خصائص الموجات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق

د. ميسرة عدنان عبد الرحمن* **د. باسم ابراهيم وهاب****
*الجامعة المستنصرية / كلية التربية - قسم الجغرافية
**الجامعة المستنصرية / كلية العلوم - قسم علوم الجو

المستخلص
يهدف هذا البحث في دراسة كل من معدل أطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة المؤثرة في العراق لدورة مناخية صغرى لـ11 عام تبدا من عام 1992 لغاية عام 2002 واختيرت ثلاثة محطات تشمل أقسام سطح العراق الموصل وبغداد والبصرة.
كما تم ربط ايام الموجات مع العناصر المناخية ذات العلاقة المتمثلة باتجاه وسرع الرياح والرطوبة النسبية وتبين ان العراق يتأثر بمعدلات أطوال الموجات الحرارية الحارة بشكل اكبر مقارنة بمعدلات أطوال موجات البرد وأشارت النتائج ان اعلى معدل لأطوال الموجات الحارة والباردة سجلت فوق محطة البصرة بلغت (3.5) يوما للباردة و (5) يوما للحارة واقل المعدلات كانت لمحطة الموصل بلغت (2.4) يوما للباردة و (4.5) يوماً للحارة. وتبين من البحث أن اعلى مجموع معدل لعدد أيام أطوال الموجات الباردة كانت للموجة الشديدة العمق أما الضعيفة العمق فسجلت اعلى معدل لعدد أيام أطوال الموجات الحارة للمحطات الثلاث. ويلاحظ في السنوات الأخيرة من مدة الدراسة قلة معدلات أطوال الموجات الباردة وزيادة في معدلات أطوال الموجات الحارة وذلك بسبب ظاهرة الاحترار العالمي. وأشارت النتائج إلى أن سرع الرياح المصاحبة لمعدل أطوال الموجات الحرارية تراوحت بين السكون والخفيفة للموجات الباردة وبين الخفيفة والمعتدلة للموجات الحارة .

The Properties of Thermal Waves Affecting Iraq

Dr.Maisara Adnan Abdul Rahman* **Dr.Basim Ibrahim Wahab Altemimi****
*Al-Mustansiriyah University - College of Education - Geography Dept.
**Al-Mustansiriyah University - College of Education Science - Atmospheric Science Dept.

Abstract
This research aims at studying each of the cold and hot thermal wavelengths affecting Iraq for a minimum climatic course of 11 years beginning from 1992 till 2002. Three stations were selected including the parts of Iraq surface: Mosul, Baghdad and Basrah.

The wave days were also connected with the related climatic elements represented by the wind direction and speeds and the relative humidity. It was shown that Iraq is affected by the rates of hot thermal wave lengths greatly compared to the rates of cold wavelengths. The results suggested that the highest rate of hot and cold wavelengths recorded over Basra station was (3.5) days for the cold and (5) days for the hot. While the lowest rates was at Mosul station amounting (2.4) days for the cold and (4.5) days for the hot. The research showed that the highest total rate of the days number of cold wavelengths was for the deepest wave, while the shallow wave recorded the highest rate of days number of hot wavelengths for the three stations. It was noted, in the last years of the study period, a decrease in the rates of cold wavelengths and an increase in the rates of hot wavelengths due to the global warming. The results showed that the speeds of the winds accompanying the rate of thermal wavelengths were between static and light for cold waves and light and moderate for hot waves.

المقدمة
بنيت فكرة درجة الحرارة أصلا على أساس حي ويمكن الحكم على أي جسم بانه ساخن أو بارد تبعاً لكيفية الإحساس عند اللمس.
إن درجة الحرارة هي العنصر المناخي الفعال في مناخ العراق والتي تتميز بمعدلات مرتفعة لدرجات الحرارة بسبب الموقع الفلكي وانخفاض مساحات واسعة من أراضيه، وقلة الغطاء النباتي وبعده عن تأثير المسطحات المائية وصفاء سمائه لمعظم أشهر السنة.

أن نظام تغير درجات الحرارة من يوم إلى آخر من شهر إلى آخر، ومدى اعتدالها أو تطرفها، هي التي تحدد مدى ملائمة هذا المناخ لمتطلبات الحياة والعمل.

ومناخ العراق شهد في الأعوام الأخيرة تطرفاً في درجات الحرارة وخاصة من حيث ارتفاع درجات الحرارة بشكل عام.

ومن الدراسات التي تناولت درجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية في العراق.

دراسة[١]. تناول في دراسته موجة الحر التي أثرت على بغداد خلال شهر تموز عام ١٩٧٨ من اليوم السابع عشر إلى التاسع عشر إذ سجلت درجة الحرارة العظمى تسجيلات قياسية بلغت (٥١.٥°م) مع انخفاض كبير للضغط الجوي الذي بلغ (٩٩٠) ملليبار ويعزى ذلك إلى طبيعة الكتلة الهوائية الموسمية غير المستقرة.

دراسة[٢] لموجات الحر في العراق إذ وجدوا أن أطول موجات الحر جاءت مع المرتفعات الجوية يعززها انبعاج عميق مركزة أفريقيا. وذلك لأن المرتفع الجوي ابطئ حركة من المنخفض الجوي وأطول عمراً.

ودراسة[٣] لموجات البرد في العراق إذ وجدوا أن أطول موجات البرد سببها مرتفع جوي بطئ الحركة يعززه أخدود جوي عميق، والتي سجلت أخفض درجات الحرارة.

ودراسة[٤] حول الاتجاهات العامة لتكرار موجات الحر في البصرة للمدة (١٩٦١-٢٠٠٠) إذ وجدوا أن البعد الزماني لهذه الموجات ارتبطت بالظروف الجوية السائدة بحركة المنظومات الضغطية لا سيما منخفض الهند الموسمي والمنخفضات الحرارية من تكرار حالات الانبعاج في طبقات الجو العليا. وتبين ان هناك انخفاضاً في تكرار موجات الحر للأعوام الأخيرة في البصرة.

ودراسة الباحثان[٥] اللذان تناولا تحديد خصائص موجة برد المربعانية في مناخ العراق وتوصلا إلى أن أفضل مقياس لتحديد أيام المربعانية هو المدة الممتدة من أخفض درجة حرارة مسجلة في شهر كانون الأول إلى أخفض درجة حرارة مسجلة في شهر كانون الثاني حيث سجل الشهر الاخير أخفض درجة حرارة لنهاية المربعانية بلغت (٦.٢°- م).

ودراسة[٦] وضحا تحديد مؤشرات التغير المناخي في العراق من خلال تحليل درجات الحرارة العظمى المتطرفة والتي بدأت بشكل واضح في عقد التسعينات (الدورة المناخية الثانية) وأشارت النتائج أنه خلال الدورتين المناخيتين الأولى والثانية كان تكرار درجات الحرارة العظمى المتطرفة أكبر خلال شهر تموز أما الدور الثالثة فقد زادت خلال شهر آب.

