ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

Measuring Thermal Comfort Levels Using Temperature-Humidity Index (THI) in Duhok Governorate 2010–2023

Dr. Khudhur Rasheed Abdulrahman

Asst. Lect. Sabah Omar Suleiman

Asst. Lect. Rakan Sultan Mustafa

Asst. Lect. Yasmeen Fawzi Ghaib

University of Mosul College of Education for Humanities

Email:
khder.rasheed@uomosul.edu.iq
sabah1979@uomosul.edu.iq
rakan.sultan@uomosul.edu.iq
yasameen.fawzi@uomosul.edu.iq

Keywords:

Thermal Comfort, Duhok Governorate, Thom, THI, Comfort Index.

Article info

Article history:

Received 28.Febr.2025

Accepted 29.Apr.2025

Published 10.Aug. 2025

A B S T R A C T

This study aimed to analyze the spatial and temporal variations in thermal comfort levels in Duhok Governorate using the Temperature Humidity Index (THI). The research employed analytical inductive and descriptive methodologies, supported by quantitative techniques, by collecting climatic data from eight meteorological stations affiliated with the Directorate of Meteorology and Seismology in Duhok for the period 2010–2023. The findings revealed significant variations in thermal comfort levels among the study stations, differing from one station to another and from month to month. The study identified October as the most thermally comfortable month, followed by May. In contrast, the winter months (December, January, and February) exhibited the highest levels of thermal discomfort due to the substantial drop in temperatures across most stations. Additionally, the results indicated that Zakho station recorded the highest annual thermal comfort level (comfortable), while Amadiya station experienced the highest level of thermal discomfort (cool) due to low temperatures and reduced relative humidity.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol60.Iss1.4279

قياس مستويات الراحة الحرارية باستخدام مؤشر الحرارة–الرطوبة في محافظة دهوك للمدة ٢٠١٠ – ٢٠٢٣

م.د. خضر رشيد عبدالرحمن م.م. صباح عمر سليمان البرواري
م.م. راكان سلطان مصطفى م.م. ياسمين فوزي غائب

جامعة الموصل – كلية التربية للعلوم الإنسانية

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل التباين الزماني والمكاني لمستويات الراحة الحرارية في محافظة دهوك؛ وذلك باستخدام مؤشر الحرارة الرطوبة Temperature Humidity Index (THI)، وذلك بالاعتماد على مناهج وأساليب البحث التي تتلاءم مع طبيعة الدراسة كالمنهج الاستقرائي التحليلي والمنهج الوصفي مدعمان بالوسائل الكمية من خلال جمع البيانات المناخية لـ ٨ محطات مناخية تابعة لمديرية للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك للمدة ٢٠١٠ – ٢٠٢٣، وأظهرت الدراسة أن هناك تبايناً في مستويات الراحة الحرارية بين محطات الدراسة، إذ يختلف من محطة لأخرى ومن شهر لآخر، وكشفت الدراسة أن شهر (تشرين الأول) يعد أفضل شهور السنة راحة حرارية، يليه (أيار)، في حين يمثل شهور فصل الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) أكثر شهور السنة في عدم الارتياح المناخي والشعور بالانزعاج الحراري؛ بسبب الانخفاض الكبير في درجات الحرارة في أغلب المحطات، وبينت الدراسة أن محطة زاخو تعد أفضل محطات الدراسة راحة حرارية سنوية (راحة تامة)، وأن محطة (العمادية) أعلى محطات الدراسة عدم راحة (راحة نسبية تميل للبرودة) بسبب انخفاض درجات الحرارة وقلة الرطوبة النسبية.

الكلمات المفتاحية: الراحة الحرارية ، محافظة دهوك ، توم ، مؤشر الحرارة الرطوبة ، قرينة الراحة.

١. المقدمة

يعد المناخ عامل مهم يتطلب إدراك وفهم عناصره من أجل تحقيق التكيف للإنسان، ذلك لأن شعور الإنسان بالراحة الفسيولوجية ما هو إلا نتيجة لتأثير مجموعة من العناصر المناخية ودورها في راحة جسم الإنسان وتجعله نشيطا في بعض الاحيان وخاملاً في البعض الآخر، وإن أي اختلاف أو تغير في العناصر المناخية مكانياً أو زمانياً يتبعه بالتأكيد تأثير على راحة الإنسان ونشاطه وصحته، مما يستلزم مراعاته ووضع تخطيط يلائم كافة مظاهر أنشطته من أجل الوصول إلى مستوى راحة مثالي، ويتضح هذا التأثير في العناصر المناخية (درجة الحرارة والرطوبة)، وما تؤديه من تأثيرات على نشاط الجسم البشري غير أن ذلك يرتبط بعوامل أخرى، مثل العمر والجنس ونوع الملابس التي يتم من خلالها عمليات التبادل ليصل الإنسان إلى مستوى أفضل للشعور بالراحة الفسيولوجية، ونظرا لكون الخصائص المناخية تتغير فصليا فإن الانسان يجد نفسه في وضع غير مريح بسبب تلك المتغيرات التي ترافق عناصرها البيئية كالتغير في الاشعاع الشمسي المستلم أو في ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة والرطوبة او التغير الذي يرافق خصائص الرياح لاسيما عند حدوث موجات الحر والبرد، وبالتالي عدم الشعور بالراحة وفق تلك التغيرات إذ يقلل ذلك من قدرات الإنسان للقيام بنشاطاته العقلية أو البدنية أو في الشعور بالملل والضيق، ولكن من الصعب تحديد درجة الراحة عند الإنسان وذلك لاختلاف البيئات المناخية وتفاوت تحمل الإنسان من بيئة إلى أخرى، ولذلك يسعى الإنسان دائما إلى البحث عن الاماكن التي يجد فيها راحته لتخفيف معاناته من الظروف المحيطة به سواء في محيط العمل أو في المحيط الاجتماعي.

تكمن أهمية هذه الدراسة في تسليط الضوء على دور المناخ في تحقيق راحة الإنسان، باعتبارها الهدف الأساسي لكافة الدراسات التي تسعى إلى تطوير البيئة بما يخدم رفاهيته. كما تبرز أهمية البحث من خلال الكشف عن تأثير العوامل المناخية على راحة الإنسان، وانعكاس ذلك على نشاطه وكفاءته في أداء مختلف الأعمال، مما يسهم في تعزيز الفهم العلمي للعلاقة بين المناخ والراحة الحرارية، ويوفر أساسًا لاتخاذ التدابير المناسبة لتحسين ظروف المعيشة والعمل في منطقة الدراسة.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير العناصر المناخية، ولا سيما درجات الحرارة والرطوبة، على مستويات الراحة الحرارية في منطقة الدراسة، من خلال قياس هذه المستويات في المحطات المناخية المختلفة. كما تسعى إلى الكشف عن التباينين الزماني والمكاني لمؤشرات الراحة الحرارية في محافظة دهوك، مع التركيز على تحديد المحطات التي تتمتع بظروف مناخية مريحة وتلك التي تعاني من مستويات راحة مزعجة خلال معظم شهور السنة. إضافةً إلى ذلك، تهدف الدراسة إلى تحديد الفترات الزمنية التي تشهد ظروفًا مناخية ملائمة للراحة الحرارية، مقابل الشهور التي تتسم بظروف غير مريحة، مما يسهم في فهم الأنماط المناخية المؤثرة على راحة السكان في المنطقة.

تتحدد مشكلة الدراسة من خلال محاولة الإجابة عن مجموعة من التساؤلات التي تسلط الضوء على التباين الزماني والمكاني في مستويات الراحة الحرارية في محافظة دهوك. ومن أبرز هذه التساؤلات: هل يوجد تفاوت في شعور الإنسان بالراحة الحرارية بين مختلف فترات السنة ومناطق المحافظة؟ وما هي المحطة المناخية التي تتمتع بمستويات راحة مناسبة، مقابل تلك التي تعاني من مستويات راحة مزعجة خلال أغلب شهور السنة؟ بالإضافة إلى ذلك، تسعى الدراسة إلى تحديد أكثر الشهور راحة وأكثرها إزعاجًا للإنسان في محافظة دهوك، مما يسهم في فهم العلاقة بين المناخ والراحة الحرارية في المنطقة.

تتمثل الحدود المكانية للدراسة بالحدود الإدارية لمحافظة دهوك الواقعة في اقصى الشمال الغربي من العراق، يحدها من جهة الشمال الجمهورية التركية، ومن جهة الغرب الجمهورية العربية السورية، ومن جهة الشرق محافظة أربيل، ومن الجنوب محافظة نينوى. تُشكل المحافظة مساحة قدرها (٨٠٩٣) كم^{٢}، تتكون محافظة دهوك من خمس وحدات إدارية هي (دهوك، زاخو، عمادية، عقرة، سميل). اما فلكياً تمتد المحافظة بين دائرتي عرض (٣٦,٢٠°) و (٣٧,٣٠°) شمالاً، و قوسي طول (٤٢,٢٠°) و (٤٤,٣٠°) شرقاً (خريطة 1).

٢. منهجية الدراسة وجمع البيانات:

اعتمدت الدراسة على بعض مناهج وأساليب البحث التي تتلاءم مع طبيعة الدراسة بغية الوصول للأهداف المرجو تحقيقها، ومن أهم كالمنهج الاستقرائي التحليلي والمنهج الوصفي لكونهما المناهج الأمثل لمثل هذه الدراسات مدعمان بالوسائل الكمية من خلال جمع البيانات المتعلقة بمنطقة الدراسة والمتمثلة بالبيانات الإحصائية التي تم الحصول عليها من المديرية العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك، واستخدمت الدراسة لقياس ذلك أحد مؤشرات الراحة الحرارية وهو مؤشر (Temperature Humidity Index THI) الذي وضعه (Thom) في عام (١٩٥٩) والذي يعتمد على عنصرين مناخيين وهما عنصرا (درجة الحرارة) و (الرطوبة النسبية)، وسيتم تطبيق هذا المؤشر على ٨ محطات مناخية في محافظة دهوك خلال المدة (٢٠١٠-٢٠٢٣).

