تكرار موجات الحر في مدينة اربيل للفترة من ١٩٩٢ – ٢٠١٤

أ.م.د. سليمان عبدالله اسماعيل
جامعة صلاح الدين/ اربيل
كلية الآداب
قسم الجغرافية

المستخلص :

تشكل موجات الحر احدى الظواهر المناخية المهمة التي تتكرر حدوثها في مناطق كثيرة من العالم و منها منطقة الدراسة. و بسبب تباين الأقاليم من حيث مواقعها الجغرافية و تبايناتها البيئية و المناخية و قابلية مكوناتها الحية على التكييف، تباينت تعاريف الدول و مراكز الارصاد الجوية لموجات الحر. و في دراستنا هذه فان موجة الحر عبارة عن "ارتفاع درجات الحرارة لأيام غير محددة بفعل سيادة هواء ساخن لمنطقة معينة ترتفع فيها درجات الحرارة العظمى اليومية خمس درجات مئوية أو أكثر لمدة ثلاثة أيام متواصلة أو أكثر".

و من خلال الاستدلال من البيانات المناخية، يظهر تكرار موجة الحر خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ في اربيل ٨٦ مرة، في السنوات الـ ٢٣ من حيث تكراراتها السنوية و تراوحت بين موجة واحدة و سبع موجات بتكرار معدله ٣.٧ موجة / السنة و بلغ معدل طول الموجة الواحدة ٤.٨ يوم / موجة حر. و بلغ عدد أيام عتبة موجة الحر ٦٦٥ يوماً و بمعدل ٢٨.٩١ يوماً / السنة حيث شكّلت ٨.١٪ من المجموع الكلي لعدد أيام الفترة المأخوذة في منطقة الدراسة. كذلك تبيّن من الدراسة حدوث هذه الظاهرة في جميع فصول السنة، و أعلى تكرار لها كان في فصل الربيع بنسبة ٤٨.٨ ٪ و أدني تكرار لها كان في فصل الصيف بنسبة ٥.٨٪ من المجموع الكلي.

و تبيّن من الدراسة أيضاً ، ان التكرار السنوي لموجات الحر يختلف من شهر لآخر و هذا التباين ليس قليلا، حيث تبيّن ان موجات الحر تبلغ اقصاها في آذار و نيسان وتشرين الاول و تستقر عند أدناها في شهور آب وتموز و حزيران. ان هذا التباين في تكرار موجات الحر يتخلله تباين في طولها و شدة درجة حرارتها. اذ ظهرت ان ٦٢.٨٪ من موجات الحر في منطقة الدراسة كانت من ضمن الموجات القصيرة و الحارة و ١٦.٣٪ ضمن الموجات المتوسطة و الحارة و ١.٢٪ منها كانت ضمن الموجات الطويلة و الشديدة الحرارة و تباينت الأصناف الأخرى بين تلك النسب.

و رجّحت الدراسة أسباب حدوث موجات الحر في منطقة الدراسة الى التوزيع الجغرافي لمنظومات الضغط الجوي في شمال أفريقيا و جنوب غرب آسيا وشبه الجزيرة العربية و المتمثلة بالمنخفض الحراري السوداني و منخفض الهند الموسمي الحراري و المنخفضات الحرارية الناشئة في شبة الجزيرة العربية.

المقدمة :

تحظى ظاهرة موجات الحر بأهمية متزايدة في الدراسات المناخية و البيئية لما لهذه الظاهرة من تأثير مهم على الكثير من نواحي الحياة سواء على مستوى الفرد او على مستوى الجماعة بتباين الاقاليم الطبيعية، كما و تؤخذ كمؤشر مهم من مؤشرات تغيير الاحوال المناخية و ذلك من خلال دراسة سلوكها خلال الفترات الزمنية و مقارنتها زمانياً و مكانياً.

ان دراسة موجات الحر في منطقة محددة من اراضي اقليم كوردستان العراق مهمة ، لأنها تعطي تصَوراً واضحاً عن جزء مهم من الاحوال المناخية في هذه البقعة من الارض، و هي تعَد من الظواهر المناخية القاسية و ان دراستها و تحديد اتجاهاتها من المواضيع المهمة التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار و ان تحسب لها حساب من قبل الجهات المختصة لما تصاحبها من تأثيرات بيئية على قطاعات مهمة ، كالقطاع الصحي و القطاع الزراعي و قطاعي المياه و الطاقة الكهربائية.

لغرض تحقيق هدف الدراسة، تم اعتماد البيانات الطقسية اليومية لعنصر درجة الحرارة العظمى اليومية لمحطة الانواء الجوية في اربيل للفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ و استخراج موجات الحر منها اعتماداً على المعايير المستخلصة من هذه الدراسة. و بعد تبويب و تصنيف البيانات تم استخراج (عتبة موجات الحر، تقلبات درجات الحرارة، موجات الحر) لفترة ٢٣ عاماً و هي الفترة الموجودة عنها البيانات لدى المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي في اربيل و التي نرى انها كافية بحدها الادنى لتتبع سلوك موجات الحر و معرفة طبيعتها. كما تم الاعتماد على الخرائط الساعية للضغط الجوي السطحي و اعتماد نماذج معَينة لتحليل الظوابط المؤثرة في تكراراتها باستخدام الاساليب الكمية و الاحصائية.

و تكمن أهداف هذه الدراسة في توزيع و توضيح الخصائص الاحصائية لموجات الحر من حيث تكرارها الزماني (السنوى و الفصلي و الشهري) و تصنيفها خلال فترة الدراسة من حيث عمر الموجه و درجة شدتها و محاولة فهم المنظومات الضغطية المؤثرة في تكرارها على منطقة الدراسة.

تكمن فرضية البحث:

١- **تتعرض منطقة الدراسة في جميع السنوات الى موجات الحر و هي تتراوح بين الزيادة و النقصان في سنواتها المختلفة و بوتيرة منتظمة في سنوات اخرى و لأسباب مختلفة ترتبط بحركة المنظومات الضغطية ، و لا تقتصر حدوثها خلال فصل الصيف الحار من السنة فقط ، بل تتكرر في جميع فصول السنة .**

٢- **ان انظمة الضغط الجوية السطحية التي تؤدي الى موجات الحر في منطقة الدراسة تتمثل بثلاثة أنظمة و هي المنخفض الحراري الموسمي و المنخفض الحراري السوداني و المنخفض الحراري في شبة الجزيرة العربية .**

لقد تم استخدام المنهج التحليلي، بهدف تحليل البيانات اللازمة لتحديد موجات الحر من حيث عمرها و تكرارها، اضافة الى توزيعها الزماني. كذلك تم استخدام الاسلوب الكمي لأجراء عمليات التحليل الاحصائي و حصر و قراءة السجل المناخي لدرجات الحرارة العظمى اليومية لمحطة الانواء الجوية في اربيل للفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ لتحديد موجات الحر خلال تلك الفترة و حسب تعريفنا لظاهرة موجات الحر في هذه الدراسة، و مراجعة نماذج مختارة من خرائط الطقس السطحية الساعية (Z 00) لبعض

العناصر ذات العلاقة (الضغط الجوي السطحي، درجات الحرارة، اتجاهات الرياح) لتحديد الحالة الجوية التي تؤدي الى حدوث موجات الحر في منطقة الدراسة من الموقع الالكتروني لجامعة بليموث (vortex.plymouth.edu).

موقع منطقة الدراسة :

تتمثل منطقة الدراسة بمدينة اربيل ، التي يبلغ عدد سكانها ٨٨٣٠٢٦ نسمة حسب احصاء ٢٠١٣[١] ، و تقع فلكياً بين دائرتي عرض ٠٧ ̿ : ٣٦° — ١٤ ̿ : ٣٦° شمالاً و خطي طول ٥٦ ̿ : ٤٣° — ٠٧ ̿ : ٤٤° شرقاً ، و بهذا تقع المدينة و المنطقة المحيطة بها في القسم الجنوبي من المنطقة المعتدلة الشمالية و تبعد عن ساحل البحر المتوسط مسافة ٧٢٠ كم و عن ساحل الخليج العربي ٨٠٠ كم[٢]، و انعكس ذلك على الظروف المناخية لمنطقة الدراسة التي تبلغ نسبة قرينة قاريتها ٨٨٪ حسب نموذج خروموف[٣]. كذلك تقع منطقة الدراسة في القسم الشمالي من سهل اربيل، و قد منح هذا الموقع منطقة الدراسة سمة الموقع الانتقالي بين منطقة الجبال الالتوائية من جهة الشمال و الشرق و السهول المتموجة من جهة الجنوب و الغرب. (خارطة رقم ١)

التعريف بظاهرة موجات الحر :

تعد موجات الحر من الظواهر المناخية القاسية و المتطرفة و التي تباينت تعريفها زمانياً و مكانياً، و لا تحظ بتعريف موحّد على مستوى المراكز المتخصصة كنتيجة و محصّلة لاختلاف المتغيرات المناخية و الطبيعية على مستوى الاقاليم الجغرافية.

تعرّف منظمة الارصاد الجوية العالمية (WMO) موجة الحر على انها سيطرة هواء حار على منطقة واسعة ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى اليومية خمس درجات مئوية أو أكثر عن معدلاتها و لمدة خمسة أيام متتالية او أكثر[٤].

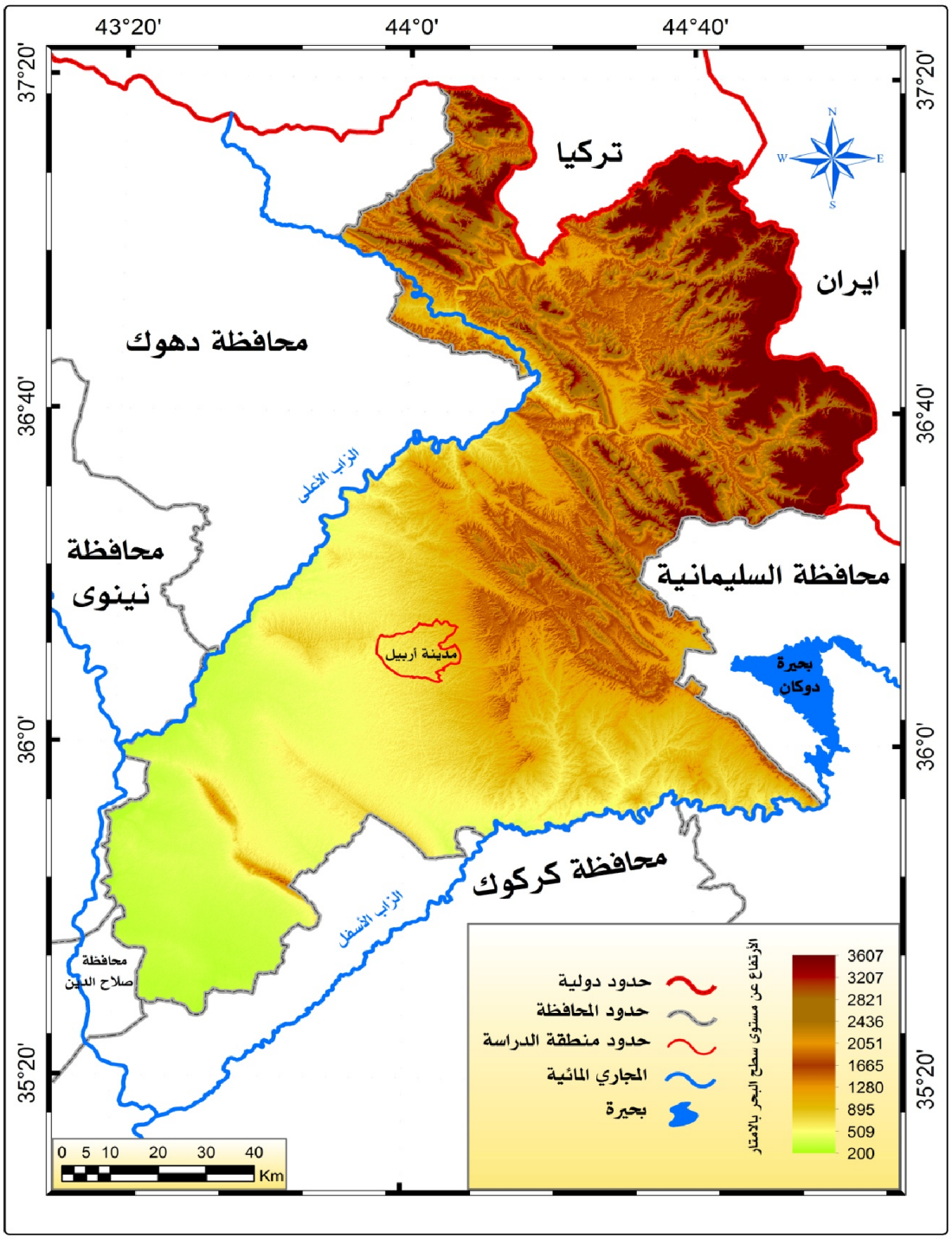
و ورد في تقرير فريق الخبراء المعني بكشف تغيير المناخ و مؤشراته (ETCCDI) تعريف لموجة الحر و على الصيغة التالية" هي انخفاض درجة الحرارة العظمى لأكثر من خمسة أيام متتالية تبلغ خلالها درجة الحرارة العظمى اليومية(TX) عن 90^{th} percentile استناداً الى التسجيلات المناخية للفترة ١٩٦١ — ١٩٩٠"[٥].

