التطرف الحراري السالب في محافظة بغداد للمدة (١٩٩٣-٢٠٢٣)

د.اوراس غني عبد الحسين

جامعة بغداد / كلية التربية للبنات

0rass.gani@coduw.uobaghdad.edu.iq

Negative Thermal Extremes in Baghdad Governorate During the Period (1993–2023)

Dr. Orass Ghani Abdul-Hussein

University of Baghdad - College of Education for Women

المستخلص

تُعد ظاهرة التطرف الحراري السالب من أبرز مظاهر التغير المناخي التي تشهدها المناطق ذات المناخ شبه الجاف ومنها محافظة بغداد ويقصد به انخفاض درجات الحرارة ما دون معدلاتها الاعتيادية، مما يؤدي إلى موجات برد شديدة التأثير في الإنسان والبيئة والأنشطة الاقتصادية ، تنبع أهمية البحث من كون التطرفات الحرارية السالبة تؤثر في مختلف القطاعات الحيوية، وخاصة الزراعة والطاقة والصحة العامة، إذ تتسبب بانخفاض إنتاجية المحاصيل، وزيادة استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة، فضلًا عن ارتفاع معدلات الإصابات بالأمراض المرتبطة بالبرودة، يهدف البحث الى دراسة التطرف الحراري السالب في محافظة بغداد بالاعتماد على تحليل البيانات اليومية لدرجات الحرارة الصغرى في محطة بغداد للمدة من(١٩٩٣-٢٠٢٣) ، وتم اعتماد موجات البرد والصقيع والبرد(الحالوب) كمظهر من مظاهر التطرف السالب، واظهرت نتائج البحث حدوث موجات البرد بمعدل تكرار بلغ (54) يوما و(15) يوما موجات الصقيع بينما بلغ معدل تكرار موجات البرد(الحالوب) بواقع (11) يوما، يعود اسباب هذا التطرف الى مجموعه عوامل منها، المرتفعات الجويه كالمرتفع السيبيري والاوربي وتأثر منطقة الدراسة بكتل هوائية قطبية باردة ادت الى تطرف سالب خلال مدة الدراسة .

الكلمات المفتاحية: التطرف الحراري، التطرف الحراري السالب ، محافظة بغداد.

Abstract

Negative thermal extremes represent one of the most prominent manifestations of climate change in semi-arid regions, including Baghdad Governorate. This phenomenon refers to the decrease in temperature below its long-term averages, resulting in severe cold spells that have significant impacts on humans, the environment, and various economic activities.

The importance of this study arises from the fact that negative thermal extremes affect several vital sectors—particularly agriculture, energy, and public health—by reducing crop productivity, increasing energy demand for heating, and elevating the incidence of cold-related diseases.

The study aims to investigate the characteristics of negative thermal extremes in Baghdad Governorate by analyzing daily minimum temperature data recorded at Baghdad Meteorological Station for the period (1993–2023). Cold waves, frost events, and hail occurrences were adopted as key indicators of negative thermal extremes.

The findings revealed that cold waves occurred 54 times, frost events ١٥ times, and hail ١١ times during the study period. The occurrence of these extremes is attributed to several meteorological factors, notably the influence of high-pressure systems such as the Siberian and European anticyclones, as well as the intrusion of cold polar air masses over the study area, which collectively contributed to the manifestation of negative thermal anomalies.

Keywords: Thermal Extremes, Negative Temperature Anomalies, Baghdad Governorate.

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة:

يقصد بالتطرف المناخي ارتفاع او انخفاض في احد عناصر المناخ عن معدلاتها الاعتيادية ، وما ينتج عن ذلك من تأثيرات سلبية او ايجابية ، وقد يعني الشذوذ تطرفاً لانه ايضا انخفاض او ارتفاع في قيم العناصر الجوية عن معدلاتها الاعتيادية ، وقد يتوسع في تعريف التطرف تبعاً الى التوقيت لياخذ زمناً معيناً ، ومقداراً معيناً او نوعاً معيناً واتجاهاً معيناً صعوداً او نزولاً في المدى الزمني الذي تستغرقه ، وقد تمتلك هذه التصنيفات الاربعة خواص تجعل الباحث يقف متحيراً ازاء معرفة اسبابها منها عشوائية الحدث في الزمان او المكان ، او ماكانت ذات مقياس متوسط او اكبر ، واخيراً صعوبة معرفة أسبابها او التنبؤ بها. (الجحيشي ،٢٠٠٢، ص١)

ان الشعور بالتطرف في درجات الحرارة من قبل الانسان أمر نسبي ، لانه يعتمد على العمر والجنس والحالة النفسية وعوامل اخرى ، وتؤثر عليه ثلاث عوامل جوية هي درجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح ،يتصف مناخ محافظة بغداد بارتفاع درجات الحرارة صيفاً، وبرودته القاسية شتاءاً ،الا ان هذه الخصائص تتباين في بعض الايام مسببة موجات البرد.(البياتي ،١٩٨٢،ص١)

مشكلة البحث:

ما طبيعة التطرف الحراري السالب في محافظة بغداد؟ وما العوامل الجوية المؤثرة في حدوثه ؟.

فرضية البحث:

التطرف الحراري السالب في محافظة بغداد يرتبط ارتباطًا مباشرًا بتأثير المرتفع السيبيري والكتل الهوائية الباردة المرافقة له، فضلًا عن طبيعة الموقع الجغرافي لمحافظة بغداد الذي يجعلها عرضة لتقلبات حرارية حادة خلال فصل الشتاء.

الحدود المكانية والزمانية :

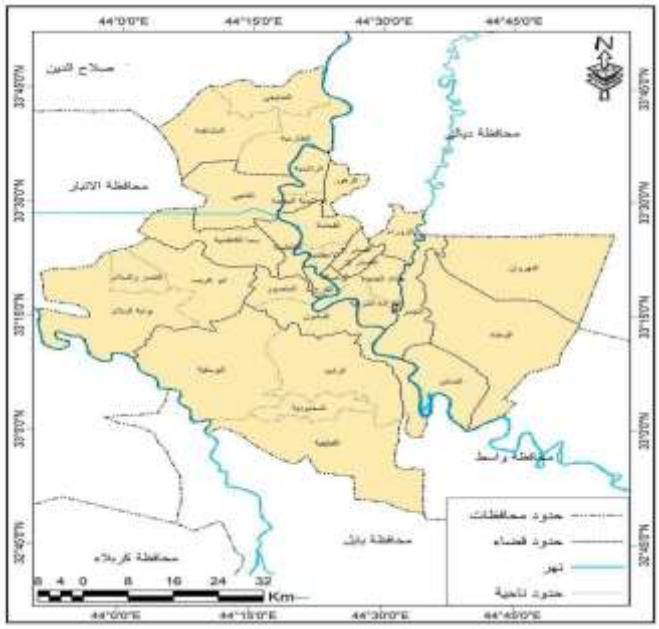
تتمثل حدود منطقة الدراسة بحدود محافظة بغداد الإدارية فلكياً ما بين دائرتي عرض (٤٨° ٣٢°-٤٦° ٣٣°) شمالاً وخطي طول (٥١° ٤٣°-٥٦° ٤٤°) شرقاً، بينما تتمثل الحدود الزمانية بالبيانات المناخية لمحطة بغداد خلال المدة من (١٩٩٣-٢٠٢٣) ينظر جدول (١) وخريطة (١).

جدول (١) المواقع الفلكي لمحطة بغداد

المحطة	قوس الطول شرقا	دائرة العرض شمالا	الارتفاع (م)
بغداد	٤٤°٢٤′	٣٣°١٨′	٣١.٧

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، أطلس مناخ العراق، ، بغداد، ٢٠٠٩، ص٥.

خريطة (١) محافظة بغداد



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على قاعدة البيانات الخاصة بمنطقة الدراسة باستخدام برنامجArc map

اولا :الآثار البيئية للتطرف السالب:

التطرف السالب أو التطرف الحراري السالب، يُقصد به الانخفاض الحاد والمفاجئ في درجات الحرارة عن المعدلات المناخية العامة المعتادة لمنطقة معينة خلال فترة زمنية قصيرة، ويُعدّ من مظاهر التطرف المناخي الذي تتزايد ملاحظته في العقود الأخيرة نتيجة التغيرات المناخية العالمية.

وللتطرف الحراري السالب الآثار الإيجابية والسلبية من اهمها:

١- الآثار الإيجابية للتطرف السالب:

رغم أن آثاره السلبية تفوق الإيجابية غالباً، إلا أن بعض الانخفاضات الحرارية المفاجئة قد تحمل بعض المنافع، ومنها:

١-الحد من انتشار الآفات الزراعية والحشرية اذ يؤدي الانخفاض الحاد في درجات الحرارة إلى القضاء على كثير من الحشرات والآفات التي لا تتحمل البرودة، مما يقلل من الحاجة إلى المبيدات الكيميائية في الموسم اللاحق.

