Wasit University Repository

Wasit University Repository

repository.uowasit.edu.iq

احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق

Probability of Recurrence of Heat and Cold Waves in the Climate of Iraq

ياسين, علي ستار عبد الواحد

إشراف: أ ـ د ناصر والي فريح الركابي

جامعة واسط — 2026

https://repository.uowasit.edu.iq/handle/123456789/189

https://doi.org/10.31185/uowasit-33

حُمِّل هذا الملف من مستودع جامعة واسط

Downloaded from the Wasit University Repository — repository.uowasit.edu.iq

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة واسط / كلية التربية للعلوم الانسانية

قسم الجغرافية

احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق

رسالة مقدمة

إلى مجلس كلية التربية للعلوم الإنسانية /جامعة واسط

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في التربية /الجغرافية العامة

تقدم بها الطالب

علي ستار عبد الواحد ياسين

بإشراف

أ ـ د ناصر والي فريح الركابي

1448هـ

2026 م

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ فَوَقَىٰهُمُ ٱللَّهُ شَرَّ ذَٰلِكَ ٱلۡيَوۡمِ وَلَقَّىٰهُمۡ نَضۡرَةٗ وَسُرُورٗا (11) وَجَزَىٰهُم بِمَا صَبَرُواْ جَنَّةٗ وَحَرِيرٗا (12) مُّتَّكِـِٔينَ فِيهَا عَلَى ٱلۡأَرَآئِكِۖ لَا يَرَوۡنَ فِيهَا شَمۡسٗا وَلَا زَمۡهَرِيرٗا (13) وَدَانِيَةً عَلَيۡهِمۡ ظِلَٰلُهَا وَذُلِّلَتۡ قُطُوفُهَا تَذۡلِيلٗا (14) ﴾ .

صدق الله العليّ العظيم

سورة الانسان

الآية (11-14)

إقرار المشرف

أشهد أنَّ إعداد الرسالة الموسومة بـ (**احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق**) التي قدّمها الطالب (**علي ستار عبد الواحد ياسين**) في قسم الجغرافية/كلية التربية للعلوم الإنسانية/جامعة واسط جرى تحت إشرافي بمراحلها كافة وأرشحها للمناقشة وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الجغرافية .

التوقيع

الدرجة العلمية: الاستاذ الدكتور

الاسم: : أ. د ناصر والي فريح الركابي

العنوان: كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة واسط

التاريخ ٨/٤/2026

بناء على التوصيات المتوافرة أرشح الرسالة للمناقشة.

التوقيع

أ. د . حسين كريم حمد الساعدي

رئيس قسم الجغرافية

التاريخ:٨/٤/2026

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أَنَّ إعداد الرسالة الموسومة (**احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق**) التي قدَّمها طالب الماجستير (**علي ستار عبد الواحد ياسين**) في قسم الجغرافية/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/جامعة واسط قد تَمَّ مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغويّة وتعبيريّة ولذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة.

التوقيع :

الدرجة العلمية:

الاسم :

العنوان:

التاريخ: / / 2026

إقرار المقوم العلميّ الأول

أشهد أَنَّ إعداد الرسالة الموسومة بـ (**احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق**) التي قدَّمها طالب الماجستير (**علي ستار عبد الواحد ياسين**) في قسم الجغرافية/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة واسط ، فوجدتها سالمة من الناحية العلمية.

التوقيع:

الدرجة العلمية

الاسم :

العنوان:

التاريخ: / / 2026

إقرار المقوم العلميّ الثاني

أشهد أَنَّ إعداد الرسالة الموسومة بـ (**احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق**) التي قدَّمها طالب الماجستير (**علي ستار عبد الواحد ياسين**) في قسم الجغرافية/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة واسط , فوجدتها سالمة من الناحية العلمية.

التوقيع:

الدرجة العلمية

الاسم :

العنوان:

التاريخ: / / 2026

إقرار لجنة المناقشة

تشهد نحن رئيس وأعضاء لجنة المناقشة بأننا اطلعنا على رسالة الماجستير الموسومة ب (**احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق**) المقدمة من قبل طالب الماجستير(علي ستار عبد الواحد ياسين)، وبعد مناقشة الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة بموضوعها وجدنا أنها جديرة لنيل درجة الماجستير في الجغرافية بتقدير (جيد جدا)

التوقيع :

أ.د . حسين عداي خلف

جامعة واسط/ كلية التربية للعلوم الانسانية

(رئيسا)

التاريخ : ١٢/ ٧/ 2026

التوقيع :

أ.م.د نادية حاتم طعمة

جامعة واسط/ كلية التربية للعلوم الانسانية

(عضوا)

التاريخ :١٤/ ٧/ 2026

التوقيع :

أ.م.د امال هادي كاظم

جامعة واسط/ كلية التربية للعلوم الانسانية

(عضوا)

التاريخ : ٢٠/ ٧/ 2026

التوقيع :

أ.د ناصر والي فريح

جامعة واسط/ كلية التربية للعلوم الانسانية

(عضوا ومشرفا)

التاريخ : ١٤/ ٧/ 2026

مصادقة مجلس الكلية

صادقت مجلس كلية التربية للعلوم الانسانية / جامعة واسط على قرار لجنة المناقشة.

أ.د محمود حمود عراك

أ.د محمود حمود عراك القريشي

عميد كلية كلية التربية للعلوم الانسانية / جامعة واسط

2026 / ٧/ ٢٤

الإهداء

إلى من بهم أستند ، وعنهم أذود ، وبحبهم أستزيد . . . .

إلى نبع العطاء الذي لا ينضب ، وأصل الحكاية وطهر الدعاء . . . .

إلى روح والدي العزيز إلى والدتي حفظها الله الذين غرسوا في بذور الطموح وسقوها بماء الصبر حتى أورقت . أهديكم هذا الغرس ،وما أنا إلا ثمرتكم .

إلى روح أخي الشهيد البطل . . . .

إلى رفيقة الدرب وملاذي الآمن عند الشدائد . . . .

إلى زوجتي الغالية إلى من قاسمتني عناء السهر وتحملت ضريبة انشغالي وكانت لي السند الذي لا يميل والقلب الذي لا يمل . هذا النجاح ليس لي وحدي بل هو ثمرة صبرك وحبك .

إلى نبض قلبي ، وابتسامة غدي . . . .

إلى بناتي جنة وفاطمة وريماس ونرجس . . . .

إلى ولدي حسين . . . .

أنتم قرة عيني ، أهديكم هذا الإنجاز ليكون منارة تضيء دروبكم ، لتعلموا أن طريق العلم شاق لكن نهاياته تليق بكم ، اعذروا غيابي فكل حرف هنا كتب لأجل فخركم . . . . . .

إلى هؤلاء جميعاً . . أهدي ثمرة جهدي المتواضع .

الباحث

شكر و تقدير

الحمد لله رب العالمين حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه ، يوافي نعمه ويكافئ مزيده ، وله الفضل في كل حين ، خالق الأكوان وباعث المرسلين . سيدنا محمد بن عبد الله صلى الله عليه وآله الطيبين الطاهرين ، وصحبه المنتجبين ،ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين .

أتقدم بخالص مشاعر الشكر والتقدير والعرفان إلى أستاذي المشرف الأستاذ الدكتور (ناصر والي فريح الركابي) ، الذي لم يدخر جهداً في توجيهي وأرشادي ، فكان نعم المرشد والمعين ، ومتابعاً دقيقاً لمسيرتي في إنجاز هذه الدراسة ، فله مني جزيل الشكر وعظيم الإمتنان.

كما أتقدم بوافر الشكر والتقدير إلى جميع أساتذة قسم الجغرافية في كلية التربية للعلوم الإنسانية . جامعة واسط ، لما قدموه من علم وجهد كان له الأثر الكبير في إتمام دراستي الأولية والعليا .

وأعرب عن أمتناني إلى جميع العاملين في هيئة الأنواء الجوية العراقية ، كما أخص بالشكر مسؤول مكتبة قسم الجغرافية الأستاذ أسعد عذاب المعموري لما قدمه من عون في توفير المصادر ، كما أتوجه بالشكر لكل من أسهم في أنجاز هذه الدراسة من قريب أو بعيد سائلاً الله تعالى أن يجزيهم خير الجزاء .

أسأل الله العلي القدير أن يجعل من هذه الرسالة خطوة مهمة من خطوات النهوض والأرتقاء ببلدي العزيز العراق عالياً بين الأمم والله من وراء القصد .

الباحث

المستخلص

تهدف الدراسة إلى معرفة احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق لأهميتها القصوى وقد تم ذلك من خلال التعريف بموجات الحر والبرد إذ تعرف بأنها مدد زمنية قصيرة نسبياً تتميز بأرتفاع أو انخفاض شديد في درجات الحرارة مقارنة بالمعدلات المناخية الطبيعية وتستمر لعدة أيام وتكون ناتجة عن تغيرات في الأنظمة الجوية والكتل الهوائية والعوامل المؤثرة في حدوثها مثل العوامل الثابتة والمتمثلة بالموقع الجغرافي والفلكي والموقع بالنسبة للمسطحات المائية والتضاريس والعوامل المتحركة (الديناميكية) والمتمثلة بالمرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية والكتل الهوائية والتيارات النفاثة . ومنهجية الدراسة اعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي في وصف ظاهرة موجات الحر والبرد في العراق وتحليل توزيعها الزماني والمكاني ،

وهدفت الدراسة إلى معرفة التغير والأتجاه العام في موجات الحر والبرد وحساب تكراراتها للمدة (1991– 2023) مقسمة على ثلاث دورات مناخية صغرى تبدأ بالدورة الأولى (1991 – 2001) والدورة الثانية (2002 –2012) والدورة الثالثة (2013 –2023) من خلال دراسة (9) محطات مناخية في عموم العراق وهي (الموصل ، خانقين ، الرطبة ، بغداد ، النجف ، الحي ، العمارة ، الناصرية ، البصرة) بأستخدام معامل أختبار مان _ كندال في حساب موجات الحر والبرد ، كما هدفت الدراسة إلى معرفة احتمالية تكرار موجات الحر والبرد بأستخدام معادلة بواسون ، وأظهرت الدراسة التباين المكاني والزماني في تسجيل تكرار موجات الحر والبرد خلال مدة الدراسة .

لقد سجل المجموع الكلي لتكرار موجات الحر خلال مدة الدراسة (876) موجة وسجلت موجات البرد (522) موجة . حيث سجلت الدورة المناخية الثانية (2002 . 2012) أعلى معدل سنوي لتكرار موجات الحر بلغت (361) موجة وتشكل أعلى نسبة لتكرار موجات الحر في العراق بين الدورات المناخية الثلاث إذ بلغت (41.2%) من مجموع تكرارات موجات الحر خلال مدة الدراسة بينما سجلت الدورة المناخية الثالثة (2013 _ 2023) أعلى معدل سنوي لتكرار موجات البرد بلغت (205) موجة وتشكل أعلى نسبة لتكرار موجات البرد في العراق بين الدورات المناخية إذ بلغت (39.3%) خلال مدة الدراسة .

بينما سجلت الدورة المناخية الثالثة (2013 _ 2023) أقل الدورات المناخية لتكرار موجات الحر إذ بلغت (219) موجة وبنسبة مئوية بلغت (25%) من مجموع تكرار موجات الحر في العراق خلال مدة الدراسة وسجلت الدورة المناخية الأولى (1991 _ 2001) أقل الدورات المناخية لتكرار موجات البرد بلغت (145) موجة وبنسبة مئوية بلغت (27.8%) من مجموع تكرار موجات البرد في العراق خلال مدة الدراسة ، كما أكدت الدراسة أن السبب الرئيسي في أرتفاع تكرار موجات الحر والمتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة العظمى في معظم محطات منطقة الدراسة عدا محطتي الموصل والرطبة هي التأثيرت البيئية المحلية كالتوسع العمراني وزيادة النشاط الصناعي والتصحر وقلة الغطاء النباتي وأنخفاض معدلات سقوط الأمطار ، كما شهدت محطات الرصد الجوي تبايناً في تكرار موجات الحر والبرد في العراق إذ سجلت محطة (البصرة) أعلى معدل سنوي لتكرار موجات الحر فقد بلغت (172) موجة وقد شكلت نسبة (19.63%) من المجموع الكلي لموجات الحر في العراق في حين نجد أن محطة (العمارة) سجلت أقل معدل سنوي لتكرار موجات الحر في العراق بلغت (54) موجة وبنسبة بلغت (6.2%) من المجموع الكلي ، وسجلت محطة (الموصل) أعلى معدل سنوي لتكرار موجات البرد فقد بلغت (81) موجة وبنسبة مئوية (15.5%) من المجموع الكلي في حين نجد أن محطة (البصرة) سجلت أقل معدل سنوي لتكرار موجات البرد قد بلغت (42) موجة وبنسبة مئوية (8.05%) من المجموع الكلي . وتبين من خلال الدراسة أن التغيرات المرصودة في تكرار موجات الحر والبرد في العراق عبر الدورات المناخية المختلفة جاءت متسقة مع تزايد وتيرة الظواهر المناخية المسجلة على المستوى العالمي ، الأمر الذي يعد مؤشراً واضحاً على تأثر مناخ العراق بهذه التغيرات ، سواء في عناصره المناخية الأساسية أو في الظواهر الجوية المرتبطة بها . وأن أهم ما توصلت اليه الدراسة وجود تباين زماني ومكاني واضح في تكرار موجات الحر وانخفاض نسبي في تكرار موجات البرد .

فهرست المحتويات

الموضوع	الصفحة
الآية القرآنية	أ
توصية المشرف	ب
إقرار المقوم اللغوي	ت
إقرار المقوم العلمي الأول	ث
إقرار المقوم العلمي الثاني	ج
إقرار لجنة المناقشة	ح
الاهداء	خ
شكر وتقدير	د
المستخلص	ذ– ر
فهرست المحتويات	ز–س
فهرست الجداول	ش–غ
فهرست الخرائط	غ
فهرست الاشكال	غ– و
المقدمة	1–31
الفصل الأول:- الإطار النظري والعوامل المؤثرة في موجات الحر والبرد في العراق	2–31
مشكلة الدراسة	3
فرضية الدراسة	3-4
أهمية الدراسة	4
أهداف الدراسة	4
الحدود المكانية والزمانية للدراسة	4-6
منهجية الدراسة	7
هيكلية الدراسة	7
آلية العمل	7-8
الدراسات السابقة	8-11
المفهوم العام لموجات الحر والبرد	12
موجة الحر	12-14

موجة البرد	16-15
العوامل المؤثرة في موجات الحر والبرد	16
الموقع الجغرافي	17-16
الموقع بالنسبة إلى المسطحات المائية	18-17
التضاريس	19
العوامل المتحركة (الديناميكية)	19
المرتفعات الجوية	22-19
المنخفضات الجوية	26-22
المنخفضات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق	25-22
المنخفضات الجبهوية المؤثرة في مناخ العراق	26-25
الفصل الثاني :- تكرارات موجات الحر والبرد في مناخ العراق	91-32
المبحث الأول : التغير في تحديد الفصل الحار والبارد وحسب الدورات المناخية	41-33
المبحث الثاني : تكرار موجات الحر في مناخ العراق	44-42
التصنيف الزمني لموجات الحر	50-44
التصنيف المكاني لموجات الحر	52-51
التصنيف على أساس طول المدة الزمنية لموجة الحر	53-64
التصنيف على أساس شدة الموجة	66-64
المبحث الثالث : تكرار موجات البرد في منطقة الدراسة	68-67
التصنيف الزمني لموجات البرد	75-68
التصنيف المكاني لموجات البرد	77 -75
التصنيف على أساس طول المدة الزمنية لموجة البرد	87-77
التصنيف على أساس شدة الموجة	91-87
الفصل الثالث :- التغير والاتجاه في تكرار موجات الحر والبرد باستخدام اختبار (مان ـ كندال)	152-92
المبحث الأول : - التغير والاتجاه في موجات الحر	123-95
المبحث الثاني : - التغير والاتجاه في موجات البرد	152-124
الفصل الرابع : - احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق	218-153
المبحث الأول : - احتمال تكرار موجات الحر	186-155
المبحث الثاني : - احتمال تكرار موجات البرد	218-187
الاستنتاجات والمقترحات	222-219
المصادر	228-223
Abstract	B-A