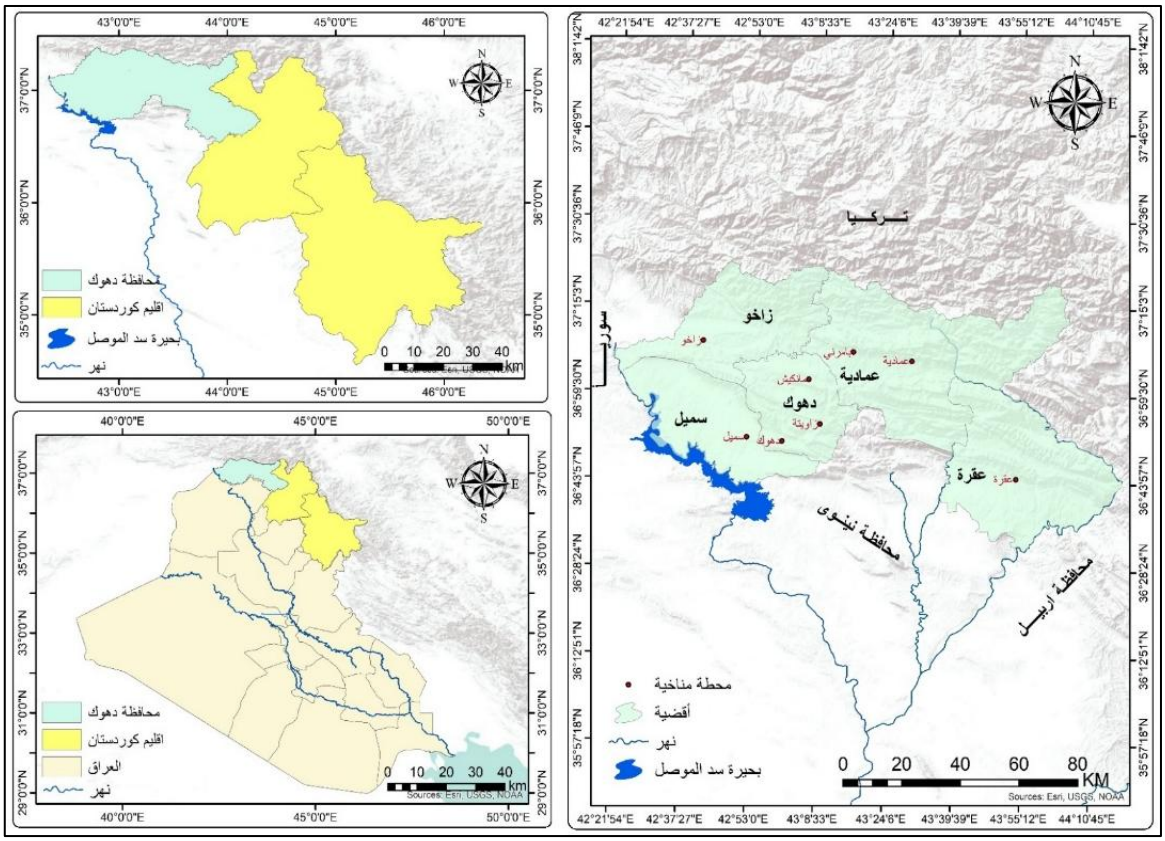
تم الاعتماد على البيانات المناخية لعنصري (الحرارة والرطوبة النسبية) لثماني محطات مناخية وهي: عقرة، سميل، زاويتة، دهوك، مانكيش، عمادية، بامرني و زاخو للمدة الممتدة بين ٢٠١٠-٢٠٢٤ ويوضح لنا الجدول (١) والخريطة (١) الموقع الفلكي لمحطات منطقة الدراسة الثمانية.

الجدول (١) احداثيات وارتفاعات محطات منطقة الدراسة

المحطة	ارتفاع المحطة (م)	دائرة عرض (شمالاً)	خط طول (شرقاً)
عقرة	636	36°44'41"	43°53'47"
سميل	457	36°51'24"	42°50'56"
زاويتة	822	36°54'13"	43°08'40"
دهوك	569	36°55'49"	43°00'33"
مانكيش	945	37°03'59"	43°08'09"
عمادية	1195	37°05'35"	43°29'03"
بامرني	1211	37°07'09"	43°16'08"
زاخو	444	37°08'40"	42°41'32"

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي/دهوك، بيانات غير منشورة. ٢٠٢٤.

خريطة (١) الموقع الجغرافي والفلكي لمحافظة دهوك



المصدر: اعتماداً على: جمهورية العراق، حكومة إقليم كوردستان، وزارة البلديات والسياحة، مديرية بلديات دهوك، قسم التخطيط، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤، وبرنامج (ArcMAP10.8).

٣. النتائج والمناقشة:

١,٣ العوامل المؤثرة في مناخ محافظة دهوك:

هناك جملة من العوامل التي تؤثر في مناخ محافظة دهوك، من أهمها:

١,١,٣ موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمسطحات المائية:

ان طبيعة موقع العراق (ومن ضمنها محافظة دهوك) الذي يقع في الجزء الجنوبي الغربي من قارة آسيا، جعل تعرضه للمؤثرات البحرية محدود إذا ما قورن بالمؤثرات القارية، حيث يرجع ذلك لقلة تأثير المسطحات المائية المجاورة للعراق، وعلى الرغم من وجود مسطحات مائية داخلية كالأنهار والبحيرات والمستنقعات، الا ان مساهمتها في مناخ منطقة الدراسة يكاد يكون ضئيلا، إذا تعتمد المؤثرات البحرية بشكل رئيسي على مساحة المسطح المائي والبعد عنه من جهة وعلى اتجاه وسرعة الرياح السائدة من جهة أخرى (الفهداوي، ٢٠١٧).

يحد العراق خمسة بحار (الخريطة ٢) وهي: البحر المتوسط، الخليج العربي، البحر الأسود، بحر قزوين، والبحر الأحمر. ومع ذلك، فإن تأثير هذه البحار على مناخ العراق محدود للغاية باستثناء البحر المتوسط والخليج العربي، إذ يظهر تأثير البحر المتوسط على مناخ العراق بشكل عام وعلى منطقة الدراسة بشكل خاص بشكل واضح، وذلك بسبب قلة العوائق الطبيعية التي قد تحد من تأثيره. ويظهر تأثير البحر المتوسط بشكل أكبر في فصل الشتاء، حيث تأتي المنخفضات الجوية من البحر المتوسط مشبعة ببخار الماء والرطوبة، مما يؤدي إلى تساقط أمطار غزيرة على المنطقة. أما في الصيف، فإن تلك المنخفضات تتوقف نتيجة لارتفاع الضغط الجوي ودرجات الحرارة فوق البحر المتوسط، مما يمنع قدوم الأعاصير في فصل الصيف. وبالتالي، يعد القرب أو البعد عن المسطحات المائية من العوامل المهمة في تحديد خصائص مناخ منطقة الدراسة (جاسم، ٢٠١٤).

أما تأثير الخليج العربي على مناخ العراق، فيتجلى بشكل رئيسي في المناطق الجنوبية والوسطى من البلاد. إلا أن تأثيره على منطقة الدراسة يبقى محدودًا، ويعود السبب في ذلك إلى صغر مساحة الخليج العربي من جهة، وإلى إحاطته باليابس من جميع الاتجاهات من جهة أخرى، فضلًا عن بعد محافظة دهوك مكانيا، إذ تقع في اقصى الشمال الغربي. هذه العوامل مجتمعة تجعل تأثير الخليج العربي محدودًا في منطقة الدراسة (علي، ٢٠٢٠).

في حين أن تأثير البحر الأسود وبحر قزوين فيكون أثرهما شبه معدوم، وذلك لبعدهما عن منطقة الدراسة، فضلا عن وجود الفواصل الطبيعية، كالجبال والهضاب التي تعمل كحواجز ما بين هذين البحرين والعراق عامة ومنطقة الدراسة خاصة (الشاوي، ٢٠٢١).

خريطة (٢) موقع العراق ومحافظة دهوك بالنسبة للمسطحات المائية

المصدر: اعتماداً على برنامج Google Earth وبرنامج ArcMap 10.8.

أما **البحر الأحمر** فيعد تأثير على مناخ منطقة الدراسة محدودًا لعدة أسباب، من أبرزها البعد الجغرافي بين البحر الأحمر والمنطقة، فضلًا عن موقعه خارج الاتجاه السائد لهبوب الرياح على العراق. إذ تتأثر المنطقة بشكل أساسي بالرياح الشمالية والجنوبية، لا سيما عند بداية تأثير المناخ الموسمي على جنوب شرق آسيا. بالإضافة إلى ذلك، يشكل العائق التضاريسي، المتمثل في سلسلة جبال السراة الممتدة بمحاذاة ساحل البحر الأحمر، حاجزًا طبيعيًا يمنع وصول تأثير المنخفضات الجوية القادمة من البحر الأحمر باتجاه شبه الجزيرة العربية والعراق (الجنابي، ٢٠١٠).

٢,١,٣ الكتل الهوائية Air Masses:

تعرف الكتل الهوائية بأنها جسم ضخم من الهواء متجانس افقياً في حرارته ورطوبته يغطي سطح مساحة كبيرة من اليابس او الماء، ويشترط في تكونها ان يكون الهواء ساكناً فوق منطقة النشوء لمدة زمنية تبلغ عدة ايام او أسابيع لكي تكتسب الخصائص المناخية للمنطقة التي تعلوها كالحرارة والرطوبة وغيرها، وان تتكون في منطقة متجانسة ومنبسطة (السامرائي، ٢٠٠٧)، اما اتساعها العامودي فيتراوح بين (٣٠٠-٣٠٠٠)م، وتنتقل الكتل الهوائية من منطقة الى أخرى تحت تأثير الاختلافات الحاصلة في قيم الضغط الجوي، والكتل الهوائية تكون باردة إذا انخفضت درجة حرارتها عن حرارة السطح ودافئة إذا ارتفعت حرارتها عن درجة حرارة السطح (الحساني، ٢٠٢٠).