ودراسة[٧] الذي وضح التطرف في درجات الحرارة لمحطات مختارة في العراق توصل إلى أن موجات الحر والبرد المعتدلة الشدة هي الأكثر ظهوراً في العراق مقارنه بالموجات الشديدة. وموجات الحر والبرد المتوسطة الطول هي الأكثر ظهوراً في محطات الدراسة مقارنة بالموجات القصيرة والطويلة.

وسنبحث فيما يلي أهم التطرفات الحرارية لدرجات الحرارة الصغرى اليومية المحتملة في شهر كانون الثاني ودرجة الحرارة العظمى اليومية المتمثلة في شهر تموز بهدف معرفة معدل عدد أيام طول الموجة الحرارية وإبراز مدى التباين في تطرفات الحرارة بين محطات الدراسة وذلك من خلال الإجابة على الأسئلة الآتية:

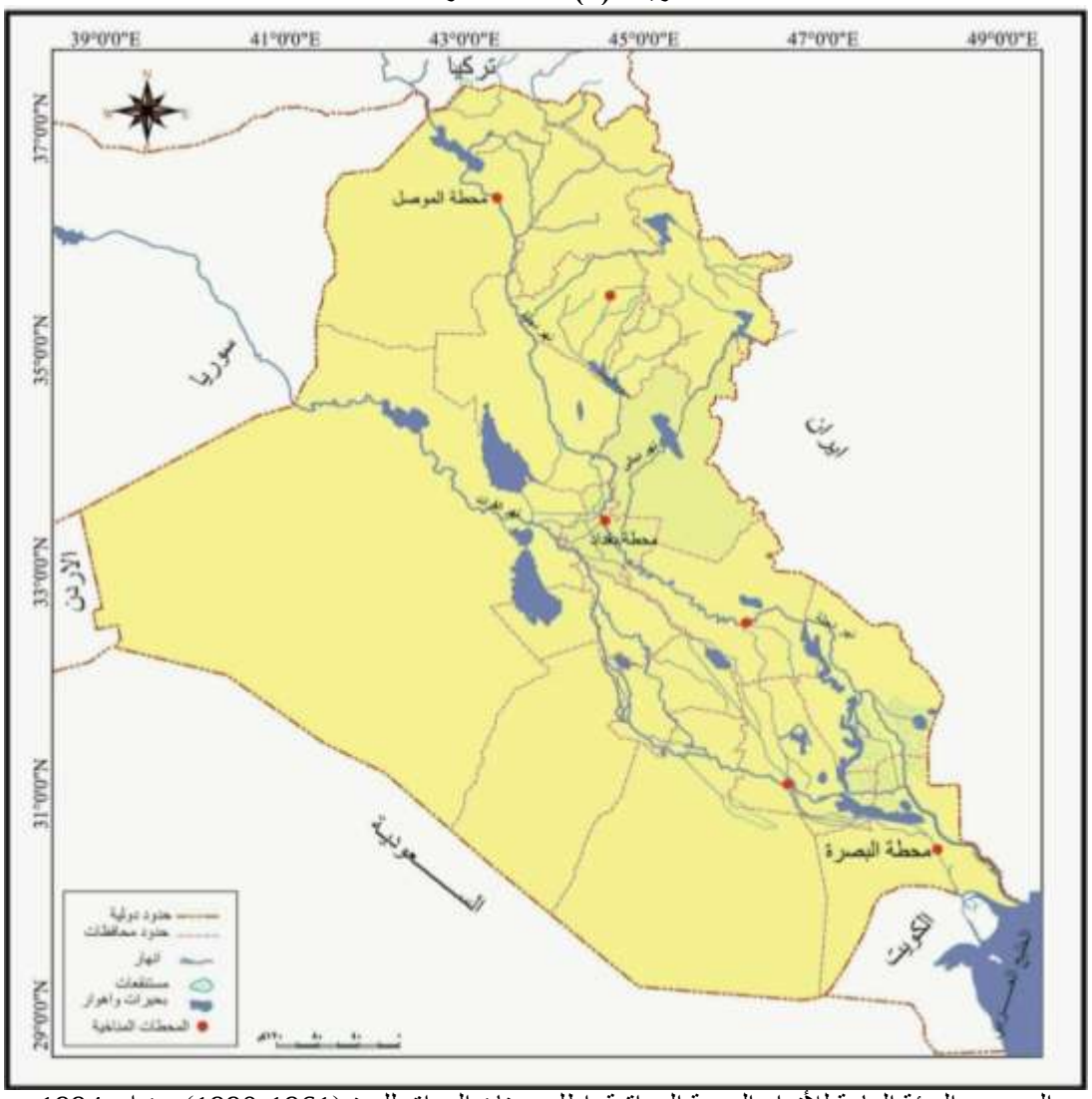
١. ما هو معدل عدد أيام أطوال الموجات الحرارية الحارة والباردة في العراق.
٢. ما هي السعة الحرارية لتلك الموجات.
٣. ما هو تأثير عنصر اتجاه وسرعة الرياح على حدوث الموجات الحرارية والتأثير على ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة.
٤. ما هو تأثير عنصر الرطوبة النسبية مع الموجات الحرارية في شعور الانسان بالراحة.

تعد دراسة الموجات الحرارية ذات فائدة كبيرة وذلك لما لها تأثير مباشر في حياة السكان ومظاهر نشاطهم، ولهذا فإن أي جانب من جوانب التخطيط الذي يوضح لتنظيم الحياة بمختلف جوانبها لا بد له من دراسة تحليله للظروف الحرارية في البلاد.

منهجية الدراسة:

اختيرت ثلاثة محطات مناخية تمثل أقسام سطح العراق لرصد معدل أطوال الموجات الحرارية خارطة (١) هي كل من الموصل وبغداد والبصرة. أعتمد البحث على درجات الحرارة الصغرى اليومية ودرجات الحرارة العظمى اليومية والمتمثلة في شهري كانون الثاني وتموز اللذان يمثلان أدنى وأعلى معدل لدرجات الحرارة خلال أشهر السنة لدورة مناخية صغرى لـ ١١ عام تبدأ من عام ١٩٩٢ لغاية عام ٢٠٠٢ وذلك بالاعتماد على بعض التطبيقات الإحصائية باستخدام تقنية Excel من خلال تمثيل خط سير الموجة الحرارية بأشكال بيانية خطية حيث تتمثل على شكل قمة وقعر للموجه الواحدة والتي تمثل عدد أيام بقاء طول الموجه والتي سيتم توضيحها لاحقاً وصنفت ايضاً شدة عمق طول الموجة الحرارية إلى ثلاثة أنواع وتشمل الضعيفة والمتوسطة والشديدة بالاعتماد على عمق الموجة الحرارية المكونة من القمة والقعر كما بينت العلاقة ما بين بعض العناصر المناخية اليومية المتمثلة ب اتجاة وسرع الرياح والرطوبة النسبية مع ايام حدوث الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني للرصدة (٠٠) والحارة لشهر تموز للرصدة (١٢٠٠).