فهرست الجداول

ت	عنوان الجدول	الصفحة
.1	المحطات المناخية المشمولة في الدراسة	5
.2	المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الأولى للمدة (1991 - 2001)	34
.3	المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الأعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الثانية للمدة (2002 - 2012)	35
.4	المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م °) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الثالثة للمدة (2013 - 2023)	36
.5	الفصل الحار والفصل البارد لمحطات الدراسة ضمن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 - 2001)	38
.6	الفصل الحار والفصل البارد لمحطات الدراسة ضمن الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 - 2012)	39
.7	الفصل الحار والفصل البارد لمحطات الدراسة ضمن الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 - 2023)	40
.8	التكرار السنوي لموجات الحر في محطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 - 2001)	45
.9	التكرار السنوي لموجات الحر في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012)	46
.10	التكرار السنوي لموجات الحر في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 - 2023)	47
.11	التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 - 2001)	48
.12	التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012)	49
.13	التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 - 2023)	50
.14	تكرار موجات الحر في محطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2023)	52
.15	تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 - 2001)	53
.16	تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012)	55
.17	تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدروة الثالثة) للمدة (2013 - 2023)	56
.18	تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	57
.19	تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	59
.20	تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	60
.21	تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	61

.22	موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	62
.23	موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	63
.24	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الاولى (1991 - 2001)	64
.25	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثانية (2002 - 2012)	65
.26	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثالثة (2013 - 2023)	66
.27	التكرار السنوي لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة (الدورة الاولى) للمدة (1991 - 2001)	69
.28	التكرار السنوي لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012)	70
.29	التكرار السنوي لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 - 2023)	71
.30	التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 - 2001)	72
.31	التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012)	73
.32	التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 - 2023)	74
.33	تكرار موجات البرد حسب محطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2023)	76
.34	تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	78
.35	تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	79
.36	تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	80
.37	تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	81
.38	تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	82
.39	تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	83
.40	تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	84
.41	تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	85
.42	تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	86
.43	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الأولى (1991 - 2001)	88
.44	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثانية (2002 - 2012)	88
.45	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثالثة (2013 - 2023)	89
.46	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الموصل حسب الدورات المناخية	98

.47	تحليل موجات الحر باختبار مان ـ كندال في محطة الموصل	98
.48	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة خانقين حسب الدورات المناخية	100
.49	تحليل موجات الحر باختبار مان ـ كندال في محطة خانقين	101
.50	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الرطبة حسب الدورات المناخية	103
.51	تحليل موجات الحر باختبار مان ـ كندال في محطة الرطبة	104
.52	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة بغداد حسب الدورات المناخية	106
.53	تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة بغداد	107
.54	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة النجف حسب الدورات المناخية	109
.55	تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة النجف	109
.56	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الحي حسب الدورات المناخية	112
.57	تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة الحي	112
.58	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة العمارة حسب الدورات المناخية	115
.59	تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة العمارة	115
.60	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الناصرية حسب الدورات المناخية	118
.61	تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة الناصرية	118
.62	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة البصرة حسب الدورات المناخية	121
.63	تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة البصرة	121
.64	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الموصل حسب الدورات المناخية	128
.65	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الموصل	128
.66	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة خانقين حسب الدورات المناخية	129
.67	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة خانقين	129
.68	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الرطبة حسب الدورات المناخية	132
.69	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الرطبة	132
.70	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة بغداد حسب الدورات المناخية	134

.71	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة بغداد	135
.72	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة النجف حسب الدورات المناخية	137
.73	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة النجف	138
.74	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الحي حسب الدورات المناخية	140
.75	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الحي	141
.76	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة العمارة حسب الدورات المناخية	143
.77	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة العمارة	144
.78	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الناصرية حسب الدورات المناخية	146
.79	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الناصرية	147
.80	معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة البصرة حسب الدورات المناخية	149
.81	تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة البصرة	150
.82	احتمالية تكرار موجات الحر في الموصل للمدة (1991 - 2023)	156
.83	احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في الموصل للمدة (1991 - 2023)	158
.84	احتمالية تكرار موجات الحر في خانقين للمدة (1991 - 2023)	159
.85	احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في خانقين للمدة (1991 - 2023)	161
.86	احتمالية تكرار موجات الحر في الرطبة للمدة (1991 - 2023)	163
.87	احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في الرطبة للمدة (1991 - 2023)	165
.88	احتمالية تكرار موجات الحر في بغداد للمدة (1991 - 2023)	167
.89	احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في بغداد للمدة (1991 - 2023)	189
.90	احتمالية تكرار موجات الحر في النجف للمدة (1991 - 2023)	170
.91	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في النجف للمدة (1991 - 2023)	172
.92	احتمالية تكرار موجات الحر في الحي للمدة (1991 - 2023)	173
.93	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات الحر في الحي للمدة (1991 - 2023)	175
.94	احتمالية تكرار موجات الحر في العمارة للمدة (1991 - 2023)	177

.95	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في العمارة للمدة (1991 - 2023)	179
.96	احتمالية تكرار موجات الحر في الناصرية للمدة (1991 - 2023)	181
.97	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في الناصرية للمدة (1991 - 2023)	183
.98	احتمالية تكرار موجات الحر في البصرة للمدة (1991 - 2023)	184
.99	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في البصرة للمدة (1991 - 2023)	186
100	احتمالية تكرار موجات البرد في الموصل للمدة (1991 - 2023)	188
101	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الموصل للمدة (1991 - 2023)	189
102	احتمالية تكرار موجات البرد في خانقين للمدة (1991 - 2023)	191
103	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في خانقين للمدة (1991 - 2023)	193
104	احتمالية تكرار موجات البرد في الرطبة للمدة (1991 - 2023)	195
105	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الرطبة للمدة (1991 - 2023)	196
106	احتمالية تكرار موجات البرد في بغداد للمدة (1991 - 2023)	198
107	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في بغداد للمدة (1991 - 2023)	200
108	احتمالية تكرار موجات الحر في النجف للمدة (1991 - 2023)	202
109	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في النجف للمدة (1991 - 2023)	203
110	احتمالية تكرار موجات البرد في الحي للمدة (1991 - 2023)	205
111	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الحي للمدة (1991 - 2023)	206
112	احتمالية تكرار موجات البرد في العمارة للمدة (1991 - 2023)	208
113	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في العمارة للمدة (1991 - 2023)	209
114	احتمالية تكرار موجات البرد في الناصرية للمدة (1991 - 2023)	211
115	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الناصرية للمدة (1991 - 2023)	213
116	احتمالية تكرار موجات البرد في البصرة للمدة (1991 - 2023)	215
117	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في البصرة للمدة (1991 - 2023)	216

فهرست الخرائط

ت	عنوان الخريطة	الصفحة
.1	المحطات المناخية المشمولة في الدراسة	6
.2	موقع العراق بالنسبة للبحار والمسطحات المائية	18

فهرست الأشكال

ت	العنوان	الصفحة
.1	التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 - 2001	48
.2	التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة 2002 - 2012	49
.3	التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة 2013 - 2023	50
.4	تكرار موجات الحر في محطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2023)	52
.5	تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 - 2001	54
.6	تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012	55
.7	تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدروة الثالثة) للمدة (2013 - 2023	56
.8	تكرارات موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	58
.9	تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	59
.10	تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	60
.11	تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	62
.12	تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	63
.13	تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	64
.14	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الاولى (1991 - 2001)	65
.15	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثانية (2002 - 2012)	65
.16	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثالثة (2013 - 2023)	66
.17	التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة1991 - 2001	72
.18	التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 - 2012	73
.19	التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 - 202	74
.20	تكرارات موجات البرد حسب محطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2023)	77
.21	تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	78
.22	تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	79
.23	تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	80
.24	تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	81

.25	تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	82
.26	تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	83
.27	تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991 - 2001)	85
.28	تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002 - 2012)	86
.29	تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013 - 2023)	87
.30	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الاولى (1991 - 2001)	88
.31	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثانية (2002 - 2012)	89
.32	تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثالثة (2013 - 2023)	89
.33	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (1991 - 2001)	99
.34	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (2002 - 2012)	99
.35	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (2013 - 2023)	100
.36	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (1991 - 2001)	102
.37	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (2002 - 2012)	102
.38	الأتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (2013 - 2023)	103
.39	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (1991 - 2001)	105
.40	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (2002 - 2012)	105
.41	الأتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (2013 - 2023)	106

.42	الأتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة بغداد (1991 - 2001)	108
.43	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة بغداد للمدة (2002 - 2012)	108
.44	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة بغداد للمدة (2013 - 2023)	108
.45	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة النجف للمدة (1991 - 2001)	110
.46	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة النجف للمدة (2002 - 2012)	111
.47	الأتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة النجف للمدة (2013 - 2023)	111
.48	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الحي للمدة (1991 - 2001)	113
.49	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الحي للمدة (2002 - 2012)	114
.50	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الحي للمدة (2013 - 2023)	114
.51	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة العمارة للمدة (1991 - 2001)	116
.52	الأتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة العمارة للمدة (2002 - 2012)	117
.53	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة العمارة للمدة (2013 - 2023)	117
.54	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الناصرية للمدة (1991 - 2001	119
.55	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الناصرية للمدة (2002 - 2012)	120
.56	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الناصرية للمدة (2013 - 2023)	120

.57	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة البصرة للمدة (1991 - 2001)	122
.58	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة البصرة للمدة (2002 - 2012)	123
.59	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة البصرة للمدة (2013 - 2023)	123
.60	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة الموصل للمدة (1991 - 2001)	127
.61	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الموصل للمدة (2002 - 2012)	128
.62	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الموصل للمدة (2013 - 2023)	128
.63	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة خانقين للمدة (1991 - 2001)	130
.64	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة خانقين للمدة (2002 - 2012)	131
.65	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة خانقين للمدة (2013 - 2023)	131
.66	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة الرطبة للمدة (1991 - 2001)	133
.67	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الرطبة للمدة (2002 - 2012)	133
.68	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الرطبة للمدة (2013 - 2023)	134
.69	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة بغداد للمدة (1991 - 2001)	136
.70	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة بغداد للمدة (2002 - 2012)	136
.71	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة بغداد للمدة (2013 - 2023)	137

.72	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة النجف للمدة (1991 - 2001)	139
.73	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة النجف للمدة (2002 - 2012)	139
.74	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة النجف للمدة (2013 - 2023)	140
.75	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة الحي للمدة (1991 - 2001)	142
.76	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الحي للمدة (2002 - 2012)	142
.77	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الحي للمدة (2013 - 2023)	143
.78	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة العمارة للمدة (1991 - 2001)	145
.79	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة العمارة للمدة (2002 - 2012)	145
.80	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة العمارة للمدة (2013 - 2023)	146
.81	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد لمحطة الناصرية للمدة (1991 - 2001)	148
.82	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الناصرية للمدة (2002 - 2012	148
.83	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الناصرية للمدة (2013 - 2023	149
.84	الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة البصرة للمدة (1991 - 2001)	151
.85	الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة البصرة للمدة (2002 - 2012)	151
.86	الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة البصرة للمدة (2013 - 2023)	151

.87	التكرار الملاحظ مقابل التكرار المتوقع (بواسون) لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (1991 - 2023)	158
.88	التكرار الملاحظ مقابل التكرار المتوقع (بواسون) لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (1991 - 2023)	162
.89	التكرار الملاحظ مقابل التكرار المتوقع (بواسون) لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (1991 - 2023)	166
.90	احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في بغداد للمدة (1991 - 2023)	169
.91	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في النجف للمدة (1991 - 2023)	173
.92	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في الحي للمدة (1991 - 2023)	176
.93	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في العمارة للمدة (1991 - 2023)	180
.94	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في الناصرية للمدة (1991 - 2023)	183
.95	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات الحر في البصرة للمدة (1991 - 2023)	186
.96	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الموصل للمدة (1991 - 2023)	190
.97	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في خانقين للمدة (1991 - 2023)	194
.98	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الرطبة للمدة (1991 - 2023)	197
.99	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في بغداد للمدة (1991 -	201

	(2023	
204	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات البرد في النجف للمدة (1991 - 2023)	.100
207	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الحي للمدة (1991 - 2023)	.101
210	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في العمارة للمدة (1991 - 2023)	.102
214	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الناصرية للمدة (1991 - 2023)	.103
217	احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في البصرة للمدة (1991 - 2023)	.104

الفصل الأول

الإطار النظري والعوامل المؤثرة في موجات الحر والبرد في العراق

المقدّمة: –

تعد موجات الحر والبرد من الظواهر الجوية القاسية التي يتعرض لها العراق على مدار السنة، وفيها آثاراً سلبية على صحة الانسان وراحته البيو مناخية وفي نشاطه اليومي، كما تنعكس على مختلف الأنشطة الاقتصادية والتجارية ، ولهذا يعد التعرف على هذه الظواهر وتحليلها امراً مهما من خلال تحديد أسبابها ودراسة خصائصها ، تهدف الدراسة الى تحليل الاتجاه العام لموجات الحر والبرد المؤثرة في مناخ العراق للمدة (1991 _ 2023)، وذلك من خلال تحليل بيانات درجات الحرارة اليومية العظمى والصغرى، واستخراج موجات الحر والبرد التي تتحكم بها مجموعة من العوامل المتداخلة.

وتشمل هذه العوامل الموقع الفلكي والموقع الجغرافي المتمثل بالمسطحات المائية وطبيعة السطح والارتفاع، فضلا عن تأثير الكتل الهوائية المختلفة والمرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية، تتميز هذه الدراسة بمحاولة تحديد الاسباب المؤدية الى زيادة حدوث موجات الحر والبرد، ومن ثم الوصول الى نتائج علمية وحلول ممكنة للتقليل من آثار هذه الظواهر، وذلك عبر تحديد البدائل المناسبة للتعامل معها. ويسهم هذا التحليل في تكوين تصور مستقبلي عن واقع المناخ المحلي، إذ إن أي تغير في الظروف المناخية، ولا سيما درجات الحرارة، سيؤثر في التوازن الحراري لجسم الانسان (Heat Balance)، مما ينعكس على صحته وراحته ونشاطاته المختلفة.

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها محاولة للحد من الضغوطات البيئية المرافقة لهذه الظواهر، وصولاً الى نتائج علمية يمكن توظيفها في تحديد الوضع البيئي الأنسب. كما تسهم في تزويد الباحثين والعاملين في مجالات التخطيط والتنمية برؤية مناخية دقيقة تُعينهم في تفسير القواعد المناخية السائدة، ومن هنا، فإن الدراسة لا تستهدف الجوانب البيئية فحسب، وإنما تسعى ايضاً إلى تحقيق أهداف اقتصادية واجتماعية وثقافية على المدى القريب والبعيد، وتحاول الدراسة الكشف عن الخصائص التي تميز موجات الحر والبرد في العراق، من خلال تحليل طبيعة العوامل الجغرافية المؤثرة فيها، وبيان دور التباين المكاني في شدتها وحدتها. كما تستند الى تحديد طبيعة

العلاقة بين هذه الموجات وخصائص مناخ العراق والعوامل الجوية المرتبطة به. ويتم احتساب هذه الموجات وفق نموذج رياضي مُصمم ليتوافق مع الظروف البيئية والأحوال الجوية التي تتحكم بالعنصر الجغرافي، مع اعتماد أسس علمية مستندة إلى المعايير العالمية الخاصة بتصنيف الموجات. وبذلك تسعى الدراسة إلى تقديم نتائج يومية ودورية تتيح فهماً أدق لهذه الظواهر، ان دراسة الطقس المتطرف وتحديد سماته وتكراره، وكذلك تحديد المناطق الأكثر تعرضا له، تتطلب أخذ مجموعة من العوامل بنظر الاعتبار عند تحليل الظروف الجوية في أي منطقة. فالعناصر المناخية هي نتاج تفاعل مركب بين الزمان والمكان، وهما بعدان أساسيان عند تحليل أي ظاهرة جغرافية. ويعد البعد الزماني أكثر عرضة للتغيير مقارنة بالبعد المكاني (الموقع الجغرافي) يكون ثابتاً، في حين يشهد البعد الزماني تغييرات مستمرة، مما يجعله أحد المرتكزات المهمة عند دراسة الظواهر المناخية.