وتعد الكتل الهوائية عاملاً رئيسياً من العوامل التي تتحكم في مناخ أية منطقة وبأحوالها الجوية، ويتوقف تأثير الكتل الهوائية في مناخ الأقاليم المختلفة على عوامل عدة أهمها، موقع الإقليم بالنسبة للمناطق التي تنشأ فيها الكتل الهوائية المختلفة، وتغير نظام الضغط الجوي من فصل لآخر، وتعد الكتل الهوائية مسؤولة بدرجة كبيرة عن انتقال الخصائص الحرارية الكامنة من منطقة لأخرى. كأحد وسائل التوازن في الميزانية الحرارية في طبقة التروبوسفير، وترتبط الكتل الهوائية أحيانا بالمنخفضات الجوية العميقة، حيث تهب في أعماقها، وعادة ما يصاحبها حالات عدم استقرار تؤدى إلى حدوث عواصف رعدية أحيانا أو هبوب عواصف ترابية ورملية (الشاوي، ٢٠٢١). إن أفضل المناطق ملاءمة لتشكل الكتل

الهوائية هي مناطق السهول الشاسعة والبحار الواسعة التي يسودها ضغط جوي مرتفع فصلي أو دائم، كما هو الحال في الأجزاء الشمالية من أوراسيا وشمالي أمريكا الشمالية والقارة القطبية الجنوبية والحوض القطبي الشمالي والصحراء الكبرى ومحيطات العروض شبه المدارية. ولذا فإن الكتلة الهوائية إما أن تكون دافئة أو باردة، أو أن تكون جافة أو رطبة، حسب العروض التي تشكلت بها وطبيعة المنطقة التي أكسبتها خواصها (موسى، ٢٠٠٢).

وبسبب موقع العراق الجغرافي وطبيعة تضاريسه أصبح منطقة التقاء عدد من الكتل الهوائية ذات الخصائص المناخية المختلفة التي تؤثر على خصائصه المناخية (بما فيه امتداد منطقة الدراسة)، ويمكن توضيح هذه الكتل كما في الخريطة (٣) وعلى النحو الآتي:

١,٢,١,٣ الكتلة الهوائية القطبية القارية Continental Polar(CP):

تتمركز هذه الكتل الهوائية خلال فصل الشتاء في العروض العليا فوق اليابسة الشمالية، بين دائرتي عرض (٤٥°–٦٠°) شمالًا، وتدخل إلى العراق عبر ثلاث مسارات رئيسية: الجهة الشمالية الشرقية عبر بحر قزوين، والجهة الشرقية عبر السهل الطوراني، بالإضافة إلى الجزء الجنوبي يدخل من بحر قزوين. يبدأ تأثير هذه الكتلة على العراق من شهر تشرين الأول ويستمر حتى شهر أيار، وتتميز بانخفاض درجات حرارتها ورطوبتها، حيث تتراوح حرارتها بين (٠–١١°م). ويكون تأثيرها أكثر وضوحًا في المنطقة الشمالية مقارنةً بالمناطق الوسطى والجنوبية من العراق (الحساني، ٢٠٢٠). تعد هذه الكتلة الهوائية العامل الرئيسي وراء موجات البرد القاسية التي يشهدها العراق، بما في ذلك منطقة الدراسة، وتشكل ما نسبته (١٧,٤%) من إجمالي الكتل الهوائية التي تؤثر على مناخ العراق (السامرائي، ٢٠٠٧).

٢,٢,١,٣ الكتلة الهوائية القطبية البحرية Maritime Polar (MP):

تنشأ هذه الكتل الهوائية في الجزء الشمالي من المحيطات الشمالية (العاني، ١٩٨٤)، وتدخل العراق عبر الجهتين الغربية والشمالية الغربية، متجهة نحو منطقة الضغط المنخفض فوق الخليج العربي. تتميز هذه الكتلة بكونها دافئة ورطبة في الطبقات السفلى نتيجة تأثرها بالمحيطات الباردة في العروض الوسطى، مثل المحيط الأطلسي والمحيط الهادئ، بينما تكون باردة في الطبقات العليا، مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات جوية تسهم في هطول أمطار غزيرة، بالإضافة إلى فقدان حراري ذاتي شديد (هراط، ٢٠١١). وتتسم الأمطار المصاحبة لهذه الكتلة بكونها رذاذية ناعمة خلال فصل الشتاء، بينما تسقط على شكل زخات مطرية من غيوم ركامية في فصلي الربيع والخريف. وتبلغ نسبة تكرار هذه الكتلة حوالي (٦,٧%) من إجمالي الكتل الهوائية التي تؤثر على مناخ العراق (الجبوري، ٢٠١٧).

٣,٢,١,٣ الكتل الهوائية المدارية القارية Continental Tropicol (CT):

تعد هذه الكتل الهوائية الأكثر تأثيرًا في مناخ العراق على مدار السنة، وذلك بسبب موقع العراق بين صحاري غرب آسيا وجنوبها الغربي، والصحراء الكبرى في شمال أفريقيا. تنشأ هذه الكتل فوق هذه الصحاري وتتجه نحو مركز الضغط المنخفض عبر البحر العربي والخليج العربي. وتتميز هذه الكتل بشدة جفافها وارتفاع درجات حرارتها، كما تحمل كميات كبيرة من الأتربة (عبداللطيف، ٢٠١٩). تدخل العراق من الجهة الغربية والجنوبية الغربية بشكل متقطع طوال السنة، وتغطي معظم أراضيه. تمثل هذه الكتل حوالي (٦٧,٥%) من إجمالي الكتل الهوائية التي تؤثر على العراق. وتسبب هذه الكتل ارتفاعًا في درجات الحرارة مع موجات حر شديدة (كاظم، ١٩٩١)، وإن كان تأثيرها على منطقة الدراسة محدودًا. كما تُعد هذه الكتل من الأسباب الرئيسة لزيادة ظواهر الغبار العالق والصاعد، بالإضافة إلى تكرار الظواهر الغبارية بالتزامن مع سيطرة هذه الكتل (الحساني، ٢٠٢٠).

٤,٢,١,٣ الكتل الهوائية المدارية البحرية Maritime Tropical (MT):

تنشأ هذه الكتلة الهوائية فوق المسطحات المائية الواسعة ضمن منطقة الضغط العالي شبه المداري، مما يمنحها نسبة رطوبة مرتفعة، لا سيما في طبقاتها السفلى (الوائلي، ٢٠٠٥)، كما تعد هذه الكتلة أحد العوامل الرئيسة في تساقط الأمطار. عندما تتشكل هذه الكتلة فوق المحيط الهندي، تتحرك غربًا باتجاه بحر العرب ثم الخليج العربي، قبل أن تدخل إلى العراق من الجهة الجنوبية، وذلك ابتداءً من شهر تشرين الأول وحتى شهر أيار (الحساني، ٢٠٢٠)، وخلال تحركها بعيدًا عن مناطق نشأتها، قد تلتقي بكتل هوائية باردة أو تتعرض لعمليات رفع ناتجة عن العوائق التضاريسية، مما يؤدي إلى تشكل الغيوم الطبقية وسقوط الأمطار. وتشكل هذه الكتلة ما نسبته (٨,٤%) من إجمالي الكتل الهوائية المؤثرة في مناخ العراق (العوامي، ٢٠١٧).

الخريطة (٣) الكتل الهوائية المؤثرة على العراق ومحافظة دهوك

المصدر: اعتماداً على برنامج Google Earth وبرنامج ArcMap 10.8.

٣,١,٣ المنخفضات الجوية Atmospheric Depressions:

يُعد المنخفض الجوي من الظواهر التي حظيت باهتمام واسع لدى علماء الطقس، نظراً لدوره الأساسي في إحداث التقلبات الجوية المختلفة. ووفقًا لتعريف دائرة الأرصاد الجوية، يُعرف المنخفض الجوي بأنه منطقة ينخفض فيها الضغط الجوي إلى أدنى مستوياته، وقد يصل الضغط في مركزه إلى نحو (٩٨٠) مليبار (السامرائي، ٢٠٠٧)، ويستمر تأثيره عادةً لفترة تتراوح بين (٤–٧) أيام (Barry and Chorley, 2003).

كما يُعرف المنخفض الجوي بأنه كتلة هوائية ذات حركة دورانية، تنشأ نتيجة التقاء كتلتين هوائيتين تختلفان في خصائصهما الفيزيائية، مما يؤدي إلى تكوين جبهة هوائية (Air Front)، حيث لا تمتزج الكتلتان بسهولة، وتسعى كل منهما إلى الاحتفاظ بخصائصها (شحاذة، ٢٠٠٨). كذلك، يُعرف المنخفض الجوي على أنه حجم واسع من الهواء يكون الضغط الجوي فيه منخفضًا بشكل ملحوظ مقارنةً بالمناطق المجاورة، وتتحرك الرياح حوله بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، ومع اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي.

ويتم تمثيل المنخفضات الجوية على الخرائط الطقسية باستخدام دوائر أو منحنيات مغلقة متحدة المركز، تتناقص فيها قيم الضغط كلما اقتربنا من المركز (القاضي، ٢٠٠٦). وتنقسم المنخفضات الجوية (Atmospheric Depressions) إلى نوعين رئيسيين:

١,٣,١,٣ المنخفضات الجبهوية Frontal Depressions:

تنشأ هذه المنخفضات نتيجة التقاء كتلتين هوائيتين متباينتين في الخصائص، إحداهما باردة والأخرى دافئة، ويفصل بينهما سطح يُعرف اصطلاحًا بالجبهة الهوائية (Air Front)، يتميز هذا السطح بتدرج سريع في درجات الحرارة، والرياح، ومستويات الرطوبة النسبية. تتحرك هذه المنخفضات بشكل عام من الغرب نحو الشرق، مع انحراف طفيف باتجاه الشمال الشرقي، وعادةً ما تتشكل في العروض الوسطى (القاضي، ٢٠٠٦). ومن أنواع هذه المنخفضات ما يأتي:

١,٣,١,٣,١ المنخفضات المتوسطية Mediterranean Depressions:

تتشكل هذه المنخفضات في وسط وشرق البحر المتوسط، خاصة فوق خليج جنوة، بالإضافة إلى المنخفضات الأزورية والأيسلندية القادمة من شمال المحيط الأطلسي والتي تصل إلى البحر المتوسط (الحساني، ٢٠٢٠). يبدأ تأثيرها على العراق اعتبارًا من شهر تشرين الأول حتى شهر أيار، نتيجة للانتقال الظاهري للشمس وتعامدها على مدار الجدي، ونادرًا ما تتكون هذه المنخفضات خلال فصل الصيف (الاسدي، ١٩٩١).