٢-تنشيط بعض العمليات البيئية فالبرد المفاجئ في بعض البيئات قد يساعد على استعادة توازن النظام البيئي، خصوصاً في المناطق التي تشهد ارتفاعاً حرارياً مفرطاً لفترات طويلة.

٣-تحسين نوعية الهواء مؤقتاً حيث ان انخفاض درجات الحرارة يحد من الانبعاثات الغازية لبعض الملوثات الجوية، ويزيد من ترسيب الجسيمات العالقة في الجو.

٤-المساعدة في تجديد التربة الزراعية في بعض المناطق ، إذ تسهم موجات البرد القارص في تفكك بعض التكوينات السطحية وتحسين تهويتها، ما يعود بالنفع على خصوبة التربة مستقبلاً.

٢- الآثار السلبية للتطرف السالب :

تُعدّ هذه الآثار ألاكثر شيوعاً وخطورة، وتشمل الجوانب البيئية والزراعية والاقتصادية والصحية، منها:

١- الأضرار الزراعية كتلف المحاصيل الحساسة للصقيع مثل الحمضيات والخضروات وموت الأزهار أو البراعم في مراحل الإزهار المبكر الامر الذي يؤدي الى تقليص الإنتاج الزراعي وزيادة خسائر المزارعين.

٢-الآثار البيئية و تتمثل بتضرر الغطاء النباتي الطبيعي، خاصة في المناطق الجبلية وشبه الجافة ، فضلا عن نفوق بعض الكائنات البرية والبحرية بسبب البرودة المفاجئة ،كذلك اضطراب في توازن النظم البيئية نتيجة تغير الظروف الحرارية.

٣-الآثار الاقتصادية، كزيادة استهلاك الطاقة للتدفئة ، وتكاليف إضافية لمعالجة الأضرار الزراعية والبيئية، خسائر في قطاع النقل نتيجة تجمد الطرق أو انخفاض كفاءة المركبات.

٤- الآثار الصحية متمثلة بارتفاع معدلات الإصابة بالأمراض التنفسية مثل الزكام والالتهاب الرئوي وزيادة حالات الوفاة بين الفئات الضعيفة (كالمسنين والأطفال) وانخفاض كفاءة العمل والإنتاج بسبب برودة الطقس الشديدة.

٥-الآثار الاجتماعية مثل الاضطراب في الأنشطة اليومية والدراسية و احتمالية حدوث عزلة في المناطق الريفية أو الجبلية نتيجة إغلاق الطرق.

ثانيا: اسباب التطرف الحراري السالب:

يعود التطرف الحراري السالب الى مجموعه من الاسباب اهمها:

١- المنظومات الضغطية:

تتأثر منطقة الدراسة في جميع أشهر السنة بسيطرة انواع مختلفة من المنظومات الضغطية بعضها يكون ذو تأثير كبير، والبعض الاخر يكون تأثيرا ضعيفا تبعا لطبيعة كل منظومة ومواقعها وخصائصها وتأثيراتها المناخية ، ومن المنظومات الضغطية التي تؤثر على منطقة الدراسة:

أ- المنخفضات الجوية:

المنخفضات الجوية هي عبارة عن مناطق ضغط واطيء تحيطها خطوط تساوي الضغط الجوي المتنقلة، وقد يكون مصحوبة بالجبهات أو من دونها(النعيمي ،١٩٨٢، ٢٢٧). واهم المنخفضات التي تؤثر في منطقة الدراسة هي:

١- **منخفض البحر المتوسط:** وهو أهم أنواع المنخفضات التي يتعرض لها العراق نظراً لكونها المصدر الرئيس للتساقط، فأعلى معدل لتساقط الأمطار يكون مع أعلى تكرار لهذه المنخفضات ويرافقها في كثير من الأحيان حدوث زوابع رعدية في أشهر آذار ونيسان ومايس (جواد، ، ٢٠٠٧، ص٥٩) ، تؤثر حركة الرياح في طبقات الجو العليا في مسارات ومسالك المنخفضات الجوية المتوسطية، فكلما كان هناك تدني في عمق الاخدود وتكرارية التيار النفاث واتجاه محوره بعيداً عن المنطقة الشمالية من العراق كلما اقترن ذلك بتدني تكرارية المنخفضات الجوية المتوسطية فوق المنطقة الشمالية وقلتها ان لم نقل انعدامها في المنطقتين الوسطى والجنوبية من العراق الأمر الذي ينعكس على انخفاض كمية الأمطار الساقطة على العراق ولاسيما في المنطقتين الوسطى والجنوبية(عبد الباقي، ٢٠٠١، ص٨٧) فعند تحركها شرقاً نحو العراق، تدفع

رياحاً شمالية غربية باردة إلى مناطق الوسط، ومنها بغداد، تعمل على انخفاض درجات الحرارة انخفاضاً حاداً وحدوث التطرف السالب خاصةً في الليالي اللاحقة لعبور المنخفض عندما يتحول الجو إلى جاف وصافٍ مع إشعاع ليلي قوي يؤدي إلى تبريد سريع لسطح الأرض، فضلا عن ان هنالك تأثيرات أخرى يتسبب بها المنخفض المتوسطي خاصه عند سيطرة الجبهة الباردة فوق المناطق الشمالية من العراق، كما هنالك ظواهر أخرى تحدث مثل الرعد والبرق وتساقط البرد (السعيدي، ٢٠١٤ ،ص ١٤٨-١٤٩.)

٢- **المنخفض السوداني:** يساعد نطاق الضغط المنخفض فوق البحر الأحمر على تحركه نحو العراق، ويختلف تكرارها من موسم لآخر تبعاً لاختلاف التوزيعات الضغطية والعوامل المساعدة في تقدمها، واحياناً يرافق زيادة تكرار المنخفضات المتوسطية زيادة في تكرار منخفضات السودان لكن هذا لا يعني ان المنخفضات المتوسطية هي السبب في زيادة تكرار منخفضات السودان، فقد يرجع سبب زيادة تقدمها اما لتعمق المنخفض المتوسطي على العراق لتعرضه للإعاقة بمرتفع جوي شرقاً فيكون سبباً لتقدم منخفض السودان أو تعرض البحر المتوسط لمرتفع جوي قادم من الشمال أو الجنوب الأمر الذي يمنع تكون منخفضات فوقه أو بقاء السهل الرسوبي منطقة ضغط خفيف يصاحبها تقدم منخفضات اطلسية للبحر المتوسط بحيث يمنع تحركها شرقاً مما يسهل من تقدم منخفض السودان عند تعرض مرتفع الجزيرة العربية للاندفاع شمالاً أو ضعفه وتلاشيه خاصة ، احياناً ترافقه الأخاديد الواطئة في طبقات الجو العليا الأمر الذي يسبب حدوث الأمطار والزوابع الرعدية في الفترات الرطبة والعواصف الغبارية في الفترات الجافة فضلا عن تأثره بالمرتفع السيبيري فكلما كان عميقاً حال دون تقدمه (الاسدي ، 1991، ص٦٥) ، المنخفض السوداني بحد ذاته

ليس مصدرًا للبرودة في منطقة الدراسة لكنه يساعد على سحب الهواء البارد اليها و يعمّق المنخفضات الباردة القادمة من المتوسط كما يفعّل الجبهات الباردة و يخلق فرقا في الضغط الجوي يسمح باندفاع الرياح الشمالية الباردة ،وقد يعمل مع المرتفع السيبيري لإحداث موجات برد شديدة ،وهكذا يصبح له دور مهم في حدوث التطرف الحراري السالب، خاصة خلال الشتاء وبداية الربيع.

٣- **المنخفضات المندمجة:** يحدث أن تندمج المنخفضات المتوسطية مع منخفضات السودان فتعرف حينئذ بالمنخفضات المندمجة ويحدث هذا عندما يسبق المنخفض المتوسطي منخفضات السودان ويرافقها تكون الجبهات الباردة والدافئة والمنطبقة(جواد، ٢٠٠٧، ص٥٩)، وتعد المنخفضات المندمجة أشد أنواع المنخفضات وأكثرها تعقيداً ، وتتصف بكونها بطيئة الحركة وتسبب حالات الاضطراب في الطقس وتكون مصحوبة بتساقط الأمطار وحدوث الزوابع (الدزيي، 2013، ص145)

دور المنخفضات المندمجة في التطرف السالب في بغداد ،توفير الهواء البارد بشكل مكثف حيث ان اندماج المنخفض القاري (بارد وجاف) مع المنخفض المتوسط (بارد ورطب) يؤدي إلى هبوط حاد في درجات الحرارة هذا الهبوط يكون أكثر قوة من أي منخفض منفرد هذا يظهر غالبًا ليلاً أو فجراً عندما يكون الإشعاع الحراري شديدًا مما يؤدي الى حدوث صقيع وتجمد بسبب الهواء البارد الجاف من المنخفض القاري والرطوبة المعتدلة من المنخفض المتوسط .