وتشير هذه التغيرات الزمنية الى الاتجاهات العامة للظواهر، مثل تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق، والتي تستخدم في تحديد المسار الزمني للتغير المناخي ومتابعة تطور شدتها وتكراراتها عبر المدد المختلفة. وفقا للمفهوم المناخي (Climate Trend) ويعني مسار أحوال المناخ او عنصر من عناصره لمدة سنة أو عدد من السنين، ويظهر الاتجاه نتيجة للتغيرات التي تنشأ على قيم الظاهرة من مدة الى اخرى، إذ قد يكون هذا التغير أما باتجاه الزيادة فيكون موجبا او يتجه نحو الانخفاض فتكون قيمته سالبة، تهدف هذه الدراسة الى تحليل السلوك المناخي لموجات الحر والبرد في العراق، من خلال دراسة خصائصها وتأثيراتها والعوامل المتحكمة في حدوثها واحتمال تكرارها. ان مناخ العراق يمتاز بشيوع ظاهرة التطرف الحراري لذلك يكون فصل الصيف طويلاً اي ما يقارب (234 يوم) لذلك تأخذ فيه معدلات الحرارة بالارتفاع اعتبارا من شهر نيسان حتى نهاية شهر تموز ثم تبدأ بالتناقص بعد شهر تشرين الاول ويعود هذا الى طبيعة الموقع الجغرافي للعراق.

1-1 مشكلة الدراسة The Study problem

يعد اختيار مشكلة الدراسة إحدى الخطوات الأساسية التي تتطلب عناية دقيقة، نظراً لكونها تمثل المحور الرئيس للدراسة، كما تعد من المرتكزات المنهجية التي ينبغي أن يلتزم بها الباحثون. وبناءاً على ذلك، ينبغي أن يستند الباحث إلى إطار علمي رصين يسهل تشخيص المشكلة

وتحليلها، إذ إن أي قصور في هذا الجانب قد يؤدي إلى خلل في منهجية البحث ويفقده صبغته العلمية. كما يمكن تحديد المشكلة الرئيسة للدراسة من خلال الإجابة عن السؤال الآتي: –

هل هنالك احتمال لتكرار موجات الحر والبرد في منطقة الدراسة ؟

تظهر عن المشكلة الرئيسة مجموعة من المشكلات الثانوية التي تتجلى على النحو الآتي: –

1 . ما الخصائص المناخية لموجات الحر والبرد في منطقة الدراسة؟

2 . ما الاتجاهات الزمنية لموجات الحر والبرد في منطقة الدراسة؟

3 . ما احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في منطقة الدراسة؟

4 . كيف تتباين احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في منطقة الدراسة؟

5. ما التوقعات المستقبلية لاحتمالات حدوث موجات الحر والبرد خلال السنوات القادمة استنادا إلى التحليل الإحصائي؟

2-1 فرضية الدراسة The study hypothesis

تعد صياغة الفرضية خطوة أساسية في أي دراسة بحثية، إذ تقدم تصوراً مبدئياً للحل المقترح، مما يتيح للباحث تحليل المشكلة بصورة منهجية. كما تمكنه من اقتراح أكثر من مسار لحلها بالاعتماد على الفرضية المطروحة. وانطلاقاً من ذلك، تم تحديد الفرضية الرئيسة للدراسة على النحو الآتي: –

(هنالك احتمال لتكرار موجات الحر والبرد في منطقة الدراسة)

أما الفرضيات الثانوية يمكن توضيحها بالآتي: –

1. احتمالية تكرار موجات الحر تأخذ بالارتفاع نتيجة شدة التغيرات المناخية التي تحدث في منطقة الدراسة.

2 . تتباين تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق نتيجة تباين تأثير العوامل المسببة في تطور الظاهرة بين وقت وآخر.

3. تسهم مجموعة من الأسباب في حدوث موجات الحر والبرد منها أسباب متعلقة بالتغيرات المناخية، ومنها متعلقة بالظروف الشمولية السطحية والعليا.

4 . تعد المنظومات الضغطية أحد العوامل الرئيسة التي تكون سبب مؤثر في حدوث موجات الحر والبرد في مناخ العراق.

3-1 اهمية الدراسة Importance of the study

للدراسة جوانب علمية مهمة تتجلى أهميتها في دراستها لإحدى الظواهر المناخية المتطرفة، والتي تتمثل بموجات الحر والبرد وحساب احتمالية تكراراتها ورسم الاتجاه العام لها، كما تسعى الدراسة إلى تفسير العوامل المتحكمة في سلوك هذه الموجات، وتفسير أسبابها حتى يتم معرفة نمطها لاستدراك مخاطرها مستقبلاً.

4-1 اهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد وتحليل احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في منطقة الدراسة من خلال دراسة خصائصها المكانية والزمانية، والكشف عن التغيرات التي طرأت على تواترها وشدتها عبر السجل المناخي المتاح. كما تسعى إلى تقدير المؤشرات الاحصائية المرتبطة بتكرار هذه الموجات باستخدام نماذج احتمالية حديثة، بهدف فهم سلوكها المستقبلي وتقييم تأثيراتها المحتملة على الأنظمة البيئية والقطاعات الحيوية في العراق. كما تهدف الدراسة إلى تطوير نماذج كمية تساعد في فهم آليات تولد موجات التطرف الحراري، بما يساهم في دعم استراتيجيات التخطيط البيئي وإدارة المخاطر المرتبطة بالظواهر المناخية المتطرفة في العراق.

5-1 الحدود المكانية والزمانية للدراسة Spatial and Temporal Boundaries

تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بجمهورية العراق، الذي يقع بين دائرتي عرض (22' 37° – 50" – 20" – '5 29°) شمالاً وبذلك يحتل نحو ثماني دوائر من دوائر العرض في الجزء الجنوبي من المنطقة المعتدلة الشمالية اما بالنسبة لموقعه من خطوط الطول ,فيقع بين خطي طول(´45 38°_ ´45 48°) شرقاً، ويحده من الشمال تركيا، ومن الشرق إيران، ومن الجنوب الخليج العربي والكويت والسعودية ومن الغرب الاردن وسوريا، تبلغ مساحة العراق الكلية نحو (438,317 كم²).

وقد تم اعتماد تسع محطات مناخية تمثل الأقاليم المناخية المختلفة في البلاد، وهي:- (الموصل، خانقين، الرطبة، بغداد، النجف، الحي، العمارة، الناصرية، البصرة) يلاحظ جدول (1) وخريطة (1).

اما الحدود الزمانية تمثلت بدراسة موجات الحر والبرد خلال المدة (1991 ـ 2023 م)، وتم دراسة احتمال تكرار هذه الموجات في مناخ العراق، ولقد قسمت هذه الدراسة على مدد مناخية مختلفة تمثلت بالآتي: –

أ ـ الاتجاه العام (1991 ـ 2023 م)

ب ـ المدة المناخية الأولى (1991 _2001 م).

ج ـ المدة المناخية الثانية (2002 _2012 م).

د ـ المدة المناخية الثالثة (2013 _2023 م).

جدول(1)

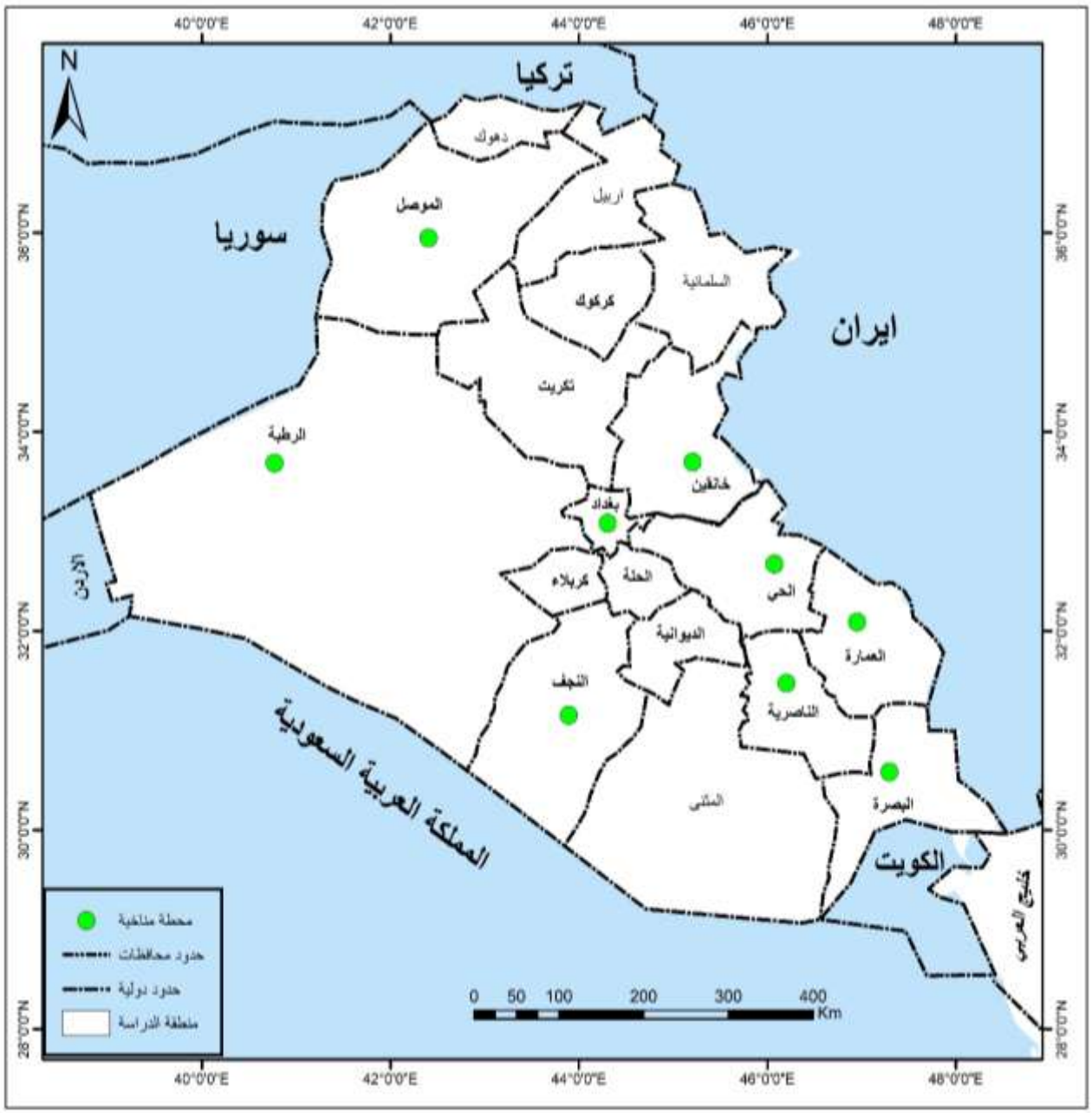
المحطات المناخية المشمولة في الدراسة

المحطات	دائرة العرض	خط الطول	ارتفاع المحطة عن مستوى سطح البحر/م
الموصل	36° 19′	43° 09′	223
خانقين	34° 21′	45° 23′	202
الرطبة	33° 02′	40° 17′	630.8
بغداد	33° 18′	44° 24′	31.7
النجف	31° 57′	44° 19′	53
الحي	32° 08′	46° 02′	17
العمارة	31° 50′	47° 10′	9.5
الناصرية	31° 01′	46° 14′	5
البصرة	30° 31′	47° 47′	2

المصدر: أطلس مناخ العراق، (1971 ـ 2000) الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، الجزء الأول 2012.

خريطة (1)

المحطات المناخية المشمولة في الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد

- الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، اطلس مناخ العراق (2023) بغداد ـ العراق.

- ARC MAP 10.8.

6-1 منهجية الدراسة Methodlogy of the Study

تعتمد الدراسة على مناهج رئيسة، تتمثل في المنهج الوصفي والمنهج التحليلي والاسلوب الاحصائي في توصيف عناصر المناخ ومؤشراتها، وتحليل التغيرات المناخية التي شهدتها فضلاً عن الأساليب الإحصائية والكمية التي تستخدم في معالجة البيانات وتفسيرها. اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي في دراسة ورصد موجات الحر والبرد، بهدف تحديد مدد تكرارها وتحليل العوامل المؤثرة في حدوثها. اعتمد المنهج الوصفي المدعوم بالأساليب الإحصائية في تحديد طبيعة العلاقات الإحصائية الخاصة بموجات الحر والبرد مثل استخدام اختبار مان – كندال وتوزيع بواسون ، وبيان احتمالات تكرارها في منطقة الدراسة. كما جرى توظيف النماذج والمعادلات الإحصائية في إعداد التنبؤات المستقبلية المتعلقة بسلوك هذه الموجات.

7-1 هيكلية الدراسة Structure of the study

اشتملت الدراسة على أربعة فصول، تناول **الفصل الأول** المقدمة والإطار النظري للدراسة، متضمناً عرضا مفصلاً لمشكلة الدراسة وفرضياتها وأهدافها وأهميتها، فضلاً عن تحديد حدود منطقة الدراسة وبيان هيكليتها، فضلاً عن استعراض أبرز الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع البحث. والتعريف بموجات الحر والبرد والعوامل المؤثرة فيهما ، وتناول **الفصل الثاني** ثلاثة مباحث الأول التغير في تحديد الفصل الحار والبارد وحسب الدورات المناخية والثاني تكرار موجات الحر في مناخ العراق والثالث تكرار موجات البرد في مناخ العراق ، و **الفصل الثالث** اشتمل على مبحثين، المبحث الأول التغير في تكرار موجات الحر والمبحث الثاني التغير في تكرار موجات البرد باستخدام معامل اختبار مان ـ كندال ، وتناول **الفصل الرابع** مبحثين رئيسيين هما، المبحث الأول احتمالات تكرار موجات الحر، والمبحث الثاني احتمالات تكرار موجات البرد باستخدام معادلة بواسون ، واختتمت الدراسة بجملة من الاستنتاجات والتوصيات.

1-8 مراحل العمل

تتحدد آلية العمل بالآتي: -

1. تبدأ عملية الدراسة بمرحلة جمع المعلومات والبيانات المرتبطة بموضوع الدراسة، وهي المرحلة التي يستند إليها الباحث اعتمادا على مصادر متنوعة تشمل الكتب، والرسائل والأطاريح الجامعية، والبحوث المنشورة وغير المنشورة في مختلف المجلات العلمية العراقية والعربية والعالمية، فضلاً عن المصادر المتاحة عبر شبكة الإنترنت. كما يعتمد الباحث على ترجمة عدد من الكتب ذات الصلة بموضوع الدراسة لتعزيز المحتوى المعرفي وتوسيع الإطار النظري للبحث.

2. تم الحصول على بيانات درجات الحرارة اليومية والشهرية، لكل من القيم العظمى والصغرى، من الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وذلك لاعتمادها في تحليل الخصائص الحرارية ودراسة التغيرات المناخية.

3. مرحلة تبويب البيانات والمعلومات خطوة أساسية في تنظيم المدخلات البحثية التي جرى جمعها وتحليلها، إذ تصنف وفقا لخطة الدراسة وبما ينسجم مع خطوات المنهج العلمي. كما جرى توزيع البيانات وجدولتها بما يتلائم مع فصول الدراسة ومتطلبات التحليل الأساسية.

4. مرحلة التحليل والكتابة وفي هذه المرحلة أجراء عمليات إحصائية ويطبق فيها معادلات رياضية على بيانات المحطات المناخية.

1-9 الدراسات المشابهة

توجد العديد من الدراسات السابقة التي تناولت ظاهرة موجات الحر والبرد في العراق، إلا أنها اعتمدت مناهج وإجراءات بحثية متباينة تختلف عن المنهج العلمي المتبع في هذه الدراسة. وفيما يأتي عرض لأبرز تلك الدراسات: –

1 . دراسة البياتي [1] (1982): –دراسة موجات الحر التي تعرض لها العراق خلال شهر تموز عام 1978، مع تركيز خاص على مدينة بغداد، وقد تضمن البحث تحليل العوامل الجغرافية المؤثرة في حدوث موجات الحر، فضلاً عن إجراء تحليل سينوبتيكي لعدد من المستويات الضغطية بهدف تحديد المنظومات الجوية الأكثر تأثيراً في تولد موجات الحر في العراق.

---

[1] معتز محمد صالح مهدي البياتي، موجات الحر التي أثرت على العراق في شهر تموز عام (1978)، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، شعبة الأبحاث ،1982 .

