التطرف الحراري السالب في المنطقة المتموجة من العراق

Negative thermal extremism in the undulating region of Iraq

د. سرى بدر حسين
جامعة الموصل– كلية التربية للعلوم الانسانية– قسم الجغرافيا

Dr. Surah Bader Hussein
University of Mosul - Collage of Education for Human Sciences- Department of Geography

Dr.surah.bader@uomosul.edu.iq

تاريخ الاستلام	تاريخ القبول
٢٠٢١/٢/٢	٢٠٢١/٣/٢٢

الكلمات المفتاحية: التطرف– حرارة– صقيع– موجة برد– المنطقة المتموجة.

Keyword : negative, Thermal, frost, cold waves, undulating region.

الملخص

يهدف البحث الى دراسة التطرف الحراري السالب في المنطقة المتموجة، بالاعتماد على تحليل البيانات اليومية لدرجات الحرارة الصغرى لمحطات (الموصل، سنجار، اربيل، صلاح الدين، كركوك،الجزيرة،الجزيرة٢،الجزيرة٣،البعاج وبيجي) للفترة من (١٩٩٠/١/١ ولغاية ٢٠١٢/١٢/١) والمستقاة من وكالة الفضاء الامريكية ناسا، وتحليل خرائط الطقس اليومية للرصدتين(٠٠:٠٠) و(١٢:٠٠)GMT من مركز الطقس لولاية بلايموث الامريكية، واظهرت النتائج تفوق موجات الصقيع بنسبة (٦٠,٤٣%)على موجات البرد التي حققت نسبة (٣٩,٨٥%) من المجموع الكلي لفترات التطرف، وسجل المرتفع الاوربي اعلى نسبة مساهمة في حدوث موجات الصقيع (٤٤,٨٢%) بينما ساهم كل من المرتفع الجوي الاوربي و السيبيري في حدوث موجات البرد بنسبة(٣١,٥٧%) وسجل شهر كانون الثاني اعلى عدد لموجات الصقيع بينما كان النصيب الاكبر لشهر شباط في تسجيل موجات البرد، اطول موجة صقيع بلغت (١٧) يوماً لشهر كانون الثاني في محطة الموصل لعام ٢٠٠٨، بينما كانت اطول موجة برد (٦) ايام في شهر كانون الاول لمحطة الجزيرة لعام ٢٠٠٥.

Abstract

The research to study negative thermal extremes in the undulating region, by relying on analyzing the daily data of the lowest temperatures of the stations (Mosul, Sinjar, Erbil, AL-Shirkat, Kirkuk, Al-Jazirah, Al-Jazeera 2, Al-Jazirah 3, Al-Baaj and Baiji) for the period from (1/1/1990 to 12/31/2012) And taken from the US space agency NASA, and an analysis of daily weather maps for the two surveys (00:00) and (12:00) GMT from the Weather Center of the US state of Plymouth, and the results showed that frost waves exceeded by (60.43%) over cold waves, which achieved a rate of (39.85%).) Of the total periods of extremism, and the European High recorded the highest contribution to the occurrence of frost waves (44.82%), while the European and Siberian atmospheric highs contributed to the month occurrence of cold waves by (31.57%), and the of January recorded the highest number of frost waves, while the share was the largest for the month of February in recording cold waves, the longest frost wave reached (17) days in January in Mosul station in 2008, while the longest cold wave (6 days was in December for Al Jazeera station in 2005.

المقدمة

يعد التطرف الحراري سمة من سمات المناخ القاري، ويمتاز العراق بهذه الصفة وذلك ببعده عن المؤثرات البحرية، وما ينتج عنه من اختلافات يومية وفصلية وسنوية في درجات الحرارة، يعد انخفاض الحرارة من المواضيع المهمة التي استهوت الباحثين لما لها من اثر كبير على مختلف نواحي الحياة، لاسيما وان الانسان يحاول دائماً مقاومة هذا الانخفاض بارتدائه الملابس الثقيلة والبقاء داخل البيت للتخلص من تأثير هذا الانخفاض. وجاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على ظواهر التطرف الحراري في المنطقة المتموجة.

مشكلة البحث

تتلخص مشكلة البحث : بوجود تطرف حراري في المنطقة المتموجة خلال الفصل البارد(فصل الشتاء).

فرضية البحث

يقوم البحث على الفرضية التالية:

١-تساهم المرتفعات الجوية وكتلها الهوائية في حدوث التطرف الحراري.

٢-يمثل شهر كانون الثاني النسبة الاكبر لظواهر التطرف الحراري.

منهجية البحث

اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي مدعماً بالوسائل الاحصائية في تحليل القراءات اليومية لدرجات الحرارة الصغرى لمحطات منطقة الدراسة مستقاة من "وكالة الفضاء الامريكية ناسا" لفترة (٢٢) عاماً وتم استخدام برنامج (Micro soft Excel 2010).

ونظراً لان القمر الصناعي في مساره يتخذ دائرة عرض معينة يقطع خطوط الطول باتجاهه شرقاً فقد سميت المحطات تبعاً لموقعها الاقرب للمنطقة المعنية.

واستخدام التحليل الشمولي لخرائط الطقس لمستوى (١٠٠٠) ملبيار للرصدتين (٠٠:٠٠) و (١٢:٠٠)GMT من مركز الطقس لولاية بلايموث الامريكية.

حدود منطقة البحث

تقع منطقة الدراسة (المنطقة المتموجة) إلى الجنوب من المنطقة الجبلية وتمتاز بتباياتها التضاريسية القليلة التعقيد والواسعة الامتداد ويمكن تقسيمها إلى جزئين:

الجزء الأول: يقع غرب نهر دجلة ويمتاز بكثرة التواءاته البسيطة التحدب والمتباينة في امتداداتها ويعد (جبل سنجار) بارتفاعه البالغ (١٤٦٥) متراً فوق مستوى سطح البحر أهم المظاهر الأرضية في هذا الجزء ويمتد باتجاه محوري (شرق -غرب) فضلاً عن مرتفعات (عين زالة، بطمة، رافان، اشكفت، الكسير وساسان).أما السلاسل التلالية ذات الاتجاه المحوري (شمال غرب جنوب شرق) فتتمثل بمرتفعات (شيخ إبراهيم، عداية، جوان، نجمة) وتنتهي هذه السلاسل عند نهر دجلة بتلال مكحول.

