Journal of Tikrit University for Humanities
JTUH
كليـــة التربية للعلوم الانسانية
College of Education for Human Sciences

Hallat Rasheed Abdulla•
Department of Geography
College of humane Since
University of Raparin
Sulaymanyah , Iraq
07701467935

hallatgeography@gmail.com

Key Wordes
Cold Waves
heat Waves
sulaymanyah city
climate
Reoccurrnce
temperature

Heat And Cold Waves Reoccurrnce in Sulaymanyah city (1993 – 2015)

A B S T R A C T

There are different opinions about the determination of clod and hot waves. In this paper, hot waves are identified based on 5 degrees deviation from monthly mean maximum temperature, and the continuation of the heat wave for at least three consecutive days. On the other hand, cold waves are determined based on 5 degree deviation from monthly mean minimum temperature for three consecutive days.

On the above bases, in weather Sulaimanyah station, which is the center of Sulaimanyah governorate and located in northern Iraq and north east of Kurdistan region, 89 heat waves and 38 cold waves has happened between 1993-2015 which makes a total of 127 cold and heat waves. The frequency of heatwaves occurrence was between 3-10 heat waves per year, while cold waves frequency was 1-6 yearly. Notably, no cold waves have been identified for 6 years.

The highest number of heatwaves had occurred in autumn with a total of 32 heatwaves, while the highest number of cold waves occurred during winter season with a total of 17 cold waves. No cold waves are recorded during summer .

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.25.10.2018.11

تكرار موجات الحر والبرد في مدينة السليمانية (1993 _ 2015)

هه له ت رشيد عبدالله –قسم الجغرافية, كلية العلوم الانسانية–
جامعة رابرين, رانية, السليمانية, العراق

الخلاصة

تتباين الآراء حول تحديد موجات الحر والبرد، وفي هذه دراسة تم تحديد موجات الحر بارتفاع درجات الحرارة ب(5)مْ او اكثر من المعدل الشهري لدرجات الحرارة العظمى شريطة ان ارتفاع درجات الحرارة تستمر لمدة ثلاثة ايام متتالية او اكثر، وتحديد موجات البرد بانخفاض درجات الحرارة لمدة ثلاثة ايام متوالية او اكثر ب(5)مْ او اكثر عن معدل درجات الحرارة الصغرى الشهرية .

وعلى هذا الاساس فإن محطة السليمانية في مدينة السليمانية وهي مركز محافظة السليمانية التي تقع في شمال العراق و شمال شرق اقليم كردستان، واعتمادا على البيانات المناخية اليومية التي سجلت خلال الفترة (1993_2015)، فقد تم تحديد (127) موجة حر و برد ومنها (89) موجة حر (38)موجة برد، وتتكرر موجات الحر بين(3_10)موجات سنويا، وتتكرر موجات البرد بين (1_4)موجات سنويا، هناك (6)سنوات لم تسجل فيها اي موجة برد .واكثر موجات الحر تكرارا سجلت خلال فصل الخريف وكانت(32)موجة، بينما اكثر البرد تكرارا سجلت في فصل الشتاء(17)موجة، حيث لم تسجل اي موجة برد خلال اشهر الصيف .

• Hallatgeography@gmail.com

المقدمة

تتعرض مناطق عدة في العالم لموجات الحر والبرد، وزاد الاهتمام بظاهرة موجات الحر والبرد وخاصة بعد الحديث عن التغير المناخي والنتائج المرافقة له، منها زيادة الكوارث المناخية في نهاية القرن الماضي، وحسبت هذه الظاهرة كإحدى الكوارث الطبيعية المناخية المؤثر على حياة الانسان والحيوان والنباتات، إذ تؤدي موجات الحر الى زيادة التعرق للإنسان و الجفاف للنباتات وكذلك زيادة التبخر على الموارد المائية والتربة وفي بعض الحالات تؤثر على صحة الانسان مسببة الموت خاصة بين كبار السن والاطفال، وايضا موجات البرد تؤدي الى تلف المحاصيل و كذلك زيادة استهلاك الطاقة وانتشار الامراض وزيادة المصاعب لدى المرضى الذين يعانون من الالم المفاصل .

مدينة السليمانية التي تقع في جنوب المنطقة المعتدلة شمال خط الاستواء، تتصف بشتاء ممطر ومعتدل وبصيف جاف وحار, ومن المناطق المعرضة لحدوث موجات الحر والبرد بسبب سيطرة و تأثير الكتل الهوائية المتباينة وسيادة المنخفضات و المرتفعات الجوية القادمة اليها. وعلى الرغم من التأثيرات الكبيرة لموجات الحر والبرد على كافة نواحي الحياة، واستخدامها كمؤشر للتغيرات المناخية من قبل الهيئة العالمية المعنية بتغيير المناخ(IPCC)، ووقوع مدينة السليمانية في منطقة معرضة لموجات الحر والبرد، كما أن هذه الظاهرة لم تدرس في اي محطة مناخية لمحافظة السليمانية لتحديد كيفية تكرار وتغير عدد تكرار الظاهرة بين سنة والاخر من حيث تكرار وتباين، لذا فإن دراسة هذه الظاهرة ولمدة الطويلة لها اهمية خاصة للأشهر والفصول التي تحدث فيها موجات الحر والبرد .

يعالج البحث تحديد موجات الحر والبرد وتباين تكراراتها الشهرية والفصلية والسنوية في محطة السليمانية, وعليه فان مشكلة البحث هي :

1. ماهي الاشهر والفصول الاكثر تكرارا لحدوث موجات الحر والبرد، وهل توجد اشهر او فصول لا تسجل فيها موجة حر او برد .
2. ماهي نسبة تكرار ومجموع عدد موجات الحر والبرد خلال سنوات الدراسة، وهل تحدث موجات الحر والبرد في كل سنة؟
3. ماهي عدد الموجات؟ وهل تحدث موجات الحر والبرد بعدد متساوي؟ او يوجد فرق بين عدد تكرار موجات الحر والبرد خلال اشهر وفصول السنة ؟
4. ماهي العوامل والظواهر الجغرافية المسببة لحدوث وتكرار موجات الحر والبرد؟

تكمن اهمية البحث في تحديد تكرار موجات الحر والبرد في مدينة السليمانية، نتيجة لتغيير الشهري والفصلي والسنوي لدرجات الحرارة، مما ادى الى تباين في توزيع الموجات خلال الاشهر والفصول و بين

السنة والاخرى، وكذلك اهمية البحث تأتي من خلال الفهم للعوامل الجغرافية التي تؤدي الى تكوين الموجات، وكذلك الاتجاه حدوث الظاهرة وزيادة عدد تكرار اي نوع من الموجة مقارنة بموجة اخرى وتحديد الشهر والفصل التي تحدث فيها موجة الحر والبرد .