وتُعد هذه المنخفضات من أكثر الأنظمة الجوية المؤثرة في طقس ومناخ العراق ومنطقة الدراسة خلال الفصل المطير، إذ تأتي في المرتبة الأولى من حيث التكرار، إذ تمثل حوالي ٤٥% من مجموع المنخفضات التي تمر بالعراق خلال الموسم المطير (الوائلي، ٢٠١١). تؤثر هذه المنخفضات بشكل ملحوظ على درجات الحرارة وكميات الهطول المطري، بالإضافة إلى تغيير اتجاه الرياح وزيادة نسبة التغييم. يعتمد تأثيرها المباشر على طبيعة الجبهات الهوائية المصاحبة لها، وتدخل العراق من جهات متعددة تشمل الغرب، الشمال الغربي، الشمال، والشمال الشرقي (السعيدي، ٢٠١١)، كما يتزامن تأثير هذه المنخفضات مع كل من الكتلة الهوائية القطبية البحرية (mP) والكتلة الهوائية المدارية البحرية (mT) (كاظم، ١٩٩١).

١,٣,١,٣,٢ المنخفضات المندمجة Merged Deprssions:

تتعرض منطقة الدراسة في بعض الأحيان إلى تأثير المنخفضات الجوية المندمجة والتي من الصعب تحديد مركزها لكثرتها والتي تتشكل نتيجة اندماج أحد المنخفضات الجبهوية المتوسطة مع المنخفضات الحرارية أو المنخفض السوداني، فيتكون منخفضات جوية مضطربة مع تساقط للأمطار مصحوبة بالزوابع الرعدية (اللويزي، ٢٠٢٠)، ويكون شكل الاندماج نوعين اما ان يكون على شكل مراكز ثانوية متعددة تتكون داخل المراكز الرئيسية، او يكون الاندماج على شكل خطوط ايزوبار تحوي المنظومتين (عبدالرحمن، ٢٠١٣).

٢,٣,١,٣ المنخفضات الحرارية Thermal Depression:

تتشكل هذه المنخفضات نتيجة لانخفاض الضغط الجوي بشكل ملحوظ في منطقة واسعة من الهواء مقارنة بالمناطق المجاورة، ويعود ذلك بشكل أساسي إلى التسخين الشديد للهواء القريب من سطح الأرض، مما يؤدي إلى تمدده وانخفاض كثافته، وبالتالي صعوده إلى أعلى ليحل محله الهواء الأبرد. غالبًا ما تحدث هذه المنخفضات في المناطق الاستوائية والعروض المدارية، وأحيانًا في العروض الوسطى، نظرًا لارتفاع درجات الحرارة في تلك المناطق.

وتختلف أماكن تكونها تبعًا للفصل؛ إذ تتشكل فوق اليابسة خلال الفصل الحار، بينما تتشكل فوق البحيرات والمسطحات المائية خلال الفصل البارد (الأسدي، ١٩٩١)، وتتحرك الرياح حول مركزها بعكس اتجاه عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ومع اتجاه عقارب الساعة في النصف الجنوبي. ومن الخصائص المميزة لهذه المنخفضات أنها لا تكون مصحوبة بجبهات هوائية، نظرًا لسيادة كتلة هوائية واحدة على المنطقة التي تتشكل فيها (القاضي، ٢٠٠٦).

٢,٣,١,٣,١ المنخفض الهندي الموسمي Indian Monsoon Low:

يُعد منخفض الهند الموسمي أحد أبرز المنخفضات الحرارية التي تؤثر على مناخ العراق خلال فصل الصيف. يتشكل هذا المنخفض في جنوب القارة الهندية نتيجة الارتفاع الشديد في درجات الحرارة وتراجع تأثير المرتفع السيبيري (الدزيي، ٢٠١٠)، مما يؤدي إلى انخفاض الضغط الجوي في مركزه إلى (992–996)مليبار. يمتد تأثيره إلى إثيوبيا وشمال شرق السودان، بل قد يصل أحيانًا إلى جنوب قارة أوروبا، مما يجعله أكبر منظومة ضغط واطئ في العروض الوسطى (الكناني، 2017).

يدخل هذا المنخفض العراق من المسلك الجنوبي الشرقي والجنوبي، وأحيانًا من المسلك الشرقي عندما يكون مركزه فوق إيران. وبالتالي، يتركز تأثيره بشكل كبير في المناطق الجنوبية من العراق، بينما يقل تدريجيًا كلما اتجهنا نحو الغرب والشمال (علي، ٢٠٢٠)، وبسبب ارتفاع معدل تكرار هذا المنخفض، فإنه يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة، وانعدام التساقط، وانخفاض الرطوبة، وزيادة معدلات التبخر، مما يساهم في حدوث الظواهر الغبارية بجميع أنواعها (الحساني، ٢٠٢٠).

يرتبط منخفض الهند الموسمي بـ الكتلة الهوائية القارية المدارية(cT) ، التي تمنحه خصائص جوية تتمثل في الحرارة الشديدة والجفاف، مما يجعل تأثيره واضحًا على مناخ العراق خلال أشهر الصيف (الفهداوي، ٢٠١٧).

٢,٣,١,٣,٢ المنخفض السوداني Sudan Low:

يُعد المنخفض السوداني من أبرز المنخفضات الحرارية التي تؤثر على مناخ العراق، حيث يأتي في المرتبة الثانية بعد المنخفض الهندي الموسمي من حيث التكرار. ينشأ نتيجة التقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية القادمة من الصحراء الكبرى، والتي تتميز بارتفاع حرارتها وجفافها الشديد، مع الرياح التجارية الجنوبية الشرقية القادمة من منطقة الضغط العالي شبه المداري جنوب القارة الإفريقية، والتي تحمل حرارة مرتفعة ولكن برطوبة أعلى نسبيًا نتيجة مرورها فوق المسطحات المائية الواسعة، مثل الجزء الغربي من المحيط الهندي والجزء الجنوبي الشرقي من المحيط الأطلسي. يحمل المنخفض السوداني عدة تسميات، حيث يُشار إليه أحيانًا بالمنخفض الجوي الإثيوبي أو منخفض الحبشة الجوي، كما يُعرف أيضًا باسم أخدود منخفض البحر الأحمر (صالح، ٢٠١٠)، تعكس هذه التسميات امتداده الجغرافي الواسع وتأثيره في مناطق مختلفة من شمال إفريقيا والشرق الأوسط.

يتحرك المنخفض السوداني عبر مسارين رئيسيين يؤثران على العراق. في المسار الأول، يتقدم شمالًا بمحاذاة البحر الأحمر حتى يصل إلى شبه جزيرة سيناء، ثم يتجه شرقًا ليصل إلى العراق من الجهة الجنوبية الغربية. أما في المسار الثاني، فإنه يتجه شمال شرق، مرورًا بالبحر الأحمر وشبه الجزيرة العربية، متجاوزًا جبال الحجاز، قبل أن يصل إلى العراق من الجهة الغربية.

يؤثر هذا المنخفض على الطقس في العراق بطرق مختلفة تبعًا للفصل الذي يحدث فيه. خلال الفصل البارد، يؤدي إلى هطول أمطار قليلة عند دخوله البلاد، في حين أنه يتحول مع نهاية الفصل البارد إلى منخفض جاف، مما يتسبب في هبوب رياح الخماسين التي ترافقها موجات من تصاعد الغبار والعواصف الترابية. ويُلاحظ أن تأثير هذا المنخفض يكون أكثر وضوحًا في المناطق الوسطى من العراق مقارنة بالمناطق الشمالية (الكناني، ٢٠٠٥).

٢,٣- راحة الإنسان وقرينة الحرارة والرطوبة النسبية:

يُعد المناخ من أكثر العوامل البيئية الطبيعية تأثيرًا في شعور الإنسان بالراحة أو الانزعاج، مما يؤثر على قدرته في إدارة أعماله اليومية بكفاءة. لهذا السبب، قام العلماء بدراسة وتحديد الظروف الجوية التي تساهم في تحقيق الشعور بالراحة لدى الإنسان، رغم الصعوبة التي واجهوها في وضع تعريف شامل للراحة الفسيولوجية، نظرًا لاختلاف استجابات الأفراد للظروف البيئية المختلفة. وتُعرَّف الراحة الفسيولوجية بأنها الإحساس الذي ينتاب الإنسان ويمنحه شعورًا بالراحة النفسية التامة ضمن ظروف مناخية وطبيعية معينة، بحيث يرغب في استمرارها دون زيادة أو نقصان (زكري، ٢٠٠٦). ويُنظر إليها أيضًا على أنها الحالة التي يصل فيها الجهاز العصبي المركزي إلى درجة من التكيف مع البيئة المحيطة، ما يؤدي إلى شعور الإنسان بالرضا والتأقلم مع الظروف البيئية (الدليمي، ١٩٩٠).

عرّف واتسون (Watson) الراحة (Comfort) بأنها الحالة التي يعبر فيها الدماغ عن الرضا تجاه المحيط الحراري، وقسّمها إلى نوعين: الراحة الفسيولوجية والراحة النفسية. الراحة الفسيولوجية، والتي تُعرف أحيانًا بالراحة الحرارية، تعكس حالة التوازن الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة، بحيث يحافظ الجسم على درجة حرارته الطبيعية (٣٧°م) دون الحاجة إلى آليات تعديل إضافية مثل الارتجاف لزيادة الحرارة أو التبخر للتبريد (Watson and Kenneth, 1983, p.17)، وتتحقق هذه الحالة عندما يكون فقدان الحرارة إلى المحيط الخارجي مساويًا للحرارة المتولدة داخليًا من العمليات الحيوية، مما يقلل من نشاط الأجهزة المسؤولة عن تنظيم حرارة الجسم إلى أدنى مستوى ممكن. أما الراحة النفسية، فلا تزال المعلومات المتوفرة عنها محدودة، حيث تظل دراستها في إطار وصفي نظرًا لصعوبة تحديد المعايير الدقيقة لقياسها (الدوري، ٢٠٠٩).

وتعرفها مؤسسة (Building Research Station B.R.S) بأنها تلك الحالة التي تحصل عندها الراحة وهذه تحصل عند الإبقاء على درجة حرارة الجسم بحدود (٣٧) م°، ودون القيام بأية جهود أو بذل طاقة او أي نشاط يودي الى تعرق او ارتجاف عضلي مضطرب (Evans, 1980, p.20)، حيث إن الشعور بالراحة مسألة نسبية تختلف من شخص إلى آخر ومن وقت إلى آخر تبعاً لاختلاف حالة الشخص الصحية واختلاف العمر والجنس ونوع الملابس الذي يرتديها الشخص، إذ إن الحالة المناخية المريحة بالنسبة لشخص ما قد لا تكون بالضرورة حالة مريحة لشخص آخر، وما هو مريح لشخص ما في وقت معين قد لا يكون مريحاً للشخص نفسه في وقت آخر، لذلك فإن الوظائف الفسيولوجية لجسم الانسان وحالته النفسية التي تستجيب للتغيرات التي تطرأ على الاحوال المناخية السائدة في المكان الذي يعيش ويعمل فيه الانسان تكون مريحة (جاسم، ٢٠١٤).