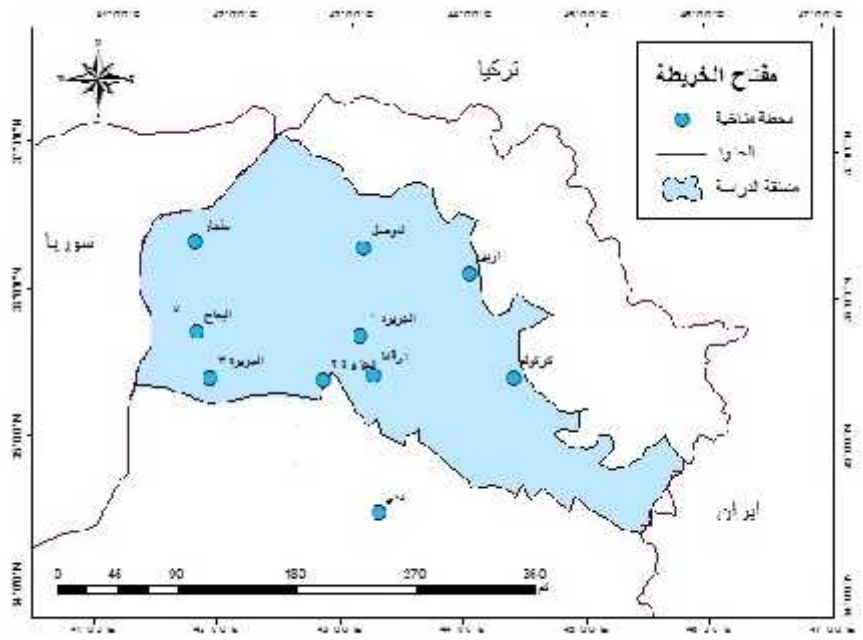
الجزء الثاني: يقع شرق نهر دجلة ويمتاز بقلة تضرسه باستثناء بعض المرتفعات المتمثلة بـ(جبل مقلوب وتلال بعشيقة وقره جوغ و باتيوه) إذ تبلغ ارتفاعاتها على التوالي (١٠٧٥) متر، (٦٦٣) متر و (٨٧٥) متراً فوق مستوى سطح البحر. لاحظ الجدول(١) والخريطة (١).

الجدول (١) محطات منطقة الدراسة

المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/متر
الموصل	٣٦°٠٦'٢٤"	٤٣°٤٣'٧٥"	٢٨٨
سنجار	٣٦°٠٦'٢٤"	٤٣°٧٥'٠٠"	٣٠٧
اربيل	٣٥°٧٥'٠٢"	٤٣°٧٥'٠٠"	٣٠٦
الشرقاط	٣٤°٨١'٣٥"	٣٤°٨١'٣٥"	١٢٠
كركوك	٣٥°٤٣'٨٠"	٤٤°٠٦'٢٥"	٢٥٧
الجزيرة	٣٥°٧٥'٠٢"	٤٣°١٢'٥٠"	٢٢٧
الجزيرة ٢	٣٥°٤٣'٨٠"	٤٢°٨١'٢٥"	١٨٨
لجزيرة٣	٣٥°٤٣'٨٠"	٤١°٨٧'٥٠"	٢١٥
البعاج	٣٦°٠٦'٢٤"	٤١°٨٧'٥٠"	٣٠١
بيجي	٣٦°٠٦'٢٤"	٤١°٨٧'٥٠"	٢٥٢

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات المحطات الافتراضية وكالة الفضاء الامريكية ناسا.

الخريطة(١) محطات منطقة الدراسة



*مواقع المحطات الافتراضية المأخوذة من وكالة الفضاء الامريكية ناسا.

التطرف الحراري السالب

يقصد بالتطرف(Extreme)هو ارتفاع او انخفاض في احد عناصر المناخ عن معدلاتها، وما يترتب على ذلك تأثيرات ايجابية او سلبية ،ان الشعور بالتطرف في درجات الحرارة من قبل الانسان امر نسبي لأنه يعتمد على العمر والجنس والحالة النفسية وعوامل اخرى والتطرف الحراري السالب يمثل انخفاض درجة الحرارة عن معدلاتها العامة خلال فصل الشتاء، وما يترتب على ذلك من حدوث موجات الصقيع وموجات البرد. وقبل توضيح التطرفات الحرارية وتحليلها لابد من التعرف على الظروف الجوية السائدة خلال هذا الفصل .لمعرفة ابرز اسباب التطرف الحراري السالب.

الظروف الجوية خلال فصل الشتاء

تتعامد الشمس على مدار الجدي في يوم (٢١) كانون الاول ليحدث الانقلاب الشتوي في نصف الكرة الشمالي، ويترتب على ذلك مجموعة من التغيرات في زحزحة مناطق الضغوط الدائمة والموسمية ومن أهم هذه التغيرات:

- ظهور أكبر نطاق للضغط العالي فوق سهل سيبيريا والذي يعرف بالمرتفع الجوي السيبيري، إذ يأخذ بالتوسع والامتداد باتجاه الغرب ليشمل تأثيره على منطقة الدراسة، ويمتاز هذا المرتفع بهبوط الهواء بداخله وارتفاع كثافته وشدة جفافه، وغالبا ما يكون سبباً في حركة الكتل الهوائية القارية القطبية (cp) والرياح الشمالية الشرقية التي تمتاز بانخفاض درجة حرارتها وجفافها.
- انكماش الطرف الشمالي لخلية "هادلي" فتكون منطقة تخلخل ضغطي نتيجة لوجود ممر يسهل مرور الاضطرابات الجوية بين خلية هادلي والخلية المجاورة خلية "فرل" وخاصة اضطرابات شرق البحر المتوسط القادمة نحو منطقة الدراسة بهيئة كتل هوائية رطبة مسببة سقوط الأمطار.
- تحرك منطقة الضغط المرتفع الازوري نحو الجنوب وامتدادها شرقا لتتصل بنطاق الضغط المرتفع فوق الصحراء الكبرى والجزيرة العربية ونطاق الضغط المرتفع السيبيري.
- تظهر في هذا الفصل منطقة للضغط المنخفض متمثلة بالبحر المتوسط ليكون ممراً سهلاً للانخفاضات الجوية التي تتجه شرقاً متجنبة المرور فوق منطقة الضغط المرتفع الألبي ومنطقة الضغط المرتفع الأزوري، لذا تسلك طريقها عبر مناطق الضغط المنخفض كالبحر المتوسط الذي يساهم في تجديد نشاطها.
- ازدياد أعداد المنخفضات الجبهوية المتوسطية المؤثرة على منطقة الدراسة، حيث يصل الى (12.9) منخفضاً وخاصة العميقة منها والتي تتكون عندما يتفق موقعها مع الطرف الشرقي

للأخدود الأوربي فتكون المنخفضات المتوسطية المتكونة فوق البحر المتوسط أغلبها منخفضات ثانوية بالنسبة لنظم الضغوط المنخفضة الكبيرة الواقعة شمال غرب أوربا، تبرز ظاهرة المنخفضات الجوية المندمجة والتي تزيد من كميات الأمطار في منطقة الدراسة إذا ما تعرضت لعمليتي الحصر والتعويق بفعل المرتفعات الجبلية والمرتفعات الجوية، وقد تقترن بأخدود علوي مركزه سيبيريا فتساهم في انخفاض درجة الحرارة[١].