فرضية البحث

1. التغير الشهري والفصلي لدرجات الحرارة يؤدي الى حدوث تباين تكرار موجات الحر والبرد .
2. التغير السنوي للعوامل الجغرافية مسببة لحدوث الموجات يؤدي الى تغيير في عدد تكرار موجات بين سنة و الاخرى .
3. يمكن تحديد عدد حدوث الموجات الحر والبرد على تعريف واحد واعتمادا على بينات المناخية موجودة في محطة السليمانية .

اعتمد البحث المنهج التحليل الوصفي والكمي في تفسير الفروض المطروحة للوصول الى تحقيق أهداف البحث معتمدين في ذلك على البيانات المناخية في دائرة الأنواء الجوية في السليمانية، وهي المحطة المناخية الوحيدة في داخل مدينة السليمانية التي تقع على قوسي العرض (33 ˚35)، وخط الطول (45 ˚27)، وعلى ارتفاع (884.8)م، عن مستوى سطح البحر، والبيانات المستخدمة في الدراسة هي تلك البيانات لدرجات الحرارة اليومية التي سجلت من قبل قسم الاحصاء في الدائرة بين سنوات(1993 _ 2015).

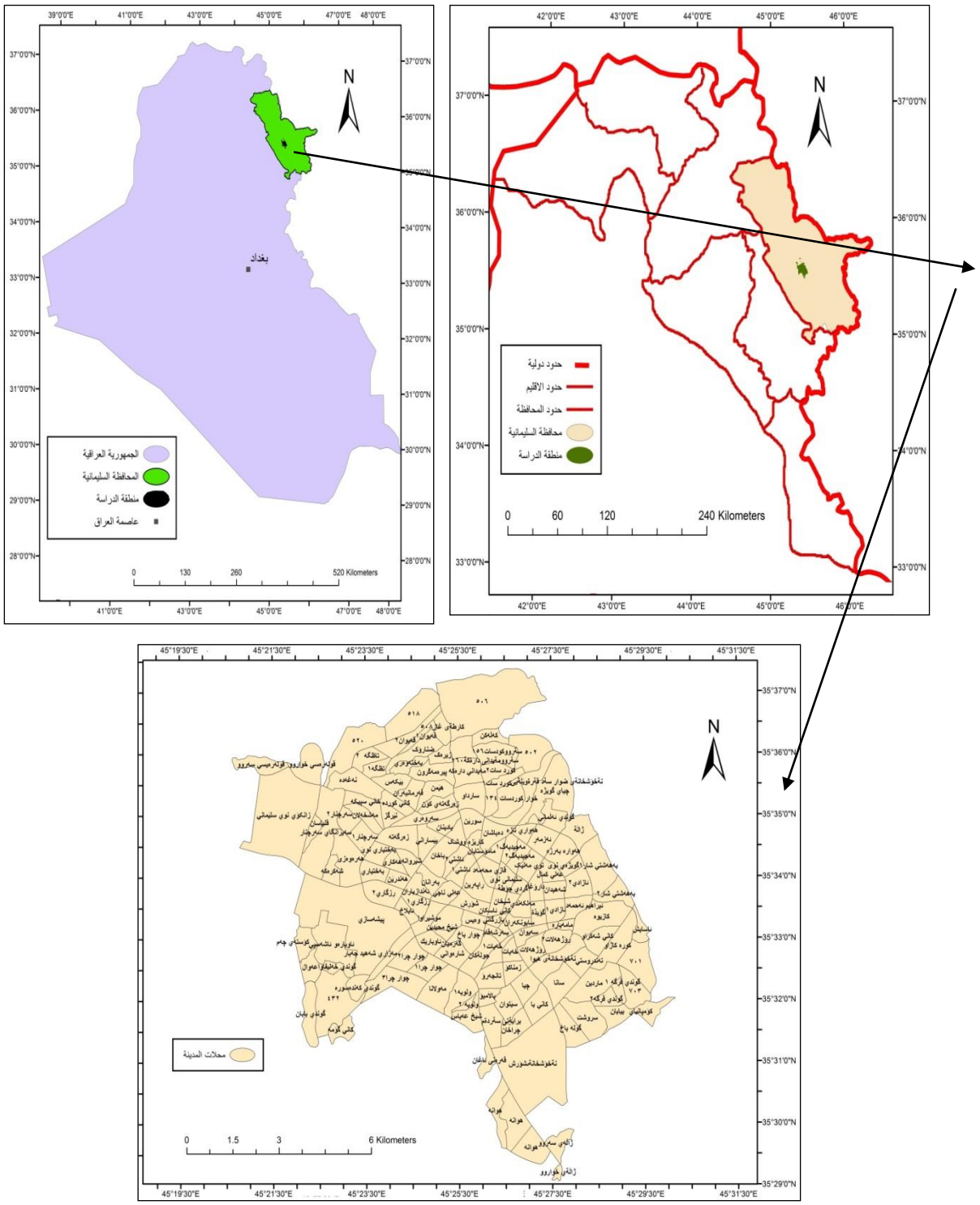
فرضية البحث

4. التغير الشهري والفصلي لدرجات الحرارة يؤدي الى حدوث تباين تكرار موجات الحر والبرد .
5. التغير السنوي للعوامل الجغرافية مسببة لحدوث الموجات يؤدي الى تغيير في عدد تكرار موجات بين سنة و الاخرى .
6. يمكن تحديد عدد حدوث الموجات الحر والبرد على تعريف واحد واعتمادا على بينات المناخية موجودة في محطة السليمانية .

اعتمد البحث المنهج التحليل الوصفي والكمي في تفسير الفروض المطروحة للوصول الى تحقيق أهداف البحث معتمدين في ذلك على البيانات المناخية في دائرة الأنواء الجوية في السليمانية، وهي المحطة المناخية الوحيدة في داخل مدينة السليمانية التي تقع على قوسي العرض (33 ˚35)، وخط الطول (45 ˚27)، وعلى ارتفاع (884.8)م، عن مستوى سطح البحر، والبيانات المستخدمة في الدراسة هي تلك البيانات لدرجات الحرارة اليومية التي سجلت من قبل قسم الاحصاء في الدائرة بين سنوات(1993 _ 2015).