خريطة (1) محطات الدراسة



المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية, اطلس مناخ العراق للمدة (1961-1990), بغداد, 1994

الموجات الحرارية

بحكم موقع العراق في العروض شبه المدارية فهو يتأثر بموجات الحر بشكل كبير مقارنة بموجات البرد[٨].

فالمقصود بموجات الحر هي الموجات التي ترتفع اثناءها درجة حرارة الهواء، الى الحد الذي يبدا عنده اغلب الناس يشعرون بالضيق وعدم الارتياح، او الأرهاق، خصوصا اثناء العمل في جو لا تتوفر فيه التهوية الصناعية، او التكييف.

وليس هناك حد دقيق لهذه الدرجة، لانها تتوقف على عوامل كثيرة يتعلق بعضها بطبيعة الشخص وحالته الصحة وعمره وعاداته وملابسه ونوع العمل الذي يؤديه ويتعلق بعضها الآخر بعناصر الجو الأخرى مثل رطوبة الهواء وسرعة الرياح وكثرة الغبار[٩].

اما موجة البرد cold wave فالمقصود بها كما جاء في تعريف مؤسسة الطقس الوطني الامريكي .weather U.S National service فأن موجات البرد تضم تعريفين:

١. انخفاض سريع في درجات الحرارة تتطلب بموجبها توفير حماية للقطاعات الزراعية والصناعية والتجارية و النشاطات الاجتماعية، وان المعيار او درجة الحرارة التي بموجبها نحدد موجات البرد تختلف بحسب الاقاليم والوقت من السنة.
٢. أما التعريف الثاني لموجات البرد فهو التعريف الشعبي والذي يشير الى مدة من الطقس تتميز بأنخفاض كبير في درجات الحرارة[١٠].

معدلات اطوال الموجات الحارة والباردة السنوية

يختلف تأثير معدل طول الموجة السنوية للمدة ١٩٩٢-٢٠٠٢ لدرجة الحرارة الصغرى لشهر كانون الثاني من منطقة لأخرى في منطقة الدراسة الجدول (١)، إذ يتضح

جدول (١) معدل طول الموجات وسعتها الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني والحارة لشهر تموز اثناء تأثيرها في محطات العراق للمدة ١٩٩٢ – ٢٠٠٢.

المحطات	معدل طول الموجة لدرجة الحرارة الصغرى لشهر ك٢	معدل سعة الموجة	معدل طول الموجة لدرجة الحرارة العظمى لشهر تموز	معدل سعة الموجة
الموصل	٢.٤	١١.٦	٤.٥	٧.٨
بغداد	٣	١٢.٩	٤.٩	٧.٨
البصرة	٣.٥	١٢	٥	٧.٤

المصدر: باعتماد الملحق (1-6)

من الجدول ان اعلى معدل طول للموجة الحرارية الباردة سجل فوق محطة البصرة (٣.٥) يوما ثم تأتي محطة بغداد (٣) يوما وتليها محطة الموصل إذ بلغ المعدل (٢.٤) يوما أما بالنسبة لمعدل درجة الحرارة سعة الموجة وهي نتيجة الفرق بين اعلى وادنى قيمة حرارية للموجة فاحتلت محطة بغداد على اعلى سعة بلغت (١٢.٩°)م، ثم البصرة (١٢ °)م، واخيرا محطة الموصل (١١.٦°)م، وهذا يعود بسبب ان المنطقتين الجنوبية والوسطى تكون اقرب نسبيا من مدار السرطان وبذلك تكون أقرب للكتل المدارية الدافئة على العكس من المنطقة الشمالية التي تكون أقرب الى الكتل الهوائية القطبية. أما بالنسبة للمنظومات الضغطية المسؤولة عن موجات البرد فهي خمسة منظومات ضغطية إذ تمثل المرتفعات الجوية بغالبية موجات البرد والمتمثلة بالمرتفعات السيبيري والاوربي وكذلك الكتل الهوائية للقطاع البارد من منخفض جوي والجبهة الباردة وكتلة المنخفض الجوي المندمج يعقبه مرتفع جوي[١١].

وبذلك تتعدد الكتل الهوائية الباردة والتي تختلف في معدلات درجات حرارتها والتي تكون اقرب للمنطقة الشمالية والتي تمثلها محطة الموصل وبذلك يكون معدل طول الموجة فيها قصير، وكلما اتجهنا جنوبا زاد معدل طول الموجة لبعدها من مناطق نشوء الكتل الهوائية القطبية بالإضافة الى انخفاض سطحها بالإضافة الى بطيء حركة الكتلة الهوائية المسؤولة عن تكون موجات البرد مما يؤخر وصولها الى محطات المنطقة الوسطى والجنوبية والتي تفسح المجال لتقدم الكتل الهوائية الدافئة من الجنوب وبذلك يكون استقرار الكتل الهوائية في المنطقتين الوسطى والجنوبية اعلى من المنطقة الشمالية. كما ان الكتل الهوائية القطبية التي تصل الى المنطقتين الوسطى والجنوبية ستتعرض للتعديل والدفيء وبالتالي سوف تزيد من معدلاتها الحرارية.

- أما بالنسبة لمعدل درجة حرارة سعة الموجة فكلما كان ناتج الفرق كبير كان الفرق بين أعلى وادنى لدرجة حرارة الموجة كبير وهذا ينطبق على محطتي بغداد والبصرة إذ تكون درجات الحرارة للمنطقتين الوسطى والجنوبية اعلى من درجات حرارة المنطقة الشمالية وذلك يرجع الى استواء السطح واقرب للكتل المدارية الدافئة وعامودية الاشعاع الشمسي فعندما تصل امتدادات الكتل القطبية الباردة الى محطات المنطقة الوسطى والجنوبية تؤدي الى انخفاض وتطرف في درجات الحرارة وبذلك يزداد الفرق بين ادنى وأعلى درجة حرارة.

اما دور المستوى الضغطي ٥٠٠ ملليبار في تكون موجة البرد يأتي دور الانماط الضغطية الباردة مثل الاخاديد التي يرتفع نسبتها في شهر كانون الثاني بباقي الانماط[١٢].

حيث تعمل الاخاديد على سحب الهواء البارد والذي يساعد على الاستقرارية ضمن الذراع الشرقي للاخدود. لذلك سوف تتعمق المرتفعات الجوية الباردة. أن وجود الاخدود فوق اندماج المرتفعات الجوية السطحية الباردة يعني ان الكتلة الهوائية الباردة شديدة العمق والمرتفع الضغطي السطحي شديد البرودة، إذ يعمل الاخدود على ضخ الهواء البارد الى السطح كما تتصف الكتلة الهوائية بالاستقرارية العالية ويرافقها سماء صافية وتكون قليلة السمك وقريبة من سطح الارض فتسبب انخفاض شديد في درجات الحرارة لذلك فأن توافق المرتفع الجوي مع الاخدود يؤدي دائما الى حدوث موجات البرد[١٣].