اسباب التطرف الحراري السالب

ان من اهم اسباب التطرف الحراري: المرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية وسنتناولها بالترتيب.

اولاً –المرتفعات الجوية

١–المرتفع السيبيري

يسمى مرتفع منغوليا او المرتفع الاسيوي وهو كتلة هوائية قطبية قارية (cp)[٢] تنشأ بسبب التبريد الشديد لكتل الهواء فوق اليابس الاسيوي ما يساهم في تقلص الهواء وانكماشه وازدياد ضغطه، وبما ان الضغط يتناقص بالارتفاع للأعلى فان قوة هذا المرتفع تتناقص بالارتفاع لذا فهو من المرتفعات الضحلة في طبقات الجو العليا والعميقة على السطح، ويمتاز ببطيء تحركه وطول عمره وامتداده الافقي لمساحات واسعة خاصية الاستقرارية الجوية العمودية للهواء من اعلى الى اسفل، ويمتد تأثير هذا المرتفع الجوي إلى منطقة الدراسة من الجهة الشرقية والشمالية الشرقية عبر الهضبة الإيرانية ومن الجهة الشمالية عبر هضبة الأناضول[٣]. وأحياناً تتعرض منطقة الدراسة إلى امتداداته الجهة الغربية والشمالية الغربية عبر البحر المتوسط. وخلال فصل الشتاء تزداد قوة وعمق المرتفع السيبيري وتأخذ في الزيادة خلال شهر كانون الثاني فتصل امتداداته الضغطية بين (١٠٢٢–١٠٣٠) مليبار، وتصل درجة الحرارة في مركزه الى ما دون (–٣٠°) مئوية وتصل احياناً الى (–٥٥°) مئوية تخرج منه

---

[١] سرى بدر حسين، الترابط المكاني للهطول المطري شمال دائرة عرض (٣٦°) في العراق، اطروحة دكتوراه قسم الجغرافية، كلية التربية ،جامعة الموصل، ص ٤١.

[٢] شهلاء عدنان محمود الربيعي، تكرار المرتفعات الجوية واثرها في مناخ العراق ،رسالة ماجستير ،كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠٠١ ص ٧٤.

[٣] سالار علي خضر الدزيي، التحليل العملي لمناخ العراق، دار الفراهيدي للطباعة والنشر ،بغداد، ٢٠١٠،ص٢٢.

رياح وكتل هوائية بهذا الانخفاض الشديد حاملة معها موجات البرد والصقيع اينما ارتحلت وهذا واضح في اشهر فصل الشتاء[١].

بسبب جفاف كتلته المدارية القارية (cT) بتأثير التيارات الهوائية الهابطة في داخله وهو مرتفع دافئ يتكون من هبوط الهواء الاستوائي العلوي حتى سطح الارض بين دائرتي (٣٠-٤٠)شمالاً وعلى الاطراف الهابطة لخلية هادلي، لذا يسمى المنظومة المولدة للصحاري، ويوجد عند مستوى (٥٠٠) مليبار اكثر من وجوده على السطح لأنه في الاصل هواء علوي هابط لذا فانه من المرتفعات الممتلئة في طبقات الجو العليا والضحلة على السطح[٢] أما إذا رافق المرتفع شبه المداري عند المستوى الضغطي ١٠٠٠ و ٨٥٠ ملليبار زيادة في ارتفاع المستويين الضغطيين ٧٠٠ و ٥٠٠ ملليبار، فالمرتفع الجوي يكون عميقاً ، إذ ان زيادة الارتفاع تعني زيادة سحب كتل الهواء الحار من الجنوب ، لذلك فالمرتفع تزداد قوته وترافقه استقرارية جوية عالية[٣]. ويتأثر العراق بالمرتفع شبه المداري في جميع أشهر السنة لكن بصورة متباينة بين شهر وآخر ، فخلال فصل الشتاء يتأثر القطر بالمرتفع شبه المداري القادم من الجهة الغربية والجنوبية الغربية وتصل الامتدادات الضغطية الى العراق (١٠٢٠-١٠١٦) ملليبار وعادة ما ترافقه الرياح الشمالية والشمالية الغربية أو تكون ساكنة ويتصل المرتفع الازوري مع المرتفع السيبيري خلال فصل الشتاء ليكونا نطاقاً واسعاً من الضغط العالي يمتد من الشرق الى الغرب[٤].

٣ -المرتفع الأوربي :

هو ضغط جوي مرتفع يتمركز في وسط أوربا بين دائرتي عرض (٤٥ - ٥٥) شمالاً وتصل امتداداته إلى غرب آسيا وشمال أفريقيا وينحدر نحو بلاد الشام والعراق ، ويندمج في بعض الأحيان مع المرتفعين السيبيري وشبه المداري بحيث يصعب التميز والفصل بينهما إلا من

---

[١] علي حسن موسى، مشكلات الطبيعة الراهنة، مطبوعات جامعة دمشق، دمشق،٢٠١٦، ص ١٩.

[٢] سالار علي خضر الدزيي، التحليل العملي لمناخ العراق، مصدر سابق، ص. ص ٢٨-٣٠.

[٣] بشرى أحمد جواد صالح، تباين ارتفاع مستويات الضغط القياسية وأثرها في بعض مظاهر التكاثف في العراق، ،اطروحة دكتوراه، كلية التربية (ابن رشد) جامعة بغداد،٢٠٠٧، ص٥٤.

[٤] شهلاء عدنان محمود، مصدر سابق، ص ٦٦.