ومن خلال ذلك يمكن ان نعرف **الراحة الفسيولوجية** هي شعور الانسان وجميع أجهزة جسمه بالراحة في البيئة المحيطة سواء كانت حارة او باردة، مما تجعل الانسان يحس بالانتعاش وتعمل كل أجهزة جسمه براحة تامة دون الشعور بالضيق.

١,٢,٣ العوامل المؤثرة في تحديد الراحة الحرارية:

١,١,٢,٣ درجة الحرارة:

تعد درجة الحرارة أهم العناصر المناخية التي تؤثر بشكل مباشر على الراحة الحرارية للإنسان، فدرجات الحرارة المعتدلة تعطي جسم الإنسان الارتياح والنشاط وبذل الجهد، بعكس درجات الحرارة المرتفعة التي تسبب الضيق والضجر والخمول، وقد تم تحليل درجات الحرارة اليومية المتوسطة لمحطات الدراسة واستخراج معدلها الشهري والسنوي خلال مدة الدراسة 2010 – 2023 من خلال الجدول (٣) والذي عن طريقه يتضح ما يلي:

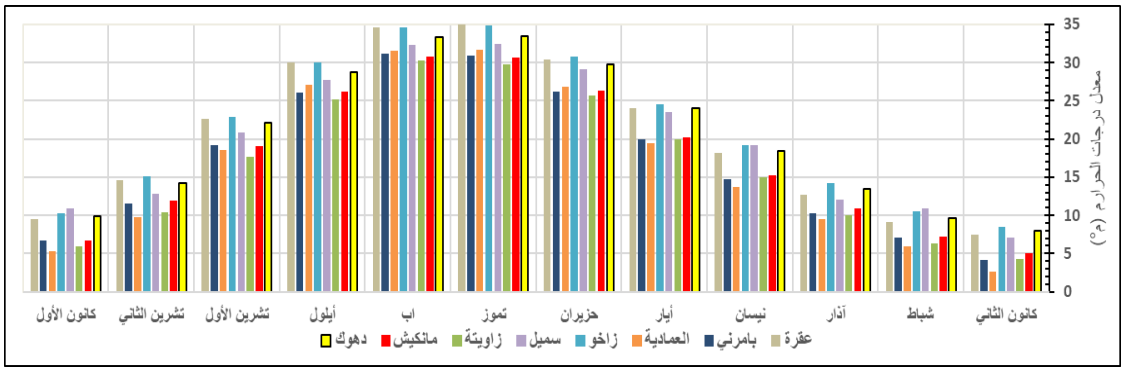
- أن شهر (كانون الثاني) هو أقل الشهور حرارة في جميع المحطات، وفيه تنخفض معدلات درجات الحرارة في بسبب تأثير الكتل القطبية – القارية القادمة من الشمال، وكذلك لكون الشمس تتعامد في هذا الفصل على مدار الجدي، وتكون الأشعة مائلة.
- تأخذ معدلات درجات الحرارة الشهرية بالارتفاع التدريجي مع بداية شهر (آذار) في جميع المحطات بسبب نهاية فصل الشتاء، ويظهر الارتفاع الملحوظ في معدلات درجات الحرارة في شهر (نيسان)؛ حيث تأخذ درجات الحرارة بالارتفاع حتى تصل إلى قمة ارتفاعها في شهري (تموز وآب). في شهر (أيلول) تبدأ درجات الحرارة بالانخفاض؛ بسبب نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف وتنخفض درجات الحرارة انخفاضاً ملحوظاً في (شهر تشرين الأول) في جميع المحطات، وتنخفض في حدود سبع درجات مئوية عنها في شهر (تشرين الثاني) في أغلب المحطات وتستمر بالانخفاض حتى شهر (كانون الثاني).
- أعلى المعدلات السنوية لدرجة الحرارة المتوسطة سُجلت في محطة (زاخو)؛ بسبب الانخفاض عن مستوى البحر بالنسبة للمحطات الأخرى، وإحاطة الجبال لها من أغلب الجهات، وتلي محطة (زاخو) محطتا عقرة ودهوك.
- أدنى معدلات الحرارة السنوية سُجلت في محطتي (زاويتة وعقرة)؛ بسبب انخفاض درجة الحرارة فيها طوال العام لارتفاعها عن سطح الأرض، وتلتهما محطتا: بامرني، ومانكيش؛ بسبب الانخفاض الشديد لدرجات حرارتهما في فصل الشتاء، وبالتالي انخفاض معدلات درجة الحرارة السنوية.

جدول (٢) المعدل الشهري والسنوي لدرجة حرارة الهواء (°م) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠١٠-٢٠٢٣)

المحطات	الشهور												المعدل السنوي
	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	
دهوك	7.9	9.6	13.5	18.5	24.0	29.8	33.5	33.3	28.8	22.1	14.2	9.9	20.4
مانكيش	5.0	7.2	10.9	15.2	20.2	26.3	30.6	30.7	26.2	19.1	12.0	6.7	17.5
زاويتة	4.3	6.3	10.0	15.0	20.0	25.7	29.8	30.3	25.2	17.7	10.4	6.0	16.7
سميل	7.0	10.9	12.0	19.2	23.5	29.2	32.4	32.4	27.7	20.8	12.8	10.9	19.9
زاخو	8.5	10.5	14.2	19.1	24.6	30.8	34.8	34.5	30.0	22.8	15.1	10.3	21.3
العمادية	2.6	6.0	9.5	13.8	19.5	26.8	31.7	31.5	27.0	18.5	9.7	5.3	16.8
بامرني	4.2	7.1	10.3	14.7	20.0	26.1	30.9	31.1	26.0	19.2	11.5	6.7	17.3
عقرة	7.4	9.1	12.7	18.1	24.0	30.4	34.9	34.5	30.1	22.6	14.6	9.5	20.7
المعدل الشهري العام	5.9	8.3	11.6	16.7	22.0	28.1	32.3	32.3	27.6	20.3	12.5	8.1	18.8

المصدر: جمهورية العراق، حكومة إقليم كوردستان، وزارة النقل والاتصالات، المديرية العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي/دهوك، إحصاء وتقارير، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (١) المعدل الشهري والسنوي لدرجة حرارة الهواء (°م) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠١٠-٢٠٢٣)



المصدر: اعتماداً على جدول (٢).

٢,١,٢,٣ الرطوبة النسبية:

للرطوبة النسبية تأثير كبير على راحة الإنسان فعندما يتزامن ارتفاع درجات الحرارة مع ارتفاع في الرطوبة النسبية تصبح درجة الحرارة المحسوسة (Sensible Temperature) أعلى من درجة حرارة الهواء ويشعر الإنسان عندها بالانزعاج والإجهاد الحراري، ولذلك تعد درجة الحرارة والرطوبة النسبية من أهم العناصر المناخية المحددة لمدى شعور الإنسان بالراحة ولهذا تم استخدامهما في كثير من مؤشرات الراحة الحرارية، وقد تم تحليل الرطوبة النسبية لمحطات الدراسة واستخراج معدلها الشهري والسنوي خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠٢٣، ومن تحليل الجدول (٣) والشكل (٢) يوضح ما يأتي:

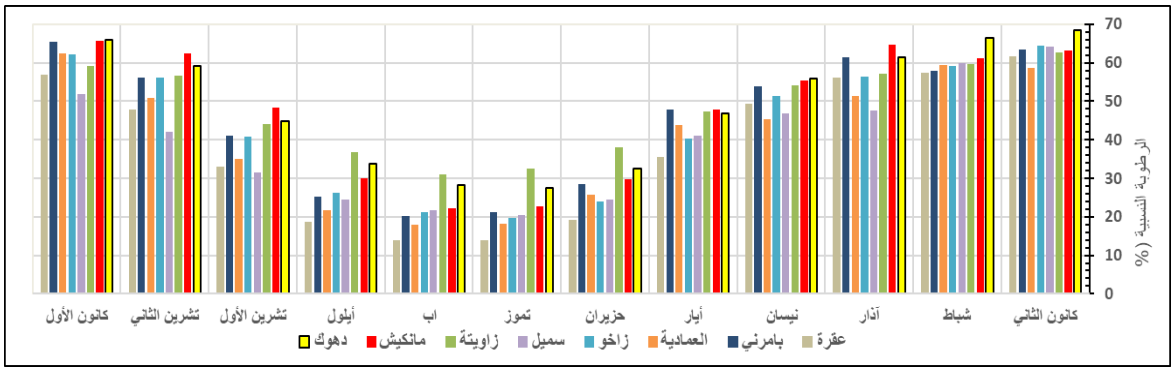
- ارتفاع المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في شهور الشتاء؛ بسبب انخفاض درجات الحرارة ولذلك يسجل شهر (كانون الثاني) أعلى المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في أكثر محطات الدراسة، وقد سجلت المحطات (دهوك ومانكيش وبامرني) أعلى نسب للرطوبة النسبية في جميع شهور فصل الشتاء (٦٧% و ٦٣,٤% و٦٢,٣% على التوالي)؛ بينما سجلت محطتي (عقرة وسميل) أقل نسبة رطوبة لهذه الشهور (٥٨,٦% و٥٨,٧%) على التوالي.
- وفي شهور فصل الربيع تبدأ نسب الرطوبة بالانخفاض التدريجي؛ بسبب ارتفاع درجات الحرارة.
- تصل الرطوبة النسبية إلى ذروة الانخفاض في شهور فصل الصيف؛ بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وقد سجلت محطة (زاويتة) أعلى معدل للرطوبة النسبية في جميع شهور فصل الصيف (٣٣,٩%)، وأقل معدل للرطوبة النسبية في جميع شهور فصل الصيف سجل في محطة (عقرة) (١٥,٧%) وتعاود الرطوبة النسبية الارتفاع التدريجي في شهور فصل الخريف في جميع المحطات.
- أعلى معدلات الرطوبة النسبية السنوية سُجلت في المحطات (دهوك، زاويتة، مانكيش)؛ فقد سجلت محطة دهوك أعلى معدل سنوي للرطوبة النسبية (٤٩,٢) تلتها محطة زاويتة (٤٨,٣%)، ثم محطة مانكيش (٤٧,٨%)، بينما سجلت المحطات (عقرة وسميل) أقل المعدلات السنوية بواقع (٣٨,٦% و ٣٩,٧%) على التوالي.