و جاء في موسوعة الارصاد الجوية الامريكية بأنها فترة غير طبيعية و غير مريحة لدرجة الحرارة و هي عادة مصحوبة بالطقس الرطب و يجب ان تستمر لفترة يوم واحد على الأقل، و لكن تقليدياً فهي تستمر من عدة أيام الى عدة أسابيع[٦].

أما على المستوى الدولي ، فقد عرّف المعهد الملكي البلجيكي للأرصاد الجوية " موجة الحر" بأنها مدة ٥ أيام متتالية تبلغ درجة الحرارة اليومية العظمى ٢٥ درجة مئوية أكثر ، بضمنها ٣ ايام تصل فيها درجة الحرارة العظمى الى ٣٠ درجة مئوية [٧].

أما هيئة الارصاد الجوية الباكستاني فتعرّف موجة الحر بأنها ارتفاع درجة الحرارة اليومية العظمى فوق عتبة موجة الحر لمدة ستة أيام متتالية على الاقل. و تعتمد الهيئة اعتبار المدة الزمنية المذكورة موجة حر عندما تتساوي أو تزداد درجة الحرارة اليومية العظمى عن 90^{th} percentile درجات الحرارة العظمى المسجلة للفترة المعتمدة[٨]. أما دائرة الارصاد الجوية الهندية فتعرّف موجة الحر بأنها" ارتفاع درجة الحرارة العظمى اليومية الى ٣٠ مئوية أو أكثر لمدة ٣ أيام أوأكثر على التوالي[٩].

خارطة رقم (١) موقع منطقة الدراسة ضمن محافظة اربيل



المصدر : ١- اقليم كوردستان العراق ، وزارة التخطيط ، هيئة أحصاء اقليم كوردستان ، قسم الخرائط ، الخارطة الأدارية لمحافظة أربيل ، ٢٠١٣ ٢– نموذج الأرتفاع الرقمي (DEM) بمقياس ٣٠م

و يُعـرف علـي صـبري ابـو الحسـين موجـة الحـر بأنهـا " سـيادة أو اجتيـاح هـواء سـاخن لمنطقـة مـا، بحيـث ترتفـع خلالهـا درجـة الحـرارة العظمـى اليوميـة الى خمـس درجـات مئويـة فـوق معـدلها العـام و لا تقـل عن ٣٢ درجة مئوية و تستمر لفترة لا تقل عن ثلاثة ايام متواصلة"[١٠].

ممـا سـبق، نلخـص الى نتيجـة مفادهـا ان لا اتفـاق حـول تعريـف موحـد و ثابـت و متفـق عليـة لتعريـف الظـاهرة، و لكـن في المقابـل يلاحـظ و بشـكل لا لـبس فيـه وجـود اتفـاق علـى ان موجـة الحـر ، فـترة معينة تحستب بالايام ترتفع فيها درجات الحرارة قياساً الى درجات الحرارة المعتادة في المنطقة المعنية.

في هـذه الدراسـة، تم تحديـد تعريفنـا لموجـة الحـر كحالـة و نمـوذج خـاص بـاقليم كوردسـتان العـراق بناءً على المتغيرات التالية :

أولاً :ان لا يقـل الفـرق بـين درجـة الحـرارة العظمـى اليوميـة و معـدلها العـام لـذلك الشـهر عـن خمسـة درجات مئوية.

ثانيـاً : ان لا تقـل الفـترة الزمنيـة الـتي تسـود فيهـا اجتيـاح هـواء سـاخن للمنطقـة عـن ثلاثـة أيـام متواصـلة تباعاً.

ثالثـاً :في سـياق المـتغيرين السـابقيين، لا يشـترط حصـر و تحديـد أشـهر معينـة مـن السـنة لحسـاب موجـة الحر فيها، بل تشمل جميع أشهر السنة طالما توفر المتغيرين السابقين.

و بنـاءً علـى ذلـك فـان تعريفنـا لموجـة الحـر هـي "ارتفـاع لـدرجات الحـرارة لأيـام غـير محـددة مـن السـنة بفعـل سـيادة هـواء سـاخن لمنطقـة معينـة ترتفـع فيهـا درجـات الحـرارة العظمـى اليوميـة خمـس درجـات مئوية أو أكثر لمدة ثلاثة أيام متواصلة أو أكثر".

عتبة موجات الحـر و تقلبات درجات الحـرارة :

قبل الدخول في بحث تكرارات موجات الحر و تحليلها، يستلزم الامـر الاشارة الى مصطلحين مهمَين لهما علاقـة مباشـرة بموجـة الحـر، و نعـني بهمـا تعريـف " عتبـة موجـة الحـر Heat Wave Threshold " و "تقلبات درجات الحرارة Temperature Fluctuation ".

فالمقصـود بـعتبة موجـة الحـر "ارتفـاع درجـة الحـرارة العظمـى اليوميـة لخمـس درجـات مئويـة أو أكثـر عـن معـدلها العـام لـذلك الشـهر مـن السـنة"[١١].امـا المقصـود بـتقلبات درجـات الحـرارة " ارتفـاع درجـة الحـرارة العظمـى اليوميـةخمس درجـات مئويـة أو أكثـر عـن معـدلها العـام لـذلك الشـهر مـن السـنة و لمـدة يـوم أو يـومين فقـط"[١٢]. و لتوضـيح المسـألة نقـول ان جميـع الايـام الـتي تـدخل ضـمن عتبـة موجـة الحـر تحتسـب ضـمن أيـام موجـات الحـر اذا تـوفر شـرط الايـام الثلاثـة المتتاليـة، و اذا لم يتـوفر هـذا الشـرط عَـد ضمن ايام تقلبات درجات الحرارة.

اسـتناداً الى البيانـات الـواردة في الجـدول رقـم (١)، نجـد أن مجمـوع أيـام عتبـة موجـة الحـر في منطقـة الدراسـة و خـلال فـترة الدراسـة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ بلغـت ٦٦٥ يومـاً بمعـدل ٢٨.٩ يومـاً / السـنة وشـكّلت ٨.١٪ مـن المجمـوع الكلـي لعـدد الأيـام مـن ١٩٩٢ – ٢٠١٤ . و كـان نصـيب شـهور كـانون الاول و كـانون الثـاني و شـباط ٥٩ يومـاً، ٣٦ يومـاً، ٦٥ يومـاً علـى التـوالي. و شـهور آذار و نيسـان و مـايس ١١٠ يومـاً، ٩٥ يومـاً، ٩٢ يومـاً علـى التـوالي. فيمـا بلغـت نصـيب شـهور حزيـران و تمـوز و آب ٢٢ يومـاً، ١٦ يومـاً، ٩ يومـاً علـى التـوالي،و بلغـت في شـهور أيلـول و تشـرين الاول و تشـرين الثـاني ٢٩٩ يومـاً، ٦٦ يومـاً، ٦٦ يومـاً علـى التـوالي. و يلاحـظ مـن

هـذا التقـديم ان شـهر آذار يـأتي في المرتبـة الاولى و شـهر آب في المرتبـة الاخـيرة بـين الشـهور في منطقـة الدراسة.

و بخصـوص أيـام تقلبـات درجـات الحـرارة،يتبيّن مـن الجـدول رقـم (٢) ان مجموعهـا بلغـت ٢٥٢ يومـاً، شـكلّت ٣٧.٩٪ مـن مجمـوع أيـام عتبـة موجـة الحـر توزعـت علـى شـهور شـهر كـانون الاول و كـانون الثـاني و شـباط بمقـدار ١٤ يومـاً، ٢٧ يومـاً، ٢٩ يومـاً علـى التـوالي. امـا في شـهور آذار و نيسـان و مـايس فقـد بلغـت ٣٢ يومـاً، ٤٥ يومـاً، ١٤ يومـاً،على التـوالي. فيمـا بلغـت ١٠ يومـاً، ٥ يومـاً، ١١ يومـاً في شـهور حزيـران و تمـوز و آب علـى التـوالي. و تسـتقر عنـد ١١ يومـاً، ١٢ يومـاً، ٢٤ يومـاً علـى التـوالي في شـهور أيلـول و تشـرين الاول و تشـرين الثـاني. و يلاحـظ مـن هـذا العـرض بخصـوص ايـام تقلبـات درجـات الحـرارة أن شـهر مـايس يـأتي في المقدمة و تحتل المرتبة الاولى و شهر آب في المرتبة الأخيرة.

أمـا مـا يتعلـق بأيـام موجـات الحـر و كمـا ورد في الجـدول رقـم (٣)، بلغـت مجموعهـا خـلال فـترة الدراسـة ٤١٣ يومـاً، شـكلّت ٦٢.١٪ مـن المجمـوع الكلـي لأيـام عتبـة موجـة الحـر في منطقـة الدراسـة. و تـوزع العـدد المـذكور آنفـاً علـى شـهور شـهر كـانون الاول و كـانون الثـاني و شـباط بمقـدار ٤٥ يومـاً، ٩ يومـاً، ٣٦ يومـاً علـى التـوالي. و شـهور آذار و نيسـان و مـايس ٨١ يومـاً، ٦٣ يومـاً، ٤٧ يومـاً،على التـوالي. فيمـا بلـغ نصـيب شـهور حزيـران و تمـوز و آب ٨ يومـاً، ٦ يومـاً، ٤ يومـاً علـى التـوالي. و بلـغ في شـهور أيلـول و تشـرين الاول و تشـرين الثـاني ١٨ يومـاً، ٥٤ يومـاً، ٤٢ يومـاً علـى التـوالي. و يلاحـظ ان شـهر آذار يـأتي في المرتبـة الاولى و شـهر آب في المرتبـة الاخـيرة. هـذا و يبلـغ متوسـط عمـر موجـة الحـر في منطقـة الدراسـة للفـترة مـن ١٩٩٢-٢٠١٤ في حدود ٤.٨ يوماً.

جدول رقم (١) عدد أيام عتبة موجات الحر الشهرية و السنوية في اربيل خلال الفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
1992					1				1		5		7
1993		3	4	1								2	10
1994	5	1	2	9	10						2		29
1995	6	2	3	1	8				2	1	2		25
1996		8		1	5		2		1	3	0	7	27
1997	1	2		3	4	1				2	1		14
1998		1		7	6	6		1	1		15	7	44
1999	2	4	4	6	8					7	2	4	37
2000	2	1	4	7	5		6						25
2001	4	2	11	6	2		4			6	5		40
2002		3	10		2	1				6	3	2	27
2003	2				3			4	4	6	6		25
2004		3	14	4	3				1	6	1		32
2005		2	4	6	4		1			4		17	38
2006	2	6	9	7	4	6		1					35
2007	3		1		6				5		2		17
2008		1	18	12	3	2	1	1	7	2		7	54
2009	1	2	2	1	3						4	2	15
2010	5	7	11	1	2	3	1		3	1	10	8	52
2011		3	4	2	3		1	2				3	18
2012				7	2	2				22	7		40
2013		5		6	1				1		1		14
2014	3	9	9	8	7	1			3				40
المجموع	36	65	110	95	92	22	16	9	29	66	66	59	665

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

جدول رقم (٢) عدد ايام تقلبات درجات الحرارة الشهرية و السنوية في اربيل للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
1992					1				1				2
1993				1								2	3
1994	2	1	2	1							2		8
1995	6	2	3	1					2	1	2		17
1996		3		1	5		2		1			1	13
1997	1	2				1				2	1		7
1998		1		1	2	1		1	1		2		9
1999	2	4	1		2						2	4	15
2000	2	1	1	3	5		3						15
2001	4	2	4	3	2		1			2	2		20
2002	2	3	2		2					2	3	2	16
2003					3					1			4
2004				1	3				1	1	1		7
2005		2	1	3	4		1					2	13
2006	2	1	5	7	4	3		1					23
2007			1						1		2		4
2008		1	1			2	1	1		2			8
2009	1	2	2	1	3						1	2	12
2010	2			1	2	3	1		3	1	2	1	16
2011			4	2			1	2					9
2012				1	2	2					3		8
2013		2		3	1	1			1		1		9
2014	3	2	2	2	4	1							14
المجموع	27	29	29	32	45	14	10	5	11	12	24	14	252

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

. جدول رقم (٣) عدد أيام موجات الحر الشهرية و السنوية في اربيل خلال فترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
1992											5		5
1993		3	4										7
1994	3			8	10								21
1995					8								8
1996		5								3		6	14
1997				3	4								7
1998				6	4	5					13	7	35
1999			3	6	6					7			22
2000			3	4			3						10
2001			7	3			3			4	3		20
2002			8							4			12
2003								4	4	5	6		19
2004		3	14	3						5			25
2005			3	3						4		15	25
2006		5	4			3							12
2007	3				6				4				13
2008			17	12	3				7			7	46
2009											3		3
2010	3	7	11								8	7	36
2011		3			3							3	9
2012				6						22	4		32
2013		3		3									6
2014		7	7	6	3				3				26
المجموع	9	36	81	63	47	8	6	4	18	54	42	45	413

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

التوزيـــع السنـوي لموجـات الحـر :

تشـير البيانـات الـواردة في الجـدول رقـم (٤) الى مجمـوع التكـرار السـنوى لموجـات الحـر في منطقـة الدراسـة ، و منهـا يتضـح أن مجمـوع موجـات الحـر خـلال فـترة الدراسـة بلغـت ٨٦ موجـة حـر، و بواقـع تكرار سنوي معدّله ٣.٧٤ موجة حر / السنة.