خلال قيم مراكز الضغط الجوي[١].(٨) ويعد المرتفع الأوروبي من المرتفعات الجوية الباردة، لذلك فشدته تتناقص بسرعة كلما ارتفعنا في طبقات الجو العليا، ويضعف بالارتفاع باتجاه الهواء الدافئ أما إذا رافقه عند المستوى الضغطي ٥٠٠ مللي بار أخدود علوي بارد فيؤدي ذلك الى تفرقه والى حدوث موجات البرد وتكون الصقيع عند السطح[٢] يصل العراق خلال فصل الشتاء من الأقسام الشمالية الغربية ، يصاحب امتداده رياح شمالية غربية تساهم في خفض درجة الحرارة، وعلى الرغم من تعرض الكتلة الهوائية القطبية للمرتفع الاوربي للتعديل بهبوطها على جبال الالب ومرتفعات شبه جزيرة البلقان وهضبة الاناضول مما يجعل درجة حرارتها اعلى من مركز المرتفع في اوربا، لكنها تبقى اكثر انخفاضا في درجة حرارتها من المرتفع السيبيري لكون مركز المرتفع الاوربي اقرب الى العراق كما ان السلاسل الجبلية التي تمر عليها الكتلة القطبية السيبيرية نحو العراق و(منطقة الدراسة) اكثر ارتفاعاً من السلاسل الجبلية التي تمر عليها الكتلة القطبية الاوربية في مسارها باتجاه منطقة الدراسة مما يساهم في تعديلها بتأثير ظاهرة (Fohn) الحرارية، فضلاً عن كونه اكثر مرتفع مسؤول عن تكوين موجات البرد في العراق[٣].

ثانياً–المنخفضات الجوية : تنشأ المنخفضات الجبهوية من التقاء كتل هوائية مختلفة الخصائص ومتعاكسة الاتجاه اذ يتكون منخفض جوي جبهوي وفقا لنظرية الجبهة القطبية ، من تقابل كتلة هوائية دافئة قادمة من العروض المدارية مع كتلة هوائية باردة قادمة من العروض القطبية اذ تتكون جبهة بينهما لاختلاف صفاتهما الحرارية٠ ويتحرك الهواء البارد بالاتجاه شرق بينما يتحرك الهواء الدافئ بالاتجاه غربا ولدوران الأرض حول نفسها ينشأ انحناء في سطح الجبهة مما يؤدي الى نشوء بداية المنخفض الجوي الجبهوي، يحاول الهواء البارد في المنخفض الجوي الجبهوي الهبوط نحو الأسفل وذلك لثقله ، بينما يحاول الهواء الدافئ الصعود الى الأعلى لخفته بشكل مراحل متتابعة عليه يتكون لسان هوائي دافئ يتقدم من جنوب الانخفاض يسمى بالقطاع الدافئ warm sector ، ويحتل الهواء الدافئ مقدمة الانخفاض فيسمى بالجبهة الدافئة warm front ، واما الجبهة الباردة Cold front فتقع الى الغرب من الجبهة الدافئة وتؤدي هذه الجبهات الى تغيير حالة الطقس بسرعة اذ ترفع الجبهة الدافئة الأمامية من حرارة الهواء بينما تاتي بعدها الجبهة الباردة التي تخفض من درجة حرارة الهواء. وتتقدم الجبهة الباردة اسرع من الجبهة الدافئة، عليه يكون الهواء الساخن المتمثل بالقطاع الدافئ الذي يفصل الجبهة الباردة والدافئة يأخذ بالضيق والصعود الى الاعلى.

---

[١] مصدر السابق ، ص٧٨.

[٢] بشرى أحمد جواد صالح، مصدر سابق، ص ٥٧.

[٣] سالار علي خضر الدزيي، مصدر سابق، ص. ص ٢٦–٢٧.

ويتصل الهواء البارد في مقدمة المنخفض بالهواء البارد في مؤخرته ويكون هذا المنخفض الجوي قد وصل إلى مرحلة الامتلاء occlusion[١].

ان المنخفض الجوي يساهم في حدوث الموجات الباردة فيجب ان يكون جنوب المنطقة التي تعرضت للموجة الباردة فعندما يمر منخفض جبهوي عميق على العراق فيعمل على سحب هواء بارد من شمال المنطقة ليحرك كتلة هوائية باردة تعمل على خفض درجة الحرارة الى اقل من معدل درجة الحرارة الصغرى بكثير، اما في حالة الجبهة الباردة فان تقدمها يجلب هواء ذو درجة حرارة منخفضة اكبر من الهواء القديم (الاصلي) وبذلك تنخفض درجة الحرارة بشكل كبير[٢]. ان اكثر المنخفضات الجبهوية المؤثرة على منطقة الدراسة والتي تساهم في حدوث التطرف الحراري السالب هي منخفضات البحر المتوسط، اذ يؤثر المنخفض الجوي القادم من البحر الابيض المتوسط ذات الاتجاه الشرقي والشمالي الشرقي في حدوث الموجات الباردة ، وان موجات البرد يصاحبها أخدود عند مستوى ٥٠٠ ملبيار في اعلى التروبوسفير،لان الاخدود غالباً مايصاحبه منخفض جوي على سطح الارض وترافق المنخفض مع الاخدود يعمل على وجوده موجة باردة. او قد تتكون الموجة بعد مرور الجبهة الباردة وعلى العموم ان انخفاض الحرارة يعمل على قلة الرطوبة النسبية للهواء فالهواء الجاف ابرد من الهواء الرطب[٣].

ظواهر التطرف الحراري السالب

ان انخفاض درجة الحرارة له تأثير مباشر وغير مباشر على نشاط الانسان وتأثيره على النبات والحيوان لذلك تكتسب دراسة الموجات الحرارية الباردة اهمية لمعرفة تباينها المكاني ، اذ ان الشعور بانخفاض درجة الحرارة أمر نسبي يختلف من مكان لأخر[٤].

---

[١] سلام هاتف احمد الجبوري، الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل، بغداد والبصرة، اطروحة دكتوراه ،كلية التربية ،ابن رشد، جامعة بغداد،٢٠٠٥،ص.ص. ٤٢-٤٣.

[٢] قصي عبد المجيد السامرائي واحلام عبد الجبار كاظم وهدى علي صالح، موجات البرد في العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٢٩،لسنة ١٩٩٥، ص٨٢.

[٣] حمدة حمودي شيت العبيدي، اثر التطرف المناخي في بيئة الاقليم المتموج في العراق، اطروحة دكتوراه، كلية التربية ،جامعة تكريت،٢٠٠٤،ص ٩١.

[٤] المصدر السابق، ص ٩٠.

لغرض التعرف على التطرفات الحرارية السالبة لمنطقة الدراسة تم تحليل البيانات اليومية لدرجة الحرارة الصغرى اليومية لفترة ٢٢ عاما اتضح وجود نوعين من التطرف الحراري السالب متمثل بـ: **ا:** موجات الصقيع. **ب:** موجات البرد. وسيتم تناولها تباعاً:

ا: موجات الصقيع.