موقع مدينة السليمانية

خارطة (1) موقع منطقة الدراسة في جمهورية العراق واقليم كردستان



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على : 1- برامج ARC GIS9.3
2- حكومة اقليم كردستان العراق ، محافظة السليمانية ، قسم الخرائط و الهندسية ، خريطة محافظة السليمانية 3- حكومة اقليم كردستان ، وزارة البلديات و السياحية ، مديرية بلدية السليمانية ، قسم GIS خريطة 2012 مدينة السليمانية ، غير منشورة

تقع مدينة السليمانية مركز محافظة السليمانية في شمالي شرق العراق وشرقي إقليم كردستان في منطقة الجبال الالتوائية البسيطة، وتعد مدينة السليمانية من المدن الجبلية، تحدها جبال كويزة وأزمر من الشرق وشمال الشرق، وجبل بيرة مكرون من الشمال، ومن الجنوب والجنوب الغربي جبل برانان، تحيط بها من الغرب مرتفعات طاسلوجة، وتتصل حدود المدينة من جهة الجنوب الشرقي بسهل شارة زور، وتقع مدينة السليمانية في موضع بين دائرتي العرض (20َ31ْ35ً) و (00َ40ْ35ً) شمالا، وبين خطي الطول (30َ22ْ45ً) و (30َ28ْ45ً) شرقا.(الخارطة 1)

تبلغ مساحة مدينة السليمانية (54.25) كم2، ويصل عدد سكانها إلى (600150) نسمة [1]، وكثافة السكان فيها تصل إلى(110،6) نسمة/كم2، ومعظم السكان في المدينة يشتغلون في قطاع الخدمات .

أولا_تعريف موجات الحارة والباردة

تتباين الآراء وتعريفات بين العلماء والمنظمات المناخية حول تحديد موجات الحر والبرد, وأحيانا تختلف من أقليم مناخي الى اخر بسبب اِختلاف عناصر المناخية وخاصة نوعية وكمية اِرتفاع واِنخفاض درجات الحرارة في تلك المناطق . ولكن لا يوجد اختلاف في شروط والية تحديد وتعريف موجة البرد والحر في المنطقة واحدة أو بلد اِلا عن طريق حد فاصل بينهم وهي معدل شهري لدرجة حرارة العظمى لموجة الحر ودرجة حرارة الصغرى لموجة البرد في تلك المنطقة .

فقد عرف منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) موجة الحر بأنها (مدة ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى 5مْ عن معدل درجة الحرارة العظمى للفترة 1961-1990 يشترط مدة لايقل عن خمسة أيام متعاقبة)[2], وحسب هذه التعريف(فإن موجة البرد تحدث حينما يكون لديك درجات حرارة الصغرى لخمسة أيام أو أكثر على التوالي أدنى عن معدل درجات الحرارة الصغرى للفترة 1961-1990 ب 5مْ), وجاء في التعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية IPCC تابعة للأمم المتحدة, بأن موجة الحر فترة من الطقس الحار بشكل غير طبيعي وغير مريح تدوم للفترة أكثر من ثلاث الأيام

1_ وزارة التخطيط اقليم كوردستان العراق، مديرية الإحصاء في مدينة السليمانية ، بيانات غير منشورة ، 2009
2 - نعمان شحادة, علم المناخ, الطبعة الأولى, دار الصفاء, عمان, 2009,ص92 .

وكذلك عرف موجة البرد بأن فترة من الطقس البارد بشكل غير طبيعي وغير مريح لمدة لاتقل عن ثلاثة أيام[1] .

ويعرف (S. E. PERKINS and L. V. ALEXANDER)باحثان الأستراليان موجة الحر بانها مدة 6 الايام متتالية ترتفع فيها درجة الحرارة 5 مْ أو أكثر عن معدل شهري للحرارة العظمى[2] . بينما عرف (على أحمد غانم) موجات الحر بحالات ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى عن معدلها ب 4 مْ أو أكثر و لمدة 3 أيام متتالية أو أكثر[3]. ويعرف (علي صاحب طالب الموسوي و عبد الحسن مدفون أبو رحيل) موجة البرد بِانخفاض درجات الحرارة بأقل من 4مْ عن حرارة جسم الأنسان, وكذلك موجة الحر بِارتفاع درجة الحرارة العظمى فوق معدلاتها بأكثر من 4مْ ولمدة ثلاثة أيام متتالية[4] .

عرف الباحثون (عبدالقادر عبدالعزيز علي و عبدالناصر رشاش علي) الموجات الباردة بأنها تلك الأيام التي تنخفض درجة الحرارة خلالها لكل من المعدل اليومي لدرجة حرارة العظمى والصغرى خلال تلك الأيام بنسبة 20% عن المعدل الشهري باعتباره يمثل 100%، حيث برأي الباحثان أن تحديد الموجات الباردة لا يعتمد على درجة الحرارة الصغرى فقط, وإنما يعتمد على المتوسط اليومي ودرجة الحرارة العظمى أيضا [5] . بينما يعرف (قصي عبدالمجيد السامرائي واخرون) موجات البرد باستمرار انخفاض درجة الحرارة الصغرى خلال ثلاثة أيام متتالية أو أكثر ب 5مْ أو اكثر من المعدل الشهري للحرارة الصغرى

---

[1]-IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,p209-221.

2 -S. E. PERKINS L. V. ALEXANDER, On the Measurement of Heat Waves,JOURNAL OF CLIMATE VOLUME 26,p 4515,

3 - علي أحمد غانم, المناخ التطبيقي, الطبعة الأولى, دار المسيرة, عمان, 2010,ص88 .

4 – علي صاحب طالب الموسوي و عبد الحسن مدفون أبو رحيل, علم المناخ التطبيقي, الطبعة الأولى, دار الضياء للطباعة,النجف,2011, ص 278-286 .

5 - عبدالقادر عبدالعزيز علي و عبدالناصر رشاش علي، تحليل وتفسير الموجات الباردة الممطرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار من بعد(RS), http://bougria-tif.blogspot.com/2011/10/gis-rs.html

وكذلك نفس الباحثون عرف موجة الحر أن تكون درجة الحرارة العظمى لذلك اليوم أعلى من المعدل الشهري للحرارة العظمى ب 5مْ أو أكثر, و تستمر هذا الارتفاع لمدة ثلاثة أيام متتالية أو أكثر[1].