ان السـنوات الـتي سـجلت فيهـا موجـات الحـر تكـراراً أقـل مـن المعـدل العـام بلغـت ١٢ عامـاً و السـنوات الـتي سـجلت اقـل مـن المعـدل العـام ١١ عامـاً، أي ان النسـبة متقاربـة نوعـاً مـا و لصـالح الأولى. و هـذا يعـني أن موجـات الحـر قـد تكـرر حـدوثها في جميـع السـنوات، ولا توجـد سـنة ضـمن السـنوات المـأخوذة في الدراسـة الا و حدث فيها، سواء أكان هذا التكرار قليلاً أو كثيراً.

أخـذت موجـات الحـر مـن حيـث تكرارهـا السـنوي بالزيـادة و النقصـان، و تراوحـت بـين موجـة واحـدة في حدها الأدنى عامي ١٩٩٢ و ٢٠٠٩ و سبع موجات حر في حدها الأعلى عامي ١٩٩٨ و ٢٠٠٨.

و يلاحـظ مـن الجـدول رقـم (٥)، ان السـنوات الـتي سـجلت موجـات حـر و بتكـرار سـنوي قـدره ٥ – ٧ موجـة بلغـت ٧ سـنوات. و هـذا يعـني ان ٥٠٪ مـن مجمـوع موجـات الحـر المسـجلة خـلال فـترة الدراسـة سـجّلت خـلال ٧ سـنوات فقـط (٣٠٪ مـن سـنوات الدراسـة)، ترتفـع النسـبة الى ٨٦٪ مـن موجـات الحـر خـلال ١٦ سـنة (حـوالي ٧٠٪ مـن فـترة الدراسـة). و هـذا يوضـح حالـة التذبـذب الموجـودة لهـذه الظـاهرة في منطقـة الدراسـة. بمعنـى أن مجمـوع موجـات الحـر في عـامي ١٩٩٨ و ٢٠٠٨ قـد بلغـت ١٤ موجـة حـر (٧ موجـة حـر في كـل السـنة) و هـي تتجـاوز مجمـوع موجـات الحـر المسـجلة في ٧ سـنوات (السـنوات الـتي سـجلت تكـرار موجـة حـر مرة واحدة أو مرتين في السنة).

ان نسـبة تكـرار موجـات الحـر لمـرة واحـدة قـد بلغـت ٨.٧٪ مـن سـنوات الدراسـة، ارتفعـت الى ٢١.٧٪ للسـنوات الـتي سـجلت تكـرار سـنوي ٢ – ٣ مـرة. فيمـا تـنخفض النسـبة الى ١٧.٤٪ للسـنوات الـتي سـجلت تكـرار ٤ مـرات، و ٤.٣٪ للسـنوات الـتي سـجلت تكـرار ٥ مـرات، فيمـا تبلـغ النسـبة ١٧.٤٪ و ٨.٧٪ للسـنوات التي سجلت تكرار سنوي ٦ – ٧ مرة في السنة.

و عـودة الى البيانـات الـواردة في الجـدول رقـم (٣)، يتـبّين ان مجمـوع طـول موجـات الحـر علـى مسـتوى السـنة الواحـدة يتفـاوت مـابين ٣ أيـام (٢٠٠٩) و ٤٦ يومـاً (٢٠٠٨). هـذا و بلـغ معـدل طـول موجـات الحر خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ و على مستوى منطقة الدراسة ٤.٨ يوم / موجة الحر.

جدول رقم (٤) التكرار السنوي لموجات الحر في اربيل للفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤

ت	السنة	تكرار موجة الحر	نسبتها (٪)
1	1992	1	1.2
2	1993	2	2.3
3	1994	4	4.7
4	1995	2	2.3
5	1996	3	3.5
6	1997	2	2.3
7	1998	7	8.1
8	1999	6	7.0
9	2000	3	3.5
10	2001	6	7.0
11	2002	2	2.3
12	2003	4	4.7
13	2004	5	5.8
14	2005	4	4.7
15	2006	3	3.5
16	2007	3	3.5
17	2008	7	8.1
18	2009	1	1.2
19	2010	6	7.0
20	2011	3	3.5
21	2012	4	4.7
22	2013	2	2.3
23	2014	6	7.0
المجموع		86	100

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

جدول رقم (٥) تصنيف التكرار السنوي لموجات الحر في اربيل خلال الفترة ١٩٩٢-٢٠٠١٤

ت	عدد الموجات	التكرار	نسبتها (٪)
1	0	0	0.0
2	1	2	8.7
3	2	5	21.7
4	3	5	21.7
5	4	4	17.4
6	5	1	4.3
7	6	4	17.4
8	7	2	8.7
المجموع		23	100

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤

التوزيـــع الفصـلي لموجـــات الحـــر :

ان البيانـات الـواردة في الجـدول رقـم (٦) الخـاص بـالتوزيع الفصـلي لموجـات الحـر و الملحـق رقـم (١) الخـاص ببعض خصائص الحرارة في منطقة الدراسة، و منها نستنتج مايأتي :

١- **يبلغ معدل درجة الحرارة العظمى في اربيل خلال فصل الربيع ٢٠ درجة مئوية، يرتفع الى ٤٠.٤ درجـة مئويـة في فصل الصيف و بفارق ايجابي مقداره ٢٠.٤ درجة مئوية، لينخفض في فصل الخريـف الى ٢٩.٥ درجـة مئويـة بفارق سلبي مقداره ١٠.٩ درجة مئويـة و لينخفض ثانيـة في فصل الشتاء الى ١٤ درجـة مئويـة و بفـارق سـلبي مقداره ١٥.٥ درجة مئوية. أما الفرق بين فصلي الشتاء والربيع فيبلغ ٦ درجات مئوية.**

٢- **يبلغ معدل درجة الحرارة عتبة موجة الحر في منطقة الدراسة خلال فصل الربيع ٣١.٩ درجة مئوية، يرتفـع الى ٤٦ درجة مئوية في فصل الصيف و بفارق ايجابي مقداره ١٤.١ درجة مئوية، لينخفض في فصل الخريف الى ٣٥.٦ درجة مئوية بفـارق سـلبي مقـداره ١٠.٤ درجـة مئويـة و لينخفض ثانيـة في فصل الشتاء الى ٢٠.٧ درجـة مئوية و بفارق سلبي مقداره ١٤.٩ درجـة مئويـة. أمـا الفـرق بـين فصـلي الشـتاء والربيـع فيبلـغ ١١.٢ درجـات مئوية.**

٣- **يبلغ معدل درجة الحرارة موجة الحر في منطقة الدراسة خـلال فصـل الربيـع ٣٢.٤ درجـة مئويـة، يرتفـع الى ٤٦.٢ درجة مئوية في فصل الصيف و بفارق ايجابي مقداره ١٣.٨ درجة مئوية، لينخفض في فصل الخريـف الى ٣٥.٧ درجة مئويـة بفـارق سـلبي مقـداره ١٠.٥ درجـة مئويـة و لينخفض ثانيـة في فصـل الشـتاء الى ٢١ درجـة مئوية و بفارق سلبي مقداره ١٤.٧ درجـة مئويـة. أمـا الفـرق بـين فصـلي الشـتاء والربيـع فيبلـغ ١١.٤ درجـات مئوية.**

٤- **ان اعلى تكرار لموجات الحر يحدث في فصل الربيع بـ ٤٢ موجـة حـر و نسـبة ٤٨.٨٪ مـن المجمـوع الكلـي. يـأتي بعدها فصل الخريف بـ ٢١ موجة حر و نسبة ٢٤.٤٪ مـن المجمـوع الكلـي، ثـم فصـل الشـتاء بـ ١٨ موجـة حـر و**

أخيراً فصل الصيف بـ ٥ موجات حر و نسبة ٢٠.٩٪ و ٥.٨٪ من المجموع الكلي لكل من الفصلين الأخيرين على التوالي.

٥- فيما يتعلق بعدد أيام موجات الحر خلال فصول السنة الاربعة، يلاحظ ان العدد يأخذ نفس ترتيب تكرار موجات الحر الفصلية، و يأتي فصل الربيع بالمرتبة الاولى بمجموع ١٩١ يوماً ثم فصل الخريف بـ ١١٤ يوماً ثم فصل الشتاء بـ ٩٠ يوماً و أخيراً فصل الصيف بـ ١٨ يوماً، و بنسبة ٤٦.٢٪، ٢٧.٦٪، ٢١.٨٪، ٤.٤٪ للفصول الاربعة من المجموع الكلي على التوالي.

٦- ان أعلى تكرار لموجات الحر و عدد أيام بقائها يكون في فصل الربيع و فصل الخريف و فصل الشتاء تباعاً، لياتي فصل الصيف في المؤخرة و هذا مثير للانتباه، حيث يتوقع أن يأتي فصل الصيف في المقدمة و ليس في النهاية. و تحليلنا لهذه الحالة تكمن في تعريفنا لموجة الحر نفسها بأنها عبارة عن سيطرة هواء ساخن لمنطقة معينة ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى اليومية ٥ درجات مئوية لفترة ٣ أيام متواصلة كحد أدنى و من هنا يلاحظ و عند تطبيقها على ايام فصول السنة ان التركيز يتدنى في الصيف و يرتفع في الفصول الاخرى و السبب يعود الى ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف بشكل كبير، بل و ان اعلى درجة الحرارة مسجلة في منطقة الدراسة خلال فترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ سجلت في شهري تموز و آب من عامي ٢٠٠١ و ٢٠٠٣ على التوالي و هي ٤٨ درجة مئوية. هذا اضافة الى ارتفاع درجة حرارة عتبة موجة الحر في فصل الصيف التي تبلغ ٤٦ درجة مئوية مقارنة مع الفصول الاخرى التي تبلغ فيها ٣١.٩ درجة مئوية لفصل الربيع، و ٣٥.٦ درجة مئوية لفصل الخريف، و ٢٠.٧ درجة مئوية لفصل الشتاء. أي ان الفرق عن أقرب معدل هو ١٠.٤ درجة مئوية و ابعد معدل يصل الى ٢٥.٣ درجة مئوية. و من هنا يظهر سبب تناقص احتمالية تسجيل حدوث موجات الحر في منطقة الدراسة خلال فصل الصيف. أما تكرار حدوثها خلال فصلي الربيع و الخريف فتكمن في ان الفصلين المذكورين يعدّان من الفصول الانتقالية بين الفصل البارد و الفصل الحار بالنسبة للأولى و الفصل الحار و الفصل البارد بالنسبة للثانية و حدوث أي ارتفاع لدرجات الحرارة فوق المعدل المعتاد يُقربها من عتبة موجة الحر، خاصة و ان معدلاتها الحرارية تكون منخفضة نسبياً بالمقارنة مع المعدلات الحرارية لأشهر فصل الصيف الحار و هذا ما يفسر ان ٧٣.٢٪ و ٧٣.٨٪ من مجموع موجات الحر و عدد أيام تكرارها تسجل في الفصلين الانتقاليين تباعاً (الربيع و الخريف).