يعد الصقيع ظاهرة من ظواهر التكاثف ويحدث عادة في الفصول الباردة ويتباين وقت حدوثه من منطقة لأخرى، لكنه غالباً ما يحدث ويزداد تكراره في فصل الشتاء ولا يحدث الصقيع الا اذا انخفضت درجة حرارة الهواء الى ما دون درجة التجمد (صفر°) مئوية وتعتمد الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي الحرارية (-٠,٩°) مئوية كحد لحدوث الصقيع (نقطة الصقيع) ويقسم الصقيع الى نوعين تبعاً للآلية التي يتم بها تبريد سطح الارض الى درجة التجمد وهما:

أ **الصقيع الاشعاعي** (الصقيع الابيض): هو الصقيع الناتج عن التبريد الاشعاعي الليلي لسطح الارض الى ما دون درجة التجمد، ولا يتجاوز سمك طبقة الصقيع الاشعاعي في معظم الحالات الى(٥٠٠) متر وتنتهي احياناً عند ارتفاع يقل عن (١٠) امتار عن مستوى سطح البحر. ويقتصر حدوثه على ساعات الصباح الاولى[١].

ب **الصقيع الجاف** :يحدث نتيجة لقلة الرطوبة المطلقة في الطبقة الهوائية المجاورة لسطح الارض مما يودي الى انخفاض الحرارة الى ما دون درجة الانجماد الى تجمد السوائل في انسجة النباتات وتمزقها (١٦).

وقد يكون هذا الصقيع منقولاً بفعل هبوب الرياح او تأثير كتلة هوائية باردة على المنطقة لاسيما وان انخفاض درجة الحرارة الى ما دون (-١٠°) مئوية ويزداد في اثناء الرياح الباردة (١٧)، وهذا الصقيع خطير لان المواد على كل الارتفاعات تتجمد فتسبب خسائر اقتصادية كبيرة، لان الصقيع المنقول لا يمكن مكافحته اذ لا يمكن للإنسان تغيير خصائص الكتل الهوائية الباردة (١٨).

[١] علي حسن موسى، مصدر سابق، ص ص٤٤-٤٥.

الجدول (٢) ظواهر التطرف الحراري السالب في منطقة الدراسة

نوع الموجة	العدد	النسبة المئوية%
موجات الصقيع	٢٩	%٦٠,٤٣
موجات البرد	١٩	%٣٩,٥٨
المجموع	٤٨	%١٠٠

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.

وبعد تحليل البيانات اليومية لدرجات الحرارة الصغرى اليومية وباتباع اسلوب ان كل فترة تنخفض فيها درجة الحرارة الصغرى اقل من (-٠,٩)° مئوية وتستمر لثلاثة ايام او اكثر تسمى (موجة صقيعية) او موجة صقيع ومن خلال الجدول (٣) وعند تصنيف الموجات الصقيعية اتبع نفس اسلوب تصنيف موجات البرد المتبع في الدراسات السابقة، فالموجات القصيرة (٣)ايام، والمتوسطة(٣-٥) ايام والطويلة (اكثر من ٥-٧) ايام. وعند ملاحظة **التباينات المكانية** لهذه الموجات نلاحظ من خلال تحليل الجدول ما يلي:

- الموجات القصيرة :سجلت محطات المنطقة المتموجة اعلى تكرار للموجات القصيرة مقارنة بباقي الموجات تصدرت محطة البعاج المرتبة الاولى بأعلى رقم (٨) تلتها محطة سنجار (٧) بينما كانت محطة الجزيرة بالمرتبة الاخيرة اقل تكرار (٢)اما باقي المحطات فتباينت ما بين (٣-٦) والسبب في ذلك يعود الى طبيعة المنطق كونها تمثل جزءاً من منطقة الجزيرة المنبسطة .
- الموجات المتوسطة : تباينت المحطات في تسجيلها لتكراراتها لكنها عموماً اقل من تكرارات الموجات القصيرة، احتلت محطة كركوك المرتبة الاولى بواقع (٦) بينما كانت محطة بعاج (٥) في حين سجلت محطة صلاح الدين اقل تكرار وهو (٢) اما المحطات الاخرى فكانت تكراراتها بين (٣-٤).

الجدول (٣) تكرار موجات الصقيع في محطات منطقة الدراسة

المحطة	الموجات القصيرة	الموجات المتوسطة	الموجات الطويلة
الموصل	٥	٣	٣
سنجار	٧	٣	٤
اربيل	٤	٤	٣
صلاح الدين	٥	٢	١
كركوك	٦	٦	٢
الجزيرة	٢	٣	٤
الجزيرة ٢	٤	٣	٢
الجزيرة٣	٤	٤	٢
البعاج	٨	٥	٤
بيجي	٣	٣	٤

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.

ا الموجات الطويلة : اتسمت تكراراتها بقلتها مقارنة بالموجات القصيرة والطويلة، فسجلت كل من (سنجار، الجزيرة، البعاج وبيجي)المرتبة الاولى بـ(٤) تكرارات بينما كانت محطة صلاح الدين قد سجلت اقل تكرار وهو (١)، لاحظ الشكل (١).

اطول موجة صقيع بلغت (١٧)يوماً لشهر كانون الثاني في محطة الموصل لعام ٢٠٠٨.

التباينات الشهرية: يظهر من خلال تحليل الجدول(٤) الذي يوضح عدد موجات الصقيع خلال فصل الشتاء ما يلي:

١-تصدر شهر كانون الثاني المرتبة الاولى (١٤) موجة من مجموع (٢٩) موجة صقيع ومثل نسبة (٤٨,٢٧%) وهو اعلى نسبة مقارنة بباقي الاشهر.

٢-احتل شهر شباط المرتبة الثانية في تسجيل موجات الصقيع اذ تضمن (٨) موجات وبنسبة (٢٧,٥٨%) كونه يمثل شهر الارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة مقارنة بالشهر السابق.

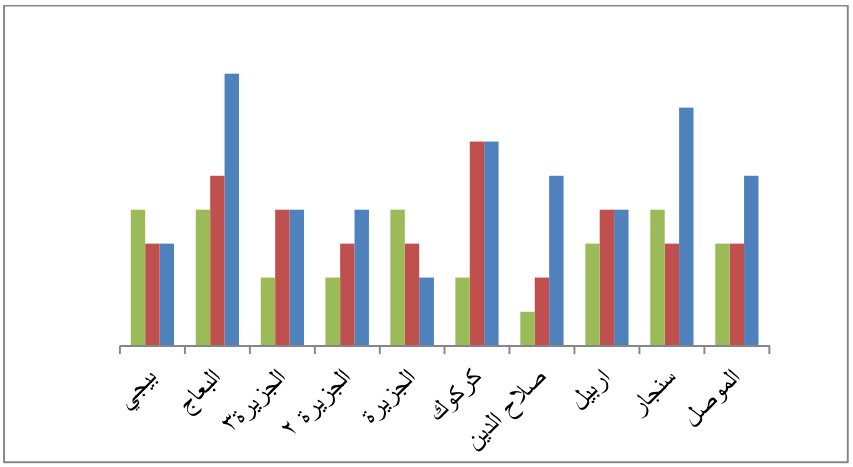
٣-احتل شهر كانون الاول المرتبة الاخيرة بنسبة (٧) موجات بنسبة (٢٤,١٣%) كونه يمثل الانقلاب الشتوي. انظر الشكل (٢).