2 . دراسة السامرائي وآخرون [2] (1995) : تناولت دراسة السامرائي وآخرون تحليل موجات الحر في العراق من خلال تطبيقها على مناخ البلاد للمدة الممتدة بين 1966 . 1985 . وقد ركز الباحث على تفسير العوامل الجغرافية المؤثرة في حدوث موجات الحر، ولا سيما المنظومات الضغطية التي تبدأ نشاطها في شهر آذار ، والمتمثلة بالمنخفض الهندي ، ودوره في تعزيز الظروف الحرارية المؤدية إلى تطور موجات الحر في العراق .

3 . دراسة عبد المحسن[3](1996) : تناولت تحليل تكرار بعض الظواهر الجوية القاسية أو المتطرفة في العراق ، إذ ركزت الدراسة على الظواهر الغبارية والزوابع الرعدية ،فضلاً عن الظواهر الجوية الحرارية المتمثلة بموجات الحر وموجات البرد . كما بحثت الدراسة في العوامل الطبيعية المؤثرة في حدوث هذه الظواهر ، فضلاً عن حساب تكرارها وتوزيعها الجغرافي.

4 . دراسة السامرائي[4](1995) : وآخرون ، دراسة تناولت موجات البرد في العراق ، إذ ركزت على التطبيق المناخي لهذه الظاهرة في مناخ البلاد . وتطرقت الدراسة الى العوامل الجغرافية والطبيعية المساهمة في نشوء موجات البرد، كما حددت الشروط المناخية التي تسهم في تكرار حدوثها، فضلاً عن ذلك، أجرت الدراسة تحليلاً شاملاً للأنظمة الجوية المصاحبة لموجات البرد في العراق.

5 . دراسة أبو حسين[5] (2001) : ركز الباحث فيها على موجات الحر في الأردن للمدة الممتدة من (1960 . 2000) ، تضمنت الدراسة على التحليل الإحصائي حيث بين فيه التوزيعات لموجات الحر الزمانية والمكانية ، إضافة الى ذلك ، جرى تحليل شامل للظروف العامة المسببة لحدوثها ، بهدف تحديد العوامل الرئيسة التي تسهم في تطور هذه الظواهر .وتناول كذلك العوامل المحددة لموجات الحر في الأردن ، مثل العوامل الطبيعية والعوامل المناخية .

---

[2] قصي عبد المجيد السامرائي ، وآخرون ، موجات الحر في العراق دراسة تطبيقية على مناخ العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، قسم المناخ ، 1995 .

[3] سعود عبد العزيز عبد المحسن، تكرار بعض الظواهر الجوية القاسية في العراق . دراسة في الجغرافية المناخية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، 1996 .

[1] قصي عبد المجيد السامرائي، وآخرون، موجات البرد في العراق، مجلة الجمعية العراقية، العدد 29، 1995.

(2) علي صبري محمود أبو حسين، موجات الحر في الأردن (1960 . 2000)، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الدراسات العليا، الجامعة المستنصرية، 2001.

6 . دراسة صالح[6] (2008) : أظهرت نتائج الدراسة أن للمرتفع المندمج دوراً أساسياً في حدوث الانخفاضات الحرارية الحادة في العراق ، ولا سيما تلك التي تقل عن (صفر م°) ، إذ بينت المعطيات أن اندماج المرتفع السيبيري مع المرتفع شبه المداري يعد العامل الرئيس في تسجيل الفئات العالية من درجات الحرارة وهي (0 – 0.9 م) و (– 1 – 0.9 – م°) و (– 2 – 2.9 – م°) ، وأظهرت نتائج الدراسة أن تداخل المرتفع السيبيري مع المرتفع الأوربي يعد العامل الأساسي في تسجيل أدنى فئات درجات الحرارة وهي (– 3 الى 3.9 م°) و (– 4 الى 4.9 م°) .

7 . دراسة جورج[7] (2005) : التطرف الحراري وأثره على الصحة البشرية في مدينة دمشق ، جاءت هذه الدراسة لإظهار الآثار الصحية لما تسببت به موجات الحر وموجات البرد التي قد تعرضت لها مدينة دمشق لما يقارب 36 سنة (1966 . 2001) وتأثيراتها على بعض الوفيات وبعض المرضى ومعدلات المصابين لأربعة مستشفيات في مدينة دمشق ، وتطرقت الدراسة الى الخصائص المناخية لهذه المدينة وأسباب حصول موجات الحر والبرد فيها .

8 . دراسة العزاوي[8](2011) : تناول الباحث النظام الحراري في العراق ، وقد تطرق الباحث بمبحث واحد وكان هذا في الفصل الثالث إذ كتب عن موجات الحر والبرد في العراق وحصرها بمدة من (1990 . 2000) تكلم عن العوامل الجغرافية المسببة لموجات الحر والبرد وكذلك احتساب عدد تكرارات تلك الموجات .

9 . دراسة Runyon [9] (2011) : إذ تناول في دراسته موجات الحر وتأثيرها في شمال شرق الولايات المتحدة الامريكية ، إذ كتب للمدة من (1948 . 2001) ، إذ حدد الأيام التي

([6]) بشرى احمد صالح جواد، دراسة شمولية لحالات انخفاض درجات الحرارة دون الصفر المئوي في العراق، مجلة كلية التربية، ابن رشد، جامعة بغداد، العدد (9) ، 2008 .

(4) ماريا جورج ، التطرف الحراري وأثره على الصحة البشرية في مدينة دمشق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة دمشق ، 2005.

([1]) عزيز ابراهيم علي عبيد العزاوي ، النظام الحراري في العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، قسم الجغرافية ، جامعة تكريت ، 2011

([9]) Scott Runyon 'Northeast United States Heat Waves ;Aststistical Analysis And synoptic Climarology' Master Of Science , Departnert of Arncospherice Enviormental Scinces, college of Arts And Sciences, University of Albany State Univeristy of new York,2001.

شهدت حدوث موجات الحر في أكثر من 54 محطة مناخية ضمن الولايات المتحدة . كما أجرى تحليلاً سينوبتيكياً مفصلاً للظروف الجوية المصاحبة للأيام التي سجلت موجات الحر .

10 . دراسة زاده[10] (2011) : تناولت الدراسة تحليل موجات البرد في ايران ولاسيما في شمال شرقها ، إذ اعتمدت الدراسة بيانات المعدلات اليومية لدرجات الحرارة لستة أشهر تعد الأبرد خلال السنة ، وذلك ل 13 محطة أنواء جوية خلال المدة (1988 . 2008) . وقد سجلت الدراسة ما معدله (3.2 يوم) كمعدل لتكرار موجات البرد الشديدة . واعتمدت في تفسيرها للظواهر على تحليل الخرائط الطقسية الخاصة بالمستويين الضغطيين (500 . 1000 مليبار) . وتوصلت النتائج إلى أن موجات البرد تنتج عن تأثير الكتل الهوائية الباردة المتكاثفة فوق جبال الأورال ، وفي حال تعمق المرتفع السيبيري فإن هذه الموجات تتجه غالباً نحو العروض الدنيا .

11 . دراسة[11] Krautmann (2012) : تناولت دراسته تحليل العوامل المؤدية إلى حدوث موجات الحر في الولايات المتحدة خلال عام 1990 ، مع التركيز على تفسير خصائص موجات الحرارة في منطقة الغرب الأوسط . كما بحثت الدراسة في مجموعة التأثيرات المصاحبة لموجات الحر ضمن منطقة الدراسة .

12 . دراسة **الزبيدي[12]** (2013) : جاءت الدراسة بعنوان " التطرف الحراري في محطات مختارة من العراق " إذ ركز الباحث على تحليل مظاهر التطرف في درجات الحرارة اليومية ، بهدف تحديد أنماطها وتبايناتها المكانية والزمانية . وتندرج ضمن مظاهر التطرف المناخي موجات الحر والبرد ، إذ قام الباحث بتحديد مفهوم التطرف المناخي وتصنيفه إلى فئات متعددة وفقاً للمعيارين الزمني والمكاني . كما أعتمد الباحث على آلية لاحتساب موجات الحر والبرد تستند إلى ارتفاع او انخفاض درجات الحرارة اليومية العظمى أو الصغرى عن معدلاتها العامة بمقدار خمس

---

(3) زهراء هنكر زاده ، تحليل شمولي لموجات البرد في ايران ، جامعة فردوسي ، كلية الآداب ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، 2011

([11]) A. KrautmarnK ;Midwest Uriban Heat Wave Chirnatology ; What Consti tutes The Worst,M.A

Thesis, college of Arts and Sciences Departusert of Geography , Ohio University, 2012

.

([12]) مجيب رزوقي فريح عبد الزبيدي ، التطرف في درجات الحرارة لمحطات مختارة من العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، 2013 .

درجات مئوية، على أن يستمر هذا الانحراف لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية، وقد حددت موجات الحر خلال المدة الممتدة من شهر آيار حتى شهر تشرين الثاني، في حين تم تحديد موجات البرد خلال المدة من شهر تشرين الثاني وحتى شهر نيسان. فضلاً عن ذلك، أجرى الباحث تحليلاً شاملاً لموجات الحر والبرد للعامين 1982 و 2007 فقط .

13 . دراسة شبر [13](2013) : تناولت الدراسة الموسومة " موجات الحر والبرد وآثارها البيئية في العراق " تحليل تكرارات موجات الحر والبرد في العراق خلال المدة الممتدة من عام 1941 الى عام 2013 . وأظهرت النتائج أن إجمالي موجات الحر التي أثرت في منطقة الدراسة بلغ 682 موجة، في حين بلغ عدد موجات البرد 659 موجة خلال المدة نفسها، كما تم إجراء تحليل شمولي للمنظومات الضغطية المرتبطة بموجات الحر والبرد، وقد بينت نتائج الدراسة أن المنخفض الهندي يعد النظام الضغطي الأكثر تأثيراً في توليد موجات الحر في العراق، إذ احتل المرتبة الأولى من حيث تكرار التأثير ، يليه المنخفض المندمج بوصفه العامل الضغطي الثاني في الأهمية أما في ما يتعلق بموجات البرد ، فقد بينت النتائج أن المرتفع السيبيري يعد العامل الجوي الأكثر تأثيراً في زيادة تكرار حدوثها ، يليه في الأهمية المرتفع الأوربي ، ثم المرتفع المندمج الذي جاء في المرتبة الثالثة . كما أظهرت الدراسة أن الظواهر الجوية العليا المرافقة لموجات الحر تتمثل أساساً بالانبعاجات الهوائية في طبقات الجو العليا. في حين ارتبطت موجات البرد بامتداد الأخاديد العلوية، أظهرت نتائج تحليل الأتجاه العام أن موجات الحر تتجه نحو الزيادة عبر سنوات الدراسة، في المقابل اتسمت موجات البرد باتجاه عام نحو التراجع.

14 . دراسة المياحي[14] (2019) : إن الدراسة الموسومة بـ (التغير المناخي وأثره في تغير منخفض الهند الموسمي وانعكاسه على موجات الحر في العراق) تناولت الدراسة التغيرات الحاصلة في المنخفض الموسمي الهندي ، وتبين من خلال التحليل ازدياد تكرار تأثيره على العراق نتيجة للاحترار العالمي . وأظهرت النتائج أن اتجاه التغير في نشاط المنخفض يتجه نحو الارتفاع،

---

(1) مهند حطاب شبر ، موجات الحر والبرد وآثارها البيئية في العراق ، جامعة الكوفة ،كلية التربية للبنات ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، 2013 .

(2) خلدون فليح حسن المياحي ، التغير المناخي وأثره في تغير منخفض الهند الموسمي وانعكاسه على موجات الحر في العراق ، كلية التربية ابن رشد للعلوم الإنسانية ، جامعة بغداد ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، 2019 .

مما انعكس بدوره على تكرار موجات الحر المؤثرة في العراق، إذ اتخذت جميع المحطات المدروسة اتجاهاً عاماً متصاعداً في عدد موجات الحر المسجلة.

10-1 المفهوم العام لموجات الحر والبرد .

تعد موجات الحر والبرد من أبرز مظاهر التطرف المناخي الحراري، إذ تمثل حالات استثنائية من الانحراف في درجات الحرارة عن معدلاتها الطبيعية السائدة في منطقة معينة وخلال مدة زمنية محددة، وتعرف موجات الحر مدد فترات زمنية متواصلة تشهد ارتفاعاً ملحوظاً في درجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية يتجاوز معدلاتها العامة بمقادير محددة إحصائياً ، في حين تعرف موجات البرد بأنها مدد زمنية يحدث خلالها انخفاض واضح في درجات الحرارة الصغرى اليومية إلى ما دون معدلاتها الطبيعية المعتادة ، ويشترط في تصنيف هذه الحالات كموجات حر أو برد توافر جملة من المعايير العلمية ، من أهمها مقدار الانحراف الحراري عن المعدل العام ، واستمرار هذا الانحراف لعدة أيام متتالية غالباً لا تقل عن ثلاثة أيام ، فضلاً عن اتساع رقعة التأثير المكاني للموجة وتختلف القيم الحدية المعتمدة في تحديد هذه الموجات من دراسة إلى أخرى تبعاً لطبيعة المنطقة المدروسة وخصائصها المناخية، إلا أن المبدأ العام يقوم على مقارنة القيم الحرارية اليومية مع المتوسطات المناخية طويلة الأمد، وترتبط موجات الحر والبرد ارتباطاً وثيقاً بالأنظمة الجوية السائدة، ولا سيما المنظومات الضغطية الكبرى ، إذ تسهم المرتفعات الجوية وشبه المدارية في تعزيز موجات الحر عبر استقرار الكتل الهوائية الحارة والجافة ، في حين تؤدي المرتفعات الباردة ذات المنشأ القاري ، مثل المرتفع السيبيري ، إلى حدوث موجات برد نتيجة اندفاع كتل هوائية باردة نحو العروض الدنيا .

كما تلعب التيارات النفاثة، وأنماط دوران الغلاف الجوي العلوي، دوراً مهماً في تحديد شدة هذه الموجات ومدتها وتكرارها، ولا تقتصر أهمية دراسة موجات الحر والبرد على بعدها المناخي فحسب، بل تتعداها إلى آثارها البيئية والبشرية والاقتصادية، إذ تسهم في التأثير على الأنشطة الزراعية، والموارد المائية، والصحة العامة، والبنية التحتية، مما يجعلها عنصراً محورياً في دراسات التغير والتطرف المناخي، ولا سيما في المناطق ذات الحساسية المناخية العالية مثل العراق.

1-10-1 موجة الحر Heat wave

قبل تحديد مفهوم موجات الحر، لابد من توضيح معنى الموجة (wave) ، إذ تُعرف الموجة بأنها تكرار نمط معين من الشدة خلال مدد زمنية متتابعة يفصل بينها فاصل زمني منتظم ، الأمر الذي يمنحها صفة الدورية(المحسن ،1996)، أما موجة الحر ، فقد اختلف المختصون في علم المناخ حول وضع تعريف موحد ودقيق لها ، ويُعزى ذلك إلى أن إحساس الإنسان بالحر او البرودة يتأثر بعدد من العناصر الجوية ، فضلاً عن العوامل الشخصية التي تختلف من فرد إلى آخر ، وتتمثل العناصر الجوية المؤثرة في الإحساس الحراري بدرجة حرارة الهواء ، والرطوبة النسبية ، وسرعة الرياح السطحية ، إذ يزداد الإحساس بالحرارة مع ارتفاع الرطوبة النسبية وهدوء الرياح ، والعكس صحيح .

أما العوامل الشخصية فتشمل عمر الإنسان، وطبيعة عمله، ونوع الغذاء وكميته، فضلاً عن حالته النفسية، مما يجعل الشعور بالحرارة أمراً نسبياً ومتبايناً بين الأفراد، كما يتأثر ايضاً باختلاف الموقع الجغرافي للإقليم وظروفه المكانية، وعلى الرغم من هذا التباين، فقد أجمع عدد من الباحثين على أن موجة الحر تعد من الظواهر المناخية المتطرفة، التي يختلف تحديدها وقياس تأثيرها بين دول العالم، تبعا لاختلاف معدلات المتغيرات المناخية والظروف الطبيعية السائدة في كل دولة، وبناءً على ذلك ، جرى اعتماد تعريف موجة الحر على المستوى الدولي كما أقرته دائرة الأرصاد الجوية البريطانية (M.o) عام 1939 بأنها مدة أو نوبة من الطقس الحار تصل فيها درجة الحرارة العظمى إلى مدى يتراوح ما بين (32°- 37° م) (90 – 100 ف) ' كما حُدد الفرق بين الطقس الحار والطقس شديد الحرارة عندما لا يقل الفرق بين درجة الحرارة العظمى ومعدلها العام عن (10 م) .وفي منظور أكثر حداثة ، عرف باحثون ، من بينهم (Sidny 1964) ، موجة الحر في إطار المناخ الطبي بأنها المدة الزمنية التي تشهد عدداً من الأيام ترتفع خلالها درجة الحرارة والرطوبة إلى مستويات تفوق حدود الراحة الحرارية للإنسان (الموسوي،2013،ص277)

وفقاً لهذا التعريف، فإن موجة الحر لا تقاس اعتماداً على معيار رقمي ثابت لدرجة الحرارة فحسب، بل تُحدد بوصفها ظاهرة مركبة ترتبط بعناصر مناخية أخرى تجعلها أكثر اتصالاً بالحالة البشرية، ولا سيما الأنشطة التي يمارسها الإنسان ضمن نطاق الراحة التي تتحكم بها بقية العناصر المناخية، وبناءاً على ذلك ، اتجهت العديد من الدراسات إلى احتساب موجات الحر اعتماداً على

درجة حرارة الجلد ، باعتبارها محصلة عامة لعملية تبادل الطاقة بين جسم الإنسان والوسط المحيط به .