جدول رقم (٦) التكرار الفصلي لموجات الحر و عدد أيامها في اربيل خلال الفترة ١٩٩٢-٢٠١٤

ت	الشهر	تكرار موجات الحر		عدد ايام موجات الحر	
		التكرار	نسبة التكرار (٪)	التكرار	نسبة التكرار (٪)
1	الشتاء	18	20.9	90	21.8
2	الربيع	42	٤٨.٩	191	46.2
3	الصيف	5	5.8	18	4.4
4	الخريف	21	24.4	114	27.6
المجموع		86	100	413	100

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

التوزيـــــع الشهـــري لموجـــات الحـــر :

لدراسة التوزيع الشهري لموجات الحر اعتماداً لتعريف موجة الحر ، اعتمدنا المعادلة التالية :

(معدل درجة الحرارة العظمى اليومية + ٥ درجات مئوية ≤ معدل درجة الحرارة العظمى الشهرية)

بعد تحديد موجات الحر خلال فترة الدراسة وفقاً لتكرارها الشهري، ظهر ان جميع الاشهر تسجل فيها موجات الحر و بتكرار متباين و على النحو الآتي :

١- تكرار موجات الحر في كانون الثاني :

استناداً الى جدول رقم (٧) و الملحق (١)، يبلغ معدل درجة الحرارة العظمى في هذا الشهر ١٢.٨ درجة مئوية، و يعد هذا الشهر ابرد اشهر السنة حيث وصل عدد موجات الحر خلالها الى ٣ موجة حر بنسبة ٣.٥٪ من المجموع الكلي خلال فترة الدراسة. كذلك وصل عدد ايام تلك الموجات الى ٩ ايام بنسبة ٢.٢٪ من المجموع الكلي. و بلغ عدد السنوات التي تأثرت فيها منطقة الدراسة بموجات الحر خلال هذا الشهر ٣ سنوات و عدد السنوات التي لم تسجل فيها موجات الحر ٢٠ سنة بنسبة ١٣٪، ٨٧ ٪ لكل منهما على التوالي. و تمتاز موجات الحر خلال هذا الشهر بالتشابه حيث ان جميع الموجات هي من الموجات القصيرة مدتها ٣ ايام و كانت جميعها من النوع الحار.

جدول رقم (٧) تكرار موجات الحر الشهرية و السنوية في اربيل خلال الفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
1993	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
1994	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	4
1995	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
1996	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	3
1997	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
1998	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	2	2	7
1999	-	-	1	1	2	-	-	-	-	2	-	-	6
2000	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	3
2001	-	-	2	1	-	-	1	-	-	1	1	-	6
2002	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
2003	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	4
2004	-	1	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	5
2005	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	4
2006	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
2007	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3
2008	-	-	2	2	1	-	-	-	1	-	-	1	7
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
2010	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	6
2011	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	3
2012	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	1	-	4
2013	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
2014	-	1	2	1	1	-	-	-	1	-	-	-	6
المجموع	3	8	16	14	11	2	2	1	4	10	8	7	86

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٩٢ - ٢٠١٤

٢- تكرار موجات الحر في شباط :

ترتفع معدل درجات الحرارة في هذا الشهر الى ١٤.٦ درجة مئوية، و قد تأثرت منطقة الدراسة خلال هذا الشهر بعدد من موجات الحر اكثر من الشهر السابق له بحيث وصل العدد الى ٨ موجات حر. أما عدد ايام تلك الموجات فبلغ ٣٦ يوما و بنسبة مئوية قدرها ٩.٣٪ للأولى، ٨.٧٪ للثانية. و تراوح عمر الموجات بين ٣-٧ أيام.

هذا و قد ارتفع عدد السنوات التي تأثرت فيها منطقة الدراسة بهذه الموجات الى ٨ سنوات و نسبة ٣٤.٨٪ من المجموع الكلي و عدد السنوات التي لم تتأثر فيها منطقة الدراسة بهذه الموجات ١٥ سنة و بنسبة ٦٥.٢٪ من المجموع الكلي. هذا و تمتاز موجات حر هذا الشهر بأنها من الموجات القصيرة و الحارة باستثناء موجتين كانتا متوسطة و شديدة الحرارة نوعا ما.

٣- تكرار موجات الحر في آذار :

يصل معدل درجة الحرارة العظمى في هذا الشهر الى ١٨.٦ درجة مئوية، و احتل المرتبة الاولى في تكرار موجات الحر بواقع ١٦ موجة حر و نسبة ١٨.٦٪ من المجموع الكلي و بلغ عدد ايام تكرارها ٧٨ يوما لتشكل ١٩٪ من المجموع الكلي خلال فترة الدراسة.

جدول رقم (٨) التكرار الشهري لموجات الحر و عدد ايامها في اربيل خلال الفترة ١٩٩٢-٢٠١٤

ت	الشهر	تكرار موجات الحر		عدد ايام موجات الحر	
		التكرار	نسبة التكرار (٪)	التكرار	نسبة التكرار (٪)
1	كانون الثاني	3	3.5	9	2.2
2	شباط	8	9.3	36	8.7
3	اذار	16	18.6	81	19.6
4	نيسان	14	16.3	63	15.3
5	مايس	11	12.8	47	11.4
6	حزيران	2	2.3	8	1.9
7	تموز	2	2.3	6	1.5
8	اب	1	1.2	4	1.0
9	ايلول	4	4.7	18	4.4
10	تشرين الاول	10	11.6	54	13.1
11	تشرين الثاني	8	9.3	42	10.2
12	كانون الاول	7	8.1	45	10.9
	المجموع	86	100	413	100

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

و فيما يتعلق بتكرارها خلال سنوات الدراسة، وجد ان السنوات التي تأثرت فيها منطقة الدراسة بهذه الموجات وصلت الى ١١ سنة بنسبة ٤٧.٨٪ من المجموع الكلي ، و السنوات التي لم تتأثر فيها منطقة الدراسة بهذه الموجات بلغت ١٢ سنة و بنسبة ٥٢.٢٪ من المجموع الكلي. اضافة الى ذلك تمًيز هذا الشهر بتكرار موجات الحر لأكثر من مرة واحدة خلال السنة الواحدة ، و قد تكرر هذا الامرخمس مرات في السنوات (٢٠٠١، ٢٠٠٤، ٢٠٠٧، ٢٠١٠، ٢٠١٤)، أي ان التكرارات السابقة قد حدثت كل ثلاث سنوات مرة واحدة تقريباً خلال الحقبة الأخيرة من فترة الدراسة. كذلك تمًيز هذا الشهر بان موجات الحر فيها كانت متنوعة من حيث الطول و شدة درجة الحرارة و تباينت بين القصيرة و المتوسطة و الطويلة وجمعت ما بين الحار و شديد الحرارة و شديد الحرارة جداً.

لعل من ابرز الموجات التي تأثر فيها منطقة الدراسة، تلك الموجة التي حدثت من ٣/٦ الى ٣/١٢ من عام ٢٠١٢ و استمرت ٧ أيام متواصلة اعقبتها موجة ثانية بعد عدة ايام من انتهاء الموجة الاولى و استمرت ١٠ ايام متواصلة من ٣/٢٢ الى ٣/٣١ من السنة نفسها. بمعنى ان ١٧ من ايام ذلك الشهر استحوذ فيها هواء ساخن منطقة الدراسة و رفع درجة حراراتها الى ٢٨ درجة مئوية بفارق ١٠ درجة مئوية عن معدله العام لذلك الشهر.

٤- تكرار موجات الحر في نيسان :

تستمر معدلات درجات الحرارة في هذا الشهر بالارتفاع لتصل الى ٢٤.٧ درجة مئوية و بلغ عدد موجات الحر خلال هذا الشهر الى ١٤ موجة حر و عدد أيام تكرارها ٦٣ يوماً لتحتلا ١٦.٣٪، ١٥.٣٪ من المجموع الكلي للموجات و عدد ايام تكرارها على التوالي. و زاد عدد السنوات التي تأثر فيها منطقة الدراسة بموجات الحر الى ١٢ سنة بنسبة ٥٢.٢٪ ، مقابل ١١ سنة لم تتأثر فيها منطقة الدراسة و بنسبة ٤٧.٨٪ من سنوات قيد الدراسة.

هذا و قد تميزت موجات الحر في هذا الشهر بأنها قصيرة و متوسطة اجمالاً و من حيث شدة درجة الحرارة، جمعت مابين الحار و شديد الحرارة و شديد الحرارة جداً.

لعل من أبرز موجات الحر في هذا الشهر، تلك الموجة التي استمرت ٩ أيام متواصلة بدأ من ٤/٢١ و استمرت الى ٤/٢٩ من عام ٢٠٠٨ حيث وصلت معدلات درجة الحرارة العظمى خلالها الى ٣٤.٩ درجة مئوية و بفارق ١٠.٢ درجة مئوية عن المعًدل العام .

٥- تكرار موجات الحر في مايس :

تستمر معدلات درجات الحرارة العظمى في هذا الشهر ارتفاعها لتبلغ ٣١.٨ درجة مئوية، و بالمقابل يقل عدد موجات الحر التي تتأثر بها منطقة الدراسة مقارنة بالشهر السابق له لتستقر عند ١١ موجة حر و عدد ايام تكرارها ٤٧ يوماً بنسبة ١٢.٨٪ و ١١.٤٪ من المجموع الكلي لهما على التوالي.

بلغ عدد السنوات التي تأثرت بها منطقة الدراسة بهذه الموجات ٩ سنوات و بنسبة ٣٩.١٪ من مجموع سنوات الدراسة، و السنوات التي لم تتأثر بها منطقة الدراسة ١٤ سنة و بنسبة ٦٠.٩٪ من سنوات الدراسة ، و يعود السبب في ذلك الى ارتفاع درجات الحرارة العظمى في هذا الشهر مقارنةمع الشهور السابقة لها و ارتفاع معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر الى ٣١.٩ درجة مئوية. كذلك امتازت موجات الحر في هذا الشهر بأنها كانت قصيرة و حارة اجمالاً مع بعض الاستثناءات. و لعل من أبرز تلك

الاستثناءات الموجة الحارة التي تأثرت بها منطقة الدراسة لمدة ١٠ أيام ابتداً من ٥/٢٢ الى ٤/٣١ من عام ١٩٩٤ و كانت موجة طويلة من حيث الفترة الزمنية و حارة في الأيام السبعة الأولى و شديدة الحرارة في أيامها الثلاثة الأخيرة.

٦- تكرار موجات الحر في حزيران :

تستمر معدلات درجات الحرارة العظمى في هذا الشهر بالارتفاع لتبلغ ٣٨.١ درجة مئوية. أما عدد موجات الحر فقد انخفضت عددها الى ٢ موجة حر و بلغ مجموع ايام تكرارها ثمانية أيام ، و الايام الثمانية هذه توزعت على الموجة الاولى (٥ أيام) و الموجة الثانية (٣ أيام) خلال عامي ١٩٩٨ و ٢٠٠٦ على التوالي. و امتازت كلتا الموجتين بانهما كانتا قصيرتين و حارتين.

ان انخفاض عدد موجات الحر في هذا الشهر يعود الى ارتفاع معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر الى ٤٣.٩ درجة مئوية مقارنة مع نفس العتبة في الشهر السابق لها و التي بلغت ٣٨.٢ درجة مئوية، و بهذا ارتفع سقف درجة الحرارة اليومية التي يتم احتساب موجة الحر عندها بمقدار ٥.٢ درجة المئوية. و بلغت نسبة السنوات التي لم تسجل فيها موجات الحر في هذا الشهر ٩١.٣٪ و السنوات التي سجلت فيها ٨.٧٪ من اجمالي سنوات الدراسة.

٧- تكرار موجات الحر في تموز :

تسجل في هذا الشهر اعلى القيم لدرجات الحرارة العظمى و تبلغ ٤١.٦ درجة مئوية و بلغ عدد الموجات ٢ موجة حر، تكرر حصولهما في الأيام الثلاثة الأخيرة من هذا الشهر في عامي ٢٠٠٠ و ٢٠٠١. أما السنوات الأخرى فلم تسجل فيها موجات الحر ، و بالتالي استقرت نسبة السنوات التي تأثرت بها منطقة الدراسة بهذه الموجات عند ٨.٧٪ و السنوات التي لم تتأثر بها عند ٩١.٣ أسوة بشهر حزيران. و امتازت كلتا الموجتين بأنهما كانتا قصيرتين من حيث الطول و حارتين من حيث شدة درجة الحرارة.

ان السبب وراء قلة عدد موجات الحر يعود الى ارتفاع درجات الحرارة العظمى و معدلاتها، اضافة الى ارتفاع معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر من ٤٣.٩ درجة مئوية في شهر حزيران الى ٤٧.٢ درجة مئوية في هذا الشهر و بفارق ٣.٣ درجة مئوية، و هذا ما يفسر انخفاض و قلة عدد أيام عتبة موجة الحر في هذا الشهر و كذلك قلة أيام تقلبات درجات الحرارة. ان أعلى درجة حرارة عظمى يومية قد سجلت في هذا الشهر هي ٤٨ درجة مئوية في ٢٠٠١/٧/٢٩ ضمن احدى موجات الحر التي استمرت ثلاثة أيام.

٨- تكرار موجات الحر في آب :

يسجل في هذا الشهر ثاني أكبر معدل لدرجة الحرارة العظمى و كذلك أقل تكرار لموجات الحر. فمن مجموع عدد سنوات الدراسة و ضمن الـ ٨٦ موجة الحر المسجلة، لم تسجل في هذا الشهر الا موجة حر واحدة و استمرت لأربعة ايام بدأ من ٢٠٠٣/٨/٨ و انتهت في ٢٠٠٣/٨/١١ و كانت موجة قصيرة و حارة.