ب - المرتفعات الجوية:

يعد المرتفع الجوي جزء من الغلاف الجوي يتميز بحركة معاكسه للمنخفضات تتحرك الرياح فيه مع اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي وعكس عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي، ويعرف أيضاً بانه منطقة ذات ضغط مرتفع محاطه بمنطقة

ضغط أكثر انخفاضا نسبيا وبسبب الحجم الكبير للمرتفعات الجوية فأنها تتميز من بانحدار ضغطي قليل مقارنة بالمنخفضات الجوية ولذلك تتميز برياح خفيفة وسياده حالات سكون الهواء في مراكزها(الياسري ،٢٠١٠،ص٦٨) وتتعدد أنواع المرتفعات الجوية المؤثرة في مناخ العراق وتختلف تبعاً لذلك ظروف الطقس المصاحبة لكل منها ويمكن توضيح ذلك بالآتي:

١- **المرتفع الجوي السيبيري** : يصنف هذا المرتفع الجوي من المرتفعات الجوية الباردة التي تتكون فوق يابس كتلة اوراسيا المغطاة بالثلوج ومركزه فوق هضبة منغوليا، ويتشكل هذا النوع من المرتفعات نتيجة الوزن الثقيل للهواء البارد الكثيف، وبما ان الضغط يتناقص بالأرتفاع في الهواء البارد اسرع مما في الهواء الدافئ فأن شدة هذا المرتفع تتناقص كلما ارتفعنا الى الأعلى ويتصف بوجود تيارات هوائية هابطة جافة من الأعلى للأسفل و وجود حالات من الأستقرار الجوي وتكون حركتها بطيئة وطويلة العمر (عبد الباقي، ٢٠٠١، ص٦٥) .تؤدي شدة البرودة إلى ازدياد مساحة هذا المرتفع الجوي فيشمل تأثيره جزءا كبيراً من قارة اوربا ويمتد جنوباً ليشمل جنوب غرب اسيا فيؤثر على هضبتي ارمينيا والأناضول والعراق ويصل امتداده ايضاً شمال شبه الجزيرة العربية (عزيز كوطي الحسيناوي، ٢٠٠٢، ص٤٠) يعد هذا المرتفع من المرتفعات الجوية الباردة وفصلية التأثير فعندما يتأثر العراق بهذا المرتفع يسهم في خفض معدل درجة الحرارة الى (٢ °م) ، كما انه يتباين بين فصل وآخر، إذ يبدأ بداية ضعيفة ابتداء من شهر أيلول ثم تزداد شدته شتاء وبعدها يأخذ بالضعف والاضمحلال (الربيعي، ٢٠٠١، ص١٦٨) ، يلاحظ عند سيطرة المرتفع السيبيري حدوث انخفاض في معدلات درجات الحرارة وانخفاض معدلات سرعة الرياح حتى تصل حد السكون وهي عوامل مساعدة على حدوث الصقيع والضباب، ففي شهر تشرين الأول يسبب

حدوث انخفاض في معدلات درجات الحرارة وانخفاض سرعة الرياح مسبباً تصاعداً للغبار الخفيف وكلما تقدمنا بأتجاه المحطات الوسطى كلما ارتفعت درجة الحرارة وازدادت سرعة الرياح مسببة تصاعد الأتربة، أما في شهر كانون الأول الذي يعد الأكثر تكراراً للمرتفع السيبيري فيعمل على سحب للكتل الهوائية القطبية القارية الباردة لذلك تزداد فرص تكون الصقيع والضباب ولاسيما في المحطات الشمالية إذ تنخفض درجة الحرارة مع رياح ساكنة، وكلما ازداد تقدم المرتفع نحو الأجزاء الوسطى والجنوبية من العراق كلما ارتفعت حرارته وتبع ذلك انخفاض في قيم الضغط الجوي وزيادة سرعة الرياح (الشمري، ٢٠٠٧، ص٣٢)، المرتفع السيبيري هو العامل الجوي الأكثر تأثيرًا في حدوث التطرف السالب في العراق، بما في ذلك محافظة بغداد.فعندما يمتد ذراعه الجنوبي الغربي نحو المنطقة، ومع غياب أو ضعف المرتفع شبه المداري، تتعرض البلاد لموجات برد قارس، وهبوط حراري كبير، وصقيع قد يمتد إلى مناطق الوسط والجنوب .(الدزيي، ، ٢٠١٣، ص١٢٦)

٢- المرتفع الجوي الأوربي : يصنف هذا المرتفع بكونه من المرتفعات الجوية الباردة الناجمة عن التبريد الشديد لليابسة شتاء ويتمركز في اواسط القارة الاوربية وينشأ نتيجة لأسباب حرارية ، تصل امتدادات هذا المرتفع غربي اسيا وشمال افريقيا ويشمل تأثيره بلاد الشام والعراق، ويدخل العراق من جهته الشمالية الغربية والغربية فيساهم في خفض معدلات درجات الحرارة وعلى الرغم من قلة تكرار حدوثه قياساً بالمرتفع الجوي السيبيري، الذي غالباً ما يندمج مع المرتفع الاوربي وشبه المداري لدرجة يصعب تمييزه الا عن طريق قيمة مركز الضغط الجوي (الربيعي، ٢٠٠١، ص٧٨) ، يسهم عند دخوله العراق في خفض معدلات درجات الحرارة وقلة سرعة الرياح ويسهم في سحب الكتل القطبية القارية والبحرية التي تمتاز بالانخفاض الشديد في درجات الحرارة

وهي عوامل تسهم في حدوث ظاهرتي الصقيع والضباب، تتأثر منطقة الدراسة بالكتل الهوائية الباردة القادمة من الشمال الغربي عبر سوريا ومن الشمال الشرقي عبر إيران وتركيا فعندما يتشكل المرتفع الأوروبي ويمتد شرقًا يتدفق الهواء البارد القاري الجاف نحو بغداد فتنخفض درجات الحرارة بسرعة كبيرة، خصوصًا ليلاً وتحدث حالات تطرف سالب وصقيع أحيانًا، خاصة عند صفاء السماء وسكون الرياح.

ج – الكتل الهوائية:

تعرف الكتلة الهوائية بأنها حجم كبير من الهواء يتصف بتجانس خصائصه من حيث درجات الحرارة والرطوبة، ويمتد ليشمل مساحة واسعة تغطي الاف الكيلومترات ويصل سمكها لأكثر من عدة كيلومترات (Arthur G. Judith, 1998, p. 113)اهم الكتل الهوائية المسبب للتطرف الحراري السالب في منطقة الدراسة:

١- **الكتلة الهوائية القطبية القارية(cP):** مصدر هذه الكتلة الهوائية سيبيريا إذ يستقر هنالك مرتفع جوي شديد البرودة يمتد منه لسان من الضغط المرتفع، باتجاه جنوبي غربي وتتحرك ايضاً من الشرق والشمال الشرقي لتتجه نحو مركز الضغط المنخفض في الخليج العربي والبحر العربي ، تتصف هذه الكتلة بانخفاض معدلات درجات الحرارة فهي تتراوح بين(-١٥م°) نهاراً و (-٢٥م°) ليلاً، وان كانت لا تصل العراق بنفس درجاتها الحرارية إذ يجري عليها الكثير من التعديل والتغير، وتختلف معدلاتها ايضاً داخل العراق بين منطقة واخرى ، لكنها قد تخضع للتعديل عند مرورها فوق مياه البحر المتوسط فيعمل هذا على رفع الرطوبة النسبية وقد يصحبها سقوط الأمطار على منطقة شرق البحر المتوسط (السامرائي، ٢٠١٦،ص٤٥٣)