وكذلك جاء في دراسة(سليمان عبدالله اسماعيل) بعنوان (تكرار موجات الحر في مدينة اربيل للفترة 1992-2014)[2], و دراسة (نعمان شحادة) موسومة (موجات الحر في الأردن خلال الصيف)[3], موجة الحر بأن ارتفاع درجة الحرارة ب 5مْ فوق معدل الشهري للحرارة العظمى لمدة ثلاثة أيام متتالية أو أكثر .

ونلخص مما سبق بأن أوجد بين دراسة وكتابة المناخيين عدة تعاريف لظاهرة موجة الحر والبرد, ولا توجد فارق كبير بين تلك تعاريف و طريقة تحديد موجة الحر والبرد كمبنية على ارتفاع كبير أو انخفاض كبير في درجات الحرارة لعدة الأيام وبدرجات محددة في منطقة معينة , وعلى أساس تلك تعاريف وعلى طريقة باحثين عراقيين اعتمد في هذه الدراسة على تعريف لموجة الحر (وهي تلك الأيام اذ زادت فيها درجة الحرارة العظمى أعلى عن المعدل الشهري للحرارة للعظمى بـ5 مْ أو أكثر, واستمرار هذا الارتفاع لثلاثة ايام متتالية او اكثر), وكذلك تحديد موجة البرد على تعريف(ان تنخفض درجة الحرارة لذلك الفترة عن 5مْ عن معدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى, أن لا تقل المدة لثلاثة ايام متتالية) . وبنظر لتعريفين موجة الحر والبرد يبين فيهما شرطان أساسيان حتى تحتسب ارتفاع أو انخفاض في درجات حرارة بموجة الحر أو موجة البرد .

وتلك شروط لموجة الحر هي:.

1_ ارتفاع في درجات الحرارة العظمى اليومية بزيادة (5مْ) عن معدل الشهري لدرجات الحرارة العظمى أو أكثر .

2_تستمر هذا الارتفاع في درجات الحرارة لمدة ثلاثة أيام متوالية أو أكثر .

وكذلك شروط موجة البرد هي:.

1_ انخفاض في درجات الحرارة, وتستمر تلك انخفاض لمدة ثلاثة أيام متواصلة تباعا .

2_ أن تصل فرق بين درجة حرارة الصغرى اليومية لتلك ايام ومعدل شهري لدرجة الحرارة صغرى (5مْ) أو أكثر .

1- قصي عبدالمجيد السامرائي و آخرون,موجات الحر في العراق(دراسة تطبيقية في مناخ العراق),بحث منشور في المؤتمر الجغرافي السابع,بغداد,1995.ص1.

2- سليمان عبدالله اسماعيل, تكرار موجات الحر في مدينة اربيل للفترة 1992-2014,كوفارى زانكوى رابرين, VOL3,NO6, 2016 , ص947 .

3 – نعمان شحادة, موجات الحر في الأردن خلال الصيف, رسائل جغرافية, 138, كويت, 1990, ص5 .

وفي ضوء الشروط سابقا ليس وجود ارتباط بين اشهر او فصل معين لتحديد موجة الحر وموجة البرد, بينما بوجود تلك الشروط في أي شهر او فصل من فصول السنة تحتسب موجة الحر أو البرد .

ثانيا_ تكرار السنوي لموجات الحر والبرد .

ومن ملاحظة جدول (1) الذي يوضح تكرار السنوي ونسبة المئوية لموجات الحر والبرد في منطقة الدراسة، بين فترة(1993-2015), يتبين بلغ مجموع تكرار السنوي (127)موجة، منها (89) موجة الحر بنسبة (70%) من مجموع تكرار السنوي للموجات، بينما يشهد محطة السليمانية (38) موجة البرد، أي بنسبة (30%) من مجموع تكرار السنوي للموجات، بمعنى زيادة تكرار موجات الحر (2.33) مقارنة بموجات البرد، بينما على مستوى توزيع السنوي يظهر تباينا كبيرا في تكرار السنوي لموجات، إذ بلغ في (2004)تكرار موجات الحر والبرد (10) موجات، و بنسبة(7.9%) وهي أعلى معدل ونسبة تكرار خلال فترة(1993-2015)، ويلها سنتي(2001) و (2011) بتكرار (9) موجات وبنسبة (7.1%) في كل السنة من نسبة وتكرار مجموع الموجات الحر والبرد في تلك الفترة، وكذلك عند الاطلاع الجدول(1) يظهر ادنى تكرار الموجات الحر والبرد جاءت في السنوات(1996، 2000، 2002،2003،2015) وهي تكرار (3)موجة و بنسبة (2.4%)لكل السنة من مجموع تكرار و نسبة المئوية لتكرار موجات خلال الفترة(1993، 2015)، في حين سجلت (4)موجات أي بنسبة (3.1%)لكل سنة من السنوات(1998، 1999، 2009)، حيث نجد (5)تكرار لموجات وبنسبة (3.9%) لكل السنة لمجموع تكرار الموجات لسنوات(1994،2008،2014)،خلال فترة الدراسة، بينما تكرار (8)موجات أي بنسبة (6.3%) نجدها في سنة واحدة وهي (1993)، وحدثت (7)موجات وبنسبة (5.5%) لكل سنة من(1997، 2012)، في حين حدثت لكل السنة من سنوات(1995).

جدول (1)

تكرار ونسبة مئوية لموجات الحر و البرد في محطة السليمانية (1993 _ 2015)

السنة	تكرار الموجات الحر والبرد	نسبة المئوية لتكرار الموجات الحر و البرد	تكرار موجة الحر	نسبة مئوية لتكرار موجة الحر	نسبة مئوية لتكرار موجة الحر من مجموع تكرار موجات الحر والبرد	تكرار موجة البرد	نسبة مئوية لتكرار موجة البرد	نسبة مئوية لتكرار موجة البرد من مجموع تكرار موجات الحر والبرد
1993	8	6.3	5	5.6	3.9	3	7.9	2.4
1994	5	3.9	3	3.4	2.4	2	5.3	1.6
1995	6	4.7	4	4.5	3.1	2	5.3	1.6
1996	3	2.4	2	2.2	1.6	1	2.6	0.8
1997	7	5.5	3	3.4	2.4	4	10.5	3.1
1998	4	3.1	4	4.5	3.1	0	0	0
1999	4	3.1	4	4.5	3.1	0	0	0
2000	3	2.4	3	3.4	2.4	0	0	0
2001	9	7.1	6	6.7	4.7	3	7.9	2.4
2002	3	2.4	3	3.4	2.4	0	0	0
2003	3	2.4	3	3.4	2.4	0	0	0
2004	10	7.9	6	6.7	4.7	4	10.5	3.1
2005	8	6.3	6	6.7	4.7	2	5.3	1.6
2006	6	4.7	4	4.5	3.1	2	5.3	1.6
2007	3	2.4	2	2.2	1.6	1	2.6	0.8
2008	5	3.9	5	5.6	3.9	0	0	0
2009	4	3.1	3	3.4	2.4	1	2.6	0.8
2010	6	4.7	3	3.4	2.4	3	7.9	2.4
2011	9	7.1	5	5.6	3.9	4	10.5	3.1
2012	7	5.5	5	5.6	3.9	2	5.3	1.6
2013	6	4.7	5	5.6	3.9	1	2.6	0.8
2014	5	3.9	3	3.4	2.4	2	5.3	1.6
2015	3	2.4	2	2.2	1.6	1	2.6	0.8
المجموع	127	%100	89	%100	%70	38	%100	%30