جدول (٣) المعدل الشهري والسنوي للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠١٠-٢٠٢٣)

المحطات	الشهور												المعدل السنوي
	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	
دهوك	68.5	66.5	61.4	55.8	46.8	32.4	27.6	28.3	33.7	44.7	59.2	65.9	49.2
مانكيش	63.2	61.2	64.7	55.5	47.8	29.9	22.6	22.1	30.0	48.3	62.3	65.8	47.8
زاويتة	62.6	59.7	57.1	54.2	47.3	38.1	32.6	31.0	36.8	44.0	56.6	59.2	48.3
سميل	64.2	60.0	47.7	46.8	41.0	24.5	20.5	21.6	24.5	31.5	42.0	52.0	39.7
زاخو	64.3	59.2	56.4	51.4	40.4	23.9	19.8	21.3	26.2	40.7	56.1	62.1	43.5
العمادية	58.7	59.3	51.4	45.4	43.8	25.7	18.3	18.0	21.6	35.1	50.9	62.4	40.9
بامرني	63.5	57.9	61.5	54.0	47.8	28.6	21.1	20.3	25.2	41.0	56.1	65.4	45.2
عقرة	61.6	57.4	56.2	49.4	35.6	19.2	13.9	14.0	18.6	33.1	47.8	56.9	38.6
المعدل الشهري العام	63.3	60.1	57.0	51.6	43.8	27.8	22.0	22.1	27.1	39.8	53.9	61.2	44.1

المصدر: جمهورية العراق، حكومة إقليم كوردستان، وزارة النقل والاتصالات، المديرية العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي/دهوك، إحصاء وتقارير، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (٢) المعدل الشهري والسنوي للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠١٠-٢٠٢٣)



المصدر: اعتماداً على جدول (٣).

٢,٢,٣ قرينة الحرارة والرطوبة النسبية (توم) : Thom's Index (THI)

يعد دليل (THI) من المقاييس الاساسية لقياس راحة الإنسان، إذ يتخذ من درجة الحرارة والرطوبة النسبية اساسا لتحديد شعور الإنسان بالراحة أو الانزعاج لما لهذين المتغيرين من تأثير كبير على الراحة المناخية لجسم الإنسان (ناهي، ٢٠٠٦)، اذ تعد الرطوبة النسبية ثاني العناصر المناخية أهمية في التصنيفات الحيوية الفسيولوجية بعد الحرارة كما أن للحرارة والرطوبة النسبية معاً تأثيراً قوياً على الراحة والصحة من حيث الارتفاع والانخفاض معاً وقد يكون في تباينهما تخفيف من درجة هذا التأثير، ولهذا اهتم العديد من العلماء والباحثون بتقدير الحرارة الفعلية والمحسوسة للرطوبة والحرارة وعلى رأسهم العالم توم (Thom's) (علي، ٢٠٠٥)، والذي قام في عام (١٩٥٩) بوضع علاقة لتحديد درجة راحة الإنسان في ظل ظروف مناخية معينة، بالاعتماد على درجة الحرارة والرطوبة النسبية أو درجة الحرارة الجافة ودرجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى (زكري، ٢٠٠٦)، حيث استخدم توم هذا المعيار او ما يسمى بدليل الحرارة والرطوبة Temperature Humidity Index الذي يرمز له (THI) في الوقت الذي يعد فيه البعض أن قرينة الرطوبة Humidex هو أفضل وأكثر فهماً للقارئ من دليل الحرارة والرطوبة النسبية (THI) ودليل الانزعاج Discomfort والذي يرمز له (DI)، لأن قرينة الرطوبة أكثر دقة في التعبير عن التغيرات في الرطوبة (ثابت، ٢٠١١).

في حال استخدام درجة الحرارة المئوية فإن المعادلة تصاغ على النحو الآتي (موسى، ٢٠٠٢):

$$THI = T - [(0.55 - 0.55 * Rh) * (T - 14.5)]$$

إذ ان:

T = درجة حرارة الترمومتر الجاف م˚.

Rh = الرطوبة النسبية %.

وتستخدم قرينة (توم) بصورة عامة لمعرفة وتحديد تأثير الحرارة والرطوبة على جسم الإنسان، ولهذا السبب فإن حدود استخدامها وحدود قيمها التصنيفية تقتصر على المناطق الحارة وللفترات الحارة التي تزيد معدلات درجات الحرارة فيها عن (١٤,٥) °م، ولتطبيق تلك القرينة على منطقة ذات ظروف مناخية متباينة خلال فصول السنة للكشف عن فصلية المناخ الفسيولوجي، فقد اعتمد حدود حرارية محدده لدرجة معينة من الراحة او عدمها ضمن قرينة توم (علي، ٢٠٢٠)، وهي كما في الجدول الاتي (٤).

الجدول (٤) الحدود التصنيفية لقرينة توم (Thom) لتحديد راحة الانسان

قيم THI	نوع الراحة
اقل من 10	ارهاق شديد بسبب البرودة (عدم راحة شديدة)
15 – 10	إرهاق متوسط يميل للبرودة (انزعاج متوسط)
18 – 15.1	راحة نسبية تميل للبرودة
21 – 18.1	راحة تامة
24 – 21.1	راحة نسبية تميل للحرارة
27 – 24.1	إرهاق متوسط يميل للحرارة (انزعاج متوسط)
29 – 27.1	إرهاق شديد بسبب الحرارة (عدم راحة شديدة)
أكثر من 29	اجهاد كبير وخطير على الصحة بسبب الحرارة المرتفعة

Source: Thom, E.C. 1959. The discomfort index، Weatherwise, Volume 12, Issue 2, P.57-61. Published online: 08 Jul 2010. https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960

3.2.3 التوزيع الشهري والسنوي لنتائج تطبيق دليل الحرارة – الرطوبة (THI) :

بتطبيق معادلة توم على بيانات منطقة الدراسة بالاعتماد على المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الهواء في الجدول (٢) والرطوبة النسبية في الجدول(٣) حيث نتج عن ذلك الجدول (٤) والشكل (٣) والذي يمكن تحليله كما يأتي:

١.3.2.3 مستويات الراحة الحرارية في شهور فصل الشتاء :

تنخفض درجات الحرارة في معظم محطات الدراسة من بداية شهر (كانون الأول) وتستمر حتى نهاية شهر (شباط)، ويتضح من نتائج مؤشر (THI) عند تطبيقه على محطات الدراسة في شهور الشتاء الموضح بالجدول (٥)، أن هناك تقارباً لمستويات الراحة الحرارية في شهور فصل الشتاء خاصة في شهر (كانون الثاني)، لكن هناك تبايناً في مستويات الراحة الحرارية بين محطات الدراسة يتراوح بين (إرهاق شديد بسبب البرودة) و (إرهاق متوسط يميل للبرودة)، وفيما يلي تحليل لمستويات الراحة الحرارية لشهور الشتاء المستخلصة من نتائج مؤشر (THI).

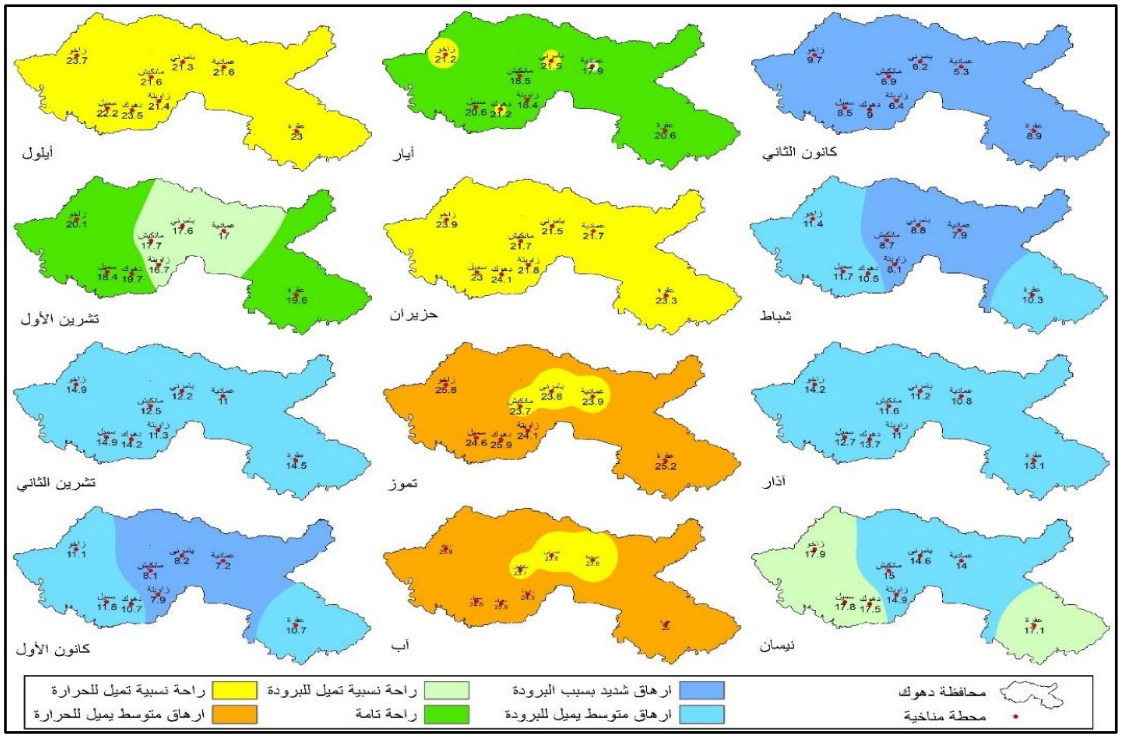
جدول (5) النتائج الشهرية والسنوية لتطبيق قرينة توم (THI) في محطات منطقة الدراسة