تسبب هذه الكتلة عند دخولها العراق حدوث انخفاض كبير في معدل درجات الحرارة و انخفاض معدلات سرعة الرياح وينجم عنها تساقط الأمطار في محطات المنطقة الشمالية نظراً لطبيعتها الجبلية وبعد انقشاع السحب وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية يتكون الضباب الكثيف الذي ينجم عنه حجب أشعة الشمس وانخفاض معدل درجات الحرارة الامر الذي يؤدي الى حدوث موجات صقيع شديدة، عند تأثير هذه الكتل، تُلاحظ انخفاض كبير في درجات الحرارة قد تهبط الحرارة الصغرى إلى ما دون الصفر المئوي، اذ سجلت بغداد أحيانًا بين (−١ْ الى −٣ْ) م خلال تأثير قوي لها ، فضلا عن صفاء السماء واستقرار الطقس بسبب استقرار الهواء، تتشكل سماء صافية لعدة أيام متتالية ،يؤدي صفاء السماء ليلاً إلى فقدان حراري إشعاعي كبير، مما يزيد البرودة الليلية، كما ان جفاف الهواء وانخفاض الرطوبة النسبية لأن مصدر الهواء قاري وجاف، تنخفض الرطوبة إلى مستويات قد تصل دون 30٪ ، كما ينجم عنه تشكل الصقيع والانجماد نتيجة تبريد السطح الشديد ليلاً مما يؤدي الى تكون طبقات صقيع تؤثر على الزراعة والنقل(التميمي، ٢٠٢١،ص ٣٨)

٢- **الكتلة الهوائية القطبية البحرية (mP):** مصدرها الهواء القادم من الجزء الشمالي للمحيط الاطلسي وتتجه شرقاً عبر البحر المتوسط مخترقة جبال لبنان الشرقية، وتدخل العراق من الغرب والشمال الغربي بأتجاه منطقة الضغط المنخفض المتمركزة فوق الخليج العربي ، في أعقاب مرور المنخفضات الجوية الجبهوية باتجاهين من الغرب عن طريق البحر المتوسط فتكون أكثر رطوبة، والشمال الغربي الذي يمر عبر اوربا فيكون اقل رطوبة ونظراً للمسافة الطويلة التي تقطعها هذه الكتلة فوق اليابسة لذلك تصل العراق ككتلة هوائية معدلة ، تتصف هذه الكتلة بأنخفاض معدل درجات الحرارة لكنها غالباً ماتكون فوق التجمد والطبقة السفلى لهذه الكتلة دافئة ورطبة في حين ان

طبقاتها العليا باردة وهذا يساعد على ظهور حالات عدم الاستقرار الجوي وتساقط الأمطار التي تزداد شمالاً وتقل بالأتجاه جنوباً، وتزداد حالات الاستقرار لهذه الكتلة اذا ما تحركت فوق سطوح أبرد منها وقد تؤدي الى انخفاض مدى الرؤية وتكوين الضباب (الوائلي، ٢٠٢٢، ص٣٦٠٣).

جدول (٢)

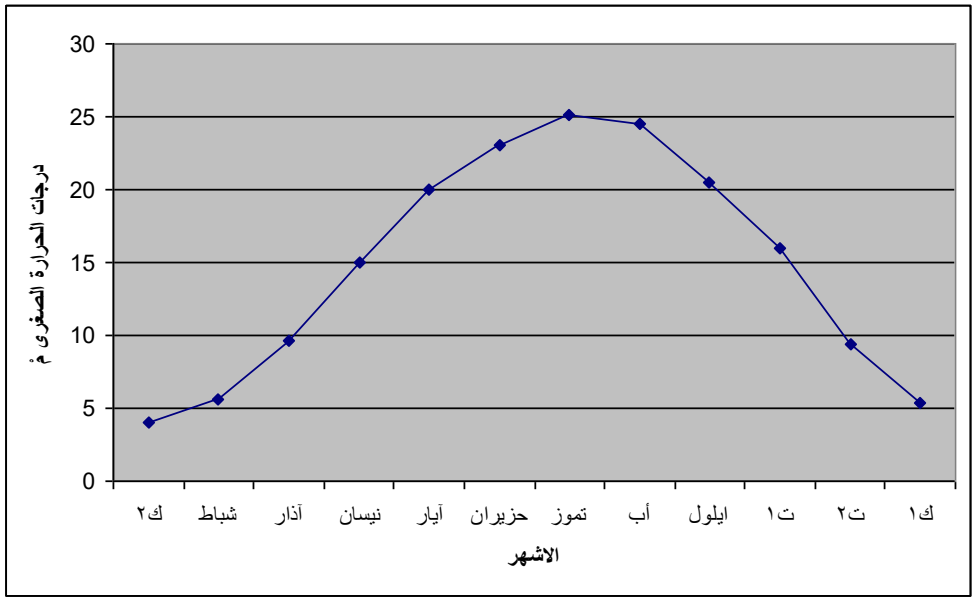
المعدل الشهري والسنوي لدرجات الحرارة الصغرى (م $^{\circ}$) في محطة بغداد المناخية للمدة (١٩٩٣-٢٠٢٣)

الاشهر	ك٢	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	أب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
المعدل	٣.٩٩	٥.٦٧	٩.٦٠	١٥.٠٠	١٩.٩٩	٢٣.٠٤	٢٥.٠٩	٢٤.٤٩	٢٠.٤٨	١٥.٩٦	٩.٤٤	٥.٣٦	١٤.٨٤

المصدر: وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

شكل (١)

المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى (م °) في محطة بغداد المناخية للمدة (١٩٩٣-٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٢)

ومن خلال دراسة البيانات المناخية لسنوات البحث تم استخراج التكرار السنوي لتطرف درجات الحرارة الصغرى وهي كما موضحه في الجدول (٣) حيث بلغ اعلى تكرار لعدد ايام تطرف درجات الحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني بواقع (٨٤) يوم ، في حين ادنى تكرار للتطرف شعده شهري تموز واب وبواقع يوم واحد فقط ، في حين بلغ مجموع الايام المتطرفة خلال مدة البحث ٤٤٧ يوم.

جدول(٣) تكرار التطرفات لدرجات الحرارة الصغرى (مْ) في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٣-٢٠٢٣)

الاشهر	ك٢	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	أب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع
التكرار	٨٤	٧٧	٤٥	٢٨	٣٩	١٢	١	١	١٠	٣٢	٣٩	٧٩	٤٤٧

المصدر: وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

ثالثا : مظاهر التطرف الحراري السالب :

من اهم مظاهر التطرف الحراري السالب موجات البرد والصقيع والبرد (الحالوب) ، وفيما يأتي توضيح لها:

١ _ موجات البرد :

تعد موجات البرد من الظواهر الجوية المرتبطة ببرودة الهواء وانخفاض درجات الحرارة ، وقد يرافقها رياح باردة تنشر على مساحات واسعة، وبسبب ان تحديدها يختلف من منطقة الى اخرى وفقا لخصائص المناخية لذلك تعددت مفاهيم الموجات البرد ، لفد عرفتها مؤسسة خدمة الطقس الوطني الامريكية (U.S National Service Weather) بانها" مدة من الطقس تتميز بانخفاض كبير في درجات الحرارة، او انها انخفاض سريع في درجات الحرارة تتطلب توفير حماية للقطاعات الزراعية والصناعية والتجارية والنشاطات الاجتماعية ، وان المعيار او درجات الحرارة التي تم بها تحديد موجات البرد تختلف بحسب الاقاليم والوقت من السنة"(الدزيي،٢٠١٠، ص ٢٤٢)، كما تعرف بانها" ظاهرة او احداث طقسية ذات مقياس سينوبتيكي ضمن مساحات واسعة احيانا، وتستمر من (٥-١٠) ايام"، وتعد موجات البرد من الظواهر المرتبطة ببرودة الهواء او بهبوب رياح باردة ، الا ان هذا المعيار يختلف حسب دوائر العرض

فانخفاض درجات الحرارة لا يمثل موجة برد في العروض العليا القطبية التي عادة ما تكون درجة حرارتها دون الصفر المئوي. ،في الغالب تتعاقب موجات من البرودة تنخفض فيها درجة الحرارة الصغرى عن ٧م°. يعد انخفاض درجات الحرارة موجة برد إذا توفرت الشروط التالية:- (التميمي، ٢٠٢١، ص ١٥)

١- تكون درجة الحرارة لذلك اليوم اقل من المعدل الشهري العام للحرارة الصغرى بـ(٥ م°) أو أكثر.

٢- تستمر اقل من المعدل بـ (٥م°) لثلاثة أيام متوالية أو أكثر .