ويبين الجدول (١) معدل طول الموجة السنوية للمدة ١٩٩٢ – ٢٠٠٢ لدرجة الحرارة العظمى لشهر تموز اذ يسجل هذا الشهر اعلى تكرار لدرجات الحرارة العظمى وهذا يعود الى طبيعة مناخ العراق القاري إذ يكون شهر تموز أحر الشهور خلال العام.

سجلت محطة البصرة اعلى معدل لطول الموجة بلغ (٥) يوما ثم تلتها محطة بغداد (٤.٩) يوما واخيرا محطة الموصل (٤.٥) يوما. أما بالنسبة لمعدل حرارة سعة الموجة فسجلت محطتي الموصل وبغداد على اعلى سعة بلغت (٧.٨ °)م، ثم البصرة (٧.٤ °)م.

يلاحظ مما تقدم تقارب في معدلات طول الموجة والسعة الحرارية ما بين المحطات وذلك يرجع الى سيطرة كتلة واحدة على العراق المتمثلة بالمنخفض الهندي الموسمي والذي يكون السبب الحقيقي وراء زيادة درجات الحرارة العظمى المتطرفة في العراق وخاصة عندما يكون مراكز ثانوية سواء كانت على العراق ام على شبه الجزيرة وبالتالي هبوب رياح حارة جافة جنوبية وجنوبية غربية. أن احتلال محطة البصرة على اعلى معدل طول موجة يرجع لكونها اقرب محطة في العراق من مراكز المنخفض الهندي الموسمي.

اما بالنسبة لمعدل درجة الحرارة سعة الموجة فكلما كان ناتج الفرق كبير كان الفرق بين أعلى وادنى لدرجة حرارة الموجة كبير وهذا ينطبق على محطة الموصل ويرجع ذلك الى ان درجات الحرارة تنخفض تدريجيا كلما اتجهنا من الجنوب الى الشمال بسبب عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر التي تزداد ارتفاعا من الجنوب الى الشمال، ولأنها ابعد

عن مركز المنخفض الهندي واقرب للكتل الباردة كما ان الاشعاع الشمسي يقل كلما اتجهنا شمالا وبذلك تكون درجة حرارتها بالطبيعي اقل من درجات حرارة المنطقتين الوسطى والجنوبية فعندما تصل امتدادات الكتلة الموسمية الهندية الحارة الى محطة الموصل تؤدي الى ارتفاع وتطرف في درجات الحرارة وبذلك يزداد الفرق بين ادنى واعلى درجة حرارة. أما النمط الضغطي للمستوى ٥٠٠ ملليبار فقد وجد ان جميع هذه الموجات صاحبها في الاعلى انبعاج حار والذي يعني دعم من طبقات الجو العليا لتقدم الهواء الحار من الجنوب.

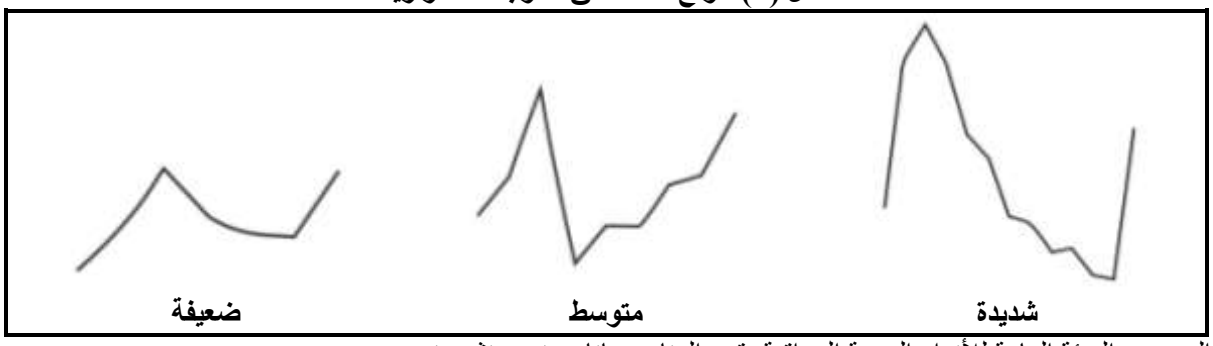
يتضح مما سبق أن معدل طول الموجة الحارة لدرجة الحرارة العظمى اطول عدد ايام من معدل طول الموجة الباردة لشهر كانون الثاني ويرجع ذلك اولا الى ان اهم ما يميز درجات الحرارة الصغرى غير مستمرة ونادرا ما تصل الى اسبوع على عكس درجات الحرارة العظمى المتطرفة التي تستمر تقريبا خلال أشهر الصيف الثلاثة[١٤].

وثانيا يعود الى ظاهرة الاحترار العالمي والتغيرات المناخية التي يشهدها العالم، إذ أدت بالنتيجة الى ازدياد المعدل العام لحرارة الارض بنحو ٠.٧٤°م وذلك خلال الفترة الممتدة بين ١٩٠٦و ٢٠٠٥ كما أن البيانات تشير الى ان معظم الاحترار الذي حدث خلال القرن العشرين وقع خلال فترتين من ١٩١٠ الى ١٩٤٥ و ١٩٨٦ إلى ٢٠٠٥ وان سنتي ١٩٩٨ و ٢٠٠٥ كانتا من أشد الاعوام حرارة[١٥].

المعدل السنوي لتباين شدة عمق أطوال الموجات الحرارية:

يظهر من الجدول (٢) المعدل السنوي لتباين شدة اطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة في محطة الموصل إذ صنفت الى ثلاثة انواع تشمل الضعيفة والمتوسطة والشديدة بالاعتماد على عمق الموجة الحرارية المكونة من القمة والقعر إذ يعكس الشكل (١) أنواع شدة عمق الموجات الحرارية.

شكل (١) أنواع شدة عمق الموجات الحرارية



المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

يلاحظ من الجدول اعلاه احتلال الموجة الشديدة العمق في محطة الموصل على اعلى مجموع معدل لعدد ايام طول الموجة الباردة لشهر كانون الثاني بلغ (٤.٩) يوما ويحتل المرتبة الثانية الموجة المتوسطة العمق أما أقل مجموع معدل لأطوال الموجة فكانت من نصيب الموجة ضعيفة العمق بلغت (١) يوما. ويرجع السبب في احتلال الموجة شديدة العمق على اعلى مجموع معدل الى ان العراق يتأثر بأنواع مختلفة من الكتل الهوائية الباردة والدافئة في آن واحد في فصل الشتاء وبالتالي حدوث فارق كبير بين قمة وقعر الموجة ،اضافة الى ان خلال شهر كانون الثانى يغزو فية الهواء البارد طبقات الجو العليا بسبب توسع الخلية القطبية مما يؤدي الى زيادة تكرارات الاخاديد الهوائية.

