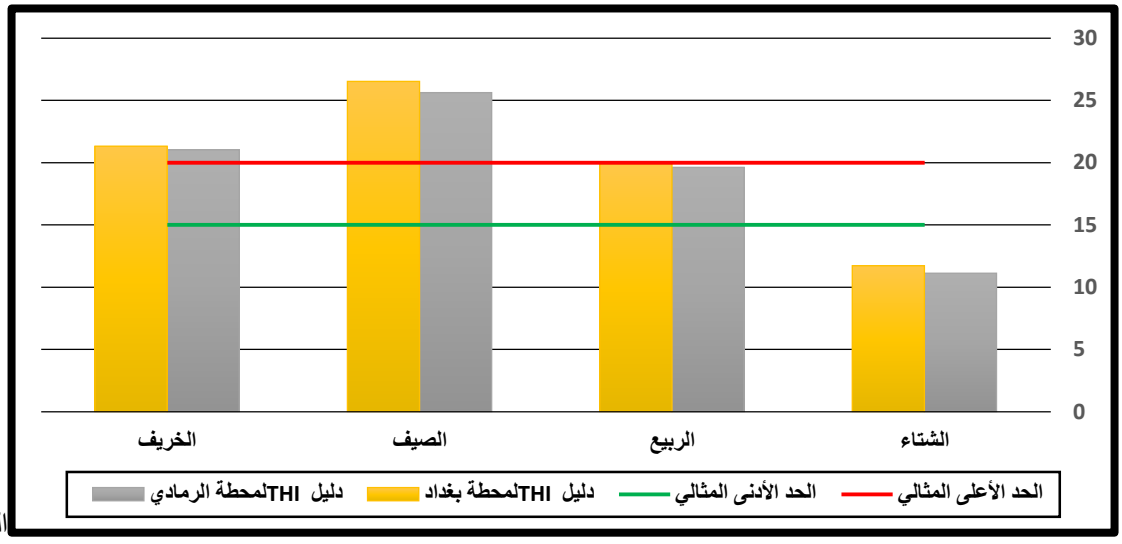
يتضح من ملاحظة الشكلين البيانيين (٤ و ٥) وجود تباين زماني ومكاني واضح؛ حيث تسجل المحطتان قيماً تقع ضمن "نطاق الراحة المثالي" (بين ١٥ و ٢٠ درجة) خلال فصلي الربيع

شكل (٤) قيم دليل الراحة للحرارة والرطوبة (THI) شهريا لمحطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجداول (٦) و(٨).

شكل (٥) قيم دليل الراحة للحرارة والرطوبة (HTI) فصليا لمحطات منطقة الدراسة



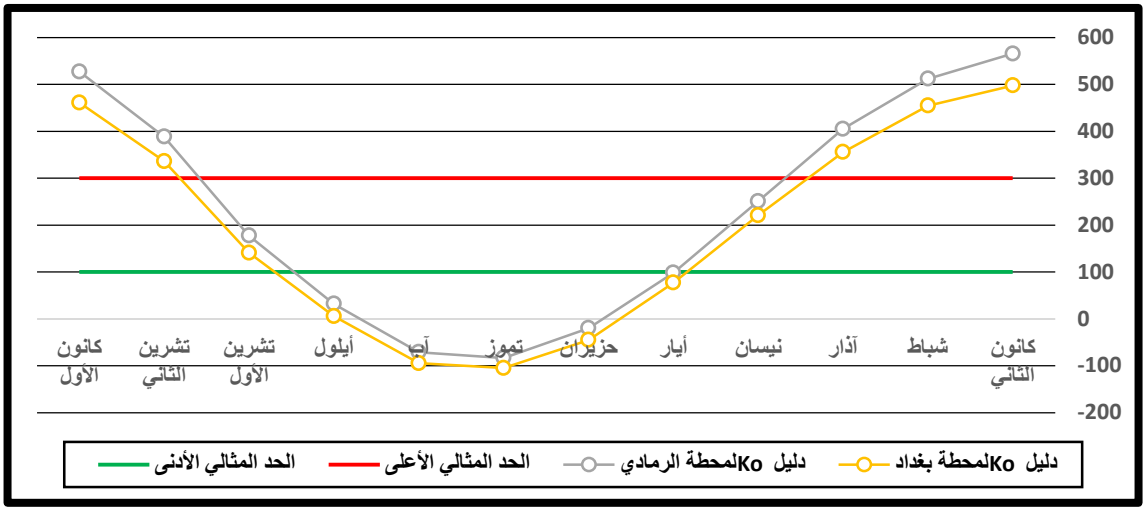
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجداول (٧) و(٩).