ان انخفاض عدد موجات الحر في هذا الشهر أسوة ببقية الأشهر الحارة الأخرى، يعزى الى ارتفاع درجات الحرارة العظمى اضافة الى ارتفاع معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر الى ٤٧.١ درجة مئوية. و تجدر الأشارة الى ان الموجة الوحيدة المسجلة في هذا الشهر رفعت من قيم درجات الحرارة العظمى الى مستويات قياسية حيث وصلت الى ٤٨ درجة مئوية بتأريخ ٢٠٠٣/٨/١٠.

٩- تكرار موجات الحر في أيلول :

تبدأ وتيرة درجات الحرارة العظمى بالانخفاض في هذا الشهر لتستقر عند ٣٦.٨ درجة مئوية فيما تزداد عدد موجات الحر الى ٤ موجات حر لتشكّل ٤.٧٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة. أما عدد أيام بقاء تلك الموجات فبلغ ١٨ يوماً لتشكل ٤.٤٪ من المجموع الكلي. و بلغ عدد السنوات التي تأثرت فيها منطقة الدراسة بتلك الموجات الى ٤ سنوات و التي لم تتأثر بها ١٩ سنة بنسبة ١٧.٤٪، ٨٢.٦٪ من المجموع الكلي على التوالي.

هذا و بقيت الموجات القصيرة هي المسيطرة باستثناء موجة حر واحدة استمرت ٧ أيام متتالية (١-٧/٩/٢٠٠٨) و من حيث شدة درجات الحرارة امتازت جميعها بأنها حارة و لم تسجل موجات شديدة أو شديدة جداً.

رغم انخفاض معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر الى ٤٢.٣ درجة مئوية و بفارق ٤.٨ درجة مئوية عن شهر آب، بقيت موجات الحر قليلة الحدوث في هذا الشهر.

١٠- تكرار موجات الحر في تشرين الأول :

ينخفض معدل درجة الحرارة العظمى الى ٣٠.٦ درجة مئوية و و معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر الى ٣٧.٢ درجة مئوية مما انعكس على ازدياد عدد موجات الحر في هذا الشهر الى ١١ موجة حر و شكّلت ١١.٦٪ من المجموع الكلي و بلغ عدد أيام بقائها ٥٤ يوماً بنسبة ١٣.١٪ من المجموع الكلي. و بلغ عدد السنوات التي تأثرت بها منطقة الدراسة ٨ سنوات بنسبة ٣٤.٨٪ من سنوات الدراسة و عدد السنوات التي لم تحدث فيها موجات الحر خلال هذا الشهر ١٥ سنة بنسبة ٦٢.٢٪ من سنوات الدراسة.

تمتاز موجات الحر في هذا الشهر بأنها تطول لأربعة أيام أو أكثر، و ان غالبيتها من الموجات القصيرة (٣-٦ يوم) و أنها حارة من حيث شدة درجة الحرارة.

و لعل ابرز موجة حر تأثرت بها منطقة الدراسة، تلك الموجة التي استمرت ١٨ يوماً متواصلة من ١٠/١ الى ١٠/١٨ من عام ٢٠١٢ اعقبتها موجة ثانية بعد يوم واحد فقط من انتهاء الموجة الاولى و استمرت ٤ ايام من ١٠/٢٠ الى ١٠/٢٣ من السنة ذاتها. بمعنى ان ٢٢ يوماً من هذا الشهر في عام ٢٠١٢ استحوذ فيها هواء ساخن منطقة الدراسة و رفع درجة حراراتها الى ٣٨ درجة مئوية بفارق ٧.٤ درجة مئوية عن معدلها لذلك الشهر.

١١- تكرار موجات الحر في تشرين الثاني :

يصل معدل درجة الحرارة العظمى في هذا الشهر الى ٢١.١ درجة مئوية و معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر ٢٧.٣ درجة مئوية بفارق ٩.٩ درجة مئوية عن شهر تشرين الأول. و بلغ عدد موجات الحر ٨ موجة حر و عدد أيام تكرارها ٤٢ يوماً بنسبة ٩.٣٪، ١٠.٢٪ من المجموع الكلي على التوالي. و بلغ عدد سنوات التي تكرر فيها حصول موجة الحر (١ – ٢) مرة في السنة ٧ سنوات و التي لم تحدث فيها موجة الحر ١٦ سنة و بنسبة ٣٠.٤٪ و ٦٩.٦٪ من سنوات الدراسة على التوالي.

هذا و تمتاز موجات الحر في هذا الشهر بأنها قصيرة و متوسطة من حيث الطول، و حارة اجمالاً من حيث شدة درجة الحرارة.

١٢- تكرار موجات الحر في كانون الأول :

يبلغ معدل درجة الحرارة العظمى في هذا الشهر ١٤.٨ درجة مئوية و معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر ٢٢.٧ درجة مئوية، و بلغ عدد موجات الحر ٧ موجة ، بنسبة ٨.١٪ من المجموع الكلي و عدد أيام تكرارها ٤٥ يوماً بنسبة ١٠.٩٪ من العدد الكلي.

و يبلغ عدد السنوات التي تأثرت فيها منطقة الدراسة بهذه الموجات ٦ سنوات بنسبة ٢٦٪ من سنوات الدراسة و عدد السنوات التي لم تتأثر بها منطقة الدراسة ١٧ سنة بنسبة ٧٤٪ من سنوات الدراسة.

اجمالاً تمتاز موجات الحر في هذا الشهر بأنها قصيرة و متوسطة و من حيث شدة درجة الحرارة متنوعة بين الحار و الشديد الحرارة و الشديد الحرارة جداً.

ان ابرز موجات الحر التي سيطرت على منطقة الدراسة خلال هذا الشهر، تلك الموجة التي استمرت من ١٢/١/ الى ١٢/١٥ من عام ٢٠٠٥ و بلغ معدل درجة الحرارة العظمى أثنائها ٢٤.٢ درجة مئوية و بفارق ٩.٨ درجة مئوية عن المعدل العام لهذا الشهر. كذلك تلك الموجة التي استمرت لمدة اسبوع كامل ابتدأ من ١٢/١ و انتهاءَ بـ ١٢/٧ من عام ٢٠١٠ حيث وصل معدل درجة الحرارة العظمى وقتها الى ٢٥.٢ درجة مئوية و بفارق ١٠.٤درجة مئوية عن المعدل العام لهذا الشهر.

تصنيف موجات الحر في منطقة الدراسة :

لقد تم تصنيف موجات الحر في منطقة الدراسة وفقاً لثلاثة معايير هي :

أولاً : معيار مُدة موجة الحر :

تمثل مُدة موجة الحر، الفترة الزمنية التي تستغرقها موجة الحر في منطقة الدراسة، و هنا يتراوح ما بين ٣ – ١٨ يوماً. ان جدول رقم (٩) يوضح توزيع موجات الحر الـ ٨٦ في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ و استناداً الى هذا المعيار، تصنف موجات الحر في منطقة الدراسة الى :

١- الموجات القصيرة (٣ – ٥ أيام) : هي الموجات السائدة ، و تأثرت بها منطقة الدراسة بشكل كبير، و بلغ مجموعها ٦٢ موجة حر، شكّلت ٧٢٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.

٢- الموجات المتوسطة (٦ – ٨ أيام) : و بلغ مجموعها ١٨ موجة حر، و شكّلت ٢١٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.

٣- الموجات الطويلة (٩ أيام و أكثر) : هي اقل الموجات تكراراً، و بلغ مجموعها ١٦ موجة حر و شكّلت ٧٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.

و يظهر من جدول رقم (١٠) ان موجات الحر التي تراوح طولها بين ٣– ١٠ أيام قد تكررت خلال سنوات الدراسة ٨ مرات، و الموجات من ١١ – ٢٠ يوماً تكررت خلال سنوات الدراسة ٦ مرات، و الموجات من ٢١ – ٣٠ يوماً قد تكررت خلال سنوات الدراسة ٥ مرات، و الموجات من ٣١ – ٤٠ يوماً تكررت خلال سنوات الدراسة ٣ مرات، و الموجات لأكثر من ٤١ يوماً مرة واحدة.

ثانياً : معيار شدة درجة حرارة موجة الحر :

و يمثل مقدار الزيادة التي تصلها درجة الحرارة العظمى اليومية عن معدل درجة الحرارة العظمى لذلك الشهر من السنة و يظهر من الجدول رقم (٩) و الملحق رقم (٢) مايأتي :

١- **الموجات الحارة : يشكّل هذا النوع النسبة العظمى من مجموع الموجات الحارة في منطقة الدراسة، حيث بلغ مجموعها ٧١ موجة حر، و شكّلت ٨٣٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.**

٢- **الموجات شديدة الحرارة : و بلغ مجموعها ١٣ موجة حر، و شكلت ١٥٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.**

٣- **الموجات شديدة الحرارة جداً : بلغ مجموع هذا النوع خلال فترة الدراسة ٢ موجة حر، و شكّلت ٢٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.**

جدول رقم (٩) تصنيف موجات الحار في اربيل خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤

ت	نوع الموجه	التكرار	النسبة ٪
1	قصيرة	62	72
2	متوسطة	18	21
3	طويلة	6	7
	المجموع	86	100
1	حارة	71	83
2	شديدة	13	15
3	شديدة جداً	2	2
	المجموع	86	100
1	قصيرة حارة	54	62.8
2	قصيرة شديدة	8	9.3
3	قصيرة شديدة جداً	0	0.0
4	متوسطة حارة	14	16.3
5	متوسطة شديدة	3	3.5
6	متوسطة شديدة جداً	1	1.2
7	طويلة حارة	3	3.5
8	طويلة شديدة	1	1.2
9	طويلة شديدة جداً	2	2.3
	المجموع	86	100%

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

جدول رقم (١٠) تصنيف طول موجات الحر في أربيل خلال الفترة ١٩٩٢-٢٠١٤

الفئات	الفئات (اليوم)	التكرار (السنة)	السنوات التكرار
1	٣ الى ١٠ اليوم	8	1992 - 1993 - 1995 - 1997 - 2000 - 2009 - 2011 - 2013
2	١١ الى ٢٠ اليوم	6	1996 - 2001 - 2002 - 2003 - 2006 - 2007
3	٢١ الى ٣٠ اليوم	5	1994 - 1999 - 2004 - 2005 - 2014
4	٣١ الى ٤٠ اليوم	3	1998-2010-2012
5	٤١ اليوم فأكثر	1	2008
المجموع		23	23

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٩٢ - ٢٠١٤

ثالثاً : معيار مدة و شدة درجة حرارة موجة الحر "المعيار المزدوج" :

من خلال مقارنة طول موجات الحر في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ مع شدة درجة حرارة تلك الموجات و كما يظهر من الجدول رقم (٩) و الملحق رقم (٢) يتبين مايأتي :

١- **الفئة الاولى : بلغ مجموع موجات الحر القصيرة و الحارة ٥٤ موجة حر و الموجات القصيرة و شديدة الحرارة ٨ موجة حر، و شكّل كلا النوعين ٦٢.٨٪ و ٩.٣٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة. فيما لم تسجل أي من الموجات القصيرة و الشديدة الحرارة جداً.**

٢- **الفئة الثانية : بلغ مجموع الموجات المتوسطة و الحارة ١٤ موجة حر ، و الموجات المتوسطة و الشديدة الحرارة ٣ موجة حر ، و الموجات المتوسطة و الشديدة الحرارة جداً موجة واحدة فقط، و شكّلت الانواع الثلاثة نسبة ١٦.٣٪، ٣.٥٪، ١.٢٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.**

٣- **الفئة الثالثة : بلغ مجموع الموجات الطويلة و الحارة ٣ موجة حر و الموجات الطويلة و شديدة الحرارة موجة واحدة و الموجات الطويلة و شديدة الحرارة جداً ٢ موجة حر و شكّلت الأنواع الثلاثة ٣.٠٥٪، ١.٢٪، ٢.٣٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة.**

يلاحظ من هذا العرض و وفقاً للمعيار الثالث، ان مجموع موجات الحر ضمن الفئة الاولى ٦٢ موجة و الفئة الثانية ١٨ موجة و الفئة الثالثة ٦ موجة، و شكّلت الفئات الثلاثة حوالي ٧٢٪، ٢١٪، ٧٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال الفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

الضوابط الجغرافية و انماط الضغط المؤثرة في تكرار موجات الحر :

تتعدد الضوابط الجغرافية المؤثرة في تكرار موجات الحر في منطقة الدراسة، و لكن مقدار تباين تكرارها السنوي و الشهري زمانياً لايمكن ربطه بالعوامل الجغرافية الثابتة من الموقع الجغرافي و طوبوغرافية الارض و... .. الخ. فالظاهرة الجغرافية المعنيَة في هذه الدراسة "موجات الحر"، لها بعدان – زماني و مكاني – ، و البعد المكاني هنا ثابت و يتمثل في موقع محطة الأنواء الجوية في اربيل و التي تقع ضمن سهل اربيل في الأقسام الشمالية من المنطقة شبة الجبلية و القريبة من السلسلة الجبلية التي تفصل المنطقة الجبلية عن المنطقة شبه الجبلية في الأقليم و العراق. أما البعد المؤثر في تذبذب تكرار موجات الحر السنوية و الفصلية و الشهرية و تباينها النوعي فتكمن في البعد الزماني. فالعامل المؤثر في تذبذب تكرار موجات الحر يتعلق بتكرار المنظومات الضغطية و خصائصها و حالة طبقات الجو العليا و تبادل و تغاير مراكز الضغط المرتفع و المنخفض و كذلك يتعلق بتعريف موجة الحر نفسها و أسلوب تحديدها و الخصائص الحرارية خلال فترة ظهورها.