٤-برزت ظاهرة الموجات المندمجة اذ تستمر الموجة في الشهر اللاحق وتفوق شهر كانون الثاني بتسجيل (٥) موجات مندمجة تلاه شهر شباط بـ (٣) موجات، ثم شهر كانون الاول موجة واحدة.

الجدول(٤) موجات الصقيع خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة

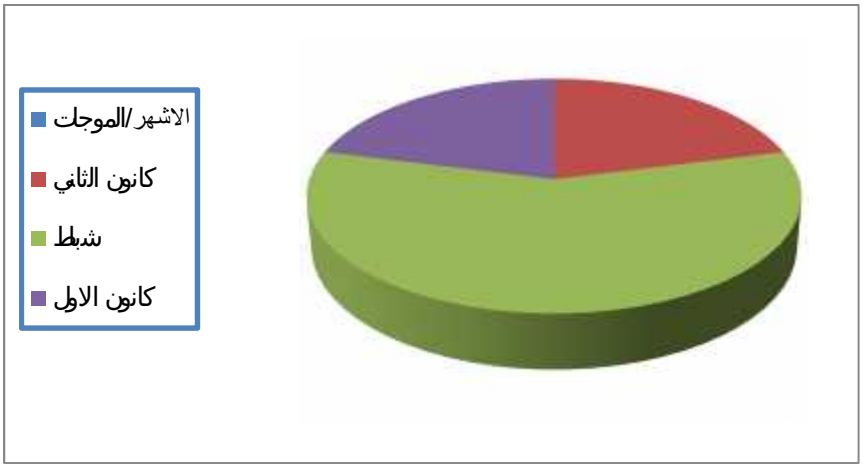
الاشهر/الموجات	موجات الصقيع	
كانون الثاني	١٤	%٤٨,٢٧
شباط	٨	%٢٧,٥٨
كانون الاول	٧	%٢٤,١٣

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.



الشكل (١) تكرار موجات الصقيع في محطات منطقة الدراسة

*المصدر من عمل الباحثة اعتماداً على قراءات جدول (٣).



الشكل (٢) النسبة المئوية لمساهمة الاشهر في حدوث موجات الصقيع

*المصدر من عمل الباحثة اعتماداً قراءات جدول (٤).

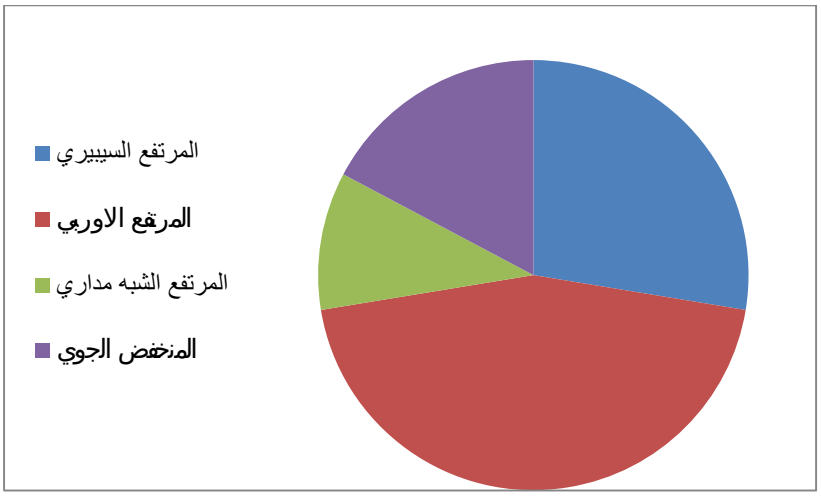
كانت المرتفعات الجوية مسؤولة عن موجات الصقيع بنسب متباينة ومن خلال الجدول (٥) يظهر ما يلي:

- سجل المرتفع الاوربي اعل نسبة مساهمة في تشكيل موجات الصقيع فسبب (١٣) موجة صقيع بنسبة (٤٤,٨٢%) .
- جاء المرتفع السيبيري بالمرتبة الثانية بواقع (٨) موجات وبنسبة (٢٧,٥٨%) من المجموع الكلي للموجات .
- احتل المرتفع شبه المداري المرتبة الثالثة لأنه المسؤول عن (٣) موجات صقيع وبنسبة (١٠,٣٤%) من المجموع الكلي لموجات الصقيع.
- ساهمت المنخفضات الجوية بحدوث (٥) موجات وبنسبة (١٧,٢٤%) من المجموع الكلي لموجات الصقيع، لاحظ الشكل (٣).

الجدول (٥)النسبة المئوية لمساهمة المنظومات الجوية في موجات الصقيع

موجات الصقيع		
نوع المنظومة	عدد الموجات	النسبة المئوية
المرتفع السيبيري	٨	%٢٧,٥٨
المرتفع الاوربي	١٣	%٤٤,٨٢
المرتفع الشبه مداري	٣	%١٠,٣٤
المنخفض الجوي	٥	%١٧,٢٤

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.



الشكل(٣) النسبة المئوية لمساهمة المنظومات الجوية في موجات الصقيع

ب:موجات البرد

تمثل موجة البرد انخفاض في درجة الحرارة الصغرى عن المعدل الشهري بمقدار (٥ْ)مئوية وتستمر لمدة ثلاثة ايام، تعرف موجة البردcold wave فالمقصود بها كما ورد في تعريف مؤسسة الطقس الوطني الامريكي فان موجة البرد تضم تعريفين:

التعريف الاول : انخفاض سريع في درجات الحرارة يتطلب توفير الحماية للقطاعات الزراعية والصناعية والتجارية والنشاطات الاجتماعية، وان المعيار او درجة الحرارة التي تحدد بموجبها موجات البرد تختلف بحسب الاقاليم والوقت من السنة.

التعريف الثاني: هو التعريف الشعبي والذي يشير الى مدة من الطقس تتميز بانخفاض كبير في درجات الحرارة.(١٩).

ويعد انخفاض درجة الحرارة موجة برد اذا تحقق شرطان:

- ان تكون درجة الحرارة الصغرى لذلك اليوم اقل من المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى بـ(٥ْ) مئوية او اقل.
- ان يستمر الانخفاض اقل من المعدل بـ(٥ْ) مئوية او اكثر لثلاثة ايام متتالية او اكثر (٢٠).