من خلال ملاحظة الجدول (٣) يظهر لنا ان مجموع التكرار الشهري لموجات البرد في منطقة الدراسة بلغ(٥٤) موجة وجاء شهر كانون الاول بأعلى تكرار بلغ (٢٠) موجات وبنسبة(٣٧.٠٪) من نسب موجات البرد في منطقة الدراسة ، ويعود السبب إلى انخفاض معدلات درجات الحرارة بسبب انخفاض مقدار الإشعاع الشمسي الناتج عن حركة الشمس الظاهرية ، وكذلك بسبب وصول المرتفع القطبي ، في حين احتل شهرتشرين الثاني ادنى تكرار بواقع (٥) موجات و نسبة(٩.٣٪) فقط من نسب التكرارات.

جدول (٣) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لتكرار موجات البرد(يوم) في محطة بغداد للمدة (١٩٩٣ – ٢٠٢٣)

الشهر	التكرار	النسبة%
كانون الثاني	٢٠	٣٧,٠
شباط	١٢	٢٢,٢
آذار	٨	١٤,٨
تشرين الثاني	٥	٩,٣
كانون الأول	٩	١٦,٧
المجموع	٥٤	٪١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على وزارة النقل،العراقية ،الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات غير منشورة.

٢ _ الصقيع :

عن بلورات ثلجيه صغيره جدا تتكون في الصباح قبل طلوع الشمس على الاسطح الباردة والصقيع هو الندى، الا انه وصل الى درجه التجمد نتيجة انخفاض درجه الحرارة ويلاحظ الصقيع كطلاء ابيض على زجاج السيارات ونوافذ المنازل والنباتات ويختفي الصقيع بعد طلوع الشمس مباشره ويشكل الصقيع خطرا على المحاصيل الزراعية التي لا تتحمل البرد الشديد (الاحيدب ،٢٠٠٤، ص٤٠٣.)

وقد يقترن تكون الصقيع احياناً ببلورات ثلجية فيعرف حينئذ بالصقيع الأبيض وقد لايرافق تكون الصقيع البلورات الثلجية إذ ان مجرد انخفاض درجة الحرارة دون الصفر المئوي يمكن معها اعتبار ذلك اليوم يوماً صقيعياً، ويعرف هذا النوع من الصقيع بالصقيع الجاف، يتخذ الصقيع اشكالاً متعددة في أثناء تكونه، فمنه ما يكون بشكل بلورات وابر جليدية عند وجود حركة خفيفة للرياح، وقد يتخذ اشكالاً كروية تنشأ نتيجة لتحول قطرات الضباب المائية الباردة جداً إلى جليد متماسك عندما تقترب من

الأجسام الموجودة بالقرب من سطح الأرض، ويشترط لحدوث هذا النوع وجود حركات شديدة للرياح ويعرف بإسم الصقيع المضبب(موسى ، مصدر سابق، ص٤٥)

العوامل التي تؤدي الى تكون الصقيع اهمها-:(الربيعي، ٢٠٢٥، ص ١١٤-١١٥)

١- **الوضع الطبوغرافي للأرض** : يرتبط حدوث الصقيع الأشعاعي بالوضع الطبوغرافي للأرض فهو غالباً ما يحدث في قيعان الأودية والأحواض، التي تكون عرضه للهواء البارد الهابط من السفوح والمنحدرات تجاه الوديان المتصفة بحالة السكون للهواء.

٢- **رطوبة التربة ونوعها** : تؤثر الرطوبة في الحد من الانخفاض المفاجئ لدرجة الحرارة، وتبعاً لذلك يزداد حدوث الصقيع كلما انخفضت الرطوبة النسبية والعكس، إذ ان ارتفاع الرطوبة النسبية في التربة يساعد على زيادة عملية التوصيل الحراري والسعة الحرارية التي تعمل على التقليل من انخفاض درجة الحرارة ،تؤثر نوعبة التربه من حيث مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ، فتكرار حدوث الصقيع يزداد في الترب الرملية والمحروثة التي تتصف بمقدرتها على فقدان الحرارة بصورة اكبر مما هو عليه في الترب الطينية الثقيلة .

٣- **سرعة الرياح:** كلما ازدادت سرعة الرياح زادت عمليات الخلط الميكانيكية بين طبقات الهواء الباردة الملامسة للسطح والطبقات الادفأ وبالتالي تعمل على التقليل من حدوث الصقيع.

٤- **الغيوم:** تؤثر الغيوم في حدوث الصقيع حسب كميتها وارتفاعها فتزداد شدة الصقيع عندما تكون السماء صافية وخالية من السحب، فإذا كانت السماء صافية، يزداد فقدان حرارة الأرض من خلال الإشعاع ويزداد تبريد سطح الأرض، مما يخلق الظروف المناسبة لتكوين الصقيع الإشعاعي، والعكس صحيح إذا كانت كمية الغيوم

التي تغطي سماء كبيرة، فإن ذلك يحد من تكون الصقيع، لأن هذه الغيوم تحافظ على درجة حرارة سطح الأرض عن طريق إرجاع جزء من إشعاع الأرض إليه مرة أخرى، وبالتالي تحافظ على درجة حرارة الأرض، كما يختلف تأثير الغيوم في حدوث الصقيع باختلاف ارتفاعها فالغيوم المنخفضة تقلل من فقدان الحرارة عن طريق الإشعاع وتمنع حدوث الصقيع، بينما الغيوم العالية والمتفرقة ليس لها تأثير يذكر في تقليل شدة الصقيع.

٥- **الكتل الهوائية الباردة :** تؤدي الكتل الهوائية الباردة وكذلك الجبهات الباردة في المنخفضات الجوية الى انخفاض عام في درجه الحرارة مما يزيد من خطر وقوع الصقيع بأنواعه.

انواع الصقيع:

١- **الصقيع الابيض :** white frost وهي بلورات ثلجية تتكون فوق الاجسام والسطوح الصلبة والنباتات مسببه خسائر واضحه لها، ويتطلب حصوله انخفاض درجات الحرارة الى ما دون نقطة الندى، وتحصل عندما يكون انخفاض درجات الحرارة الى ما دون درجة التجمد بسبب الفقدان الليلي الشديد للإشعاع الارضي،كما يتطلب حصول الصقيع سكون الرياح ورطوبة جوية مناسبه يصل عندها الهواء الى حد الاشباع ببخار الماء، ومن انواع الصقيع الأبيض ما يسمى بالصقيع الزجاجي (Glaze)وهو عباره عن طبقه جليديه تغلف المواد او السطوح وتحدث بسبب تجمد قطرات الامطار عند اصطدامها بسطوح الباردة ذات درجه الحرارة دون التجمد.(الجبوري ، ٢٠١٥، ص١٣٥)

يتشكل الصقيع الابيض في ليالي الشتاء ذات الهواء الرطب بالقرب من سطح الارض وذلك بانخفاض درجة حراره السطوح الأرضية المشعة للحرارة ليلا(سطح التربة،

واسطح السيارات، ونوافذها ، واعمدة الهاتف، واسطح النباتات، واوراق النباتات واغصانها) الى ما دون نقطة تجمد الماء مما يجعل جزيئات بخار الماء الهواء الملامس لها التي انخفضت درجه حرارتها فجأه الى ما دون التجمد، أن تتحول مباشره الى بلورات ثلجية تترسب فوق سطح الارض، ولذا فان الصقيع الابيض بتشكله يترجم لنا أحدى عمليات تحول الماء من صوره الى اخرى وهي عمليه الترسب المعاكسة لعمليه التسامي، ويقترن الصقيع الابيض عموما بنوع من الصقيع المعروف بالصقيع الاشعاعي، الذي ينجم عن التبريد الليلي الشديد لسطح الارض بفقدها لحرارتها السطحية بإشعاعها اياها خارجا، منخفضه بذلك درجه حراره سطح الارض والهواء القريب منها الى ما دون درجه التجمد. وهذا ما تتوفر له ظروف حدوث في ليالي الشتاء الطويلة الهادئة والمستقرة والصحوة التي يسودها ضغط جوي مرتفع. (موسى، ٢٠٠٦، ص١٤٤-١٤٥)

٢ -**الصقيع الاسود**Black Frost: كما يعرف بالصقيع الجاف لأنه يحدث في الاجواء الجافه وبالتالي لا يترافق بأي مظاهر مائية متجمدة ناتجه عن تحول بخار الماء كما في الصقيع الابيض ، ويتصف عموما بشدته المقترنة بانخفاض كبير في درجة الحرارة، مما يجعله يتلف اوراق النباتات الخضراء ويجعل لونها اسود لذا سمي بالصقيع الأسود ، وكذلك حال الاعضاء النباتية المعرضة له، ورغم أن هذا النوع من الصقيع الجاف يكثر حدوثه في فصل الخريف وخاصه في شهر تشرين الثاني بات يعرف بالصقيع الخريفي، أو الصقيع القاتل، إلا إنه يحدث احيانا في فصل الربيع، وهذا الصقيع قد يكون محليا اشعاعيا، أو يكون تآفقيا منقولا.(الربيعي ، ٢٠٢٥،١١٧)

٣-**الصقيع الاشعاعي** :Radiation Frost إن حدوث الصقيع الاشعاعي في المناطق المعتدلة خلال فصل الشتاء كما أنه يحدث احيانا في فصلي(الربيع،

والخريف)، اما في المناطق الباردة فإنه يحدث في فصل الصيف أيضا وأكثر الظروف الجوية ملائمه لتكون الصقيع الاشعاعي هو صفاء السماء وهدوء الرياح ولهذا فان أبرز الاحوال الجوية التي تساعد على حدوث الصقيع هي تعرض المنطقة لبعض المرتفعات الجوية المستقرة لا سيما وأن الرياح في تلك المرتفعات تكون هادئة وسماء صافيه، مما يشجع على حدوث الصقيع الاشعاعي.