والخريف، وتحديداً في شهري نيسان وتشرين الأول .أما فصلياً، فيرتفع الدليل في الصيف ليتجاوز الحد الأعلى المثالي مسجلاً ذروته في شهر آب، مما يشير إلى سيادة حالة من الإجهاد الحراري، بينما ينخفض شتاءً دون الحد الأدنى ليقترب من ١٠ درجات، مما يعكس شعوراً بالبرودة .مكانياً، يظهر تقارب كبير في منحنى المحطتين مع تسجيل بغداد لقيم أعلى طفيفاً من الرمادي في معظم الأشهر، مما يؤكد تشابه الظروف المناخية المؤثرة على الراحة الفسيولوجية في كلا المنطقتين مع ميل بغداد نحو حرارة أشد قليلاً.

(٨-٢) التباين في قيم دليل تبريد الرياح (Ko)

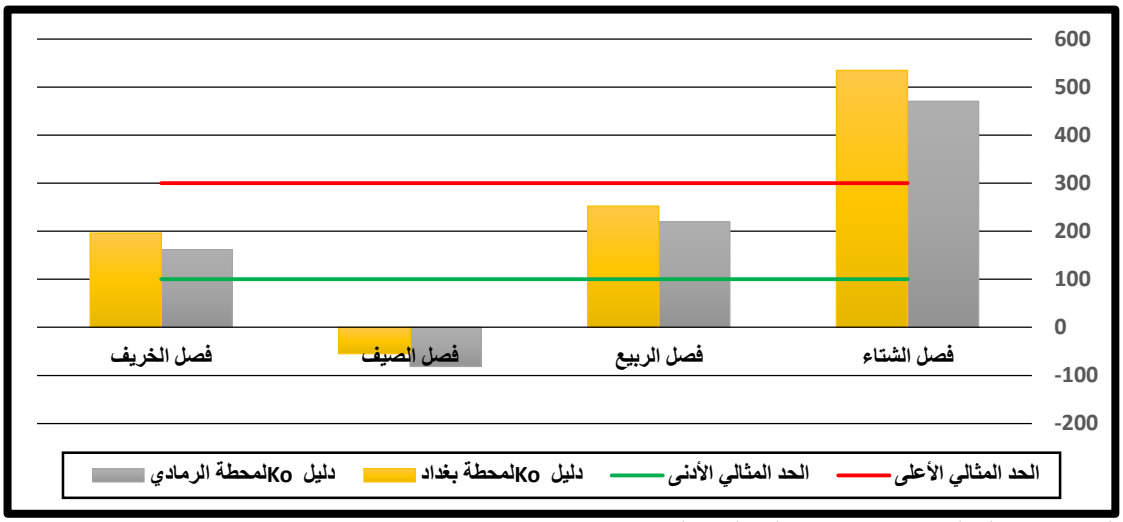
تُظهر الأشكال البيانية (٦ و ٧) تبايناً زمانياً ومكانياً حاداً في مستويات الراحة الفسيولوجية بمنطقة الدراسة؛ حيث تعكس القيم ارتفاعاً كبيراً خلال فصل الشتاء وشهري كانون الثاني وشباط

شكل (٦) قيم دليل تبريد الرياح (Ko) شهريا لمحطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجداول (١١) و(١٣).

شكل (٧) قيم دليل تبريد الرياح (Ko) فصليا لمحطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الجداول (١٢) و(١٤).

لتتجاوز عتبة الـ ٥٠٠، مما يشير إلى سيادة الإجهاد البارد الشديد نتيجة انخفاض درجات الحرارة ونشاط الرياح .وفي المقابل، تنخفض القيم صيفاً إلى ما دون الصفر (قيم سالبة) لتسجل أدنى مستوياتها في تموز وآب، مما يعلل غياب الراحة بسبب التبريد المفقود وسيادة الحرارة الجافة .مكانياً، يبرز تباين واضح بتسجيل محطة الرمادي قيماً أعلى من محطة بغداد في أغلب الفترات، مما يشير إلى أن الرمادي أكثر عرضة لتأثيرات تبريد الرياح شتاءً وأكثر حدة في فقدان التبريد صيفاً .وتنحصر فترات الراحة المثالية التي تقع بين الحدين (١٠٠–٣٠٠) في فصلي الربيع والخريف، وتحديداً خلال نيسان وتشرين الثاني، حيث تتقارب الخصائص المناخية للمحطتين نحو الاعتدال الفسيولوجي.

- **الاستنتاجات**

١. سيادة المناخ القاري المتطرف في الرمادي، مما يقلص فترات الراحة المثالية لتقتصر على فصلي الربيع والخريف فقط.