المحطة الشهر	محطة دهوك		محطة مانكيش		محطة زاويتة	
	THI	الدلالة	THI	الدلالة	THI	الدلالة
كانون الثاني	9.0	إرهاق شديد بسبب البرودة	6.9	إرهاق شديد بسبب البرودة	6.4	إرهاق شديد بسبب البرودة
شباط	10.5	إرهاق متوسط يميل للبرودة	8.7	إرهاق شديد بسبب البرودة	8.1	إرهاق شديد بسبب البرودة
آذار	13.7	إرهاق متوسط يميل للبرودة	11.6	إرهاق متوسط يميل للبرودة	11.0	إرهاق متوسط يميل للبرودة
نيسان	17.5	راحة نسبية تميل للبرودة	15.0	إرهاق متوسط يميل للبرودة	14.9	إرهاق متوسط يميل للبرودة
أيار	21.2	راحة نسبية تميل للحرارة	18.5	راحة تامة	18.4	راحة تامة
حزيران	24.1	راحة نسبية تميل للحرارة	21.7	راحة نسبية تميل للحرارة	21.8	راحة نسبية تميل للحرارة
تموز	25.9	إرهاق متوسط يميل للحرارة	23.7	راحة نسبية تميل للحرارة	24.1	راحة نسبية تميل للحرارة
اب	25.9	إرهاق متوسط يميل للحرارة	23.7	راحة نسبية تميل للحرارة	24.3	إرهاق متوسط يميل للحرارة
أيلول	23.5	راحة نسبية تميل للحرارة	21.6	راحة نسبية تميل للحرارة	21.4	راحة نسبية تميل للحرارة
تشرين الأول	19.7	راحة تامة	17.7	راحة نسبية تميل للبرودة	16.7	راحة نسبية تميل للبرودة
تشرين الثاني	14.2	إرهاق متوسط يميل للبرودة	12.5	إرهاق متوسط يميل للبرودة	11.3	إرهاق متوسط يميل للبرودة
كانون الأول	10.7	إرهاق متوسط يميل للبرودة	8.1	إرهاق شديد بسبب البرودة	7.9	إرهاق شديد بسبب البرودة
المعدل السنوي	18.0	راحة نسبية تميل للبرودة	15.8	راحة نسبية تميل للبرودة	15.5	راحة نسبية تميل للبرودة
المحطة الشهر	محطة سميل		محطة زاخو		محطة العمادية	
	THI	الدلالة	THI	الدلالة	THI	الدلالة
كانون الثاني	8.5	إرهاق شديد بسبب البرودة	9.7	إرهاق شديد بسبب البرودة	5.3	إرهاق شديد بسبب البرودة
شباط	11.7	إرهاق متوسط يميل للبرودة	11.4	إرهاق متوسط يميل للبرودة	7.9	إرهاق شديد بسبب البرودة
آذار	12.7	إرهاق متوسط يميل للبرودة	14.2	إرهاق متوسط يميل للبرودة	10.8	إرهاق متوسط يميل للبرودة
نيسان	17.8	راحة نسبية تميل للبرودة	17.9	راحة نسبية تميل للبرودة	14.0	إرهاق متوسط يميل للبرودة
أيار	20.6	راحة تامة	21.2	راحة نسبية تميل للحرارة	17.9	راحة نسبية تميل للبرودة
حزيران	23.0	راحة نسبية تميل للحرارة	23.9	راحة نسبية تميل للحرارة	21.7	راحة نسبية تميل للحرارة
تموز	24.6	إرهاق متوسط يميل للحرارة	25.8	إرهاق متوسط يميل للحرارة	23.9	راحة نسبية تميل للحرارة
اب	24.6	إرهاق متوسط يميل للحرارة	25.8	إرهاق متوسط يميل للحرارة	23.8	راحة نسبية تميل للحرارة
أيلول	22.2	راحة نسبية تميل للحرارة	23.7	راحة نسبية تميل للحرارة	21.6	راحة نسبية تميل للحرارة
تشرين الأول	18.4	راحة تامة	20.1	راحة تامة	17.0	راحة نسبية تميل للبرودة

تشرين الثاني	14.9	إرهاق متوسط يميل للبرودة	14.9	إرهاق متوسط يميل للبرودة	11.0	إرهاق متوسط يميل للبرودة	
كانون الأول	11.8	إرهاق متوسط يميل للبرودة	11.1	إرهاق متوسط يميل للبرودة	7.2	إرهاق شديد بسبب البرودة	
المعدل السنوي	17.6	راحة نسبية تميل للبرودة	18.3	راحة تامة	15.2	راحة نسبية تميل للبرودة	
المحطة الشهر	محطة بامرني		محطة عقرة				
	THI	الدلالة	THI	الدلالة			
كانون الثاني	6.2	إرهاق شديد بسبب البرودة	8.9	إرهاق شديد بسبب البرودة			
شباط	8.8	إرهاق شديد بسبب البرودة	10.3	إرهاق متوسط يميل للبرودة			
آذار	11.2	إرهاق متوسط يميل للبرودة	13.1	إرهاق متوسط يميل للبرودة			
نيسان	14.6	إرهاق متوسط يميل للبرودة	17.1	راحة نسبية تميل للبرودة			
أيار	21.5	راحة نسبية تميل للحرارة	20.6	راحة تامة			
حزيران	21.5	راحة نسبية تميل للحرارة	23.3	راحة نسبية تميل للحرارة			
تموز	23.8	راحة نسبية تميل للحرارة	25.2	إرهاق متوسط يميل للحرارة			
اب	23.8	راحة نسبية تميل للحرارة	25.0	إرهاق متوسط يميل للحرارة			
أيلول	21.3	راحة نسبية تميل للحرارة	23.0	راحة نسبية تميل للحرارة			
تشرين الأول	17.6	راحة نسبية تميل للبرودة	19.6	راحة تامة			
تشرين الثاني	12.2	إرهاق متوسط يميل للبرودة	14.5	إرهاق متوسط يميل للبرودة			
كانون الأول	8.2	إرهاق شديد بسبب البرودة	10.7	إرهاق متوسط يميل للبرودة			
المعدل السنوي	15.9	راحة نسبية تميل للبرودة	17.6	راحة نسبية تميل للبرودة			

المصدر: اعتماداً على جدول (٢) و جدول (٣).

شكل (٣) التباين المكاني لأقاليم الراحة الشهرية في محافظة دهوك



المصدر: اعتماداً على جدول (٥).

في شهري **كانون الأول وشباط** تأثرت المحطات: مانكيش، زاويتة، العمادية، بامرني، بمستويات عدم راحة شديدة بسبب البرودة. كما تأثرت المحطات: دهوك، سميل، زاخو، بامرني، عقرة بمستويات الانزعاج الحراري المتوسط بسبب البرودة.

أما في **كانون الثاني** تأثرت جميع محطات منطقة الدراسة بمستويات إرهاق شديد بسبب البرودة وهي نتيجة طبيعية للانخفاض الكبير في درجات الحرارة، بسبب تأثير الكتل القطبية والسيبيرية الباردة في هذا الوقت من السنة.

2.3.2.3 مستويات الراحة الحرارية في شهور فصل الربيع:

تظهر نتائج مؤشر (THI) عند تطبيقه على محطات الدراسة أن هناك اختلافاً بين شهور فصل الربيع (آذار، نيسان، أيار) في اغلب محطات الدراسة بعكس شهور فصل الشتاء التي كانت مستويات الراحة فيها متقاربة، وهي نتيجة طبيعية للارتفاع التدريجي لدرجات الحرارة في فصل الربيع، وفيما يلي تحليل لمستويات الراحة الحرارية لشهور فصل الربيع.

في شهر **آذار** تأثرت جميع محطات منطقة الدراسة بمستويات الانزعاج الحراري المتوسط بسبب البرودة نتيجة لاستمرار موجات البرد وانخفاض درجة الحرارة في هذا الشهر. أما في شهر **نيسان** تأثرت المحطات: مانكيش، زاويتة، العمادية، بامرني بمستويات الارهاق المتوسط بسبب البرودة. في حين تأثرت المحطات: دهوك، سميل، زاخو، عقرة بمستويات راحة نسبية تميل للبرودة.

أما في شهر **أيار** فسُجلت مستويات الراحة الحرارية التامة في المحطات: مانكيش، زاويتة، سميل، عقرة. وهو أكثر شهر يتم تسجيل فيه مستويات الراحة التامة من بين شهور السنة. بينما سُجلت مستويات راحة نسبية تميل للحرارة في المحطات: دهوك، زاخو، بامرني. **في** حين سجلت محطة العمادية راحة نسبية تميل للبرودة في هذا الشهر.

3.3.2.3 مستويات الراحة الحرارية في شهور فصل الصيف:

ترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف في أغلب محطات الدراسة ما عدا محطات المرتفعات التي تعتدل فيها درجات الحرارة، وعلى ذلك يظهر الانزعاج الحراري واضحاً في مستويات الراحة الحرارية في فصل الصيف في اغلب المحطات، ويظهر تقارب في مستويات الراحة الحرارية بين شهور فصل الصيف.

إذ سجلت جميع محطات منطقة الدراسة مستويات راحة نسبية تميل للحرارة في شهر **حزيران**. في حين كان هناك تطابق في في مستويات الراحة خلال شهري **تموز** و **آب** على مستوى المحطة الواحدة باستثناء محطة زاويتة، إذ تأثرت المحطات: دهوك، سميل، وزاخو بمستويات إرهاق متوسط يميل للحرارة. في حين تأثرت المحطات: مانكيش، زاويتة، العمادية وبامرني بمستويات راحة نسبية تميل للحرارة.

4.3.2.3 مستويات الراحة الحرارية في شهور فصل الخريف:

يظهر التباين واضحاً في مستويات الراحة الحرارية بين محطات منطقة الدراسة خلال شهور الخريف، نتيجة للفوارق الحرارية التي تحدث في درجات الحرارة اثناء هذا الفصل والتي يكون اتجاهها للانخفاض التدريجي الكبير، ولا يزال التباين المكاني لمستويات الحرارة الحرارية مستمراً على معظم جهات المحافظة التي تمثلها محطات الدراسة.

سجلت جميع المحطات راحة نسبية تميل للحرارة في شهر **أيلول**. أما في شهر **تشرين الأول** فسجلت المحطات: دهوك، سميل، زاخو وعقرة مستويات راحة تامة بينما سجلت المحطات: مانكيش، زاويتة، العمادية وبامرني مستويات راحة نسبية تميل للبرودة. في حين سجلت جميع محطات منطقة الدراسة مستويات انزعاج متوسط بسبب البرودة في شهر **تشرين الثاني** لان هذا الشهر يعد بوابة دخول فصل الشتاء.