أما اعلى معدل طول موجة خلال سنوات مدة الدراسة كان في سنة ١٩٩٢ و ١٩٩٩، بلغ (٧.٥) يوما واقل معدل طول كان في سنة ٢٠٠٠ بلغ (٤.٨) يوما

أما بالنسبة لاطوال الموجات الحرارية الحارة لشهر تموز فاحتلت الموجة ضعيفة العمق على اعلى مجموع معدل بلغ (٦.٨٤) يوما ثم شديدة العمق واخيرا متوسطة العمق بلغت (٣.٢٢) يوما. وسبب ذلك يعود ان خلال فصل الصيف يقل الفرق في درجات الحرارة لان العراق تغطيه كتلة هوائية مدارية المتمثلة بالمنخفض الهندي الموسمي او المندمجة مع كتلة المنخفض السوداني من شماله الى جنوبه لذلك تكون الفروق الحرارية في الموجة الواحدة ما بين قمة وقعر فيها قليلة.

جدول (٢) مجموع المعدل السنوي لشدة عمق اطوال الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني والحارة لشهر تموز لمحطة الموصل للمدة ١٩٩٢ – ٢٠٠٢

السنوات	شدة اطوال الموجة الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني			شدة اطوال الموجة الحرارية الحارة لشهر تموز		
	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق
١٩٩٢	-	-	٧.٥	٨	-	-
١٩٩٣	-	-	٥.٢	١٦	-	-
١٩٩٤	-	-	٥.٤	٠.٨	٢.٦	٢.٤
١٩٩٥	-	١.٨	٣.٤	٥	-	-
١٩٩٦	-	٢.٢	٢.٨	١.٥	٣.٥	١.٨
١٩٩٧	-	١.٢	٤.٤		٢.٨	٤.٥
١٩٩٨	-	-	٥.٨	١٣.٥	-	-
١٩٩٩	-	-	٧.٥	٧	-	-
٢٠٠٠	١	-	٣.٨	٠.٦	-	٥.٢
٢٠٠١	-	١.٢	٣.٧	١٢	-	-
٢٠٠٢	-	١.٤	٤.٦	٤	٤	-
المجموع	١	٧.٨	٥٤.١	٦٨.٤	١٢.٩	١٣.٩
المعدل	١	١.٥٦	٤.٩	٦.٨٤	٣.٢٢	٣.٤٧

المصدر: باعتماد الملحق (1-2)

أما اعلى معدل طول موجة خلال سنوات مدة الدراسة كان في سنة ١٩٩٣ بلغ (١٦) يوما وأقل معدل طول موجة كان في سنة ١٩٩٥ بلغ (٥) يوما.

ويبين الجدول (٣) المعدل السنوي لتباين شدة اطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة في محطة بغداد، نجد تأثير الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني يتوزع على نوعين من انواع عمق الموجة وهما الشديدة العمق والتي هي اعلى معدل بلغت (٥.١) يوما والمتوسطة العمق بلغت (٠.٩٢) يوما وتراجعت نهائيا للموجة ضعيفة العمق.

أما اعلى معدل طول موجة خلال سنوات الدراسة كان في سنة ١٩٩٢ بلغ (٧.٣) يوما واقل معدل طول موجة كان في سنة ١٩٩٨ بلغ (٤) يوما.

ويعكس الجدول السابق أطوال الموجات الحرارية الحارة لشهر تموز إذ نجد اعلى مجموع معدل للموجة ضعيفة العمق بلغ (٨.٢) يوما ثم الموجة شديدة العمق واحتلت المرتبة الاخيرة الموجة متوسطة العمق بلغت (٢.٧) يوما.

جدول (٣) مجموع المعدل السنوي لشدة عمق اطوال الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني والحارة لشهر تموز لمحطة بغداد للمدة ١٩٩٢ – ٢٠٠٢

السنوات	شدة اطوال الموجة الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني			شدة اطوال الموجة الحرارية الحارة لشهر تموز		
	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق
١٩٩٢	-	-	٧.٣	-	7	-
١٩٩٣	-	0.6	٥.٤	٨		-
١٩٩٤	-	-	٥.٦	-	٢.٢	٣.٢
١٩٩٥	-	٠.٥	٣.٨	-	٠.٨	٤.٢
١٩٩٦	-	-	٧	-	١.٥	٢.٥
١٩٩٧	-	-	٤.٨	-	-	٦
١٩٩٨	-	-	٤	٨.٣	-	-
١٩٩٩	-	0.8	٤.٦	-	2	3.6
٢٠٠٠	-	1.5	٥	٨.٣	-	-
٢٠٠١	-	١.٢	٣.٨	٧.٥	-	-
٢٠٠٢	-	-	٤.٨	٨.٧	-	-
المجموع	-	٤.٦	٥٦.١	٤٠.٨	١٣.٥	١٩.٥
المعدل	-	٠.٩٢	٥.١	٨.٢	٢.٧	٣.٩

المصدر: باعتماد الملحق (3-4)

اما اعلى معدل طول موجة سنوي كان في سنة ٢٠٠٠ بلغ (٨.٧) يوما وأقل معدل طول موجة كان في سنة ١٩٩٦ بلغ (٤) يوما.

يظهر مما تم شرحه احتلال الموجة شديدة العمق على اعلى مجموع معدل لشهر كانون الثاني واعلى مجموع معدل للموجة الضعيفة العمق لشهر تموز وذلك يرجع الى الاسباب المذكورة نفسها.

الجدول (٤) يبين المعدل السنوي لتباين شدة اطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة في محطة البصرة، إذ نجد تأثير الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني يتوزع على نوعين من انواع عمق الموجة والتي احتلت الموجة شديدة العمق على اعلى مجموع معدل بلغ (٥.٦) يوما ثم الموجة المتوسطة العمق بلغت (١.٥) يوما وتراجعت نهائيا للموجة ضعيفة العمق.

أما اعلى معدل طول موجة لسنوات الدراسة كان في سنة (٢٠٠٠) بلغ (٩) يوما واقل معدل طول موجة كان في سنة ١٩٩٥ بلغ (٣.٨) يوما.

يعد مجموع معدل طول الموجة الضعيفة أول اعلى لشدة عمق الموجة الحرارية الحارة لشهر تموز في محطة البصرة، جدول (٤) إذ سجلت (٦.٦) يوما، ثم تأتي الموجة شديدة العمق وأخيرا الموجة متوسطة العمق بلغت (٢.٥) يوما. ويرجع ذلك الى الاسباب المذكورة سابقا.