(شحادة، ، ١٩٨٣، ص١٦٧).

من خلال ملاحظة الجدول (٤) يظهر لنا ان مجموع التكرار الشهري لموجات الصقيع في منطقة الدراسة بلغ(١٥) موجة وجاء شهر كانون الثاني بأعلى تكرار بلغ (٥) موجات وبنسبة(٣٣.٣٪) من نسب موجات الصقيع في منطقة الدراسة ، ويعود السبب إلى انخفاض معدلات درجات الحرارة بسبب انخفاض مقدار الإشعاع الشمسي الناتج عن حركة الشمس الظاهرية ، وكذلك بسبب وصول المرتفع القطبي ، في حين احتل شهرتشرين الثاني ادنى تكرار بواقع موجة واحدة و نسبة(٢.٠٪) فقط من نسب التكرارات.

جدول (٤) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لتكرار الصقيع (يوم) في محطة بغداد للمدة(2013 – ٢٠٢٣)

الشهر	التكرار	النسبة%
كانون الثاني	5	33.3
شباط	4	26.7
آذار	2	13.3
تشرين الثاني	1	6.7
كانون الأول	3	20
المجموع	15	٪١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة النقل،العراقية ،الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات غير منشورة.

يظهر لنا عند الرجوع إلى الجدول(٤) عدم وجود تسجيل لظاهرة الصقيع في محطة بغداد خلال شهر نيسان الى شهر تشرين الاول ، لظروف الارتفاع في درجات الحرارة وحالة عدم الاستقرار لهذه الأشهر، ويمكن إرجاع سبب ذلك لجملة من التغييرات التي طرأت على بيئة المدينة كالتوسع في أعداد المباني والمنشآت والمصانع والتي تحد من الانخفاض المفاجئ لدرجات الحرارة، بينما شهدت شهور (تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني، شباط، آذار) تكرار الصقيع نظراً لأن هذا الاشهر تشهد زيادة في تكرار الكتل الهوائية الباردة وحالة الاستقرار الجوي التي يشهدها إذ لا يزال الطقس محتفظاً ببرودة الشتاء.

٣ – البرد (الحالوب):

يعد البرد من اخطر الظواهر الجوية المرافقة للعواصف الرعدية ، ويدل سقوطه على وجود حركة رفع قوية للهواء مكنت من تشكل غيوم الركام المزنية ، ويتراوح قطر حبة البرد الساقطة بين (٥– ٥٠) ملم واحيانا قد يزيد عن ذلك ، ولسقوط البرد اخطار

كبيرة ليس على المحاصيل الزراعية التي تكون في مرحلة النضج فقط وانما على الحيوانات والانسان ايضا ، وتعرف ايضا بانها كرات ثلج صغيرة او كبيرة وقد يصل وزنها الى نصف كيلو اذ تسقط فقط من الغيوم التراكمية المزنية ومن منطقة الدوامات الهوائية داخل الغيمه وتتكون حبات البرد من هذا النوع من الغيوم بسبب وجود تياران هوائيان احدهما صاعد والاخر هابط من منطقة التماس بين التيار الصاعد والهابط وتتكون دوامات هوائية نشطة ، لذا تكون حبات البرد على شكل طبقات مما يدل على تجمدها باوقات مختلفة، يمكن للبرد ان يسقط في اي وقت ولكن غالبا ما يكون في الربيع والخريف افضل اوقات سقوطه حيث التباين الحراري في هذين الفصلين اكبر من الفصول الاخرى وتسقط حبات البرد الى سطح الارض بعد ان تعجز التيارات الحمل الصاعدة على حملها لثقلها وتنزل الى سطح الارض بحكم الجاذبيه الارضية فترتطم بالمحاصيل الزراعي والنباتات وتعمل على كسر اغصانها وسيقانها لاسيما الطرية منها فضلا عن تمزيق اوراقها وتساقط ثمارها فتصيب المحاصيل الزراعية بخسائر كبيره تتناسب طرديا مع حجم حبات البرد وكثرة عددها وتعمل الخدوش والجروح للنباتات فتكون مخابيء مناسبة للافات النباتبيه (الحلو ، ٢٠٢٢، ص٢١٢).

تحدث ظاهرة تساقط البرد في منطقة الدراسة في ايام اشهر معينه من السنه متزامنه مع حدوث الزوابع الرعدية مع تساقط الامطار وحدوثها في وقت الفصول الانتقالية من السنه ويشير الجدول (٥) الى ان هنالك تباينا واضحا بين اشهر السنة فبلغ معدل تكرار ظاهرة تساقط البرد (١١) يوما خلال مدة الدراسة، وجاء شهر نيسان كاعلى معدل تكرار بواقع(٤) ايام ، في حين جائت اشهر كانون الثاني وشباط وتشرين الاول والثاني بادنى تكرار وبواقع يوم واحد فقط في كل منها .

من خلال ملاحظة الجدول (٥) يظهر لنا ان معدل التكرار الشهري البرد(الحالوب) في منطقة الدراسة بلغ(١١) يوم وجاء شهر نيسان بأعلى معدل تكرار بلغ (٣) يوم وبنسبة(٢٧.٢٪) من نسب سقوط البرد (الحالوب) في منطقة الدراسة ، في حين احتل اشهر كانون الثاني وشباط وتشرين الاول وكانون الاول ادنى معدل تكرار بواقع يوم واحد و نسبة(٩,١٪) فقط من نسب التكرارات لكل منها، بسبب السحب الركامية والتيلراتالصاعدة التي تساعد في تكوينها فضلا عن مرور جبهة باردة أو اضطراب جوي ناتج عن منخفض متوسطي أو البحر الأحمراو درجة حرارة سطح الأرض تتراوح بين (٢٠–٣٠) م°، مع وجود طبقات عليا دون الصفر المئوي.

جدول (٥) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي للبرد(الحالوب) (يوم) في محطة بغداد للمدة(2013 – ٢٠٢٣)

الشهر	التكرار	النسبة%
كانون الثاني	١	٩.١
شباط	١	٩.١
آذار	٣	١٨.٢
نيسان	٣	٢٧.٢
مايس	٢	١٨.٢
تشرين الثاني	١	٩.١
كانون الأول	١	٩.١
المجموع	١٢	١٠٠٪

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد على بيانات وزارة النقل،العراقية، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات غير منشورة.

يتضح من الجدول (٦) الذي يبين ظواهر التطرف السالب في محطة بغداد أن مجموع الحالات المسجلة خلال مدة الدراسة بلغ (٨٠) حالة، توزعت بين موجات البرد، وموجات الصقيع، و البرد (الحالوب). وقد شكّلت موجات البرد النسبة الأعلى من بين الظواهر بواقع ٥٤ موجه وبنسبة ٦٧.٥ % ، وهذا يشير إلى أن الانخفاض الحاد في درجات الحرارة إلى ما دون معدلاتها العامة هو السمة البارزة لشتاء مدينة بغداد، ويرتبط ذلك عادة بتأثر المنطقة بامتداد الكتل الهوائية الباردة القادمة من شرق أوروبا أو حوض البحر الأسود عبر الأراضي التركية والشمالية الغربية للعراق، خصوصًا عند اندماجها مع منخفضات جوية متوسطيّة.

أما موجات الصقيع فقد سجلت 15موجه وبنسبة ١٨.٧٥%، وهي ظاهرة ترتبط عادة بصفاء السماء وشدة الإشعاع الأرضي الليلي وانخفاض الرطوبة النسبية، ما يؤدي إلى هبوط درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي، مسببًا أضرارًا مباشرة في القطاعين الزراعي والنباتي.