٢. يعد شهر تموز هو الأكثر إجهاداً حرارياً بقيمة (THI) بلغت ٢٦.٧٨، مما يضعه في مرتبة "شديد الحرارة".

٣. يمثل شهر كانون الثاني ذروة الإجهاد البارد بقيمة (٩.٩٥)، نتيجة تراجع الإشعاع الشمسي والكتل السيبيرية.

٤. العلاقة العكسية بين الحرارة والرطوبة في الصيف تساعد في تخفيف وطأة الحر عبر التبخر، لكن الجفاف الشديد قد يؤدي لإجهاد حيوي.

٥. سرعة الرياح في الرمادي (المعدل ٢.٨٨ م/ث) تعمل كمحرك ميكانيكي يزيد الفقدان الحراري شتاءً، مما يعمق الشعور بالبرد.

٦. تشترك محطة الرمادي مع محطة بغداد في نمط التطرف المناخي وقصر فترات الاستقرار الفسيولوجي.

٧. تجاوز الحرارة حاجز ٢٨م في معظم أشهر الصيف يشكل عائقاً فسيولوجياً يحد من الأداء البشري في البيئات المفتوحة.

- **التوصيات**

١. ضرورة مراعاة مستويات الإجهاد الحراري والبارد عند تصميم المباني في الرمادي لتقليل الاعتماد على وسائل التبريد والتدفئة الصناعية.

٢. زيادة المساحات الخضراء والأحزمة الشجرية لتقليل حدة الإشعاع الشمسي وتعديل الرطوبة النسبية في المناطق الحضرية.

٣. توعية السكان بمخاطر الإجهاد الحراري في أشهر الصيف (حزيران–آب) وضرورة تقليل الأنشطة البدنية الشاقة خلال ساعات الذروة.

٤. اعتماد دلائل الراحة (THI) كمعيار أساسي في الدراسات الطبية المتعلقة بأمراض الجهاز التنفسي وحيوية الجلد في المنطقة.

٥. إجراء دراسات مستقبلية تربط بين التوسع العمراني في الرمادي وتغير القيم المناخية الحيوية (المناخ المجهري).

مصادر

Thabet, A. M. J. (2011). Climate and its impact on human comfort and health in the West Bank of the Gaza Strip – Palestine "A Study in Applied Climatology" (Master's thesis). Faculty of Arts, Islamic University of Gaza, Palestine.

Shehata, E. A. (2004). The impact of climate on human comfort in the Madinah region: A study in applied climatology. Arab Geographical Journal, Egyptian Geographical Society, (44)2, 19.

Al-Mansouri, M. R. (2022). The impact of climate on human physiological comfort in the city of Derna. Journal of the Academy of Graduate Studies for Research and Scientific Studies, (6), 357.

Abu Madina, H. M., & Ismail, A. F. (2022). Climate changes in Libya (Trends and Repercussions) (1st ed.). Faculty of Arts, Sirte University: Publications of the Research and Consultation Center.

Saeed, S. M. M., & Ismail, Y. S. (2018). Human thermal comfort during winter months: A comparative study between Al-Qalaa district and New Erbil neighborhood. Tikrit University Journal for Humanities, 25(5), 358.

Al-Douri, S. I. S. (2009). The impact of climate fluctuation on human comfort in Salah al-Din Governorate (Unpublished master's thesis). College of Education, Tikrit University.

Mousa, A. H. (1997). Climate and Tourism (1st ed.). Damascus: Dar Al-Anwaa for Printing and Publishing.

Mousa, A. H. (2003). Bioclimate (1st ed.). Damascus, Syria: Ninawa for Studies, Distribution and Publishing.

Al-Banna, A. A. (1970). Fundamentals of Climatic and Plant Geography. Beirut: Dar Al-Nahda Al-Arabiya for Printing and Publishing.

Al-Asadi, K. A. H. (2002). Synoptic climatic characteristics of the wet period and human comfort in Basra Governorate: An analytical study for the year 2001. Journal of the College of Arts, University of Baghdad, (60), 270.

Khalifa, M. I. M. (2022). Cognitive problems of movement maps in Salah al-Din Governorate (Wind direction and speed as a model). Tikrit University Journal for Humanities, 29(2), 357.

Al-Dulaimi, M. H. F. (1990). The impact of climate on human health and comfort in Iraq "A Study in Medical Applied Climatology" (Unpublished master's thesis). University of Baghdad, College of Education for Human Sciences.

Mutashar, H. H. (201+--

5). Indicators of climatic physiological comfort in Wasit Governorate (Unpublished master's thesis). College of Education, Wasit University.

Zekri, Y. M. (2008). Measuring human physiological comfort in the city of Sabha. Sebha University Journal for Sciences, (2), 36