جدول (٤) مجموع المعدل السنوي لشدة عمق اطوال الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني والحارة لشهر تموز لمحطة البصرة للمدة ١٩٩٢ – ٢٠٠٢

السنوات	شدة اطوال الموجة الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني			شدة اطوال الموجة الحرارية الحارة لشهر تموز		
	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق
١٩٩٢	-	-	٧	٨	-	-
١٩٩٣	-	1	٥.٥	-	-	5.6
١٩٩٤	-	1.3	٦.٣	-	1.6	٥.٢
١٩٩٥	-	-	٣.٨	-	-	٨.٣
١٩٩٦	-	1	٦.٣	-	-	٦.٥
١٩٩٧	-	1	٥.٨	5.7	-	-
١٩٩٨	-	1.3	٣	٦	-	-
١٩٩٩	-	2.3	٤.٨	-	0.9	4.4
٢٠٠٠	-	3	٦	٧	-	-
٢٠٠١	-	-	٥	-	4.3	5
٢٠٠٢	-	-	٨.٣	-	3.5	3.8
المجموع	-	١٠.٩	٦١.٨	٢٦.٧	١٠.٢	٣٨.٨
المعدل	-	١.٥٦	٥.٦١	٦.٦٨	٢.٥٥	٥.٥٤

المصدر: باعتماد الملحق (5-6)

اما اعلى معدل طول موجة سنوي كان في سنة ٢٠٠١ بلغ (٩.٣) يوما واقل معدل سنوي كان في سنة ١٩٩٩ بلغ (٥.٣) يوما.

من خلال هذا العرض نجد ان اعلى مجموع معدل لشدة عمق اطوال الموجة الحرارية كان للموجة شديدة العمق الباردة لشهر كانون الثاني والموجة ضعيفة العمق الحارة لشهر تموز للمحطات الثلاثة في العراق. وتبين من سنوات مدة الدراسة تذبذبا من سنة الى اخرى بالزيادة والنقصان لمعدلات اطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة لكن يلاحظ في السنوات الاخيرة من مدة الدراسة قلة معدلات اطوال الموجات الباردة وزيادة في معدلات اطوال الموجات الحارة للمحطات الثلاثة. ويرجع ذلك إلى ظاهرة الاحترار العالمي والتغيرات المناخية التي تعاني الكرة الارضية من تأثيراتها البيئية الواسعة.

معدلات اتجاه وسرع الرياح المصاحبة لأيام حدوث الموجات الحرارية:

الرياح هي الهواء المتحرك بشكل أفقي بموازاة سطح الأرض[١٦] وتختلف الرياح من حيث السرعة والاتجاه اذ تبين من الجدول (5) لمحطات الدراسة ان الاتجاه السائد لايام حدوث الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني هو شمالي واهم ما يميز هذه الرياح بانها شديدة البرودة شتاء والتي تكون اكثر تكراراً مع المرتفع السيبيري.

اما من حيث السرعة فتتراوح معدلات السرعة ما بين الصفر وهو حالة السكون وذلك في محطة الموصل الى اعلى سرعة في محطة البصرة لتصل الى (1.6) م/ثا وهي سرع خفيفة وبذلك تتميز بانها اقل سرعة من باقي أنواع الرياح بسبب اثر التضاريس وخشونة سطح الأرض وبالتالي تأثيرها على قوة الاحتكاك إذ يقل بالابتعاد عن سطح الأرض[١٧] فهذه السرع تمثل احد الشروط الواجب توافرها لتكون الموجات الحرارية الباردة والتي تسبب حالات استقرار جوي وانقلاب حراري باستقرار الكتلة الباردة للأسفل والدافئة للأعلى وتمنع الخلط ما بين الكتلتين الباردة السفلى والدافئة العليا.

ويلاحظ من الجدول (5) ان الاتجاه السائد لأيام حدوث الموجات الحرارية الحارة لشهر تموز هو شمالي غربي ان سيادة هذه الرياح سببها المنخفض الهندي الذي تصل امتداداته ومراكزه الثانوية الى جميع محطات العراق خلال فصل الصيف وخاصة شهر تموز ويدعمه انبعاج مداري ضمن المستوى الضغطي (500) ملليبار الذي يعمل على ضخ هواء حار من الأعلى نحو الأسفل مكونا بذلك استقرار جوي سطحي وهو احد العوامل المسببة لموجات الحر بالإضافة إلى ان الرياح الشمالية الغربية تمر بمناطق جافة ومرتفعة الحرارة.

اما من حيث السرعة فتتميز الرياح الشمالية الغربية بانها اكثر سرعة من الرياح الشمالية الباردة وذلك بسبب هبوبها فوق مناطق منبسطة السطح وذات تضاريس اقل والتي تأخذ معدلات تكرارها بالزيادة خلال ساعات النهار لتصل ذروتها عند منتصف النهار اذ تصل سرعتها في محطة الموصل إلى (2.8)م/ثا وهي اقل سرعة مسجلة خلال مدة الدراسة واعلى سرعة سجلت في محطة البصرة (6.9)م/ثا ويرجع السبب في تسجيل محطة البصرة على اعلى سرعة الى ارتفاع درجات الحرارة وانبساط سطحها بعكس محطة الموصل التي تتميز باقل درجة حرارة من محطتي بغداد والبصرة وتضرس سطحها وتعتبر هذه السرع من السرع الخفيفة الى المعتدلة حسب مقياس بيفورت والتي تسمح بتكون موجات حارة.

ويظهر من الجدول ان الموجات الضعيفة العمق سجلت على اقل سرع للرياح لمحطات الدراسة تراوحت ما بين (2.8) م/ثا لمحطة الموصل الى (6.6) م/ثا لمحطة البصرة اما الموجات المتوسطة والشديدة العمق فسجلت لمحطة

الموصل الى (6.9) م/ثا لمحطة البصرة اذ يتبين ان لسرعة الرياح دور في ظهور عمق الموجات الحرارية فالموجات الحرارية الضعيفة العمق تكون درجة .