المصدر:. من عمل الباحث اِعتمادا على, حكومة اِقليم كوردستان العراق, وزارة النقل و الموصلات, هيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي, محطة الأَنواء الجوية السليمانية, بيانات غير منشورة .

2006، 2010، 2013) عدد متساوي لتكرار الموجات وهي (6) موجات أي بنسبة(4.7%) لسنة .تشير بيانات الواردة في جدول(1) تتراوح التوزيع السنوي لتكرار الموجات الحر خلال السنوات (1993_2015) بين أدنى تكرار وهي(2) موجة، وأعلى تكرار هي(6) موجات خلال سنة واحدة،

ولا تجد سنة ضمن سنوات فترة دراسة لأحدثت فيها الموجات الحر، حيث بلغ عدد السنوات تتكرر فيها فقط موجتين الحر ثلاث السنوات وهي(1996، 2007، 2015)، أي بنسبة (2.2%)سنة من مجموع تكرار الموجات الحر، ونسبة(1.6%)سنة من مجموع تكرار موجات الحر والبرد خلال فترة الدراسة، أما بالنسبة لعدد السنوات التي تكرر فيها ثلاث موجات الحر بنسبة تكرار(3.4%)سنة بلغت (8) سنوات وهي أعلى معدل تكرار بين سنوات الدراسة بمعنى أكثر من ربع نسبة (27.2%) مجموع تكرار موجات الحر، ونسبة تكرار(2.4)سنة، من مجموع تكرار موجات الحر والبرد، ان نسبة تكرار موجات الحر اربع مرات في سنة واحدة بلغت اربع سنوات بنسبة(4.5%)سنة، وبمجموع (18%) من مجموع تكرار موجات الحر، كما بالنسبة(3.1%)سنة، من مجموع تكرار موجات الحر والبرد، بينما أعلى نسبة تكرار موجات الحر بنسبة(28%) سجلت خلال (5)سنوات، بمعدل (5)موجات ونسبة(5.6%) سنة من مجموع تكرار موجات الحر، ونسبة(3.9)سنة من مجموع تكرار موجات الحر والبرد، ان أعلى تكرار السنوي لموجات الحر بمعدل (6)تكرار في سنة وبنسبة(6.7%)سنة، جاءت في ثلاث سنوات وهي (2001، 2004، 2005) بنسبة(20.1%) من مجموع تكرار موجات الحر، ونسبة(4.7%)سنة من مجموع تكرار موجات الحر والبرد .

وكذلك يظهر في جدول(1) فارق كبير في تكرار موجات البرد مقارنة بموجات الحر خلال فترة دراسة، إذ تشير بيانات واردة توجد ست سنوات سجلت فيها أي موجة البرد، بينما ادنى معدل تكرار موجة الحر كان موجتين في السنة، بمعنى أخر تراوحت تكرار عدد موجات البرد بين(0_4)موجات خلال سنوات الدراسة، اذ أعلى معدل تكرار موجة البرد هي (4) موجات في السنة وهذا تكرر في ثلاث السنوات بنسبة(10.5%)سنة، بمجموع (12)موجة البرد ونسبة(31.5%) من مجموع تكرار موجات البرد، ونسبة(3.1%)سنة من مجموع تكرار موجات الحر والبرد، وتلها تكرار(3) موجات البرد في السنة التي حدثت في ثلاث السنوات، بنسبة(7.9%)سنة من مجموع تكرار موجات البرد، ونسبة(2.4%)سنة من مجموع تكرار موجات الحر و البرد، كذلك بلغ عدد السنوات التي سجلت فيها (2) الى (6) سنوات، بنسبة قرابة ثلث نسبة تكرار الموجات وهي(31.8%)أي بنسبة(5.3%)سنة مجموع تكرار موجات البرد، ونسبة(1.6%)سنة، من مجموع تكرار موجات الحر و البرد، وأخيرا قد سجلت موجة واحدة في خمس سنوات بنسبة(2.8%)سنة، أي بنسبة(14%)من مجموع تكرار موجات البرد ونسبة(0.8%)سنة من مجموع تكرار موجات الحر والبرد خلال فترة الدراسة .جدول(1)

.

ثالثا:. تكرار والتوزيع الفصلي لموجات الحر والبرد

تتباين تكرار الفصلي لموجات الحر والبرد في محطة السليمانية خلال الفترة(1993_2015)، دلت بيانات الواردة في جدول (2) أن أعلى مجموع تكرار موجات الحر

جدول(2)

تكرار والتوزيع الفصلي لموجات الحر والبرد خلال فترة(1993_2015)[1]

الفصل	تكرار موجة الحر	نسبة مئوية(%) لتكرار موجة الحر	تكرار موجة البرد	نسبة مئوية(%) لتكرار موجة البرد	مجموع تكرار موجة الحر والبرد	نسبة مئوية(%) لتكرار موجة الحر والبرد
الشتاء	16	%18	17	%44.7	33	%26
الربيع	30	%33.7	7	%18.4	37	%29.1
الصيف	11	%12.3	0	0	11	%8.7
الخريف	32	%36	14	%36.9	46	%36.2
مجموع	89	%100	38	%100	127	%100

المصدر: من عمل الباحث اِعتمادا على, حكومة اِقليم كوردستان العراق, وزارة النقل و الموصلات, هيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي, محطة الأنواء الجوية السليمانية, بيانات غير منشورة .