جدول (٦) النتائج الشهرية العامة لتطبيق قرينة توم (THI) العامة في محافظة دهوك

ت	الشهر	THI	الدلالة
١	كانون الثاني	7.6	إرهاق شديد بسبب البرودة
٢	شباط	9.7	إرهاق شديد بسبب البرودة
٣	آذار	12.3	إرهاق متوسط يميل للبرودة
٤	نيسان	16.1	راحة نسبية تميل للبرودة
٥	ايار	20.0	راحة تامة
٦	حزيران	22.6	راحة نسبية تميل للحرارة
٧	تموز	24.6	إرهاق متوسط يميل للحرارة
٨	اب	24.6	إرهاق متوسط يميل للحرارة
٩	أيلول	22.3	راحة نسبية تميل للحرارة
١٠	تشرين الأول	18.4	راحة تامة
١١	تشرين الثاني	13.2	إرهاق متوسط يميل للبرودة
١٢	كانون الأول	9.5	إرهاق شديد بسبب البرودة
المعدل السنوي العام		١٦,٧	**راحة نسبية تميل للبرودة**

المصدر: اعتماداً على جدول (٥).

يظهر لدينا عند تحليل نتائج الجدول (٥) و الجدول (٦) أن شهر تشرين الأول يعد أفضل شهور السنة راحة حرارية، يليه (أيار)، في حين تمثل شهور فصل الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) أكثر شهور السنة في عدم الارتياح المناخي والشعور بالانزعاج الحراري بسبب الانخفاض الكبير في درجات الحرارة في أغلب المحطات. كما بينت الدراسة أن محطة (زاخو) تعد أفضل محطات الدراسة راحة حرارية سنوية (راحة تامة)، وأن محطة (العمادية) أعلى محطات الدراسة عدم راحة (راحة نسبية تميل للبرودة) بسبب انخفاض درجات الحرارة وقلة الرطوبة النسبية.

٤. الاستنتاجات والتوصيات:

خلصت هذه الدراسة إلى أن مستويات الراحة الحرارية في محافظة دهوك تتباين مكانياً وزمانياً تبعاً للعوامل المناخية المختلفة، حيث أظهرت النتائج أن شهر تشرين الأول يمثل أكثر شهور السنة راحة حرارية، يليه شهر أيار، بينما كانت شهور الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) الأكثر إزعاجًا حراريًا نتيجة الانخفاض الكبير في درجات الحرارة. كما تبين أن محطة زاخو تتمتع بأعلى مستويات الراحة الحرارية السنوية، بينما كانت محطة العمادية الأقل راحة بسبب انخفاض درجات الحرارة وقلة الرطوبة النسبية.

وتؤكد هذه النتائج أهمية مراعاة التأثيرات المناخية عند التخطيط الحضري واتخاذ التدابير المناسبة لتحسين ظروف العيش والعمل في المنطقة، من خلال تبني استراتيجيات تهدف إلى الحد من التأثيرات السلبية للبرد القارس أو الحرارة الشديدة. كما توصي الدراسة بإجراء المزيد من الأبحاث التي تتناول العلاقة بين المناخ والراحة الحرارية باستخدام مؤشرات أخرى أكثر شمولًا، بالإضافة إلى توسيع نطاق الدراسة ليشمل فترات زمنية أطول ومحطات مناخية أكثر، مما يتيح فهماً أعمق للتغيرات المناخية وتأثيرها على الراحة البشرية.

المصادر:

الاسدي، كاظم عبدالوهاب حسن. (١٩٩١). *تكرار المنخفضات الجوية وأثرها في طقس العراق ومناخه* (رسالة ماجستير). جامعة البصرة، كلية الآداب.

ثابت، أحمد محمد جبريل (٢٠١١). *المناخ وأثره على راحة وصحة الانسان في الضفة الغربية وقطاع غزة– فلسطين: دراسة في المناخ التطبيقي* (رسالة ماجستير). الجامعة الإسلامية، كلية الآداب.

جاسم، زياد محمد حميد. (٢٠١٤). *التبدل المناخي وأثره على راحة الانسان في المنطقة المتموجة من العراق* (رسالة ماجستير). جامعة تكريت، كلية التربية للعلوم الإنسانية.

الجبوري، خالد سطم عطية. (٢٠١٧). *أثر التغيرات المناخية على تنمية الغطاء النباتي الطبيعي في محافظة نينوى* (أطروحة دكتوراه). جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية

الجنابي، صلاح حميد. (٢٠١٠). مناخ مدينة الموصل. *دراسات موصلية*، ٣ (٢٨)، ص ص. ١-١٤.

الحساني، مصطفى فلاح. (٢٠٢٠). *مناخ العراق: أسس وتطبيقات*. العراق: دار مسامير للطباعة والنشر.

الدزيي، سالار علي خضر. (٢٠١٠). *التحليل العملي لمناخ العراق*. العراق، بغداد: دار الفراهيدي.

الدليمي، مهدي حمد فرحان. (١٩٩٠). *أثر المناخ على صحة وراحة الانسان في العراق: دراسة في المناخ التطبيقي الطبي* (رسالة ماجستير). جامعة بغداد، كلية التربية ابن رشد.

الدوري، سماح إبراهيم الدوري. (٢٠٠٩). *أثر التذبذب المناخي على راحة الانسان في محافظة صلاح الدين*. جامعة تكريت، كلية الآداب.

زكري، يوسف محمد. (٢٠٠٦). *مناخ ليبيا: دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي* (اطروحة دكتوراه). جامعة منتوري، كلية علوم الأرض.

السامرائي، قصي عبدالمجيد. (٢٠٠٧). *مبادئ الطقس والمناخ*. عمان، الأردن: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

السعيدي، علي غليس ناهي. (٢٠٠٦). تحديد فترتي التدفئة والتبريد داخل المباني وعلاقتهما في استهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة واسط. *مجلة أبحاث ميسان*، ٢ (٣)، ص ص. ١٧٣-١٩٥.

السعيدي، علي غليس ناهي. (٢٠١١). *أثر تغير المناخ في تغيير المنظومات الشمولية السطحية المؤثرة في العراق خلال الفصل المطير* (أطروحة دكتوراه). جامعة البصرة، كلية التربية.

الشاوي، صدام صالح. (٢٠٢١). *دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي في قضاء البعاج* (رسالة ماجستير). جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية، قسم الجغرافية.

شحاذة، نعمان. (٢٠٠٨). *علم المناخ*. عمان، الأردن: دار الصفاء للنشر والتوزيع.

صالح، بشرى أحمد جواد. (٢٠١٠). دور المنخفض الجوي السوداني في التساقط المطري على العراق. *مجلة كلية التربية الأساسية*، ١٥ (٦٥)، ص ص. ١٥٩-١٧٤.

العاني، حازم توفيق و محمد، ماجد السيد ولي. (١٩٨٤). *خرائط الطقس والتنبؤ الجوي*. البصرة، العراق: وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

عبدالرحمن، ميسرة عدنان. (٢٠١٣). *المنظومات الضغطية المندمجة وتأثيرها على الظواهر الطقسية والمناخية في العراق* (أطروحة دكتوراه). الجامعة المستنصرية، كلية التربية.

عبداللطيف، عثمان ناصر محمود. (٢٠١٩). *الرياح وإمكانية استثمارها في انتاج الطاقة المتجددة في محافظة نينوى* (رسالة ماجستير). جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية.

علي، عبدالناصر رشاش. (٢٠٠٥). *المناخ وأثره على النشاط البشري بمحافظتي دمياط و سوهاج بمصر* (رسالة ماجستير). جامعة طنطا، كلية الآداب.

علي، قحطان محمد إبراهيم. (٢٠٢٠). *أثر المناخ على راحة الانسان في قضاء الرطبة* (رسالة ماجستير). جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية.

العوامي، سعيد ادريس. (٢٠١٧). *أسس علم المناخ*. ليبيا: دار الكتب الوطنية.

الفهداوي، ليث محمود. (٢٠١٧). *التغيرات المناخية وأثرها على الخصائص الهيدرولوجية للخزانات المائية على نهر الفرات في العراق* (أطروحة دكتوراه). جامعة الانبار.

القاضي، تغريد احمد عمران. (٢٠٠٦). *أثر المنخفضات في طقس ومناخ العراق* (أطروحة دكتوراه). كلية الآداب، جامعة بغداد.

كاظم، أحلام عبدالجبار. (١٩٩١). *الكتل الهوائية تصنيفها وخصائصها: دراسة تطبيقية على مناخ العراق* (أطروحة دكتوراه). جامعة بغداد، كلية الآداب.

الكناني، مالك ناصر عبود و ساجت، هدى علي. (٢٠١٧). تأثير المنخفض الهندي في تسجيلات الرطوبة النسبية في العراق. *مجلة كلية التربية*، ١ (٢٨)، ص ص ٤٣٥-٤٥٢.

الكناني، نهاد خضير كاظم. (٢٠٠٥). *تحليل زماني و مكاني لخصائص الأمطار الساقطة وسلاسلها الزمانية في العراق التنبؤ بسنوات الجفاف* (رسالة ماجستير). جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات.

اللويزي، محمد موسى خضر. (٢٠٢٠). *أثر المطر الفعال في تحديد نطاق الزراعة الديمية القمح والشعير في محافظة نينوى* (رسالة ماجستير). جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية.

موسى، علي حسن. (٢٠٠٢). *المناخ الحيوي*. دمشق، سوريا: دار نينوى للدراسات والنشر والتوزيع.

هراط، اسماعيل عبدالله. (٢٠١١). *تباين اتجاه ونوعية الرياح في العراق وإمكانية استثمارها* (أطروحة دكتوراه). كلية التربية، جامعة المستنصرية.

الوائلي، عبد العباس عواد لفه. (٢٠١١). *أثر التغير المناخي في تغير مواقع التيارات النفاثة فوق العراق وانعكاساته المناخية* (رسالة ماجستير). جامعة البصرة، كلية التربية.

الوائلي، علي عبد الزهرة كاظم. (٢٠٠٥). *أسس ومبادئ في علم الطقس والمناخ*. بغداد، العراق: وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

Barry, R.G., & Chorley, R.J. (2009). Atmosphere, Weather and Climate. Oxfordshire, United Kingdom: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203871027

Evans, J. M. (1980). Housing, climate, and comfort. London: Architectural Press, J. Wiley.

Thom, E.C. 1959. The discomfort index، Weatherwise, Volume 12, Issue 2, P.57-61. Published online: 08 Jul 2010. https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960

Watson, D. and Kenneth, L. (1983). Climate Design: Energy-efficient Building Principles and Practices. New York: McGraw-Hill.