جدول (٥) المعدلات اليومية لاتجاه وسرع الرياح م/ثا المصاحبة لمعدل طول ايام الموجات الحرارية الباردة والحارة للمدة 1992 - 2002

المحطات	السنوات	اتجاه وسرعة الرياح المصاحبة للموجات الحرارية الباردة لشهر ك٢						اتجاه وسرعة الرياح المصاحبة للموجات الحرارية الباردة لشهر تموز					
		ضعيفة العمق		متوسط العمق		شديدة العمق		ضعيفة العمق		متوسط العمق		شديدة العمق	
		اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة
الموصل	1992					ش	0.5	ش غ	3.1				
	1993					ش	0.5	ج ش	2.5				
	1994					ش	0			ش و ج غ	2.5	ش غ	2.4
	1995			ش	0	ش	0	ج غ	2.4				
	1996			ش	0.2	ش	0	ش و ش غ	3.2	ش و ش غ	3.5	ش	5.8
	1997			ش	0	ش	0			ج غ	4.5	ش غ	3.5
	1998					ش	0	ش غ و ج	2.3				
	1999					ش	0	ش غ	3.4				
	2000	ش	0			ش	0	ش غ	3			ج غ	3.4
	2001			ش	0.2	ش	0	ج غ	2.8				
	2002			ش	0	ش	0	ش غ	3.1	ش غ	5.7		
	المعدل	ش	0	ش	0.08	ش	0.09	ش غ	2.86	ش غ ج غ	4.05	ش غ	3.77
بغداد	1992					ش و ش غ	1.8			غ	8		
	1993			ش	0.7	ش	0.8	غ	3.9				
	1994					ش	1			غ	7.7	غ	7.2
	1995			ش	1.3	ش	1.2			غ	6.8	غ	5.4
	1996					ش	0.6			غ و ش غ	3.2	ش غ	5
	1997					ش	0.6					غ	6.7
	1998					ش	1.3	ج ش	4.2				
	1999			ش	0.6	ش	0.5			غ	7	ش غ	6.1
	2000			ش	0.6	ش	1.1	ش غ	4.2				
	2001			ش	1	ش	0.9	ش غ	6.1				
	2002					ش	1.1	ش غ	4				
	المعدل	ش		ش	0.84	ش	0.99	ش غ	4.48	غ	6.54	غ و ش غ	6.08
البصرة	1992					ش	2	ش غ	7.2				
	1993			ش و غ	3.3	ش	0.9					ش غ	6
	1994			ش	1	ش	1.3			ش غ	6.7	غ	7.6
	1995					ش	1.8					ش غ	10.1
	1996			ش	0	ش	1.6					ش و ش غ	5.7
	1997			ش	2.3	ش	1.1	ش غ	8				
	1998			ش	2	ش	2	ش غ	6				
	1999			ش	0.5	ش	2			غ	5.4	ش غ	6.5
	2000			ش	0.5	ش	1	ش غ	5.5				
	2001					ش	1.5			ش غ	8	ش غ	6.5
	2002					ش غ	2.8			غ و ش غ	6.7	غ و ش غ	5.9
	المعدل		**ش**	**1.3**	**ش**	**1.6**	**ش**	**6.6**	**ش غ**	**غ و ش غ**	**6.7**	**ش غ**	**6.9**

المصدر: الهيئة العامة لأنواء الجوية العراقية, قسم المناخ, بيانات غير منشورة.

الرمز	**الرياح**	**ش غ**	**شمالية غربية**
ش	**شمالية**	**ج غ**	**جنوبية غربية**
غ	**غربية**	**ج ق**	**جنوبية شرقية**

حرارتها متقاربة ما بين القمة والقعر والرياح الهادئة تساعد على استقرار الجو وقلة الخلط بعكس الرياح السريعة التي تميزت بظهور الموجات المتوسطة والشديدة العمق اذ تساعد على الجو المضطرب والغير مستقر مكونه منخفضاً جويا يساعد على هبوب رياح تختلف في معدلات حرارتها وبذلك يحدث فارق حراري ما بين قمة وقعر الموجة.

معدلات الرطوبة النسبية المصاحبة لأيام حدوث الموجات الحرارية

تعني الرطوبة هي كمية بخار الماء الموجود في الهواء في درجة حرارة معينة. ففي حرارة محددة تستطيع كمية من الرطوبة ان تحمل بواسطة الهواء بحد ثابت[١٨] ومن المعروف ان العلاقة عكسية بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية فكلما زادت درجة الحرارة قلت رطوبة الهواء النسبية والعكس صحيح. يوضح جدول (6) معدلات الرطوبة النسبية المصاحبة لأيام الموجات الحرارية اذ تسجل اعلى القيم أثناء تكون الموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني اذ تراوحت ما بين (89.3%) لمحطة الموصل و (77.4 %) لمحطة البصرة يلاحظ ارتفاع الرطوبة النسبية شمالاً ويرجع ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وتواجد الغطاء النباتي وقلة سرعة الرياح وبذلك تلطف الرطوبة النسبية الأجواء التي تسيطر عليها الموجات الحرارية الباردة.

أما بالنسبة للرطوبة النسبية المصاحبة لايام حدوث الموجات الحرارية الحارة لشهر تموز للرصدة (1200) فقد كانت نسبتها واطئة بصورة عامة لمحطات الدراسة مقارنة بفصل الشتاء وذلك يرجع الى ارتفاع درجات الحرارة وخاصة كلما اتجاهنا من الشمال الى الجنوب اذ بلغت اعلى نسبة (13.7%) في محطة بغداد واقل نسبة بلغت (10.1%) لمحطة البصرة. لكن خلال الرصدة (00) خلال اشهر الصيف ترتفع قيم الرطوبة النسبية فوق الخمسينيات فسجلت موجات الرطوبة العالية اعلى نسبة خلال شهر تموز ويعود ذلك لقوة المنخفض الهندي الموسمي الذي يكون في مرحلة النضج في هذا الشهر بحيث يبدا بتكوين منخفضات ثانوية على الخليج العربي والجزيرة والعراق مما يؤدي الى سحب كميات هواء رطب قادم من الخليج العربي[١٩] ونتيجة لترافق الموجات الحرارية الحارة مع موجات الرطوبة الصيفية يزيد من شعور الانسان بعدم الراحة والضيق.

جدول (٦) المعدلات اليومية للرطوبة النسبية (%) المصاحبة لمعدل طول ايام الموجات الحرارية الباردة والحارة لمحطات الدراسة للمدة 1992 – 2002

المحطات	السنوات	الرطوبة النسبية المصاحبة للموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني			الرطوبة النسبية المصاحبة للموجات الحرارية الحارة لشهر تموز		
		ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق
الموصل	1992			84.9	11.3		
	1993			84.7	13.5		
	1994			93.8		13.1	16.2
	1995		96	89.2	15.3		
	1996		88.1	84.5	10.2	9	9.5
	1997		95.3	85.4		11.5	11.5
	1998			93.1	12.6		
	1999			85.4	13		
	2000	84		88	8		7.7
	2001		92.5	89	13.7		
	2002		74.8	87.1	15.2	13.5	
	المعدل	84	89.3	87.7	12.5	11.7	11.2
المحطات	السنوات	الرطوبة النسبية المصاحبة للموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني			الرطوبة النسبية المصاحبة للموجات الحرارية الحارة لشهر تموز		
		ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق
بغداد	1992			79.8		9.6	
	1993		85.7	81	10.6		
	1994			90.5		12	13.2
	1995		82.3	89.7		15.1	13.2
	1996			90.7		13.9	15
	1997			85.2			12.3
	1998			87.6	13.4		
	1999		79.3	86.2		15.3	15.2
	2000		89.5	81.8	9.3		
	2001		93.2	92.1	10		
	2002			81.6	10.3		
	المعدل		86	86	10.7	13.1	13.7
المحطات	السنوات	الرطوبة النسبية المصاحبة للموجات الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني			الرطوبة النسبية المصاحبة للموجات الحرارية الحارة لشهر تموز		
		ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق	ضعيفة العمق	متوسطة العمق	شديدة العمق
البصرة	1992			72.2	9.5		
	1993		81.5	80.4			8.6
	1994		62.3	78.9		14	9.9
	1995			85.4			10.2
	1996		80.4	86.8			12.2
	1997		74	77.5	11.7		
	1998		82.6	86	12.5		
	1999		78.2	80.5		9.8	11.1
	2000		83.4	78.4	9.2		
	2001			85.4		8.9	10.4
	2002			76.3		8.1	8.9
	المعدل		77.4	80.7	10.7	10.2	10.1

المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية, قسم المناخ, بيانات غير منشورة.