دفعت هذه الظاهرة منظمة الأرصاد الجوية العالمية عام 1987 إلى وضع تعريف موسع لموجة الحر، إذ عرفتها بأنها ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة الهواء فوق مساحة جغرافية واسعة، أو اندفاع هواء شديد الحرارة إلى منطقة معينة ، كما حددت المنظمة نفسها عام 1992 تعريفاً شبه محدد لموجة الحر، بوصفها اندفاع كتل هوائية دافئة فوق اراضي واسعة يستمر تأثيرها عادة من بضعة أيام إلى عدة أسابيع (الموسوي،2013، ص277)، ويرى بعض الباحثين أن موجات الحر تتمثل في تلك المدد التي ترتفع خلالها درجة حرارة الهواء، مقترنة بانخفاض مؤشر الرطوبة النسبية إلى مستويات تؤدي إلى شعور غالبية السكان بالضيق الحراري (شرف،1980، ص126).

عرفت المدرسة الأمريكية، استناداً إلى معايير الجمعية الأمريكية للأرصاد الجوية، موجة الحر بأنها مدة زمنية تمتد لثلاثة أيام متتالية أو أكثر، تسجل خلالها درجات الحرارة العظمى (32°م) (90 ف) أو تتجاوز هذا الحد(ابوحسين،2000،ص7)، وأعطت الدنمارك تعريفاً لموجة الحر يتمثل بحدوث مدة زمنية لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية ، تسجل خلالها درجات الحرارة اليومية قيماً تفوق عن (28°م) لأكثر من (50%) في البلاد .

وتعرف موجة الحر في السويد بأنها حالة من التطرف الحراري تتمثل باستمرار تسجيل درجات حرارة يومية تزيد على (25°م) لمدة لا تقل عن خمسة أيام متتالية، تختلف مفاهيم تحديد موجات الحر باختلاف الخصائص المناخية للإقليم الواحد، ولا سيما في الولايات المتحدة الأمريكية. إذ تُعرف موجة الحر بصورة عامة بأنها مدة زمنية لا تقل عن يومين أو أكثر من الطقس شديد الحرارة، إلا أن هذا التعريف يختلف باختلاف الأقاليم، إذ في مناطق الشمال الشرقي تُعد موجة الحر حالة تستمر لثلاثة أيام متتالية أو أكثر، عندما تتجاوز درجة الحرارة (32,2°م). كما يختلف التحديد العددي لدرجة الحرارة أحياناً تبعاً لمستويات الرطوبة. وفي مناطق الجنوب الغربي من ولاية كاليفورنيا تُحدد موجة الحر على أنها عاصفة حرارية، وتُعد موجة حر طويلة الأمد عندما تصل درجة الحرارة إلى (37,8°م) لثلاثة أيام متتالية أو أكثر، وتغطي مساحة واسعة قد تمتد لعشرات الآلاف من الأميال المربعة. وتشير الدراسات إلى أن مفهوم موجة الحر في استراليا، وتحديداً في مدينة أديليد، بأنها استمرار ارتفاع درجة الحرارة لمدة خمسة أيام متتالية عند أو فوق (35°م)، أو

لمدة ثلاثة أيام متتالية عند أو فوق (40°م) (الزبيدي، ص1)، وأشار شحادة (1991) إلى وجود شرطين رئيسيين يتم على أساسهما التفريق بين التذبذبات اليومية لدرجة الحرارة وبين حالات موجات الحر:

1 . أن تستمر درجة الحرارة بالارتفاع ثلاثة أيام متواصلة على الأقل.

2. أن يصل الفرق بين معدل درجة الحرارة خلال أحد أيام الموجة والمعدل العام لدرجة الحرارة خلال ذلك الوقت من السنة إلى خمس درجات مئوية على الأقل (شحادة،1990، ص5).

يرى بعض الباحثين ضرورة اعتماد شرط ثالث في تعريف موجات الحر ، يتمثل في ألا تقل درجة الحرارة العظمى عن (32°م) ، وهو تصنيف مستند إلى التعريف الذي أقرته المنظمة العالمية للأرصاد الجوية .وينص على أن موجة الحر تُعرف بارتفاع درجة الحرارة اليومية العظمى عن معدلاتها العامة بمقدار لا يقل عن خمس درجات مئوية ، على أن يستمر هذا الارتفاع لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية .وأشارت دراسة أخرى إلى أن موجات الحر تُعرف بحدوث ارتفاع في درجة الحرارة العظمى يزيد على معدلها العام بأكثر من (4 درجات) مئوية ، ولمدة تتجاوز ثلاثة أيام متتالية (غانم،2010،ص88). ولذلك تُعرف موجة الحر بأنها سيادة أو اندفاع كتلة من الهواء الساخن على منطقة معينة، تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة العظمى بما لا يقل عن خمس درجات مئوية فوق معدلاتها العامة، على ألا تقل عن (32°م)، ويستمر هذا الارتفاع لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية (الموسوي، ص229)،وتظهر العلاقة بين حالة الطقس السطحية وحالة طبقات الجو العليا تأثيرا متبادلاً يسهم في تحديد نوع موجة الحر من حيث مدتها وشدتها. إذ يعد العنصران الرئيسيان لموجة الحر هما المدة الزمنية التي تستغرقها الموجة (Duration) ، وشدة الحرارة التي يمكن أن تصل إليها درجة الحرارة العظمى(Temperature intensity) (أبو حسين،2000،ص7) .

2-10-1موجة البرد: - " Cold Wave"

تصنف موجات البرد ضمن الظواهر الجوية المتطرفة التي تنجم عن الانخفاض الملحوظ في درجات حرارة الهواء، وغالباً ما تترافق مع نشاط الرياح الباردة، تؤثر في نطاقات مكانية واسعة، وتُبين البحوث المناخية أن مفهوم موجة البرد لا يخضع لتعريف واحد ثابت، إذ يختلف تحديدها من إقليم إلى آخر تبعا لتباين الخصائص المناخية السائدة، وهو ما أسهم في تعدد مفاهيم وتعريفات موجات البرد.

وعلى الرغم من عدم التوصل إلى تعريف علمي موحد ودقيق لها حتى الآن حيث توجد ملامح عامة متفق عليها لتعريف موجات البرد، كما ورد في التعريف الصادر عن خدمات الطقس الوطني الأمريكي. " U .S National Service Weather " إذ تُعرف موجة البرد " بأنها مدة زمنية من الطقس تتميز بانخفاض كبير أو سريع في درجات الحرارة ، بما يستدعي اتخاذ تدابير وقائية لحماية القطاعات الزراعية والصناعية والتجارية والأنشطة الاجتماعية المختلفة . ويُشار إلى أن المعايير الحرارية المعتمدة في تحديد موجات البرد، سواء من حيث قيمة درجة الحرارة أو مدة استمرارها، تختلف باختلاف الأقاليم المناخية وأوقات السنة " (الدزيي،2010، ص242)

تعرف موجة البرد بالاعتماد على مجموعة من المتغيرات المناخية، من أبرزها شدة الانخفاض في درجات الحرارة وحدته، وسرعة حدوث هذا الانخفاض، فضلاً عن القيم الحرارية الدنيا التي تُسجل أثناء الموجة، أو مقدار الانحراف في درجات الحرارة عن معدلاتها المناخية الاعتيادية خلال مدة حدوث موجة البرد، يمكن توصيف موجة البرد من خلال شدتها وقوتها، وذلك من خلال مقارنتها بالاضطرابات القطبية المصاحبة لها أو بالأنظمة الضغطية القطبية المرتفعة ، وتُعد موجة البرد ظاهرة أو حدثاً طقسياً واسع النطاق، يظهر على مدد متقطعة، وقد يستمر تأثيره لمدة تمتد من عدة أيام أو أكثر تبعاً لطبيعة الظروف الجوية السائدة.

تعرف موجة البرد كذلك " بأنها انخفاض سريع وملحوظ في درجات الحرارة " ويُحدد معيارها بحسب مقدار هذا الانخفاض والقيمة الدنيا التي تبلغها درجات الحرارة خلال مدة حدوثها، وتختلف عتبة هذا الانخفاض باختلاف الخصائص المناخية للإقليم الجغرافي، سواء كان ذا مناخ بارد أو معتدل أو حار، تعد موجات البرد من الظواهر المناخية المتطرفة، التي تنشأ نتيجة الانخفاض الحاد في درجات حرارة الهواء ، أو بفعل هبوب كتل هوائية باردة مصحوبة برياح تؤثر في مساحات جغرافية واسعة ولمدة زمنية متفاوتة(رزوقي،ص47)، يختلف معيار تحديد موجات البرد باختلاف دوائر العرض ، إذ لا يعد كل انخفاض في درجات الحرارة موجة برد في جميع الأقاليم المناخية . ففي العروض العليا، ولا سيما القطبية، يُعد انخفاض درجات الحرارة ظاهرة طبيعية ومألوفة، في أن العروض الدنيا قد تشهد انخفاضاً في درجات الحرارة دون معدلاتها المعتادة من غير أن تصل إلى درجة الصفر المئوي، ومع ذلك يمكن تسجيل حدوث موجة برد (الدزيي،2013، ص224).

ويؤكد المختصون أن تصنيف هذه الظاهرة المناخية كموجة برد يتطلب توافر مجموعة من الشروط والمعايير المحددة، المتعلقة بشدة الانخفاض الحراري ومدته واتساع نطاقه المكاني ومنها.

1.يجب أن تكون درجة الحرارة الصغرى لذلك اليوم أقل من المعدل الشهري للحرارة الصغرى ب (5 ° م) أو أكثر.

2.تستمر درجات الحرارة أقل من المعدل ب (5 ° م) لمدة ثلاثة أيام متوالية أو أكثر.

11-1 العوامل المؤثرة في موجات الحر والبرد

تختلف العوامل التي تسهم في تكوين مناخ العراق ‘فبعضها يمتلك تأثيرا كبيراً، بينما يكون تأثير البعض الآخر محدوداً أو يقتصر على أيام أو مواسم معينة فقط. وتنقسم هذه العوامل إلى قسمين، عوامل ثابتة تتعلق بالموقع الفلكي والجغرافي وبعد المنطقة أو قربها من المسطحات المائية والتضاريس، وعوامل اخرى متحركة ومتغيرة ترتبط بالدورة العامة للغلاف الجوي، مثل المنظومات الضغطية المختلفة والكتل والتيارات الهوائية والأمواج الهوائية العليا.

1-11-1-الموقع الجغرافي

يقع العراق شمال شرق الوطن العربي وجنوب غرب قارة آسيا ممتداً بين دائرتي عرض (29° – 37° شمالا) وخطي طول (38° – 48° شرقا) يمتد بلد العراق من الشمال إلى الجنوب بنحو 925 كم، أما عرضه الافقي من الشرق إلى الغرب يصل إلى حوالي 950 كم، وهذا يعني ان العراق قريب من اقصى امتداد افقي أو رأسي(العوايد،1999، ص97).

هذا الموقع الجغرافي جعل العراق منطقة انتقالية بين المناخ الصحراوي ومناخ البحر المتوسط، مما جعله يتصف باعتدال الامطار وتذبذب كمياتها واختلافها من منطقة لأخرى، حيث يعد مناخ العراق قاري يتصف بالجفاف وارتفاع درجات الحرارة صيفا وانخفاضها مع قلة الامطار شتاءاً .

ويلاحظ أن الشتاء في العراق يتميز بانخفاض درجات الحرارة وشدة البرودة أكثر مما هو متوقع في المناطق المدارية، وبالأخص في شمال العراق والمناطق المرتفعة، وتفسر هذه الظاهرة بتأثير الموقع الجغرافي وامتداد البلاد من الجنوب نحو الشمال، خصوصا خلال الفصل البارد، لذلك فان استمرار حدوث موجات البرد في مختلف مناطق البلاد يرتبط بشكل واضح بالموقع الجغرافي للعراق، وينعكس تأثير هذا الموقع على: –

أ – زاوية سقوط أشعة الشمس:

ان اختلاف زاوية سقوط أشعة الشمس يتحدد باختلاف دوائر العرض، إذ ترتفع قيمها في المناطق ذات العروض الدنيا مقارنة بالمناطق ذات العروض العليا، اما قرب خط الاستواء فتكون الأشعة أكثر عمودية ، ويتغير مقدار هذه الزاوية خلال اشهر السنة ، ففي نصف الكرة الشمالي تصبح الاشعة عمودية او شبه عمودية في اشهر الفصل الحار ، اما باقي اشهر الفصل البارد فتصل الاشعة بزاوية مائلة ، فتزداد المسافة التي تقطعها داخل الغلاف الجوي ، وبالتالي يضعف الاشعاع نتيجة ازدياد عمليات الامتصاص والانكسار والانعكاس والتشتت ، مما يقلل من كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الارض (شحادة،1983،ص80)، تتباين زوايا سقوط الاشعاع الشمسي بين المحطات المناخية في العراق خلال فصلي الصيف والشتاء. حيث وصلت في الفصل الحار تسجيل أعلى قيم لزوايا سقوط الاشعة الشمسية خلال شهر حزيران، اذ بلغت في محطة الموصل نحو (7. 67°)، وفي بغداد (7. 76°)، وفي البصرة (29. 82°). ويعود السبب في ذلك الى ان الشمس تكون أقرب ما يمكن الى النصف الشمالي من الكرة الارضية في هذا الشهر، ثم تبدأ بالابتعاد تدريجيا باتجاه النصف الجنوبي، لذلك تسجل المناطق الشمالية أعلى قيم لزوايا سقوط الاشعاع الشمسي خلال حزيران مقارنة بالمحطات الجنوبية.

أما في الفصل البارد، وتحديدا خلال شهر كانون الاول، ينخفض معدل زاوية سقوط الاشعاع الشمسي، حيث سجلت محطة الموصل (7. 41°)، وبغداد (42. 33°)، والبصرة (29. 36°)، ويعود هذا الانخفاض الى ابتعاد الشمس عن النصف الشمالي للأرض خلال هذه المدة ، مما يؤدي الى تناقص زوايا سقوط الاشعاع الشمسي على جميع المحطات، ويعد هذا التباين في زوايا الاشعاع الشمسي عاملا مؤثرا في اختلاف درجات الحرارة في العراق.

ب- صفاء السماء:

يسهم صفاء السماء في رفع شدة الاشعاع الشمسي الوارد، إذ تعد نسبة التغيم عاملا رئيسا في تحديد درجة الصفاء الجوي، وهي تختلف من منطقة الى اخرى داخل العراق ، مما ينعكس على تباين قيم الاشعاع الشمسي بين هذه المناطق ، حيث انها تزداد في المنطقة الشمالية وتقل في المنطقة الجنوبية وللظواهر الغبارية تأثير كبير بأنواعها من عواصف غبارية وغبار عالق وكذلك غبار متصاعد في صفاء السماء وتكون مختلفة بين محطات العراق ، اذ انها تتزايد في جهة الجنوب والوسط وتقل كلما اتجهنا شمالا وقد انعكس هذا التباين في صفاء السماء على اختلاف

ساعات السطوع الفعلية ، وقد سجلت اقل مدة لها في محطة الناصرية التي تمثل اكثر المحطات بتكرار العواصف الغبارية.