وبعد استخراج المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى لمحطات منطقة الدراسة اتضح وجود (١٩) موجة برد خلال فترة الدراسة ومن خلال تفحص الجدول(٦) يتضح النتائج الاتية:

-**الموجات القصيرة:** تمتاز بارتفاع تكراراتها مقارنة بالموجات الاخرى وعموماُ فان موجات البرد اقل في تكراراتها من موجات الصقيع السابقة الذكر، وقد تصدرت محطة الموصل المرتبة الاولى في تكرار الموجات القصيرة (٨) تليها كل من كركوك والجزيرة ٢ وبيجي بـ(٧) تكرارات، وبلغ اقل تكرار(٤) لمحطات سنجار واربيل والجزيرة والجزيرة٣ وبيجي. وذلك لكون محطة الموصل تمتاز بموقعها الهضبي المفتوح امام المؤثرات الجوية.

الجدول (٦) تكرار موجات البرد في محطات منطقة الدراسة

المحطة	الموجات القصيرة	الموجات المتوسطة	الموجات الطويلة
الموصل	٨	١	_
سنجار	٤	٢	_
اربيل	٤	٤	_
صلاح الدين	٦	١	١
كركوك	٧	٦	_
الجزيرة	٤	١	١
الجزيرة ٢	٧	_	_
لجزيرة٣	٤	_	_
البعاج	٤	٢	_
بيجي	٧	_	_

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.

-**الموجات المتوسطة:** تمتاز بقلة تكراراتها واحتلت محطة كركوك اعلى تكرار (٦) تلتها محطة اربيل تكرار(٤) بينما سجلت محطتي سنجار و البعاج بـ(٢) وباقي المحطات (١) كمحطة الشرقاط والجزيرة، وهناك محطات لم تسجل موجات متوسطة كمحطات الجزيرة ٢والجزيرة ٣ و بيجي.

-**الموجات الطويلة:** لم تسجل اغلب محطات منطقة الدراسة اي تكرارات لهذه الموجات باستثناء محطتي (صلاح الدين والجزيرة) اللتان سجلتا تكرار(١). بينما كانت اطول موجة برد (٦)ايام في شهر كانون الاول لمحطة الجزيرة لعام ٢٠٠٥.

-**التباينات الشهرية:**- يظهر من خلال تحليل الجدول(٧) الذي يوضح عدد موجات البرد خلال فصل الشتاء ما يلي:

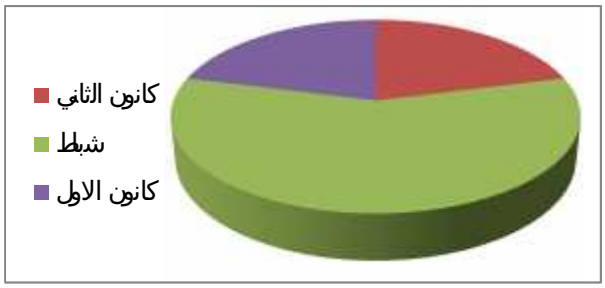
-سجل شهر شباط (١١) موجة من مجموع (١٩) موجة برد ومثل نسبة (٥٧,٨٩%) وهو اعلى نسبة مقارنة بباقي الاشهر.

-احتل شهرا كانون الثاني وكانون الاول المرتبة الثانية في تسجيل موجات البرد اذ تضمنا (٤) موجات وبنسبة (٢٧,٥٨%) لكل منهما كما يظهره الشكل (٤).

الجدول (٧) النسبة المئوية لمساهمة الاشهر في حدوث موجات البرد

الاشهر/الموجات	موجات البرد	
كانون الثاني	٤	%٢١,٠٥
شباط	١١	%٥٧,٨٩
كانون الاول	٤	%٢١,٠٥

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.



الشكل (٤) النسبة المئوية لمساهمة الاشهر في حدوث موجات البرد

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على قراءات جدول (٧).

كانت المرتفعات الجوية مسؤولة عن موجات البرد بنسب متباينة ومن خلال الجدول (٨) يظهر ما يلي: ١)-ساهم كل من المرتفع السيبيري والمرتفع الاوربي بأعلى نسبة مساهمة في تشكيل موجات البرد فسببا (٦) موجة برد بنسبة (٣١,٥٧%) لكل منهما.

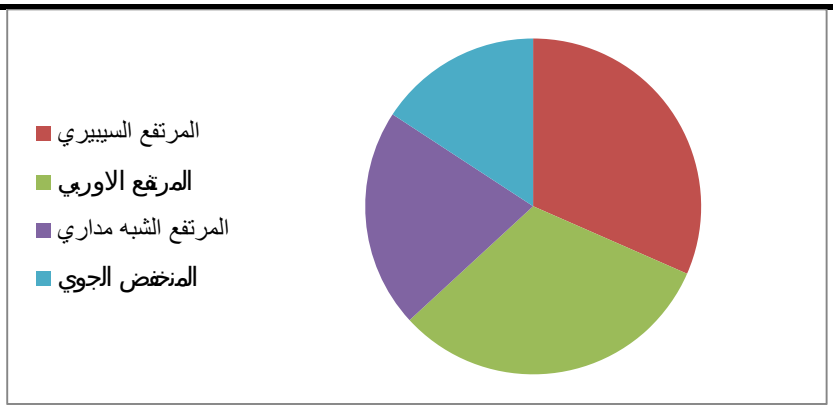
٢)-سجل المرتفع شبه المداري المرتبة الثانية لأنه المسؤول عن (٤) موجات برد وبنسبة (٢١,٠٥%) من المجموع الكلي لموجات البرد.

٣)-ساهمت المنخفضات الجوية بحدوث (٣) موجات وبنسبة (١٥,٧٨%) من المجموع الكلي لموجات البرد. لاحظ الشكل(٥).

الجدول (٨) النسبة المئوية لمساهمة المنظومات الجوية في موجات البرد

موجات البرد		
نوع المنظومة	عدد الموجات	النسبة المئوية
المرتفع السيبيري	٦	%٣١,٥٧
المرتفع الاوربي	٦	%٣١,٥٧
المرتفع الشبه مداري	٤	%٢١,٠٥
المنخفض الجوي	٣	%١٥,٧٨

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.