و بعد دراسة المنظومات الضغطية المؤثرة في منطقة الدراسة كجزء من اقليم جنوب غرب آسيا و حصر موجات الحر خلال الفترة من ١٩٩٢ – ٢٠١٤، تبيَن ان انظمة الضغط الجوي السطحية التي تؤدي الى تأثر منطقة الدراسة بظاهرة موجات الحر، تتمثل في المنخفضات الجوية بنوعيها الجبهوية و الحرارية وخصوصاً منخفض الهند الموسمي و المنخفض السوداني و منخفض شبة الجزيرة العربية و المنخفضات المندمجة المتشكلة من اندماج المنخفضات السابقة الذكر[١٣]. لكن ابرز هذه المنخفضات هي المنخفض الموسمي و المنخفض السوداني.

أولاً / منخفض الهند الموسمي الحراري :

يتكون فوق شبه القارة الهندية و هو من المنخفضات الحرارية شبه الدائمية التي تستمر لفترة طويلة من السنة. و يعد عاملاً مؤثراً في تحديد الاحوال المناخية في الاقسام الجنوبية الغربية من قارة آسيا. حيث يتجه غرباً باتجاه شبة الجزيرة العربية و التي تتشكل فوقها منخفضات حرارية[١٤]، و نظراً لقوة هذا المنخفض فأنه لايدع مجالاً لتطور أو نشوء منخفضات حرارية أخرى في المنطقة و بهذا يكون مسيطراً على الأحوال الطقسية فوقها و خصوصاً خلال الموسم الصيفي و تشكل جزء مهم من معالم طقسها[١٥].

و خلال سيطرة المنخفض الموسمي تتعرض منطقة الدراسة الى رياح من الاتجاهات الشرقية و الشمالية الشرقية و الشمالية الغربية و الغربية و الجنوبية الغربية قادمة من الهضبة الايرانية و هضبة الاناضول و هضبة شبة الجزيرة العربية ، و هي رياح حارة بسبب هبوطها و تعرضها لمقدار كبير من الاشعة الحرارية بسبب قوة الاشعة الشمسية و صفاء السماء نسبياً و طبيعة الارض الجرداء و هذه العوامل تسبب رفع درجات الحرارة تلك المناطق كمحصلة نهائية[١٦].

فامتداد هذا المنخفض نحو السواحل الشرقية للبحر المتوسط يؤدي الى تعرض منطقة الدراسة الى رياح غربية الى شمالية غربية، و مدى امتداده غرباً يزداد بزيادة عمق المنخفض، الا ان انحساره و تراجعه ليتمركز فوق شبة الجزيرة العربية يؤدي الى هبوب رياح حارة و جافة[١٧]، فتؤدي الى تأثر

منطقة الدراسة بموجات حر مختلفة، تعتمد طولها و شدة درجة حرارتها على عمق المنخفض و الحالة في طبقات الجو العليا المرافقه له.

و في النصف الصيفي من السنة و نتيجة لالتقاء المنخفض الموسمي الحراري بالمنخفضات الحرارية الناشئة في شبة الجزيرة العربية تتشكل (منخفضات مندمجة) و هي عبارة عن نطاق هائل من الضغط الجوي المنخفض فوق شبة الجزيرة العربية و اطرافها يساهم في تغيير الاحوال الطقسية[١٨].

ثانياً / المنخفض السوداني الحراري :

يعد هذا المنخفض امتداد للمنخفض المتمركز فوق هضبة الحبشة ، و تتحكم التوزيعات الضغطية في أطرافها في حركة هذا المنخفض. اذ ان تركز نطاق من الضغط الجوي فوق البحر الأحمر و امتداده الى البحر المتوسط يساعد على تحرك هذا المنخفض باتجاه الشمال. و يؤدي ضعف أو تلاشي المرتفع الجوي فوق شبة الجزيرة العربية الى تحركها نحو الشمال الشرقي باتجاه منطقة الدراسة كجزء من اقليم أكبر[١٩].

كذلك تتأثر منطقة الدراسة في النصف الشتوي من السنة بهذا المنخفض خاصة عندما تكون المنخفضات الجوية المتوسطية عميقة حيث تهيأ المجال لقدومها من الجهة الجنوبية الغربية (يتقدم المنخفضان المتوسطي و السوداني معا) مما يساعد على اندماجهما في شرق البحر المتوسط أو جنوب شرقه و تصبحا (منخفض مندمج)[٢٠] و من ثم تحركه و امتداده بشكل طولي بحيث تغطي مساحة واسعة تمتد من جنوب شبه الجزيرة العربية حتى تركيا و تشير معطيات الرصد الجوي أنه عند تحرك المنخفض السوداني ترافقه في طبقات الجو العليا الأخاديد الواطئة[٢١].

ان منخفض هند الموسمي و المنخفض السوداني و ما يتولد من منخفضات حرارية أخرى فوق شبه الجزيرة العربية، يؤدي دورها في جلب الكثير من الأحوال الطقسية لعل أبرزها ارتفاع درجات الحرارة و هما يتعاقبان على الاقسام الجنوبية الغربية من قارة آسيا و بضمنها منطقة الدراسة، غير ان منخفض الهند الموسمي يكون أكثر سيطرة خاصة خلال النصف الصيفي من السنة[٢٢].

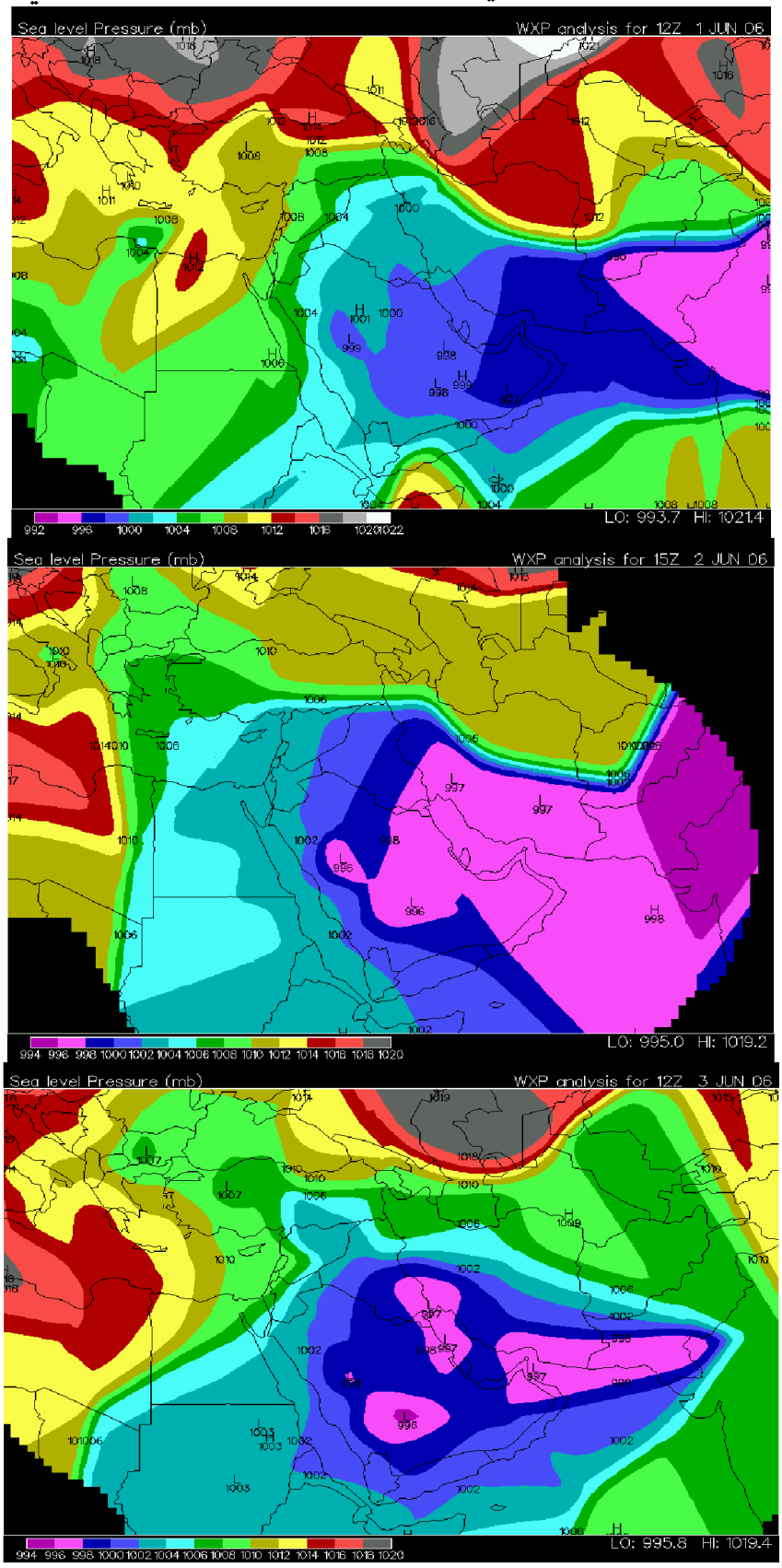
ان الخارطة رقم (٢) تعطي فكرة عن موجة الحر التي تعرضت لها منطقة الدراسة خلال الفترة من ١-٣ / ٢٠٠٦/٦ و استمرت ثلاثة أيام . و يظهر في الشكل امتداد منخفض الهند الحراري الموسمي نحو شبه الجزيرة العربية و بلاد الشام و كذلك منطقة الدراسة في ٢٠٠٦/٥/٣١، فوجد أخدودين بقيمة ٩٩٩ مليبار مصححة الى مستوى سطح البحر، احداهما متجه نحو منطقة الدراسة و الآخر باتجاه غرب السعودية،فيما كانت قيم الضغط الجوي السطحية في منطقة الدراسة في حدود ١٠٠٦ مليبار و اتجاهات الرياح جنوبية الى جنوبية غربية، تطور و تعمق المنخفض الموسمي و اتسع مساحة سيطرته حتى هيمنت على ثلثي مساحة العراق ضمن الاقسام الوسطى و الجنوبية و انخفضت قيمة الضغط السطحية في منطقة الدراسة الى ٢٠٠٤ مليبار، ثم اتسع المنخفض أكثر في ٢٠٠٦/٦/١ و تغير شكله و عمقه و سيطر على كامل مساحة العراق تقريباً و ازداد اتساعه و استمر بقائه جاثماً على كامل القسم الغربي من آسيا حتى وصل الى مشارف أوربا في ٢٠٠٦/٦/٢ ثم تقلّص قليلاً في يوم ٢٠٠٦/٦/٣ و بقيت قيم الضغط الجوي في منطقة الدراسة تتراوح مابين ١٠٠٠ – ١٠٠٤ مليبار خلال الأيام الثلاثة الأخيرة ضمن فترة الظهيرة و

اتجاهات الرياح جنوبية شرقية و جنوبية و جنوبية غربية. هذا و بلغت قيم درجات الحرارة العظمى المسجلة في تلك الفترة من ٥/٣٠ الى ٢٠٠٦/٦/٣ بلغت ٣٨.٦، ٤١.٢،٤٣.٥، ٤٣.٦، ٤٣.٢ درجة مئوية.