الاستنتاجات

١. يتأثر العراق بمعدلات أطوال الموجات الحارة بشكل كبير مقارنة بمعدلات الموجات الباردة.
٢. أن اعلى معدل طول للموجة الحرارية الباردة لشهر كانون الثاني سجل فوق محطة البصرة (3.5) يوما ثم محطة بغداد (3) يوما وتليها محطة الموصل (2.4) يوماً.
٣. أن اعلى معدل طول للموجة الحرارية الحارة لشهر تموز سجل فوق محطة البصرة (5) يوما ثم محطة بغداد (4.9) يوما وأخيرا محطة الموصل (4.5) يوماً.
٤. احتلت الموجة شديدة العمق على اعلى مجموع معدل لعدد أيام أطوال الموجات الحرارية الباردة للمحطات الثلاث الموصل وبغداد والبصرة.
٥. احتلت الموجة ضعيفة العمق على اعلى مجموع معدل لعدد أيام أطوال الموجات الحرارية الحارة للمحطات الثلاث الموصل وبغداد والبصرة.
٦. تبين أن هناك تذبذبا من سنة إلى أخرى بالزيادة والنقصان لمعدلات أطوال الموجات الحرارية الباردة والحارة لكن يلاحظ في السنوات الأخيرة من مدة الدراسة قلة معدلات أطوال الموجات الباردة وزيادة في معدلات أطوال الموجات الحارة للمحطات الثلاث. وذلك بسبب ظاهرة الاحترار العالمي.
٧. ان الاتجاه السائد للرياح للموجات الحرارية الباردة هو شمالي أما للموجات الحرارية الحارة فالاتجاه هو شمالي غربي .
٨. تراوحت سرعة الرياح ما بين السكون لمحطة الموصل وسرع خفيفة لمحطتي بغداد والبصرة للموجات الباردة وسرع الرياح المصاحبة للموجات الحارة فكانت تتراوح ما بين الخفيفة والمعتدلة السرعة.
٩. سجلت الرطوبة النسبية قيم أعلى للموجات الحرارية الباردة من الموجات الحرارية الحارة.

المصادر

١. البياتي، معتز محمد صالح مهدي، موجة الحر التي اثرت على القطر العراقي في شهر تموز عام ١٩٧٨، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية، شعبة الابحاث، ١٩٨٢.
٢. السامرائي، قصي عبد المجيد، احلام عبد الجبار كاظم، هدى علي صالح، موجات الحر في العراق، بحث القي في المؤتمر الجغرافي السابع للجمعية الجغرافية العراقية.
٣. السامرائي، قصي عبد المجيد، واحلام عبد الجبار، وهدى صالح، موجات البرد في العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٢٩، ١٩٩٥.
٤. الفضلي، سعود عبد العزيز، احمد جاسم الحسان، الاتجاهات العامة لتكرار موجات الحر في محافظة البصرة، مجلة آداب البصرة، العدد ٥٧، ٢٠٠١.
٥. الدزيي، سالار علي خضر، بشرى احمد جواد، تحديد خصائص موجة برد (المربعانية) في مناخ العراق، مجلة كلية التربية، المجلد ٢١، ٢٠١٠.
٦. الدزيي، سالار علي خضر، بشرى أحمد جواد، تحديد مؤشرات التغير المناخي في العراق من خلال تحليل درجات الحرارة العظمى المتطرفة، المؤتمر العلمي السنوي لكلية الآداب، الجزء الاول، ٢٠١٣.
٧. الزبيدي، مجيب رزوقي فريح عبد، التطرف في درجات الحرارة لمحطات مختارة في العراق، رسالة ماجستير، غير منشورة، مقدمة الى كلية التربية، الجامعة المستنصرية، قسم الجغرافية، ٢٠١٣.
٨. الدزيي، سالار علي خضر، بشرى أحمد جواد، مصدر سابق, ص٢٢٨.
٩. شرف، عبد العزيز طريح، مناخ الكويت، ط١، مؤسسة الثقافة الجامعية، مطبعة شريف، الاسكندرية، ١٩٨٠, ص١٢٦.
١٠. الدزيي، سالار علي خضر، بشرى احمد جواد، مصدر سابق, ص٢٤٣.
١١. الدزيي، سالار علي، مناخ العراق القديم والمعاصر، ط١، دائرة الشؤون الثقافية العامة، بغداد، ٢٠١٣, ص٢٢٥.
١٢. الدزيي، سالار علي خضر، بشرى احمد جواد، مصدر سابق, ص٢٤٧.
١٣. السامرائي، قصي عبد المجيد، واحلام عبد الجبار، وهدى صالح، مصدر سابق, ص٨٢.
١٤. الدزيي، سالار علي، مصر سابق, ص٢٢١.
١٥. الشرعبي، ياسين عبد الرحمن، الاسس العلمية للاحتباس الحراري، عالم الفكر، العدد ٢، المجلد ٣٧، ٢٠٠٨, ص٢٠.
16. Trewartha. T.Glen. lyle, Horn. H., An Introduction to climate, fifth edition, Mc graw – Hill Book Co. New york, 1980.
17. Getis, Arthur, Judith Getis, Jerome D. Fellmann, Introduction to Geography, Eleventh Edition, U.S.A, 2008.
18. Strahler, Arthur N, Alan. H. strahler, modern physical geography, John wily, sons, New York, 1978.
١٩. الدزيي، سالار علي خضر، بشرى احمد جواد، موجات الرطوبة الصيفية في العراق، دراسة في المناخ الشمولي، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد ٨٣، ٢٠٠٨, ص٣٨٩.
٢٠. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، اطلس مناخ العراق للمدة ١٩٦١ – ١٩٩٠، بغداد، ١٩٩٤.
٢١. الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، البيانات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى واتجاه وسرع الرياح و الرطوبة النسبية للمدة ١٩٩٢ – ٢٠٠٢، بيانات غير منشورة.