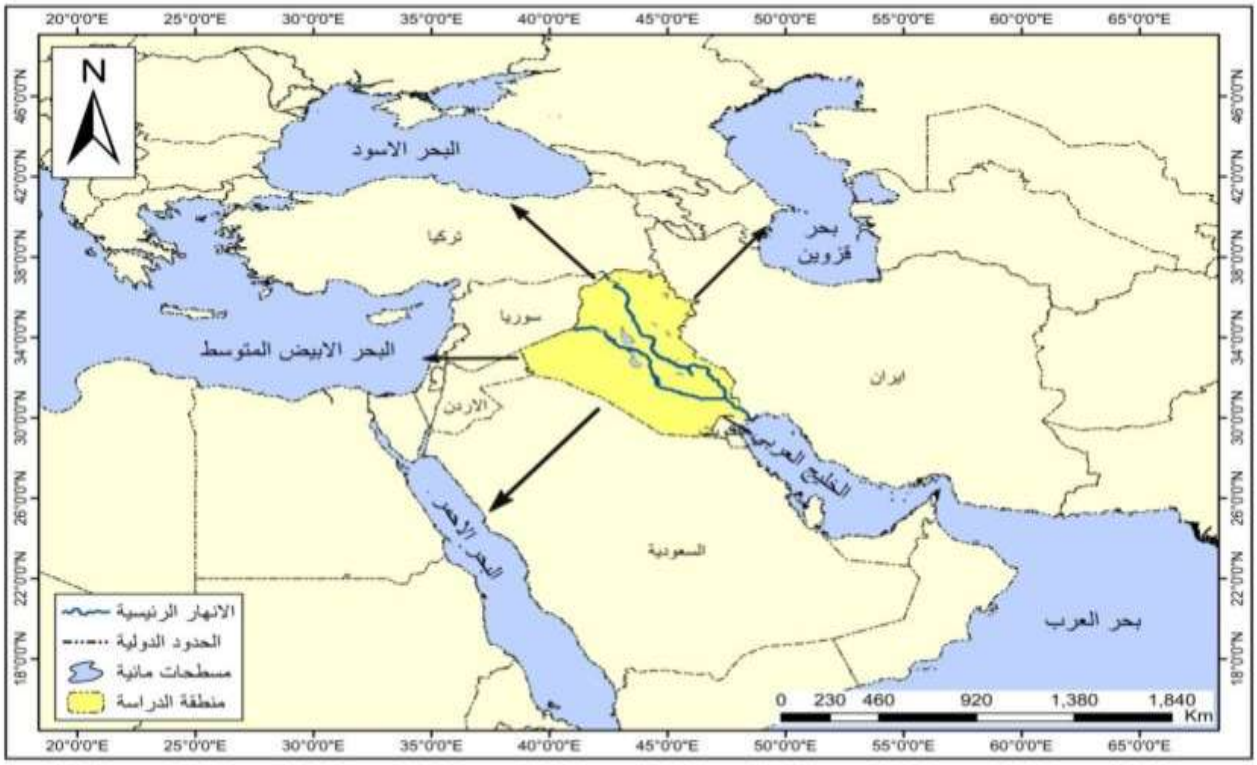
1-11-2-الموقع بالنسبة الى المسطحات المائية

يقع العراق بين خمسة مسطحات مائية قريبة منه، وهي البحر المتوسط، والبحر الاسود، وبحر قزوين، والخليج العربي، والبحر الاحمر (الدزيي،2013، ص94)، كما موضحاً في خريطة (2) وتتباين درجة تأثير هذه المسطحات في مناخ العراق من منطقة إلى أخرى تبعاً لجملة من العوامل، من أبرزها وجود الحواجز الجبلية التي تعيق وصول المؤثرات المناخية البحرية بشكل مباشر إلى داخل البلاد ، حيث نجد في حالة البحر الأسود وبحر قزوين (الباقي،2001،ص65) ، تفصل بينهما وبين العراق سلاسل جبلية وهضاب مرتفعة ، إذ يفصل البحر الأسود عن العراق كل من جبال طوروس وهضبة الأناضول ، في حين تفصل جبال زاكروس وهضبة إيران بحر قزوين عن منطقة الدراسة . أما البحر الأحمر ، رغم صغر مساحته وقلة عرضه ، يسهم في التأثير على مناخ العراق من خلال تغذية منخفض السودان بكميات من الرطوبة عند تحركه باتجاه المنطقة و اندماجه مع المنخفضات المتوسطية (الكناني ،2005،ص14)، في المقابل يتمتع كل من الخليج العربي والبحر المتوسط بتأثيرات مباشرة ومهمة في مناخ منطقة الدراسة (السبهاني ،2002،ص25)، إذ يعد الخليج العربي مصدراً رئيساً لتزويد جنوب العراق بالرطوبة ، ويعزز هذا الدور موقعه الجغرافي واتصاله المباشر بالمنطقة ، فضلاً عن توافر الظروف الديناميكية المساعدة على انتقال الكتل الهوائية الرطبة نحوها .

يعُد البحر المتوسط منطقة التقاء للكتل الهوائية ومصدراً رئيساً لتزويد منطقة الدراسة بالمنخفضات الجوية الجبهوية، إذ تنشط المنخفضات الجوية خلال أشهر الشتاء وتعبر من البحر المتوسط باتجاه المنطقة عبر جبال لبنان، وفي بعض الأحيان يتزامن ذلك مع تدفق هواء دافئ قادم من الخليج العربي، مما يؤدي إلى تشكل مدد من الغيوم وهطول الأمطار، وقد يمتد تأثير هذه المنظومات شمالاً ليصل إلى مدينة الموصل ، ولولا وجود الممرات الجبلية في جبال لبنان التي تسمح بمرور الرياح الغربية المحملة بالرطوبة، لكانت كميات الأمطار في العراق أقل مما هي عليه في الوقت الحاضر.

خريطة (2)

موقع العراق بالنسبة للبحار والمسطحات المائية



المصدر/ الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج GIS Arc map.

3-11-1 التضاريس

تعد التضاريس من الضوابط التي لها تأثير واضح في التباين المكاني لعناصر المناخ، وقد يتوافق التوزيع لذلك التباين بحسب طبيعة السطح، أن التباين في الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر له دوراً هاماً في التأثير على درجة حرارة الهواء، حيث تختلف درجات الحرارة في المناطق المرتفعة عن تلك الموجودة في المناطق المنخفضة، حتى وإن كانت تقع على نفس دوائر العرض. ويرجع ذلك إلى ظاهرة انخفاض درجة حرارة الهواء الجاف بمعدل (10) م° لكل ارتفاع قدره (1000) م. وينخفض معدل درجة حرارة الهواء الرطب بمقدار (6) م° لكل (1000) م ارتفاعاً، ويعزى ذلك إلى عملية التبريد الذاتي التي يخضع لها الهواء اثناء صعوده إلى الأعلى فضلاً عن ذلك، يؤثر شكل التضاريس كثيراً على اتجاه الرياح وانحرافها، مما يسهم في تعديل نمط توزيع درجات الحرارة في المنطقة.

تتـأثر أنمـاط الضـغط الجـوي وهطـول الأمطـار بشـكل جـوهري بالخصـائص الطبوغرافيـة للمنطقة. حيث يُلاحظ وجود علاقة عكسية بين الارتفاع عن مستوى سطح البحر وقيمة الضغط الجوي، ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى نقصان طول عمود الهواء وكتلته فوق النقطة المقاسة. أما في ما يتعلق بالهطول، فإن التباين الطبوغرافي يلعب دوراً محورياً في توزيع الأمطار، من خلال آليتي الرفع التضاريسي (Orographic Lift) وظل المطر (Rain Shadow) . حيث تؤدي السلاسل الجبلية إلى إجبار الكتل الهوائية الرطبة على الصعود، مما يتسبب في تبريدها تكاثفياً وهطول أمطار غزيرة على المنحدرات المعاكسة (Leeward Slopes) مما يؤدي إلى تدفئتها وجفافها ، مشكلة مناطق ظل المطر ذات الهطول الأقل . وبالتالي لا يقتصر أثر التضاريس على تغيير الخصائص البارومترية فحسب، بل يشكل عاملاً حاسماً في التباين المكاني للهطول، ومن خلال ذلك نرى أن المناطق الجبلية تختلف مناخياً عن نظيرتها السهلية والهضبية (إسماعيل،1994، ص108)

1-11 -4-1- العوامل المتحركة (الديناميكية)

تتسم العوامل المناخية بالحركة والتغير المستمر، وترتبط بالدورة العامة للغلاف الجوي، إذ تتـأثر بالحركـة الظاهريـة للشمس بـين مـداري الجـدي والسـرطان، الأمـر الـذي يـؤدي إلـى إزاحـة المنظومات الضغطية شمالاً وجنوباً عن خط الاستواء. ويتباين تأثير هذه العوامل زمانياً ومكانياً، مما يجعلها ذات طبيعة ديناميكية، حيث يختلف أثرها من فصل إلى آخر ومن سنة إلى أخرى (الموسوي،2013، ص53) ، وتتجلى هذه العوامل بـ :

1-11-4-2- المرتفعات الجوية

يتأثر العراق بالمرتفعات الجوية خلال أشهر محددة من السنة، ولاسيما في الأشهر الباردة، في حين يضعف تأثيرها أو يكاد ينعدم خلال الأشهر الحارة. ويُعزى ذلك إلى أن الارتفاع الكبير في درجات الحرارة خلال فصل الصيف يؤدي إلى زيادة اضطراب الهواء وعدم استقراره، وهي ظروف لا تتلائم مع خصائص الاستقرار الجوي التي تتميز بها المرتفعات الجوية. لذلك تميل هذه المرتفعات إلى التواجد بشكل أكبر خلال الفصل البارد، حيث تسود حالات الاستقرار الجوي (الدزيي،2013، ص118)، ويمكن توضيح هذه المرتفعات الجوية المؤثرة في مناخ منطقة الدراسة على النحو الآتي: -

أ . المرتفع الجوي السيبيري

يتزامن حلول فصل الشتاء في النصف الشمالي من الكرة الأرضية مع انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة، نتيجة امتداد المرتفع السيبيري باتجاه الجنوب واستقراره فوق هضبتي أرمينيا والأناضول وشمال العراق (شحادة، ص36)، ويقع العراق تحت تأثير امتداد المرتفع الجوي السيبيري (الرئيس) من الجهتين الشرقية والشمالية الشرقية عبر غرب إيران، ومن الجهة الشمالية عبر هضبة الأناضول.

ويؤثر هذا المرتفع في منطقة الدراسة خلال معظم فصول السنة باستثناء فصل الصيف، إذ يبدأ ظهوره عادة في فصل الخريف خلال المدة الممتدة من شهر تشرين الأول ويستمر حتى شهر آيار. ويرتبط هذا النوع من المرتفعات بكتلة هوائية قطبية باردة (cP) مصدرها سهول سيبيريا ، وبسبب المسافات الطويلة التي تقطعها هذه الكتلة ومرورها فوق مساحات واسعة من اليابس ، تتعدل خصائصها الحرارية عند وصولها إلى العراق .

ويزداد هذا التعديل نتيجة تعرضها لظاهرة الفوهين المناخية التي تسهم في رفع درجات حرارتها نسبياً، إلا أنها تبقى منخفضة بشكل واضح مقارنة بدرجات الحرارة المسجلة قبل وصول المرتفع، وعند دخول المرتفع السيبيري منطقة الدراسة من الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية، يؤدي ذلك إلى حدوث وتكرار موجات البرد ويرافقها أحياناً تساقط الأمطار بسبب تشكل جبهة هوائية باردة في مقدمة المرتفع التي تكون ضمن المنخفضات الجبهوية المسؤولة عن أمطار منطقة الدراسة (الدزيي،2010، ص24).

ب . المرتفع الجوي الأوربي

يُعد هذا المرتفع من المرتفعات الجوية الحرارية الباردة ذات التأثير الموسمي، إذ يقتصر تكراره على فصل الشتاء من السنة، ويتشكل عادة فوق جبال الألب المغطاة بالثلوج، وفوق هضبتي أرمينيا والأناضول، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة ويسهم في شيوع هذا النوع من المرتفعات الجوية، ويتمركز هذا المرتفع الجوي في وسط قارة أوربا ضمن نطاق العروض المعتدلة، حيث يغطي مساحات واسعة من القارة، إذ قد يصل امتداد المناطق التي يشملها إلى نحو (2000) كم^2، ممتداً من جنوب القارة نحو أجزائها الوسطى والشمالية، يسير هذا المرتفع من فرنسا حتى يصل إلى انكلترا شمالاً حتى يصل شرق البحر المتوسط، يتصف هذا المرتفع ببطء حركته واستقراره لعدة أيام ، ثم يبدأ بالاضمحلال التدريجي ، ولذلك يُعرف بالمرتفع الجوي المؤقت . ويتميز هذا المرتفع باتساع امتداده السطحي ليشمل مساحات واسعة من منطقة الشرق الأوسط،

ممتداً أحياناً إلى شبه الجزيرة العربية وجنوبها، وفي بعض الحالات يتكون مرتفع جوي ثانوي منفصل عن جسم المرتفع الرئيس يتمركز فوق البحر العربي، كما قد يحدث اندماج بين المرتفع الجوي الأوربي والمرتفع السيبيري أو شبه المداري، الأمر الذي يجعل من الصعب التمييز أو الفصل بينهما إلا من خلال قيم الضغط الجوي، وغالباً ما يحدث هذا الاندماج عند امتداد المرتفع السيبيري غرباً، إذ يؤدي هذا التداخل إلى سحب الكتل الهوائية القطبية الباردة باتجاه منطقة الدراسة (الربيعي،2001، ص55).

ج ـ المرتفع شبه المداري

يُطلق على هذه المنظومة أيضاً المنظومة المولدة للصحاري، وذلك نتيجة لجفاف كتلها الهوائية المدارية القارية (cT) المتأثرة بالتيارات الهوائية الهابطة داخلها . وتعد هذه المنظومة مرتفعاً حرارياً (دافئ) ينشأ عن هبوط الهواء الاستوائي العلوي باتجاه سطح الأرض ضمن نطاق دائري يمتد بين دائرتي عرض (30 . 40) درجة شمالاً، ولا سيما على الطرف الهابط لخلية هادلي(الدزيي،2013، ص28)، ويؤثر المرتفع شبه المداري في منطقة الدراسة على مدار أشهر السنة ، إذ يدخل غالباً من الجهتين الغربية والشمالية الغربية ، مع تباين تأثيره من شهر إلى آخر تبعاً للظروف الجوية التي تسهم في نشأته وحركته . ويسهم هذا المرتفع في تشكل ظاهرة الضباب خلال فصل الشتاء، فضلاً عن تصاعد الغبار الناتج عن حركة التيارات الهوائية الهابطة المرافقة له، مما يؤدي إلى إثارة الأتربة (الربيعي،2001، ص84)، أما خلال فصل الصيف، يتركز المرتفع عند المستوى الضغطي (500) ملبيار ، حيث يعمل على منع صعود الهواء الرطب القادم من المنخفض الهندي ، وبالتالي يحد من عمليات التكاثف ، الأمر الذي يؤدي إلى انعدام أو ضعف تساقط الأمطار الصيفية على الرغم من توافر الرطوبة الجوية . غير أن الأمطار قد تهطل في حال اختراق حالات عدم الاستقرار الجوي، مثل الأخاديد أو المنخفضات القطعية، التي تساعد على تكاثف الرطوبة وسقوط الأمطار، ولا سيما في المحطات الشمالية من منطقة الدراسة، التي تعد أكثر المحطات تأثراً بالأمطار الصيفية نتيجة موقعها الجغرافي القريب من امتدادات الكتل الهوائية القطبية العليا، فضلاً عن تأثرها بالمنخفضات الجوية الجبهوية القادمة من البحر المتوسط ولا سيما خلال أواخر فصل الربيع الأمر الذي يهيئ توافر الرطوبة اللازمة لحدوث الأمطار الصيفية (الدزيي،2007، ص573).