الشكل(٥) النسبة المئوية لمساهمة المنظومات الجوية في موجات البرد

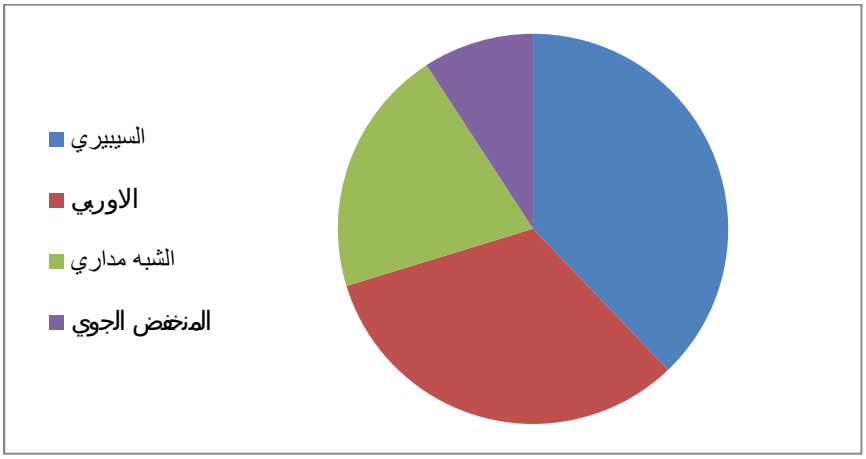
*المصدر من عمل الباحثة اعتماداً على قراءات جدول (٨).

وبالنظر الى عدد الايام التي ساهمت بها المرتفعات والمنخفضات الجوية بالنسبة لعدد الايام الكلي فمن خلال الجدول (٩) والذي يوضح عدد الايام تضم موجات الصقيع والبرد مجتمعة يبرز دور المرتفع السيبيري بأكبر عدد من الايام والبالغة (٧٠) يوماً بنسبة (٣٧,٨٣%) ليشكل اعلى نسبة بينما احتل المرتفع الاوربي بمساهمته بـ(٦٠) يوماً ليشكل نسبة (٣٢,٤٣%) ليحتل المرتبة الثانية، وسجل المرتفع شبه المداري عدد ايام بلغ (٣٨) يوماً بنسبة (٢٠,٥٤%) وكان نصيب المنخفضات الجوية (١٧) يوماً ليحتل المرتبة الاخيرة بنسبة مساهمة بلغت (٩,١٨%).لاحظ الشكل (٦).

الجدول(٩) النسبة المئوية لعدد ايام مساهمة المنظومات الجوية بالنسبة لعدد الايام الكلي

نوع المنظومة	عدد الايام	النسبة المئوية
السيبيري	٧٠	%٣٧,٨٣
الاوربي	٦٠	%٣٢,٤٣
الشبه مداري	٣٨	%٢٠,٥٤
المنخفض الجوي	١٧	%٩,١٨

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الامريكية ناسا.



الشكل (٦) النسبة المئوية لعدد ايام مساهمة المنظومات الجوية بالنسبة لعدد الايام الكلي

*المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على قراءات جدول (٩).

الاستنتاجات

بعد استكمال عمليات المعالجة والتحليل توصلت الدراسة الى النتائج ادناه:

١-تفوق موجات الصقيع على موجات البرد اذ سجلت نسبة (٦٠,٤٣%) بينما كانت نسبة موجات البرد(٣٩,٥٨%).

٢-سيادة الموجات القصيرة في موجات الصقيع وتفوقها على الموجات المتوسطة والطويلة.

٣-سجل شهر كانون الثاني اعلى عدد لموجات الصقيع اذ سجل (٤٨,٢٧%).

٤-ساهم المرتفع الاوربي بأعلى عدد لموجات الصقيع بنسبة (٤٤,٨٢%).

٥-تصدرت الموجات القصيرة ضمن موجات البرد وتفوقها على الموجات المتوسطة في حين خلت من الموجات الطويلة.

٦-سجل شهر شباط اعلى عدد لحدوث موجات البرد بنسبة (٥٧,٨٩%).

٧-ساهم كل من المرتفع السيبيري والاوربي بأعلى نسبة مساهمة لموجات البرد والبالغة (٣١,٥٧%).

٨-عند حساب النسبة المئوية لعدد الايام الكلي لمساهمة المرتفعات في حدوث الموجات سجل المرتفع السيبيري اعلى نسبة (٣٧,٨٣%).

ثبت المصادر

١ اثر التطرف المناخي في بيئة الاقليم المتموج في العراق، حمدة حمودي شيت العبيدي، اطروحة دكتوراه، كلية التربية ،جامعة تكريت،٢٠٠٤.

٢ اساسيات المناخ الزراعي، سلام هاتف احمد الجبوري، الطبعة الثانية، مكتبة دلير، بغداد،٢٠١٩.

٣ تباين ارتفاع مستويات الضغط القياسية وأثرها في بعض مظاهر التكاثف في العراق، بشرى أحمد جواد صالح، اطروحة دكتوراه، كلية التربية (ابن رشد) جامعة بغداد،٢٠٠٧.

٤ التحليل العملي لمناخ العراق، سالار علي خضر الدزيي، دار الفراهيدي للطباعة والنشر، بغداد،٢٠١٠.

٥ الترابط المكاني للهطول المطري شمال دائرة عرض (ْ٣٦) في العراق، سرى بدر حسين، اطروحة دكتوراه قسم الجغرافية، كلية التربية ،جامعة الموصل.

٦ تكرار المرتفعات الجوية واثرها في مناخ العراق، شهلاء عدنان محمود الربيعي، رسالة ماجستير ،كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠٠١.

٧ خصائص الموجات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق، ميسرة عدنان عبد الرحمن وباسم ابراهيم وهاب، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد ٢٦(٣) لسنة٢٠١٥.

٨ علم الطقس والمناخ، عبد الاله رزوقي وماجد السيد ولي ، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٨٦.

٩ مشكلات الطبيعة الراهنة، علي حسن موسى، مطبوعات جامعة دمشق، دمشق،٢٠١٦.

١٠ المناخ التطبيقي، علي احمد غانم، دار المسيرة عمُان ،الاردن، الطبعة الاولى،٢٠١٠.

١١ الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل، بغداد والبصرة، سلام هاتف احمد الجبوري، اطروحة دكتوراه ،كلية التربية ،ابن رشد، جامعة بغداد،٢٠٠٥.

١٢ موجات البرد في العراق، قصي عبد المجيد السامرائي واحلام عبد الجبار كاظم وهدى علي صالح، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٢٩،لسنة ١٩٩٥.

١٣ الخرائط الطقسية للمستوى الضغطي السطحي 1000ملليبار وللرصدتين (00:00) و (12:00) بحسب توقيت GMT على الموقع الالكتروني.

١٤ http://www.vortex.plymouth.ed-
http://www.global weather data for swat.tamu.edu