والبرد سجلت في فصل الخريف (46)موجة خلال فترة دراسة، أي بنسبة(36.2%)، وتلاها فصل الربيع بتكرار (37) موجة وبنسبة(29.1%)، مجموع تكرار موجات خلال الفصول السنة، في حين سجلت في فصل الشتاء(33) موجة بنسبة(26%) من مجموع تكرار الموجات خلال فصول الاربعة، وأخيرا يأتي فصل الصيف بتكرار (11)موجة أي بنسبة(8.7%)وهي أقل تكرار الموجات بين الفصول السنة خلال فترة الدراسة .

وعلى مستوى تكرار موجات الحر خلال فصول السنة في فترة الدراسة(1993_2015)، نلاحظ من جدول ذاته بأن أعلى تكرار سجلت في فصل الخريف وأدنى تكرار سجلت في فصل الصيف، إذ عدد تكرار موجات الحر في فصل الصيف يبلغ(11) موجة بنسبة (12.3%)من تكرار موجات الحر في محطة السليمانية خلال فصول السنة، بينما تكرار موجات الحر في فصل الخريف أكثر بقرابة ثلاث مرات من تكرار موجات الحر في فصل الصيف، اذ يبلغ تكرار موجات في فصل الخريف الى(32)موجة بنسبة (36%)من مجموع تكرار موجات الحر خلال فصول السنة، وتقل تكرار موجات في فصل الربيع عن فصل الخريف فقط بموجتين، حيث ينخفض الى(30)موجة في الربيع بنسبة(33.7%)، بينما

1 ملاحظة احتساب تكرار الموجات على اساس تاريخ تقلبات الفصلية .

سجلت (16)موجة الحر في فصل الشتاء بنسبة(18%) من مجموع تكرار موجات الحر خلال فصول السنة .

بينما على مستوى تكرار موجات البرد بين فصول السنة يأتي فصل الشتاء في المرتبة الاولى من حيث تكرار موجات البرد، اذ يبلغ (17)موجة بنسبة(44.7%)، ويأتي بعدها فصل الخريف بتكرار (14)موجة أي بنسبة (36.9%)، بين تكرار موجات البرد في فصول السنة، وسجلت في فصل الربيع (7)موجات بنسبة(36.9%)، في حين ليس سجلت أي موجة البرد في فصل الصيف .

نستنتج مما سبق تكرار موجات الحر والبرد في فصل الصيف أقل من تكرار موجات الحر والبرد في فصول الاخرى حتى من فصل الشتاء، ويأتي هذا بسبب الارتفاع معدلات درجات الحرارة في فصل الصيف مقارنة بفصول الاخرى حيث تتراوح بين(23.8_40.3)مْ، ونادرا تتجاوز هذه المعدلات بخمس درجات أدنى او اكثر من هذا المعدل وتستمر لثلاثة ايام متتالية، ولكن تجد في بعض السنوات ارتفاع درجات الحرارة ب(3_4)مْ خلال الفصل الصيف، بينما لا تجد انخفاض درجات الحرارة بشكل كبير تحت معدل درجات الحرارة الصغرى لهذا ما سجلت الموجات البرد في الصيف، وكذلك مقارنة بفصول الانتقالية تسجيل موجات الحر والبرد في الشتاء ليست كثيرة، ويرجع سبب هذا الى تغيير عام في درجات معدلات درجات الحرارة حسب السنوات خلال فصل الشتاء وهي مرتفعة أو منخفضة، أيضا يرجع سبب زيادة عدد تكرار موجات الحر والبرد في فصلي الخريف والربيع الى طبيعة تلك الفصول من حيث تغيير كبير في درجات الحرارة وكونهم فصول الانتقالية .

رابعا:. تكرار الشهري لموجات الحر والبرد .

يتضح من جدول (3) و (4)، تتباين مجموع تكرار موجات الحر والبرد شهريا خلال فترة الدراسة (1993_2015)، فقد سجل كانون الثاني (3)موجات الحر و(5)موجات البرد، اذ تتساوي مجموع تكرار موجات الحر والبرد في شباط وهي (8)موجات الحر و(8)موجات البرد، ويزداد عدد تكرار موجات الحر في اذار الى (11)موجة، بينما ينخفض موجات البرد الى (1)موجة خلال نفس الشهر، في حين يستمر ارتفاع تكرار مجموع موجات الحر الى (14)موجة في نيسان، فقد سجل (2) موجة البرد خلال نفس الشهر، اذ سجلت في ايار(5)موجة البرد و (10) موجة الحر، بينما ما سجلت اي موجة الحر و البرد في شهر حزيران خلال فترة الدراسة، وكذلك ما سجلت اي موجة البرد في (تموز، اب، ايلول)خلال فترة الدراسة، بينما سجلت في تموز موجة الحر واحدة، وموجتين الحر في اب، و (8)موجات الحر في ايلول، اذ يرتفع مرة اخرى مجموع تكرار موجات الحر في تشرين الاول الى (15)موجة، و(5) موجات البرد، بينما يبلغ مجموع تكرار موجة الحر في تشرين الثاني (11) موجة، و (7)موجات البرد، واخيرا يصل مجموع تكرار موجات الحر والبرد في كانون الاول(6) الحر و (5) موجة البرد .

جدول (3) تكرار الشهري لموجات الحر في محطة السليمانية خلال فترة(1993_2015)

	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
1993	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
1994	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3
1995	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	4
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
1997	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
1998	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4
1999	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	4
2000	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
2001	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	6
2002	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3
2003	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
2004	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	1	0	6
2005	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	6
2006	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
2007	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
2008	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	5
2009	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3
2010	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
2011	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	5
2012	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5
2013	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5
2014	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
2015	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
المجموع	3	8	11	14	10	0	1	2	8	15	11	6	89

المصدر:. من عمل الباحث اِعتمادا على, حكومة اِقليم كوردستان العراق, وزارة النقل و الموصلات, هيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي, محطة الأنواء الجوية السليمانية, بيانات غير منشورة .

جدول (4) تكرار الشهري لموجات البرد في محطة السليمانية خلال فترة(1993_2015)

الاشهر / السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
1993	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2

1995	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
1996	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1997	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
2005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
2006	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2010	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2011	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4
2012	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2013	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2014	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
المجموع	5	8	1	2	5	0	0	0	5	7	5	0	38

المصدر:. من عمل الباحث اِعتمادا على, حكومة اِقليم كوردستان العراق, وزارة النقل و الموصلات, هيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي, محطة الأنواء الجوية السليمانية, بيانات غير منشورة .