النموذج الآخر للأحوال الطقسية المرافقة لموجات الحر في منطقة الدراسة، ما ترافق مع أطول موجة حر خلال فترة الدراسة و التي امتدت من ١٠/١ الى ١٠/١٨ من عام ٢٠١٢ من المنظومات الضغطية في الشرق الاوسط (خارطة رقم ٣). ففي اليوم الأول كانت هناك منطقتان للضغط المنخفض في غرب منطقة الدراسة و الأخرى في جنوب شرق منطقة الدراسة ضمن مساحة العراق و منطقة للضغط المرتفع في غرب منطقة الدراسة و كذلك منخفض موسمي فوق الأقسام الشمالية من بحر العرب و منخفض حراري كبير نشأت فوق أراضي شبة الجزيرة العربية. و في اليوم الثاني اندمج المنخفض الموسمي بالمنخفض السوداني و سيطر المنخفضان على مساحة هائلة امتدت من السودان و مصر و الى الهند و باكستان و بضمنها منطقة الدراسة و اتسعت مساحة المنخفضات و تعمقت كثيراً في اليوم الثالث و تأثرت بها منطقة الدراسة بشكل أكبر و استقر الضغط الجوي السطحي في حدود ١٠٠٥ مليبار خلال اليوم الرابع. و في اليوم الخامس بقيت قيم الضغط الجوي السطحية في منطقة الدراسة في حدود ١٠٠٥ مليبار و كانت جزأ من منطقة شاسعة تحت سيطرة المنخفض الموسمي و المنخفض السوداني مقابل تراجع المرتفع الجوي الازوري و هذه الحالة هيأت المجال لتسخين الهواء و بالتالي ارتفعت درجات الحرارة. و بقيت الحالة على هذا المنوال خلال الأيام الباقية حتى تقلص المنخفض الموسمي في اليومين الاخيرين و بقي المنخفض السوداني مؤثراً على المنطقة ضمن مساحة أوسع في جنوب غرب قارة آسيا.

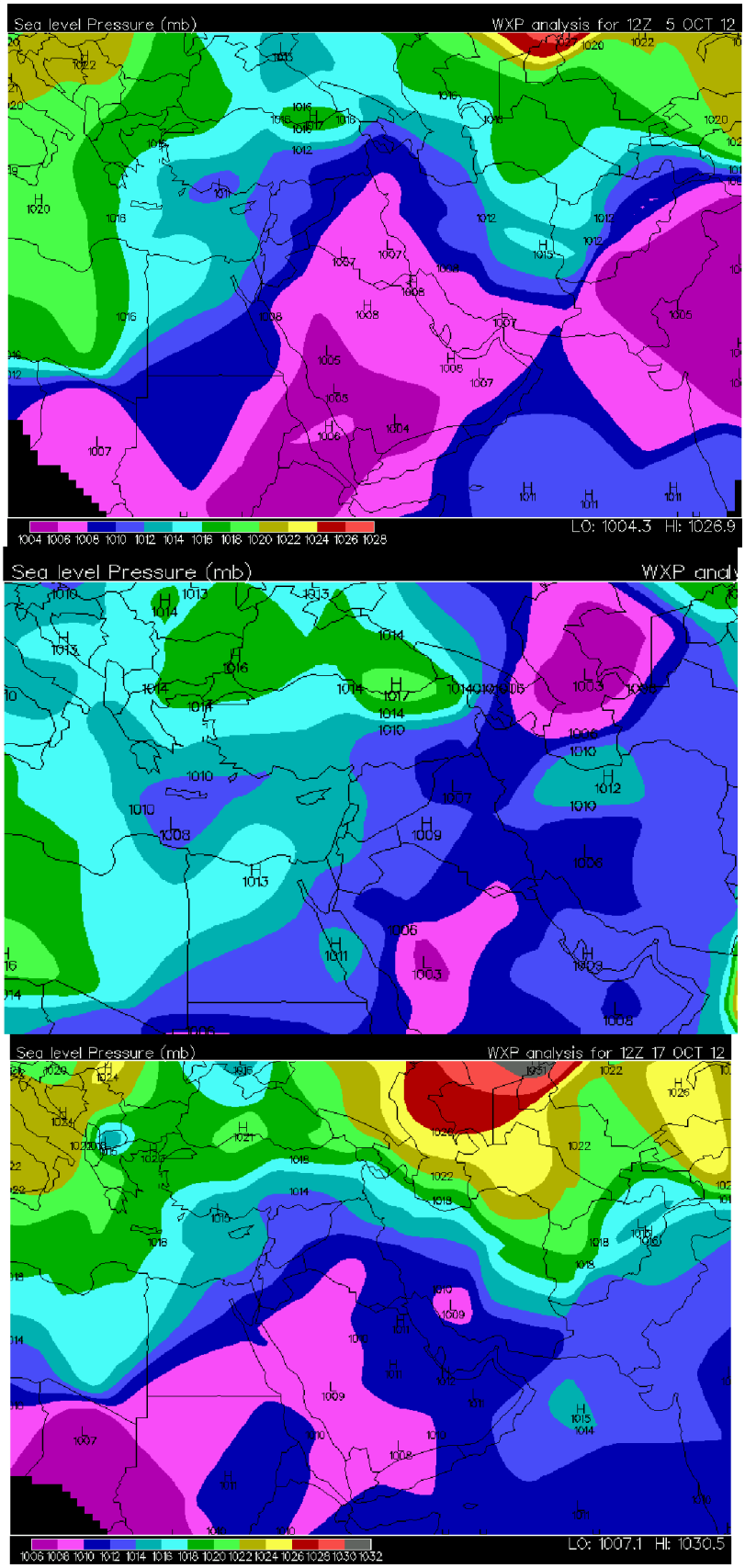
خلال فترة موجة الحر هذه، بلغت معدل درجة الحرارة العظمى اليومية ٣٨.٥ درجة مئوية بفارق ٧.٩ درجة مئوية عن المعدل العام لدرجة الحرارة العظمى لشهر تشرين الأول. أما اتجاهات الرياح خلال تلك الموجة، فتغيرت من يوم لآخر، الا أنها اجمالاً تراوحت مابين الجنوبية و الغربية و الجنوبية غربية.

خارطة رقم (٢) منظومات الضغط الجوي السطحية المرافقة لموجة الحر ١- ٢٠٠٦/٦/٣ في منطقة الدراسة.



المصدر : www.vortex.plymouth.edc

خارطة رقم (٣) منظومات الضغط الجوي السطحية المرافقة لموجة الحر ١ – ١٨ / ١٠/ ٢٠١٢ في منطقة الدراسة.



المصدر : www.vortex.plymouth.edc

الاستنتاجات : توصلت الدراسة الى مجموعة استنتاجات، فيما يلى أهمها :

١- ان موجات الحر من الظواهر الطقسية و المناخية المهمة التي تتكرر حدوثها في أقاليم كثيرة، و لا توجد تعريف موحد لها و تباينت بسبب تباين الاحوال و الظروف الطبيعية و البيئية و المناخية رغم وجود اتفاق على متغيرات أساسية أهمها انها فترة طويلة نسبياً من الطقس الحار و بشكل مفرط و يتم الاستدلال اليها بالنسبة الى الطقس المعتاد في المنطقة و الفترة المعنية.

٢- بلغ عدد موجات الحر في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٩٢- ٢٠١٤، ٨٦ موجة حر، بمعدل ٣.٧٤ موجة حر لكل سنة. و تباين مجموع طول موجات الحر خلال السنة الواحدة، بحيث تراوحت مابين ٣ أيام (٢٠٠٩) و ٤٦ يوم (٢٠٠٨)، فيما بلغ معدل طول موجات الحر خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠١٤ و على مستوى منطقة الدراسة ٤.٨ يوم / لكل موجة الحر.

٣- تباين التكرار السنوى لموجات الحر خلال فترة الدراسة بين موجة واحدة (١٩٩٢، ٢٠٠٩) و سبع موجات (١٩٩٨، ٢٠٠٨)، ولم تخلوا سنة من تكرار موجات الحر.

٤- تباين التكرار الفصلي لموجات الحر، و تراوح مابين ٤١ موجة في فصل الربيع و ٥ موجة في فصل الصيف و ٢٢ موجة في فصل الخريف و ١٨ موجة في فصل الشتاء، و بنسبة ٤٦.٢٪، ٤.٤٪، ٢٧.٦٪، ٢١.٨٪ لكل من الفصول الاربعة على التوالي.

٥- يأتي فصل الربيع في مقدمة الفصول من حيث تكرار موجات الحر و فصل الصيف في المرتبة الاخيرة و توصلت الدراسة الى ان السبب وراء ذلك يعود الى اعتدال الحرارة و انخفاض معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر في الاولى و ارتفاع درجات الحرارة و ارتفاع معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر في الثانية.

٦- تباينت أشهر السنة من حيث تكرار موجات الحر و جاء شهر آذار في المقدمة و شهر آب في المرتبة الاخيرة بين الشهور، و السبب وراء ذلك يعود الى اعتدال الحرارة و انخفاض معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر في آذار و ارتفاع درجات الحرارة و ارتفاع معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر في آب.

٧- من حيث فترة موجة الحر، شكّلت الموجات القصيرة و الموجات المتوسطة نسبة ٨٣٪ من المجموع الكلي لموجات الحر خلال فترة الدراسة (٧٢٪ للاولى و ٢١٪ للثانية). و من حيث شدة درجات الحر، شكّلت الموجات المعتدلة ٨٣٪ من المجموع الكلي و الموجات شديدة الحرارة ١٥٪ من المجموع الكلي. ومن حيث فترة و شدة درجة حرارة موجة الحر، شكّلت الموجات القصيرة والحارة و الموجات المتوسطة والحارة ٧٩.١٪ من المجموع الكلي لموجات الحر (٦٢.٨٪ للأولى و ١٦.٣٪ للثانية) و جاءت الأصناف الأخرى بنسب أقل و متباين فيما بينها.

٨- من متابعة المنظومات الضغطية المرافقة لتكرار موجات الحر، تبيّن ان العامل المؤثر في حدوث موجات الحر في منطقة الدراسة هو المنظومة الضغطية للمنخفض الهند الموسمي الحراري و المنخفض الحراري السوداني و المنخفضات المندمجة.

التوصيات :

١- ضرورة الأهتمام بظاهرة موجات الحر وتأثيراتها البيئية على مستوى منطقة الدراسة خصوصاً و اقليم كوردستان العراق عموماً لما لها من آثار خطيرة على جوانب الحياة البشرية و الانشطة الأقتصادية و خصوصاً الزراعية منها.

٢- اجراء دراسات أخرى عن الظواهر المناخية القاسية على مستوى اقليم كوردستان العراق مثل العواصف الغبارية و الترابية و موجات البرد و و تغير في خصائص الظواهر الطقسية بسبب التغيير المناخي و دراسة آثارها السلبية و الايجابية – ان وجد- على اقليم كوردستان.

الهوامش و المصادر :

(١) حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط، المديرية العامة للاحصاء، بيانات غير منشورة.

(٢) استخرجت المسافة عن طريق استخدام برنامج Google earth .

(٣) تم احتساب معامل القارية باستخدام معادلة خروموف (معامل القارية = المدى الحراري السنوي – ٥.٤ جا دائرة العرض / المدى الحراري السنوي × ١٠٠) و الملحق رقم (١) من هذه الدراسة . حول المعادلة المستخدمة ينظر : أحمد سعيد حديد و آخرون ، المناخ المحلي ، مطبعة جامعة الموصل ، الموصل ، ١٩٨٢ ، ص ٦٨

(4) Hickey, K., The historic record of cold spells in Ireland, Irish Geography, Vol 44 : 2-3, July-November 2011 , p 305

(5)White CJ, Grose MR, Corney SP, Bennett JC, Holz GK, Sanabria LA,McInnes KL, Cechet RP, Gaynor SM and Bindoff NL, Climate Futures for Tasmania , Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre, Technical Report, December 2010 , p 4

(٦) http://glossary.ametsoc.org/wiki/Special:Search?title=Special%3ASearch&search=heat+wave&fulltext=Search&match_all=0&ns0=1

(٧)Unit Environment and Health , Climate change and Health – set-up of monitoring of potential effects of climate change on human health and on the health of animals in Belgium , December 2009 , Brussels , p ١٢

(٨)Dr.Uz-Zaman,Q., A.Mahmood, Dr.G.Rasul and M.Afzaal, Climate change Indicators of Pakistan, Technical report No.PMD-22/2009 , August 2009, p 18

(٩) Srivantava,A.K., M.Rajeevan and S.R.Kshirsagar, Development Resolution Daily Gridded Temperature Data set 1969 – 2005 for Indian Region, National Climate Centre - Report 8, India Meteorological Department, Pune, India, June 2008, p 5

(١٠) علي صبري محمود ابو الحسين، موجات الحر في الاردن (١٩٦٠- ٢٠٠٠)، اطروحة دكتوراه مقدمة الى كلية الدراسات العليا في الجامعة الاردنية، عمان، ٢٠٠١، ص ٦

(١١) المصدر نفسه ، ص ٢١٤- ٢١٥

(١٢) المصدر نفسه ، ص ٢١٥

(١٣) د. سعود عبدالعزيز الفضلي و أحمد جاسم الحسان، الاتجاهات العامة لتكرار موجات الحر في البصرة، مجلة آداب البصرة، العدد ٥٧، السنة ٢٠١١، ص ٢٦٨