في حين جاءت ظاهرة البرد (الحالوب) بالمرتبة الأخيرة بواقع 11حالة وبنسبة ١٣.٧٥ %من مجموع حالات التطرف السالب وتظهر هذه الظاهرة غالبًا خلال الفترات الانتقالية من السنة، ولاسيما في شهري آذار وتشرين الثاني، نتيجة لعدم استقرار الغلاف الجوي وحدوث تيارات صاعدة قوية ضمن السحب الركامية.

بشكل عام يظهر لنا أن موجات البرد تمثل الشكل الأكثر شيوعًا للتطرف الحراري السالب في بغداد، في حين تشكل موجات الصقيع والحالوب مظاهر ثانوية ولكنها مؤثرة، مما يعكس طبيعة المناخ القاري الجاف للمدينة وشدة تأثرها بالتغيرات الجوية الشتوية القادمة من العروض العليا .

جدول (٦) مظاهر التطرف السالب في محطة بغداد

نوع الظاهرة	التكرار(يوم)	النسبة المئوية%
موجات البرد	٥٤	٦٧,٥
موجات الصقيع	١٥	١٨,٧٥
البرد(الحالوب)	١١	١٣,٧٥
المجموع	٨٠	١٠٠

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على الجداول (٣ و٤ و٥)

الاستنتاجات:

١- تعدّ موجات البرد أكثر مظاهر التطرف السالب شيوعًا في محطة بغداد، إذ شكّلت نحو ثلثي الحالات المسجلة (٦٧.٥٪)، ما يعكس طبيعة المناخ القاري للمدينة الذي يتميز بتقلبات حرارية حادة شتاءً، فضلا عن كونه دليل على تذبذب مناخي موسمي يتطلب مراقبة طويلة الأمد لتحديد اتجاهات التغير المناخي في المنطقة.

٢- يرتبط حدوث موجات البرد والصقيع بتأثير الكتل الهوائية الباردة القادمة من العروض العليا، ولاسيما الكتلة الهوائية القطبية القارية والكتلة الهوائية القطبية البحرية عند عبورها العراق من جهة الشمال أو الشمال الشرقي.

٣- تزداد احتمالية التطرف السالب خلال شهري كانون الثاني وشباط نتيجة لطول الليل وضعف الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى انخفاض كبير في درجات الحرارة السطحية وخاصة أثناء الليالي الصافية.

٤-تمثل موجات الصقيع ثاني أبرز مظاهر التطرف السالب بنسبة (١٨.٧٥٪)، وتظهر عادة في فترات استقرار جوي بعد مرور المنخفضات، مسببة أضرارًا في المزروعات والنباتات الحساسة للبرد.

٥- ظاهرة البرد(الحالوب) وإن كانت الأقل تكرارًا (١٣.٧٥٪)، إلا أنها تُعدّ من الظواهر الجوية العنيفة المرتبطة بعدم الاستقرار الجوي خلال الفصول الانتقالية، وتؤدي إلى خسائر مادية وزراعية محلية.

التوصيات:

١- تعزيز شبكة الرصد المناخي في محافظة بغداد عبر زيادة عدد المحطات المناخية الفرعية وتزويدها بأجهزة قياس دقيقة لتسجيل التغيرات الحرارية اليومية، مما يسهم في متابعة التطرف السالب بشكل أدق.

٢- تطوير أنظمة الإنذار المبكر للأحوال الجوية المتطرفة بالتعاون بين هيئة الأنواء الجوية ودوائر الزراعة والخدمات، لإصدار تحذيرات مبكرة من موجات البرد أو الصقيع قبل حدوثها بوقت كافٍ.

٣- تشجيع الدراسات المناخية طويلة المدى لرصد التغيرات الزمنية في تكرار وشدة الظواهر السالبة، وربطها باتجاهات التغير المناخي العالمي وتأثيرها على مناخ العراق.

٤- اعتماد ممارسات زراعية وقائية مثل استخدام الأغطية البلاستيكية أو أنظمة الري الرذاذي الليلي للحد من أضرار الصقيع على المزروعات الحساسة خلال فترات الانخفاض الحراري الحاد.

٦- استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونماذج المحاكاة المناخية لتحليل التباين المكاني والزماني للتطرف الحراري السالب وتحديد المناطق الأكثر عرضة لتلك الظواهر.

الهوامش:

١–محمد متعب جاسم الجحيشي، التغيرات المتطرفة في درجات الحرارة والهطول في العراق ، الجامعة المستنصرية ، كلية العلوم ، رساله ماجستير(غير منشورة)، ٢٠٠٢، ص ١.

٢–معتز محمد صالح مهدي البياتي، موجة الحر التي اثرت قي القطر العراقي في شهر تموز ١٩٧٨، الهيئة العامه للانواء الجوية ، شعبة الابحاث رقم ٢٠ ، بغداد، ١٩٨٢، ص ١.

٣–بشرى احمد جواد ، تباين مستويات الضغط القياسية واثرها في بعض مظاهر التكاثف في العراق ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد، كلية التربية – ابن رشد، ٢٠٠٧، ص ٥٨.

٤–فاتن خالد عبد الباقي ، ظواهر طبقات الجو العليا واثرها في تشكيل وصاغة مناخ العراق، اطروحة دكتوراه(غير منشورة) جامعة بغداد، كلية التربية – ابن رشد، ، ص ٨٧.

٥– علي غليس ناهي السعيدي، تغير نمط سيطرة الامتدادات الضغطية للمنظومات الشمولية السطحية المؤثرة في مناخ العراق خلال الفصل المطير للمده (١٩٥٠–٢٠٠١)، مجله ابحاث ميسان، مجلد ١٠، العدد ٢٠، ٢٠١٤ ،ص ١٤٨–١٤٩.

٦–عزيز كوطي الحسناوي، اتجاهات وسرع الرياح السطحية في العراق، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة البصرة،كلية التربية، ٢٠٠٢، ص ٣٣.

٧–اوراس غني عبد الحسين الياسري، التذبذب في تكرار ومدد بقاء المنظومات السطحية الواردة الى العراق، اطروحة دكتوراه(غير منشوره) ، جامعة بغداد، كلية التربية للبنات، ٢٠١٠، ص ٦.

٨–شهلاء عدنان محمود الربيعي ، تكرار المرتفعات الجوية واثرها في مناخ العراق، رسالة ماجستير(غير منشوره) ، جامعة بغداد،كلية التربية – ابن رشد ،٢٠٠١ ، ص ٤٥.

٩–ميسرة عدنان عبد الرحمن السامرائي ، الكتل الهوائية القطبية الباردة المؤثرة في طقس ومناخ العراق، مجله الآداب، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، العدد١١٨، ٢٠١٦،ص٤٥٣.

١٠– حسين جبر وسمي الشمري، تكرار الحاجز الضغطي واثره في عناصر مناخ العراق، رساله ماجستير(غير منشورة) ، جامعة بغداد، كلية الاداب، ٢٠٠٧، ص ٣٢.

11- Arthur G. Judith ,and Jerome .f ,introduction to geography , sixth edition. boston, 1998,p.113

١٢- علي عبد الزهرة الوائلي، واخرون، اثر التغير المناخي في تكرار ظاهره الضباب في جنوب العراق للمدة ١٩٤١-٢٠٠٣،مجلة كلية التربية الأساسية لعلوم التربوية والإنسانية ،العدد٤٨، ٢٠٢٢، ص٣٦٠٣.

١٣-احلام عبد الجبار كاظم، الكتل الهوائية ، تصنيفها ، خصائصها ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد، كلية الاداب، ١٩٩١، ١٨٧.

١٤- ابراهيم بن سليمان الأحيدب، المدخل الى الطقس والمناخ والجغرافيا المناخيه، الرياض، السعودية،٢٠٠٤، ص٤٠٣.

١٥- سلام هاتف احمد الجبوري،اساسيات في علم المناخ الزراعي، ط١، دار الراية للطباعه والنشر، الاردن ، ٢٠١٥ ، ص١٣٥.

١٦- علي حسن موسى، موسوعة الطقس والمناخ ، نور للطباعة والنشر والتوزيع، الاردن، ٢٠٠٦، ص١٤٤-١٤٥.

١٧- نعمان شحادة،علم المناخ،الجامعه الاردنية، عمان ، ١٩٨٣، ص١٦٧

١٨-عبد الكاظم علي الحلو، مظاهر التطرف المناخي في محافظة النجف، مجلة كلية اداب الكوفة، العدد ٥١، الجزء ١، ٢٠٢٢، ص ٢١٢.