خامسا: العوامل المؤثرة لتكوين وتكرار موجات الحر والبرد في مدينة السليمانية

تتعد العوامل المؤثرة في تكوين وتكرار موجات الحر والبرد في كل مكان وتتغير حسب الظواهر الجغرافية في منطقة المعينة, و ينقسم العوامل المؤثرة لتكوين موجات الحر و البرد الي العوامل العامة أو الرئيسة ككتل الهوائية أو المنخفضات و المرتفعات الجوية, والعوامل المحلية مثل الرياح المحلية ولكن سبب عدم تسجيل أسباب تكوين وتكرار موجات الحر و البرد وكذلك لعدم وجود الخرائط المناخية السطحية والعلوية الحركة الضغط الجوي والكتل الهوائية في محطة السليمانية ما نقدر نحدد العوامل والضوابط الجغرافية والمناخية لتحديد تكوين وتكرار موجات الحر والبرد في مدينة السليمانية، لذا نعدد و نحدث عن العوامل المؤثرة علي المحطة ومسببة لتكوين الموجات بصورة عامة .

1:. الكتل الهوائية

الكتل الهوائية هي عبارة عن كتل ضخمة من الهواء لها صفاة متجانسة من حيث درجات الحرارية والرطوبة وينقل صفاتها الي المناطق التي تمر عليها, ويأخذ الصفات من طبيعة المنطقة التي تنشأ فيها كتلة و تغير صفاتها بسبب حركة الكتلة و مرورها فوق اليابس و الماء ومدة بقاء وعمر كتلة الهوائية و يمكن نحدد الكتل الهوائية المؤثرة علي منطقة الدراسة الى:.

- الكتلة القارية القطبية cP

هي كتلة باردة وجافة و يبدأ تأثير هذه الكتلة على منطقة الدراسة من شهر كانون الأول الى شهر مايس وتسبب هذه الكتلة انخفاض كبير في درجات الحرارة وقد تودي الى موجات البرد الشديدة في تلك ألأشهر [1] .

- الكتلة القطبية البحرية mP

تبدأ تأثيرات هذه الكتلة على منطقة الدراسة في شهر تشرين الأول الى شهر مايس و يؤدي الى انخفاض في درجات الحرارة وسقوط الأمطار والثلوج، وسببا لحدوث موجات البرد .[2]

- الكتلة المدارية القارية cT

تتميز هذه الكتلة بارتفاع درجات حرارتها وانخفاض نسبة الرطوبة فيها, وتوثر هذه الكتلة في ألأشهر الصيف وخاصة شهري تموز و أب[3] ،ويؤدي الى ارتفاع درجات الحرارة و حدوث موجات الحر.

- الكتلة المدارية البحرية mT

---

1 – احلام عبدالجبار كاظم، الكتل الهوائية تصنيفها و خصائصها (دراسة تطبيقية على مناخ العراق)،اطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية آداب، جامعة بغداد،1991،ص170-171 .

2 – عطاء محمد علاء الدين، قضاء حلبجة (دراسة في الجغرافية الاقليمية)، الطبعة الاولى، مطبعة تيشك،السليمانية،2008،ص63 .

3 – احلاو عبد الجبار كاظم، المصدر السابق، ص 175 .

تتميز هذه الكتلة بارتفاع درجات حرارة و نسبة الرطوبة فيها. وتوثر هذه الكتلة في منتصف الشتاء ويودي الى اعتدال في درجات الحرارة[1] ونادراً سببا لحدوث موجات الحر و البرد .

- الكتلة القارية المتجمدة A

كتلة باردة و تودي الي انخفاض كبير في درجات الحرارة وسقوط الثلوج وتوثر على منطقة الدراسة (4-5)مرات سنويا[2]، خلال فصل الشتاء و تودي الى حدوث موجات البرد.

2: المنخفضات الجوية:

المنخفضات الجوية من العوامل الرئيسة يؤدي الى حدوث موجات و خاصة موجات الحر ومن تلك المنخفضات التي تسبب للارتفاع درجات الحرارة و حدوث موجات الحر هي المنخفض الموسمي الهندي الحراري، اذ من أكثر المنخفضات الجوية تأثيرا على منطقة الدراسة من شهر أذار لغاية تشرين ألأول وخاصة في الأشهر الصيف ويؤدي الى حالة طقسية شديدة الحرارة والجاف اذا ترافقه الكتلة الهوائية القارية المدارية(cT), أو يؤدي الى حدوث موجات الحرارة والرطوبة عندما يعمل على تكوين منخفض ثانوي فوق الخليج العربي. وكذلك المنخفض السودانى بظهور مؤثراته لثلاثة الفصول (الخريف و الشتاء و الربيع) و عندما يتقدم نحو المنطقة في الشتاء يؤدي الى انخفاض درجات الحرارة وحدوث الموجات البرد. وكذلك في بعض الحالات يؤدي الى اثارة الغبار وحدوث العواصف الغبارية وسبب سيطرت الانبعاثات الحارة في طبقات الجو العليا يؤدى الي حدوث موجات الحر في فصلي (الخريف و الربيع)[3].

وكذلك المنخفضات المتوسطية التي قادم من بحر المتوسط بعدد متغير من بداية الخريف الى نهاية الربيع يؤدي الى انخفاض درجات الحرارة وتكوين موجات الباردة ، وايضا المرتفعات الجوية و خاصة المرتفع الازوري و السيبيري يؤثر على المنطقة من تشرين الاول الى اذار يؤدي الى تكوين موجات البرد في المنطقة [4]

---

1 – سوران حمه امين احمد، التحليل الجغرافي لخصائص الرياح في اقليم كردستان العراق وامكانات استثمارها، رسلة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم الانسانية، جامعة السليمانية،2007، ص30 .

2 – طارق حسين خضر، التحليل الجغرافي لخصائص درجات الحرارة في اقليم كردستان العراق، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية اداب جامعة صلاح الدين،2006،ص31.

3 – سالار علي دزيي، مناخ العراق القديم والمعاصر، الطبعة الاولى، بغداد، 2012، ص 139_146 .

4 – يوسف مُحَمَّد علي حاتم الهذال، تكرار المنظومات الضغطية واثرها في تباين قيمة الاشعاع الشمسي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التربية ابن الرشد، جامعة بغداد،1996، ص33-36 .

الاستنتاجات

وصلت البحث عدد من استنتاجات ومن اهمها :.

1_ مجموع تكرار عدد موجات خلال فترة الدراسة(1993_2015)، (127)موجة، منها (89) موجة الحر بنسبة (70%) من مجموع تكرار السنوي للموجات، (38) موجة البرد، أي بنسبة (30%) من مجموع تكرار السنوي للموجات، بمعنى زيادة تكرار موجات الحر (2.33) مقارنة بموجات البرد .