(١٤) د.كاظم عبدالوهاب حسن الاسدي و عزيز كوطي حسين الحسناوي، الخصائص الشمولية لمناخ المملكة العربية السعودية، مجلة آداب البصرة، العدد ٥٢، السنة ٢٠١٠، ص ١٨٥

(١٥) المصدر نفسه ، ص ١٨٥

(١٦) د. سعود عبدالعزيز الفضلي و أحمد جاسم الحسان، المصدر السابق، ص ٢٦٩

(١٧) علي صبري محمود ابو الحسين، المصدر السابق، ص ٥٥

(١٨) د.كاظم عبدالوهاب حسن الاسدي و عزيز كوطي حسين الحسناوي، المصدر السابق، ص ١٨٤

(١٩) المصدر نفسه ، ص ١٨٣

(٢٠) عبدالامام نصّار ديري، تحليل جغرافي لخصائص مناخ القسم الجنوبي من العراق، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الآداب - جامعة البصرة، ، ١٩٨٨، ص ١٣١

(٢١) المصدر نفسه ، ص ١٣١

(٢٢) المصدر نفسه ، ص ١٢٩

ملحق رقم (١) بعض خصائص درجات الحرارة في اربيل خلال فترة الدراسة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

الشهر	معدل درجة الحرارة الشهرية	معدل درجة الحرارة العظمى الشهرية	معدل درجة حرارة عتبة موجة الحر	معدل درجة حرارة تقلبات الحرارة	معدل درجة حرارة موجة الحر	اعلى درجة حرارة عظمى يومية مسجلة	تأريخ اعلى درجة حرارة عظمى يومية مسجلة	الفرق عن معدل درجة الحرارة العظمى الشهرية	ادنى درجة حرارة عظمى يومية مسجلة	تأريخ ادنى درجة حرارة عظمى يومية مسجلة	المدى الحراري
كانون الثاني	8.6	12.8	18.8	18.8	18.8	21.8	18/1/2010	9	2.9	1/1/2009	18.9
شباط	9.7	14.6	20.6	20	20.9	24.7	25/2/2014	10.1	1.8	15/2/1993	22.9
اذار	13.8	18.6	25.7	24.7	26.1	33.8	30/3/2008	15.2	4	8/3/2013	29.8
نيسان	18.6	24.7	31.9	31.1	32.3	38.3	27/4/2008	13.6	10	10/4/1997	28.3
مايس	25.1	31.8	38.2	37.8	38.7	41.2	31/5/2006	9.4	18.3	2/5/2010	22.9
حزيران	31	38.1	43.9	43.9	43.9	45.5	15/6/2010	7.4	28.6	2/6/1992	16.9
تموز	34.3	41.6	47.2	47.1	47.3	48	29/7/2001	6.4	24.6	9/7/1992	23.4
اب	34.3	41.5	47.1	46.8	47.5	48	10/8/2003	6.5	34.8	31/8/2000	13.2
ايلول	29.5	36.8	42.3	42.7	42.1	44.7	2/9/1995	7.9	24.2	29/9/2009	20.5
تشرين الاول	24	30.6	37.2	36.6	37.3	41.2	7/10/2012	10.6	16	30/10/2003	25.2
تشرين الثاني	15.7	21.1	27.3	26.8	27.6	29.8	5/11/2001	8.7	8.2	25/11/1992	21.6
كانون الاول	10.5	14.8	22.7	20.4	23.2	29.4	4/12/2010	14.6	2.1	27/12/1992	27.3
فصل الربيع	19.2	25.0	31.9	31.2	32.4	37.8	-	12.7	10.8	-	27.0
فصل الصيف	33.2	40.4	46.1	45.9	46.2	47.2	-	6.9	27.9	-	19.0
فصل الخريف	23.1	29.5	35.6	35.4	35.7	38.6	-	9.1	16.1	-	22.4
فصل الشتاء	9.2	13.7	19.7	19.4	19.9	23.3	-	9.6	2.4	-	20.9
المعدل	21.3	27.3	33.6	33.1	33.8	37.2	-		14.6	-	22.6

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

ملحق رقم (٢) تأريخ و عدد ايام موجات الحر في اربيل و تصنيف أيامها تبعاً لشدة درجة حرارتها للفترة ١٩٩٢ - ٢٠١٤

ت	تأريخ موجة الحر	عدد الايام	(+3)-(+5)	(+6)-(+8)	(+9)	ت	تأريخ موجة الحر	عدد الايام	(+3)-(+5)	(+6)-(+8)	(+9)
1	1-5 / 1 / 1992	5	5			44	1-5/3/2004	5	3	2	
2	26-28 /2/ 1993	3	3			45	22-30/3/2004	9	5	4	
3	28-31/3/1993	4	4			46	12-14/4/2004	3	3		
4	9-11/1/1994	3	3			47	6-10/10/2004	5	5		
5	13-16/4/1994	4	4			48	29-31/3/2005	3	2	1	
6	20-23/4/1994	4	4			49	22-24/4/2005	3	1	1	1
7	22-31/5/1994	10	7	3		50	11-14/10/2005	4	4		
8	18-20/5/1995	3	3			51	1-15/12/2005	15	3	11	1
9	22-26/5/1995	5	5			52	22-26/2/2006	5	5		
10	21-26/2/1996	5	5			53	23-26/3/2006	4	4		
11	1-3/10/1996	3	3			54	1-3/6/2006	3	3		
12	1-6/12/1996	6	2	4		55	24-26/1/2007	3	3		
13	24-26/4/1997	3	2	1		56	26-28/5/2007	6	4	2	
14	27-30/5/1997	4	4			57	3-6/9/2007	4	4		
15	10-15/4/1998	6	6			58	6-12/3/2008	7	3	4	
16	8-11/5/1998	4	3	1		59	22-31/3/2008	10	3	3	4
17	19-23/6/1998	5	5			60	14-16/4/2008	3	0	3	
18	3-9/11/1998	7	7			61	21-29/4/2008	9	3	1	5
19	20-25/11/1998	6	6			62	23-25/5/2008	3	3		
20	7-10/12/1998	4	3	1		63	1-7/9/2008	7	7		
21	15-17/12/1998	3	2	1		64	3-6/12/2008	7	7		
22	7-9/3/1999	3	3			65	7-9/11/2009	3	3		
23	25-30/4/1999	6	3	3		66	9-11/1/2010	3	3		
24	24-26/5/1999	3	3			67	13-19/2/2010	7	5	2	
25	28-30/5/1999	3	2	1		68	9-15/3/2010	7	4	3	
26	1-3/10/1999	3	1	2		69	23-26/3/2010	4	4		
27	6-9/10/1999	4	4			70	9-16/112010	8	7	1	
28	29-31/3/2000	3	3			71	1-7/12/2010	7	1	4	2
29	17-20/4/2000	4	4			72	23-25/1/2011	3	3		
30	29-31/7/2000	3	3			73	29-31/5/2011	3	2	1	
31	21-23/3/2001	3	2	1		74	20-22/12/2011	3	3		
32	28-31/3/2001	4	1	3		75	25-30/4/2012	6	5	1	
33	1-3/4/2001	3	3			76	1-18/10/2012	18	11	7	
34	29-31/7/2001	3	3			77	20-23/10/2012	4	4		
35	9-12/10/2001	4	4			78	2-5/11/2012	4	4		
36	4-6/11/2001	3	1	2		79	9-11/1/2013	3	3		
37	7-14/3/2002	8	7	1		80	28-30/4/2013	3	1	2	
38	8-11/10/2002	4	4			81	20-26/2/2014	7	4	3	
39	8-11/8/2003	4	4			82	6-9/3/2014	4	3	1	
40	1-4/9/2003	4	4			83	24-26/3/2014	3	3		
41	7-11/10/2003	5	5			84	25-30/4/2014	6	5	1	
42	3-8/11/2003	6	6			85	6-8/5/2014	3	3		
43	26-28/2/2004	3	3			86	1-3/9/2014	3	3		
	المجموع							413	318	82	13

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على : حكومة اقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية و الرصد الزلزالي، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٩٢ - ٢٠١٤.

(پوخته)

دووبارە بوونەوەی شەپۆلە گەرمیەکان لە هەولێر لە ماوەی نێوان ١٩٩٢ – ٢٠١٤

شەپۆلە گەرمیەکان یەکێکە لە دیاردە باو وگرنگەکان کە لە هەرێمەکانی سەر زەوی رووەدات و دووبارە دەبێتەوە و لە نێوەنیاندا ناوچەی لێکۆڵینەوە. بە گوێرەی ئەم تۆێژینەوە ، لە ماوەی ساڵانی ١٩٩٢ – ٢٠١٤ تەوژمە گەرمەکان بۆ ٨٦ جار دووبارە بونەتەوە لە ماوەی ئەم ٢٣ ساڵەدا ، ساڵی وا هەیە یەك جار تیایدا رووبداوە و ساڵی تر هەیە حەفت جار تیایدا دووبارە بۆتەوە ، وە تێکراکەی دەگاتە ٣.٧ شەپۆلە گەرما بۆ هەر ساڵێك و تێکرای درێژی شەپۆلەکان ٤.٨ رۆژ بووە بۆ هەر شەپۆلە گەرمایەك. هەروەها بە گوێرەی ئەم تۆێژینەوەیە ژمارەی دەروازەکانی شەپۆلە گەرما ٦٦٥ رۆژ بووە لە نێوەنیاندا ٤١٣ رۆژ تایبەتە بۆ رۆژەکانی شەپۆلە گەرماکان بە رێژەی ٦٢.١٪ لە کۆی گشتی دەروازەکان .

ئەمەو دیاردەی شەپۆلە گەرماکان لە هەموو وەرزەکانی ساڵ روو دەدات بەڵام بەرزترین رێژە لە وەرزی بەهار تۆمار دەکرێ و نزمترین رێژە لە وەرزی هاوین تۆمار دەکرێ. هەروەها دەرکەوتووە ئاستی دووبارە بوونەوەی دیاردەی شەپۆلە گەرماکان لە نێو مانگەکانی ساڵدا جیاوازە.لەم چوارچێوەیەدا ژمارەی شەپۆلە گەرماکان دەگاتە بەرزترین ئاست لە مانگەکانی ئادار و نیسان و تشرینی یەکەم و دەگاتە نزمترین ئاست لە مانگەکانی ئاب و تەموز و حوزەیران. و ئەم جیاوازیە هاوکاتە لەگەڵ جیاوازی شەپۆلە گەرماکان لە رووی ماوەی مانەوەیان و ڕادەی گەرمیان چونکە ٦٢.٨٪ ی شەپۆلە گەرماکان لە جۆری شەپۆلە کورت و گەرمەکانەو ١٦.٣٪ لە جۆری شەپۆلە مامناوەند و گەرمەکانە و ١.٢٪ لە جۆری شەپۆلە درێژ و زۆر زۆر گەرمەکانە و جۆرەکانی تر لەنێوان ئەم رێژنە دانە.

ئەم تۆێژینەوەیە وای بۆ دەچێت کە هۆکاری رووداتی ئەم دیاردەیە دەگەڕێتەوە بۆ کاریگەری شێوازی دابەشبوونی سستمەکانی پاڵەپەستۆی هەوایە لە باکور ئەفریقیا و باشوری رۆژئاوای ئاسیا و نیمچە دورگەی عەرەبی بە تایبەتی کاریگەری نزمەهەواییەکانی سودانی و نزمەهەواییەکانی هیندی مەوسمی(کەژی) و نزمە هەواییە خۆجێییەکانی نیمچە دوورگەی عەرەبی .

Abstract

Repeat heat waves in Erbil for the period 1992 - 2014

One form of heat waves phenomena task recurring in many areas of the world and of which the study area. According to this study shows repeat the heat wave during the period 1992 - 2014 in Arbil, 86 times, varied 23 years in terms of annual and ranged between one wave and seven waves repeating an annual average of 3.7 heat wave / year and hit rate per wavelength 4.8 Day / heat wave. And the number of days reached the threshold of 665-day heat wave and including 413 days within days of heat waves increased by 62.1%. The study found this phenomenon occurs in all seasons of the year, and a higher recurrence of her was in the spring and the lowest it has been repeated in the summer.

As well as the study found that the annual repetition heat waves vary from month to month, and this variation is not a little, it was found that heat waves is highest in March and April and October and settle at the lowest in the months of August and July and June. This variation in the frequency of the heat wave interspersed with variation in the length and severity of the temperature. As it turned out that 62.8% of the heat waves in the study area were among the shortwave and warm 16.3% and within the medium and hot and 1.2% of which were within the long and intense heat waves and other items varied between those percentages waves.

And the study suggested the occurrence of heat waves in the study area to the geographical distribution of system atmospheric pressure in North Africa and Southwest Asia and the Arabian Peninsula and of thermal low pressure Sudanese India and low seasonal thermal and thermal depressions emerging in the Arabian Peninsula.