د . مرتفع الجزيرة العربية

يُلاحظ على خرائط الطقس تمركز مرتفع جوي فوق شبه الجزيرة العربية أحد المرتفعات الجوية القارية الدائمة ، إذ يمتد ليغطي مساحات واسعة تشمل منطقة الخليج العربي، والأجزاء الوسطى والجنوبية من المملكة العربية السعودية، وقد تصل امتداداته أحياناً إلى اليمن، وعند خضوع العراق لتأثير هذا المرتفع، فإنه يغطي كامل مساحته (الربيعي،2001، ص68)، ينشط هذا المرتفع خلال فصلي الانتقال، ولا سيما في الحالات التي تشهد ضعفاً في المنظومات الضغطية الأخرى، خاصة المنخفضات الجوية المتقدمة من الشمال. وبسبب طبيعته الضحلة، فإنه لا يمتلك القدرة على إزاحة المنخفضات الجوية العميقة، إذ يكون تأثيره محدوداً ومؤقتاً، وفي حال وصول تلك المنخفضات فإنها تدفعه نحو الجنوب، فضلاً عن ذلك، فإن تكرار تأثير المرتفعين السيبيري والأوربي يقلل من فرص تغلغل هذا المرتفع وسيطرته على العراق، ويأخذ هذا النظام الجوي امتداداً طولياً بمحاذاة شرق شبه الجزيرة العربية ، إذ تسهم مقدمة المنخفض السوداني في دفعه شرقاً ، كما يؤدي امتداده باتجاه الشرق إلى دفع المنخفض الجوي المتشكل فوق إيران نحو الشمال ، الأمر الذي يفضي إلى نشوء تدرج ضغطي واضح ينعكس في زيادة سرعة الرياح(القاضي، 2001، ص114).

1-11-4-3- المنخفضات الجوية

يُعرف المنخفض الجوي بأنه منطقة مغلقة تحيط بها خطوط ضغط متساوية (خطوط الآيزوبار) ، تكون فيها قيمة الضغط الجوي أدنى ما يمكن عند المركز ، وتزداد تدريجياً كلما ابتعدنا عنه . وتتحرك الرياح حول مركز المنخفض الجوي بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وباتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي . ويعد المنخفض الجوي من أهم العوامل الديناميكية المؤثرة في حالة الطقس، إذ يسهم بدرجة كبيرة في حدوث التقلبات الجوية المصحوبة بشدة وعدم الاستقرار عند نشأته فوق أي منطقة من سطح الأرض . ولهذا حظيت المنخفضات الجوية باهتمام واسع من قبل علماء الأرصاد الجوية، حيث تُتابع حركتها بصورة مستمرة ، وتُعد لها الخرائط الجوية بهدف دراسة سلوكها وتتبع التغيرات التي تطرأ عليها ، لما لها من تأثيرات محتملة في مختلف مظاهر الحياة الإنسانية (الاسدي،2021،ص146)

1-11-4-3-1 المنخفضات الحرارية المؤثرة في مناخ العراق

تعد المنخفضات الحرارية أنظمة ضغط جوي منخفض شبه ثابتة وغير جبهوية ، تنشأ نتيجة التسخين الشديد لسطح الأرض خلال فصل الصيف ، سواء فوق القارات أم فوق المسطحات

المائية . ونظراً لارتفاع شدة التسخين على اليابسة مقارنة بالبحار والمحيطات ، فإن المنخفضات الحرارية المتكونة فوق اليابسة تكون أعمق من نظيراتها المتشكلة فوق المسطحات المائية . ومن أبرز خصائص هذه المنخفضات ثباتها النسبي فوق السطوح الدافئة ، وضعف دورانها ، واتساع نطاق تأثيرها المكاني . كما يتكون المنخفض الحراري من كتلة هوائية دافئة ، ويظهر أساساً في المناطق الاستوائية والمدارية على حد سواء ، في حين يندر أو ينعدم تشكله في العروض الباردة والقطبية (الدزيي،2014،ص154).

أ . المنخفض الموسمي الهندي

يعد المنخفض الموسمي الهندي من أكثر المنخفضات تأثيراً على منطقة الدراسة من حيث مدة بقائه وتكرار حدوثه ، إذ يمتد تأثيره لمدة تقارب ثمانية أشهر سنويا ، من شهر آذار وحتى نهاية شهر تشرين الأول . ويُصنف هذا المنخفض ضمن المنخفضات الحرارية الموسمية ، حيث يفرض سيطرته شبه التامة على منطقة الدراسة خلال أشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) ، مانعاً تقدم أي منظومات ضغطية أخرى نحو المنطقة بصورة كاملة من الشمال إلى الجنوب ، في حين يتناوب تأثيره مع منظومات جوية أخرى خلال بقية الفصول الأنتقالية (الربيع والخريف) بمناخ العراق(القاضي،2006،ص47)، ينشأ هذا المنخفض بسبب التسخين الحراري وارتفاع درجة حرارة اليابس ، وبصورة خاصة فوق شمال غرب الهند ، ثم يمتد غرباً ليشمل إيران وشبه الجزيرة العربية ، وصولاً إلى العراق وبلاد الشام ، وقد يصل تأثيره إلى سواحل البحر المتوسط . ويسهم هذا الامتداد في إحداث تغيرات ملحوظة في عناصر المناخ ، ولا سيما درجات الحرارة ، وقيم الضغط الجوي ، والرطوبة النسبية ، فضلاً عن سرعة الرياح واتجاهها في منطقة الدراسة . ويرافق هذا المنخفض اندفاع كتلة هوائية مدارية قارية تتسم بخصائص مناخية قاسية ، أبرزها شدة الحرارة والجفاف(الفهداوي،2017،ص37).

ب . المنخفض السوداني

تعد المنخفضات الحرارية جزءاً من نطاق ضغط خط الاستواء الحراري ، إذ تنشأ أساساً في وسط القارة الأفريقية وتتركز مراكزها في الأراضي السودانية وتمتد لتشمل أجزاءً من البحر الأحمر والمملكة العربية السعودية(خليل،ص46) ، ويتكون هذا النوع من المنخفضات نتيجة إلتقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية المدارية الجافة ،القادمة من الصحراء الكبرى والتي تتصف بارتفاع درجات حرارتها وشدة جفافها ، مع الرياح التجارية الجنوبية الشرقية القادمة من منطقة الضغط

المرتفع شبه المداري جنوب القارة الإفريقية . وتمتاز هذه الرياح الأخيرة بارتفاع حرارتها وارتفاع محتواها الرطوبي نتيجة مرورها فوق مسطحات مائية واسعة تشمل الجزء الغربي من المحيط الهندي والجزء الجنوبي الشرقي من المحيط الأطلسي ، مما يؤدي إلى نشوء مناطق ضغط منخفض ذات طاقة حركية عالية عند اكتسابها الرطوبة ، خاصة من بحيرات الهضبة الأثيوبية والغطاء النباتي المداري الكثيف. وتتميز هذه المنخفضات بكثرة التذبذب والحركة. كما تتصف بثبات نسبي في مواقع مراكزها ، إذ غالباً ما تبقى شبه مستقرة خلال أشهر الشتاء ، في حين تؤدي امتداداتها أو الأجزاء المنفصلة عنها إلى التأثير في المناطق المجاورة. وتتعدد التسميات التي أطلقت على المنخفض الجوي السوداني في الأدبيات المناخية ، إذ يطلق عليه بعض الباحثين أسم المنخفض الجوي الأثيوبي أو منخفض الحبشة الجوي ، في حين يطلق عليه آخرون أسم أخدود منخفض البحر الأحمر .

ج . منخفض شبه الجزيرة العربية

يعد هذا المنخفض الجوي أحد فروع المنخفض الهندي الموسمي ، إذ يتكون خلال فصل الصيف الحار فوق شبه الجزيرة العربية التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة . ويعود ذلك إلى محدودية قدرة المنخفض الهندي الموسمي السطحي على التوغل شمالاً نتيجة العوائق التضاريسية المتمثلة بالسلاسل الجبلية الواقعة غرباً ، مما يؤدي إلى بدء امتداداته من الجنوب الغربي ، لتقع ضمن نطاق امتدادات المنخفض الرئيس في معظم تكراراته . يبدأ تشكل هذا المنخفض عادةُ خلال شهر نيسان ، حيث يفرض سيطرته على أجواء شبه الجزيرة العربية خلال هذا الشهر ، قبل أن يكتمل وصول المنخفض الهندي الرئيس في شهر حزيران . وخلال هذه المرحلة يمتد المنخفض على هيئة لسان طولي باتجاه الشمال ، مؤثراً في مناطق وسط وجنوب العراق ، ويظهر غالباً على شكل امتداد سطحي ضيق . ويُعزى عدم اتساع امتداداته إلى ضعف قدرته على إزاحة الهواء المداري المرتبط بالمرتفع شبه المداري ، الذي يحول دون توغله باتجاه الغرب ، ولا يسمح بذلك إلا في حالات جوية محددة تترافق مع تراجع أو انسحاب المرتفع شبه المداري في حال ضعف امتدادات مركز المرتفع الأزوري ، يمتد المنخفض المداري ليشمل شبه الجزيرة العربية على هيئة نطاق عرضي ضيق ، يبدأ من أقصى جنوب شبه الجزيرة العربية ويتجه شمالاً ليصل إلى أقصى امتداد له فوق جنوب مصر وشمال شرق السودان . وقد ينفصل جزء من هذا المنخفض أحياناً ليتمركز مؤقتاً فوق جنوب البحر الأحمر ويستمر هذا الأمتداد عادة خلال شهر تشرين الأول ، ولا

سيما عند انحسار المنخفض الهندي . كما قد يتوغل هذا المنخفض نحو العراق عبر الصحراء العربية وصحراء بلاد الشام ، ويتفاعل أحياناً خلال فصلي الانتقال مع منخفضات البحر المتوسط ، مما يؤدي إلى تشكل نظام منخفض معقد يؤثر في منطقة الخليج العربي لعدة أيام . ولا يحدث هذا النمط إلا عندما يسبق منخفض البحر المتوسط عبوره فوق منطقة الخليج العربي بيوم أو يومين ، مترافقاً مع تحول اتجاه الرياح السطحية من شمالية غربية إلى جنوبية شرقية

د . المنخفض الايسلندي

يعد هذا المنخفض منخفضاً جوياً حرارياً دائماً، ويُصنف ضمن المنخفضات الثانوية المؤثرة في مناخ العراق . ينشأ ضمن نطاق الضغط شبه القطبي ، ويتمركز غالباً فوق جزيرة آيسلندا والحافة الجنوبية من غرينلاند ، مع اتساع نطاقه خلال فصل الشتاء ، حيث يبلغ الانخفاض الجوي ذروته من حيث الشدة والعمق والامتداد خلال هذا الفصل(موسى،1990،ص222)، كما يتصل هذا المنخفض بالمنخفض الأوشي الدائم ، مشكلاً نطاقاً واسعاً من الضغط المنخفض يمتد تأثيره ليشمل أجزاءً من شمالي أوربا وآسيا ، فضلاً عن الأجزاء الشمالية الغربية من قارة أمريكا الشمالية . وتصل امتدادات هذا المنخفض إلى العراق بوصفه منخفضاً عميقاً ، ولا سيما خلال الفصل البارد وفصلي الانتقال . ويدخل العراق عبر مسارين رئيسين المسار الشمالي والمسار الشمالي الغربي ، إذ يصل عبر المسار الأول مدفوعاً بالمرتفع الجوي الأوربي المتمركز فوق وسط أوربا ، ليؤثر في العراق من الجهة الشمالية الشرقية عبر الأراضي التركية . أما المسار الثاني ، فيمر شرق البحر المتوسط باتجاه سوريا ثم لبنان ، قبل أن يتوغل إلى العراق من جهته الشمالية الغربية.

هـ . منخفضات بحار جنوب غرب آسيا (بحر قزوين والبحر الأسود)

تتكون المنخفضات الحرارية فوق منطقتي بحر قزوين والبحر الأسود ، وتُعد من المنخفضات الضحلة ذات التأثير السطحي المحدود ، إذ لا يتجاوز تأثيرها الطبقات السفلى من الغلاف الجوي ، غير أنها قد تتعمق عند اقترانها بمرور المنخفضات الجوية . ويبرز تأثير هذه المنخفضات خلال فصلي الانتقال ، بينما يكون نشاطها محدوداً خلال فصل الشتاء ، ويُعزى ذلك إلى سيادة المرتفع السيبيري خلال مدة نشاطها ، إذ يعمل هذا المرتفع على منع توغلها جنوباً ، كما يُشكل حاجزاً مرتفعاً سطحياً عندما يمتد على مساحات واسعة من القارة الأوربية ويتصل بالمرتفع الأوربي . وعند اندفاع هذه المنخفضات فوق أجواء العراق ، فإنها تسيطر على مساحات واسعة تمتد من شماله الشرقي حتى جنوبه الغربي .

و . المنخفض شبه المداري

يتشكل هذا المنخفض فوق الأقاليم الصحراوية لشمال أفريقيا نتيجة لشدة التسخين السطحي ، ويظهر تأثيره في بعض تكراراته خلال فصلي الصيف والربيع . ويتخذ مساراً قارياً عند امتداده نحو العراق ، إذ يبدأ من الصحراء الكبرى ، مروراً بجنوب مصر ، ثم البحر الأحمر ، وصولاً إلى شمال المملكة العربية السعودية فالأردن ، ليصل بعد ذلك إلى العراق . ويسهم هذا الامتداد في التأثير على الخصائص المناخية للعراق ، ولا سيما عند امتداده من الجهتين الغربية والجنوبية الغربية (الحسيناوي،2008،ص34).

1--4-3-2 المنخفضات الجبهوية المؤثرة في مناخ العراق

أ . المنخفض المتوسطي

يُعد هذا المنخفض أحد المنخفضات الجوية التي تصل إلى الحوض الشرقي للبحر المتوسط ، إذ يُقدر عددها سنوياً بنحو (22 . 24) منخفضاً . ويُعد خليج جنوة من أهم مناطق نشوء هذا النوع من المنخفضات . وتظهر مسارات المنخفضات المتوسطية درجة من الانتظام النسبي ، ويُعزى ذلك إلى تحول البحر المتوسط خلال فصل الشتاء إلى منطقة رئيسة لنشاط المنخفضات الجوية ، نتيجة إحاطته بمراكز الضغط المرتفع من جهة الشمال والجنوب في قارة أوروبا وشمال أفريقيا . وبعد وصول هذه المنخفضات الجوية إلى الأجزاء الشرقية من البحر المتوسط وشمال أفريقيا ، تتركز غالبية هذه المنخفضات في بعض الأحيان فوق جزيرة قبرص أو بالقرب منها ، ثم تواصل تحركها باتجاه الشرق . ويسلك هذا المنخفض عند تحركه شرقاً ثلاثة مسارات رئيسة(شنيشل،2010،ص40) هي:

أولاً : المسار الشمالي الشرقي

يتجه هذا المسار نحو بحر إيجه والبحر الأسود ، ويكون تأثيره مقتصراً على الأجزاء الشمالية من العراق ، إذ يسلك هذا المسار سنوياً ما بين (10 . 11) منخفضاً جوياً .

ثانياً : المسار الشرقي

يتحرك المنخفض عبر الأراضي السورية وشمال الأردن ، ثم يصل إلى شمال ووسط العراق ، ويبلغ عدد المنخفضات التي تسلك هذا المسار نحو (11) منخفضاً جوياً سنوياً .

ثالثاً : المسار الجنوبي الشرقي

يتجه هذا المسار نحو فلسطين وجنوب الأردن ، مروراً بالأجزاء الوسطى والجنوبية من العراق ، ويُعد الأقل تكراراً ، إذ يتراوح عدد المنخفضات التي تسلكه بين (1 . 2) منخفض سنوياً .

ويبدأ تكرار ظهور هذه المنخفضات فوق منطقة الدراسة اعتباراً من شهر تشرين الأول ويستمر حتى شهر آيار ، أي من منتصف فصل الخريف وحتى آواخر فصل الربيع. وتُعد المنخفضات الجبهية المتوسطية المنظومة الرئيسة المسيطرة على طقس منطقة الدراسة خلال الفصل البارد ، والمسؤولة عن معظم كميات الأمطار الساقطة فيها.

ب . المُنخفض المندمج

ينشأ المنخفض المندمج نتيجة إندماج منخفض السودان مع أحد المنخفضات المتوسطة ، ويحدث هذا الاندماج عندما يتحرك منخفض السودان شمالاً فوق البحر الأحمر حتى يصل إلى المنطقة الشمالية الشرقية منه . ويتزامن وصوله مع تمركز منخفض البحر المتوسط واتجاهه نحو الشرق أو الجنوب الشرقي ، الأمر الذي يؤدي إلى سحب منخفض السودان باتجاهه ، وبالتالي حدوث عملية الاندماج بين النظامين . ويُعد المنخفض المندمج أكثر شدة وتأثيراً في مناخ منطقة الدراسة ، إذ يسهم بصورة واضحة في زيادة كميات الأمطار الساقطة وبغزارة ملحوظة مقارنة بتأثير كل من المنخفضين بشكل منفرد ، ويعود ذلك إلى خصائص الكتلة الهوائية للمنخفض المندمج ، ولا سيما درجة حرارتها ، التي تلعب دوراً أساسياً في تحديد كميات الأمطار المتساقطة(الرحمن،2013،ص93).