١٩-بان فالح مهدي التميمي،الاتجاه العام لموجات الحر والبرد في محافظات بابل وكربلاء والنجف للمدة (١٩٩٨-٢٠١٩)، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة المثنى، كلية التربية للعلوم الانسانية،٢٠٢١،ص ١٥.

٢٠- وزارة النقل العراقية، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات غير منشورة.

المصادر:

١- حسين جبر وسمي الشمري، تكرار الحاجز الضغطي واثره في عناصر مناخ العراق، رساله ماجستير(غير منشورة) ، جامعة بغداد، كلية الاداب، ٢٠٠٧.

٢- سلام هاتف احمد الجبوري،اساسيات في علم المناخ الزراعي، ط١، دار الراية للطباعه والنشر، الاردن ، ٢٠١٥ .

٣- علي حسن موسى، موسوعة الطقس والمناخ ، نور للطباعة والنشر والتوزيع، الاردن، ٢٠٠٦.

٤- نعمان شحادة،علم المناخ،الجامعه الاردنية، عمان ، ١٩٨٣.

٥-عبد الكاظم علي الحلو، مظاهر التطرف المناخي في محافظة النجف، مجلة كلية اداب الكوفة، العدد ٥١، الجزء ١، ٢٠٢٢.

٦-بان فالح مهدي التميمي،الاتجاه العام لموجات الحر والبرد في محافظات بابل وكربلاء والنجف للمدة (١٩٩٨-٢٠١٩)، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة المثنى، كلية التربية للعلوم الانسانية،٢٠٢١.

٧-محمد متعب جاسم الجحيشي، التغيرات المتطرفة في درجات الحرارة والهطول في العراق ، الجامعة المستنصرية ، كلية العلوم ، رساله ماجستير(غير منشورة)، ٢٠٠٢.

8- Arthur G. Judith ,and Jerome .f ,introduction to geography , sixth edition. boston, 1998.

٩- وزارة النقل العراقية، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات غير منشورة.

١٠-معتز محمد صالح مهدي البياتي، موجة الحر التي اثرت قي القطر العراقي في شهر تموز ١٩٧٨، الهيئة العامه للانواء الجوية ، شعبة الابحاث رقم ٢٠ ، بغداد، ١٩٨٢.

١١- علي عبد الزهرة الوائلي، واخرون، اثر التغير المناخي في تكرار ظاهره الضباب في جنوب العراق للمدة ١٩٤١-٢٠٠٣،مجلة كلية التربية الأساسية لعلوم التربوية والإنسانية ،العدد٤٨، ٢٠٢٢.

١٢-بشرى احمد جواد ، تباين مستويات الضغط القياسية واثرها في بعض مظاهر التكاثف في العراق ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد، كلية التربية – ابن رشد، ٢٠٠٧.

١٣-احلام عبد الجبار كاظم، الكتل الهوائية ، تصنيفها ، خصائصها ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد، كلية الاداب، ١٩٩١،.

١٤-فاتن خالد عبد الباقي ، ظواهر طبقات الجو العليا واثرها في تشكيل وصاغة مناخ العراق، اطروحة دكتوراه(غير منشورة) جامعة بغداد، كلية التربية – ابن رشد،٢٠٠١ .

١٥- ابراهيم بن سليمان الأحيدب، المدخل الى الطقس والمناخ والجغرافيا المناخيه، الرياض، السعودية،٢٠٠٤.

١٦- علي غليس ناهي السعيدي، تغير نمط سيطرة الامتدادات الضغطية للمنظومات الشمولية السطحية المؤثرة في مناخ العراق خلال الفصل المطير للمده (١٩٥٠-٢٠٠١)، مجله ابحاث ميسان، مجلد ١٠، العدد ٢٠، ٢٠١٤ .

١٧-عزيز كوطي الحسناوي، اتجاهات وسرع الرياح السطحية في العراق، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة البصرة،كلية التربية، ٢٠٠٢..

١٨-اوراس غني عبد الحسين الياسري، التذبذب في تكرار ومدد بقاء المنظومات السطحية الواردة الى العراق، اطروحة دكتوراه(غير منشوره) ، جامعة بغداد، كلية التربية للبنات،٢٠١١

١٩-شهلاء عدنان محمود الربيعي ، تكرار المرتفعات الجوية واثرها في مناخ العراق، رسالة ماجستير(غير منشوره) ، جامعة بغداد،كلية التربية – ابن رشد ،٢٠٠١ .

٢٠-ميسرة عدنان عبد الرحمن السامرائي ، الكتل الهوائية القطبية الباردة المؤثرة في طقس ومناخ العراق، مجله الآداب، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، العدد١١٨، ٢٠١٦.

References

1- Al-Shammari, Hussein Jabr Wasmi. (2007). *The Recurrence of the Pressure Blocking System and Its Impact on the Climatic Elements of Iraq*. Unpublished Master's thesis, University of Baghdad, College of Arts.

2- Al-Jubouri, Salam Hatim Ahmed. (2015). *Fundamentals of Agricultural Climatology* (1st ed.). Jordan: Al-Raya Publishing and Printing House.

3- Mousa, Ali Hassan. (2006). *Encyclopedia of Weather and Climate*. Jordan: Nour Printing, Publishing, and Distribution.

4- Shahadeh, Numan. (1983). *Climatology*. Amman: University of Jordan.

5- Al-Hillo, Abdul-Kadhim Ali. (2022). Climatic Extremes in Najaf Governorate. *Journal of the College of Arts, University of Kufa*,No.51,Part1.

6- Al-Tamimi, Ban Faleh Mahdi. (2021). *General Trends of Heat and Cold Waves in the Governorates of Babylon, Karbala, and Najaf for the Period (1998–2019)*. Unpublished Master's thesis, Al-Muthanna University, College of Education for Human Sciences.

7- Al-Juhayshi, Mohammed Mutab Jassim. (2002). *Extreme Changes in Temperature and Precipitation in Iraq*. Unpublished Master's thesis, Al-Mustansiriyah University, College of Science.

8- Arthur, G., & Jerome, F. (1998). *Introduction to Geography* (6th ed.). Boston.

9- Iraqi Ministry of Transport. General Authority of Meteorology and Seismic Monitoring. Unpublished climatic data.

10- Al-Bayati, Moataz Mohammed Saleh Mahdi. (1982). *The Heat Wave that Affected Iraq in July 1978*. General Authority of Meteorology, Research Division, Research No. 20, Baghdad.

11- Al-Waeli, Ali Abdul-Zahra, et al. (2022). The Impact of Climate Change on the Frequency of Fog Phenomena in Southern Iraq for the Period (1941–2003). *Journal of the College of Basic Education for Educational and Human Sciences*, No. 48.

12- Jawad, Bushra Ahmed. (2007). *Variability of Standard Pressure Levels and Their Impact on Some Condensation Phenomena in Iraq*. Unpublished PhD dissertation, University of Baghdad, College of Education – Ibn Rushd.

13- Kadhim, Ahlam Abdul-Jabbar. (1991). *Air Masses: Classification and Characteristics*. Unpublished PhD dissertation, University of Baghdad, College of Arts.

14- Abdul-Baqi, Faten Khalid. (2001). *Upper Atmospheric Layer Phenomena and Their Impact on the Formation and Shaping of Iraq's Climate*. Unpublished PhD dissertation, University of Baghdad, College of Education – Ibn Rushd.

15- Al-Ahaideb, Ibrahim bin Suleiman. (2004). *Introduction to Weather, Climate, and Climatic Geography*. Riyadh: Saudi Arabia.

16- Al-Saidi, Ali Ghlees Nahi. (2014). Changes in the Dominance Pattern of Pressure Extensions of Surface Synoptic Systems Affecting Iraq's Climate During the Rainy Season for the Period (1950–2001). *Maysan Research Journal*, Vol. 10, No. 20.

17- Al-Hasnawi, Aziz Kouti. (2002). *Directions and Speeds of Surface Winds in Iraq*. Unpublished Master's thesis, University of Basrah, College of Education.

18- Al-Yasiri, Ourras Ghani Abdul-Hussein. (2011). *Fluctuation in the Frequency and Duration of Surface Synoptic Systems Entering Iraq*. Unpublished PhD dissertation, University of Baghdad, College of Education for Women.

19- Al-Rubaie, Shahla Adnan Mahmoud. (2001). *Frequency of High-Pressure Systems and Their Impact on Iraq's Climate*. Unpublished Master's thesis, University of Baghdad, College of Education – Ibn Rushd.

20- Al-Samarrai, Maysara Adnan Abdul-Rahman. (2016). Cold Polar Air Masses Affecting the Weather and Climate of Iraq. *Journal of Arts*, Al-Mustansiriyah University, College of Education, No. 118.