2_ يظهر تباينا كبيرا في تكرار السنوي لموجات، إذ بلغ في (2004)تكرار موجات الحر والبرد (10) موجات، و بنسبة(7.9%) وهي أعلى معدل ونسبة تكرار خلال فترة(1993-2015)، وادنى تكرار الموجات الحر والبرد هي تكرار (3)موجة في سنة .

3_ تتراوح التوزيع السنوي لتكرار الموجات الحر بين أدنى تكرار وهي(2) موجة، وأعلى تكرار هي(6) موجات خلال سنة واحدة، ولا تجد سنة ضمن سنوات فترة دراسة لأحدثت فيها الموجات الحر .

4_ فارق كبير في تكرار موجات البرد مقارنة بموجات الحر خلال فترة دراسة، توجد ست سنوات ما سجلت فيها أي موجة البرد، اذ أعلى معدل تكرار موجة البرد هي (4) موجات في السنة وهذا تكرر في ثلاث السنوات .

5_ أن أعلى مجموع تكرار موجات الحر والبرد سجلت في فصل الخريف (46)موجة خلال فترة دراسة، أي بنسبة(36.2%)، وادنى مجموع يأتي في فصل الصيف بتكرار(11)موجة أي بنسبة(8.7%)وهي أقل تكرار الموجات بين الفصول السنة خلال فترة الدراسة .

6_ وعلى مستوى تكرار موجات الحر خلال فصول السنة أعلى تكرار سجلت في فصل الخريف وأدنى تكرار سجلت في فصل الصيف، حيث عدد تكرار موجات الحر في فصل الصيف يبلغ(11) موجة، اذ يبلغ تكرار موجات في فصل الخريف الى(32)موجة، بنسبة (36%)من مجموع تكرار موجات الحر خلال فصول السنة .

7_ على مستوى تكرار موجات البرد بين فصول السنة يأتي فصل الشتاء في المرتبة الاولى من حيث تكرار موجات البرد، اذ يبلغ (17)موجة بنسبة(44.7%)، في حين ليس سجلت أي موجة البرد في فصل الصيف .

8_ ما سجلت اي موجة الحر و البرد في شهر حزيران خلال فترة الدراسة .

9_ العوامل مؤثرة في حدوث الموجات هي الكتل الهوائية مع المنخفضات والمرتفعات الجوية .

التوصيات:.

1: تشكيل وتأسيس هيئة معنية بكوارث الطبيعية لمواجهة خطر الكوارث الطبيعية لتحديد حجم الضرر ناجمة عنها وكذلك تنبؤ بوقت حدوث الكوارث . وتامين مأوى للفقراء في حال الحدوث الكوارث .

2: زيادة الاهتمام بكوارث الطبيعية وخاصة اجراء البحوث عن موجات الحر والبرد، وتحديد اضرار ناجمة عنها على الصحة الانسان و الحيوان والمحاصيل الزراعية .

3:اهتمام دوائر الانواء الجوية بخرائط الطقس في مستوى 300 مليار و 500 مليار، وخرائط حركة الكتل الهوائية .

المصادر

1- احلام عبدالجبار كاظم، الكتل الهوائية تصنيفها و خصائصها (دراسة تطبيقية على مناخ العراق)،اطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية آداب، جامعة بغداد،1991 .

2- حكومة اقليم كردستان ، وزارة البلديات و السياحية ، مديرية بلدية السليمانية ، قسم GIS خريطة 2012 مدينة السليمانية ، غير منشورة

3- حكومة اقليم كردستان العراق ، محافظة السليمانية ، قسم الخرائط و الهندسية ، خريطة محافظة السليمانية

4- حكومة اِقليم كوردستان العراق, وزارة النقل و الموصلات, هيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي, محطة الأنواء الجوية السليمانية, بيانات غير منشورة .

5- سالار علي دزيي، مناخ العراق القديم والمعاصر، الطبعة الاولى، بغداد، 2012..

6- سليمان عبدالله اسماعيل, تكرار موجات الحر في مدينة اربيل للفترة 1992-2014,كوفارى زانكوى رابرين, VOL3,NO6, 2016 , .

7- سوران حمه امين احمد، التحليل الجغرافي لخصائص الرياح في اقليم كردستان العراق وامكانات استثمارها، رسلة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم الانسانية، جامعة السليمانية،2007 .

8- طارق حسين خضر، التحليل الجغرافي لخصائص درجات الحرارة في اقليم كردستان العراق، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية آداب جامعة صلاح الدين،2006،ص31.

9- عبدالقادر عبدالعزيز علي و عبدالناصر رشاش علي، تحليل وتفسير الموجات الباردة الممطرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار من بعد(RS), http://bougria-tif.blogspot.com/2011/10/gis-rs.html

10- عطاء مُحَمَّد علاء الدين، قضاء حلبجة(دراسة في الجغرافية الاقليمية)، الطبعة الاولى، مطبعة تيشك،السليمانية،2008.

11- علي أحمد غانم, المناخ التطبيقي, الطبعة الأولى, دار المسيرة, عمان, 2010,ص88 .

12- علي صاحب طالب الموسوي و عبد الحسن مدفون أبو رحيل, علم المناخ التطبيقي, الطبعة الأولى, دار الضياء للطباعة,النجف,2011, ص 278-286 .

13- قصي عبدالمجيد السامرائي و آخرون,موجات الحر في العراق(دراسة تطبيقية في مناخ العراق),بحث منشور في المؤتمر الجغرافي السابع,بغداد,1995.

14- نعمان شحادة, علم المناخ, الطبعة الأولى, دار الصفاء, عمان, 2009.

15- نعمان شحادة, موجات الحر في الأردن خلال الصيف, رسائل جغرافية, 138, كويت, 1990, .

16- وزارة التخطيط اقليم كوردستان العراق، مديرية الإحصاء في مدينة السليمانية ، بيانات غير منشورة ، 2009

17- يوسف مُحَمَّد علي حاتم الهذال، تكرار المنظومات الضغطية واثرها في تباين قيمة الاشعاع الشمسي، رسالة ماجستير، غير منشورة كلية التربية ابن الرشد، جامعة بغداد،1996 .

18 -IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,p209-221.

19 -S. E. PERKINS L. V. ALEXANDER, On the Measurement of Heat Waves,JOURNAL OF CLIMATE VOLUME 26,p 4515 .