3 . الكتل الهوائية

تُعرف الكتل الهوائية بأنها موائع باروتروبيكية ، أي تتسم بتجانس الضغط ودرجة الحرارة أفقياً وعمودياً ، فضلاً عن تجانس خصائصها الحرارية والرطوبية . ولا تتقاطع أسطح تساوي الضغط مع أسطح تساوي درجة الحرارة ، مما يعني أن حقل الكثافة (الذي يُعبر عنه بدرجة الحرارة) يعد تمثيلاً لحقل الضغط كما أن سرعة الرياح الجيوستروفية تبقى ثابتة مع الارتفاع . وتكون حدود الكتل الهوائية هجينة وباروكلينيكية في مقطع رأسي ، إذ يتقاطع سطح تساوي الضغط مع سطح تساوي درجة الحرارة . ويمكن أعتبار الكتلة الهوائية متجانسة مكانياً عندما تكون قيمة الانحراف المعياري لدرجة حرارة الهواء أقل من (1.2)°م ، إذ إن التباين الأفقي في درجة حرارة الكتلة

الهوائية ضمن أي جزء من أجزائها لا يتجاوز (1.2°م) (السامرائي،2020،ص214)، ومن أهم الكتل الهوائية المؤثرة في منطقة الدراسة :

أ . الكتلة الهوائية المدارية القارية Continental Tropical Air Mass

تُعد هذه الكتلة الهوائية من الكتل الحارة الجافة إذ تنشأ فوق اليابس المداري في نطاقات الضغط الجوي المرتفع الدائم ، وتتكون فوق الصحاري المدارية الكبرى مثل الصحراء الكبرى وشبه الجزيرة العربية وأستراليا ، ويضعف تأثير هذا النوع من الكتل الهوائية خلال فصل الشتاء ويرمز لها بالرمز cT (السامرائي،2008،ص279)، وتؤثر هذه الكتلة في منطقة الدراسة خلال فصلي الشتاء والصيف ، ففي فصل الشتاء يكون تأثيرها غير مباشر من خلال امتدادات المرتفع شبه المداري ، فضلاً عن مرورها فوق منخفضات البحر المتوسط ، إذ تفقد جزءاً من رطوبتها وتتحول إلى كتلة هوائية مدارية قارية . وتدخل هذه الكتلة إلى العراق من جهتي الغرب والجنوب الغربي ، مما يسهم في ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف فتكون لهذه الكتلة السيطرة العامة على المنطقة ، وغالباً ما تترافق مع المنخفض الهندي الموسمي الذي يفقد رطوبته نتيجة المسافات الطويلة التي يقطعها ، أو نتيجة قدومه من شبه الجزيرة العربية والصحراء الأفريقية الكبرى (شنيشل،2015،ص17) ، حيث تسود ظروف الجفاف الشديد .

ب . الكتلة الهوائية القطبية القارية (cP) Continental Polar air masses

تعد هذه الكتل الهوائية من الأنواع التي تتكون فوق الأجزاء القارية في العروض القطبية ولا سيما شمالي سيبيريا (شحادة،1983، ص216) ، ويُعد المرتفع السيبيري المصدر الرئيس لنشأتها . تبدأ هذه الكتلة بالظهور فوق منطقة الدراسة خلال فصل الخريف ، إذ تتقدم تدريجياً ابتداءً من أواخر شهر تشرين الأول ، وتستمر تأثيراتها حتى نهاية شهر آيار ولكن بنسب ضئيلة جداً ، وقد يمتد وجودها أحياناً إلى أوائل شهر حزيران (كاظم، 1991،ص171). تصل الكتلة الهوائية إلى منطقة الدراسة من الاتجاه الشرقي عبر السهل الطوراني والجزء الجنوبي من بحر قزوين ، مروراً بسلسلتي البرز وزاغروس (صالح، 2000،ص17)، حيث تتعرض خلال عبورها لهاتين السلسلتين لظاهرة الفوهين ثم تهبط باتجاه وادي الرافدين (الاسدي ، 2021ص9). كما تؤثر الكتل القادمة من الاتجاه الشمالي الغربي من غرب روسيا وشرق أوربا إذ تعبر جزءاً من الكتلة الشمالية من المحيط الأطلسي فتكتسب خصائص بحرية معتدلة ، لتصبح كتلة قطبية بحرية ، وتكون الجبهة الباردة ضمن منظومة منخفضات البحر المتوسط .

وتتسم الكتلة القطبية القارية بشدة الجفاف والإنخفاض الكبير في درجات الحرارة ، ولا تؤدي غالباً إلى هطول الأمطار عند وصولها إلى العراق نظراً لارتفاع درجة استقرارها الجوي كما تفقد رطوبتها أثناء مرورها بالمناطق الجبلية (صالح، 2000،ص17)، غير أنها قد تسهم أحياناً في هطول الأمطار عند تشكل جبهة باردة رطبة ضمن منخفضات البحر المتوسط . وباستثناء هذه الحالة ، يسود طقس مستقر وجاف لمدد طويلة ، وهو من السمات المميزة لهذه الكتلة الهوائية (القشطيني،1990،ص125).

ت . الكتلة الهوائية القطبية البحرية (mP)

تدخل هذه الكتلة الهوائية إلى العراق من جهة الشمال الغربي قادمة من مناطق شمال المحيط الأطلسي وتُعد من أقل الكتل تكراراً بين أنواع الكتل الهوائية المؤثرة في العراق ، إذ تحتل المرتبة الرابعة والأخيرة بنسبة تبلغ (6.7%) ، وتنشأ هذه الكتلة في نطاق الضغط المرتفع المتمركز شمال المحيط الأطلسي ، ثم تتجه نحو وسط أوربا وشمال أفريقيا ، وبعد ذلك إلى الحوض الشرقي للبحر المتوسط وجبال لبنان (موسى1990،ص323)، أن منطقة الدراسة تتأثر خلال المدة الممتدة بين شهري تشرين الأول وآيار ، بالمنخفضات الجوية المتوسطة ، وترافقها كتل هوائية تتصف بانخفاض درجات الحرارة ، مما يؤدي إلى سيادة الأجواء الباردة ، كما تتميز هذه الكتل بانخفاض معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى ، وبارتفاع الرطوبة النسبية مقارنة ببقية أنواع الكتل الهوائية المؤثرة في منطقة الدراسة ، ونتيجة لذلك ، تسهم هذه الكتل في زيادة كميات الهطول المطري ، ولاسيما خلال فصل الشتاء (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) ، إذ يسود طقس أقل رطوبة من الكتلة القارية القطبية ، ويترافق ذلك مع تساقط أمطار من الغيوم الطبقية خلال فصل الشتاء ، في حين تشهد شهور الربيع والخريف هطول أمطار من غيوم الركام المزني ، وقد تكون أحياناً سبباً في تطور العواصف الغبارية التي تستمر من (8 . 10) ساعات خلال النهار (كاظم1991،ص178).

ث . الكتلة الهوائية المدارية البحرية (mT)

يعود مصدر هذه الكتلة الهوائية إلى المحيط الهندي إذ تتحرك باتجاه البحر العربي والخليج العربي (الاسدي 2021،ص11). ثم تتجه شمالاً وشمالاً غربياً لتدخل الأراضي العراقية ، وتكون هذه الكتلة محملة بكميات كبيرة من الرطوبة إلا أنها تفقد جزءاً منها تدريجياً أثناء مرورها فوق اليابس مما يؤدي إلى هطول كميات محدودة من الأمطار في وسط وجنوب العراق . وعند

وصولها إلى بغداد تكون قد فقدت معظم رطوبتها ، وقد تصل أحياناً بصورة جافة ، مسببة تصاعد الغبار وحدوث العواصف الترابية (القشطيني1990،ص127). وتسود هذه الكتلة خلال فصول الخريف والشتاء والربيع . ومن خلال ما تقدم ، يمكن الأستنتاج أن منطقة الدراسة تتأثر بعدة أنواع من الكتل الهوائية ، إذ تعد الكتلة المدارية القارية (cT) هي السائدة ، لما لها من تأثير واضح في ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية وانعدام تساقط الأمطار .

أما في فصل الشتاء ، فتكون الكتلة القطبية البحرية (mp) هي الغالبة ، والتي تسهم بشكل كبير في انخفاض درجات الحرارة وحدوث التساقطات المطرية . كما تؤثر الكتلة القطبية القارية (cp) في خفض درجات الحرارة وتقليل الرطوبة النسبية ، فضلاً عن صفاء الأجواء ، ولا تؤدي غالباً إلى هطول الأمطار لكونها كتلة جافة .

تسود الكتلة المدارية البحرية (mt) خلال فصول الخريف والشتاء والربيع ، وتسهم في هطول الأمطار على منطقة الدراسة ، كما قد تؤدي أحياناً إلى إثارة الغبار وحدوث العواصف الترابية نتيجة اضطراب الأجواء المصاحبة لها .

ج . التيارات النفاثة

يُعرف التيار النفاث بأنه تيار هوائي شديد السرعة يتخذ شكلاً شريطياً ضيقاً يمتد أفقياً في أعلى طبقات التربوسفير على ارتفاع يقارب (12) كم ، ويتحرك غالباً من الغرب إلى الشرق بحركة متموجة ، ويكتسب هذا التيار سرعته العالية نتيجة التباين الحراري بين العروض الدنيا والعروض العليا ، أي بين الكتل الهوائية الدافئة المتجهة من العروض الدنيا نحو الأقطاب والكتل الهوائية الباردة المتجهة من العروض العليا نحو المنطقة الأستوائية ، وبناءاً على ذلك ، يشتد التيار النفاث خلال فصل الشتاء مقارنة بفصل الصيف بسبب ازدياد الفروق الحرارية (غانم،2011،ص124)، ويُميز التيار النفاث وجود نوعين رئيسيين من التيارات .

أ . التيار النفاث القُطبي

يقع مسار النفاث شبه القطبي ضمن العروض الوسطى بين دائرتي عرض (30 . 60)° شمالاً ، إذ يتمركز خلال فصل الصيف بالقرب من دائرة عرض 55° شمالاً ، بينما ينزاح جنوباً ليتمركز عند دائرة عرض 35° شمالاً في فصل الشتاء . ويرتبط هذا التيار بنطاق حدودي يفصل

بين الكتل الهوائية القطبية القادمة من الشمال والكتل الهوائية المدارية القادمة من الجنوب ، أي عند حدود الجبهة القطبية . ويُعد التيار النفاث شبه القطبي تياراً غير ثابت الموقع ، لانه يتزحزح بصورة مستمرة شمالاً وجنوباً وشرقاً وغرباً تبعاً لحركة الموجات القصيرة في طبقات الجو العليا ، ولاسيما ضمن مستوى الضغط 500 مليبار (السبهاني،2002 ، ص35).

ب . التيار النفاث شبه المداري

يقع هذا التيار بالقرب من دائرة عرض 25° شمالاً ، ويتكون من التقاء دورة رياح هادلي مع دورة رياح فرل ، إذ تبلغ سرعته نحو 250 كم / ساعة عند مستوى 200 مليبار . ويتوافق موقعه مع المنطقة الممتدة حول خط عرض 30° شمالاً وجنوباً (موسى1990،ص114)، ويتميز بثبات نسبي في موقعه . ويُعد هذا التيار الحد الفاصل لدورة الرياح التجارية في أعلى طبقات التربوسفير . كما يظهر هذا التيار بشكل متقطع وضعيف نسبياً خلال فصل الصيف (رزوقي،1978،ص133)، مواقع التيارين الرئيسيين في النصف الشمالي من الكرة الأرضية .

ح . الأمواج العليا

تنشأ الأمواج الهوائية العليا نتيجة التوازن القائم بين تدرج الضغط الجوي المتجه نحو القطب الشمالي والقوة الكوريوليسية التي تعمل على انحراف الرياح نحو الجنوب ، وينطبق هذا النظام على نصف الكرة الشمالي بينما تنعكس الصورة في نصف الكرة الجنوبي ، وبناءاً على ذلك يعّد التوازن الجيوستروفي القاعدة العامة السائدة في طبقات الجو العليا ، إذ تنتج الرياح عن تأثير قوة دوران الأرض مقترنة بتدرج الضغط الجوي ونتيجة لهذا التوازن ، تتخذ الرياح في الطبقات العليا حركة متموجة ويُعزى ذلك أساساً إلى سعي الرياح للمحافظة على مقدارها المطلق من الدوران (Absolute Vorticity) ، وعلى هذا الأساس تسلك الرياح العليا مسارات محورية مائلة أو متعامدة مع محور دوران الأرض (الرضا،2005،ص1)، وتظهر هذه الأمواج بشكل أوضح في مناطق التقاء الكتل الهوائية المختلفة ،وبناءاً على ذلك ، فإن حركة الهواء في الطبقات العليا تكون على هيئة مسارات متعرجة وليست مستقيمة ، نتيجة لتعرج خطوط الضغط العلوي ، ويُعد مقدار هذا التعرج العامل الرئيس في التمييز بين أنماط الدوران الجوي في المستويات العليا ، فعندما تتجه خطوط الضغط نحو القطب نتيجة اندفاع أو تقدم الهواء الدافئ من العروض الجنوبية ، يتشكل ما يُعرف بالمرتفع الجوي العلوي أو الأنبعاج (Ridge) ،أما في حالة تقدم الهواء البارد جنوباً باتجاه خط الأستواء فإن الموجة الجوية تتخذ شكلاً مقعراً يُعرف بالأخدود (Trough) ،وعلى هذا

الأساس ، تُقسم حركة الهواء في الطبقات العليا إلى قسمين اعتماداً على درجة تعرج خطوط الضغط ، كما تصنف الأمواج الجوية إلى نمطين رئيسين وفقاً لعمق الموجة .

أ . دورة عرضية بسيطة

يُعد ارتفاع مؤشر الدورة العرضية (High Zonal index) دليلاً على ضعف التباين الحراري بين العروض القطبية والعروض المدارية ، الأمر الذي يؤدي إلى ضعف حركة الكتل الهوائية ، وعدم قدرة الهواء الدافئ على التوغل بعيداً نحو العروض القطبية ، مع بقاء الهواء البارد متمركزاً في العروض الشمالية . ونتيجة لذلك يكون طول الموجة قصيراً ، كما تصغر أحجام الأخاديد والانبعاجات. وتسود في هذه الحالة رياح غربية قوية على سطح الأرض ، ويتميز الطقس بعدم الأستقرار وسرعة التقلب ، حيث تتعاقب المنخفضات الجوية والمرتفعات الجوية بصورة متتابعة . ويتسم هذا النمط بوجود حالة جوية متوازنة من النوع الباروتروبي (Barotropic) ، إذ تتوازى خطوط الضغط على السطح مع خطوط الحرارة ، ولا يحدث تقاطع بينهما (السامرائي2008،ص341).

ب . دورة طولية (Merdional index)

وتُعد دليلاً على ضعف الدورة العرضية (Low Zonal index) تتميز هذه الحالة بارتفاع كبير في التباين الحراري بين العروض القطبية والمدارية ، مما يسمح بتوغل الهواء المداري الدافئ شمالاً ، وفي المقابل امتداد الهواء القطبي البارد جنوباً . وينتج عن ذلك ازدياد سعة الموجة (Large Amplitude) وظهور انبعاجات وانخفاضات حادة في التيار فيغدوا انسياب الهواء طولياً على امتداد خطوط الطول ، ويظهر ضعف التباين الضغطي على امتداد دوائر العرض ، الأمر الذي يعكس حالة عدم توازن علوي (Baroclinic) ، إذ تتقاطع خطوط الضغط المتساوي عند السطح مع خطوط الحرارة المتساوية . ويترتب على ذلك انكسار الموجات باتجاه خلية الضغط المرتفع الدافئ شمالاً مكونة حاجزاً ضغطياً ، ويبلغ طول أقصر هذه الموجات نحو 6400 كم في حين تصل سعتها إلى قرابة 880 كم الأمر الذي يجعلها تصنف ضمن أكبر الأنظمة المؤثرة في الغلاف الجوي من

حيث الأمتداد والحجم(الزنكنه،2007،ص42).

خلاصة الفصل

يتضح من خلال ما تم عرضه في هذا الفصل، الذي تناول في مبحثه الأول المقدمة والإطار النظري لموجات الحر والبرد ، والمبحث الثاني العوامل المؤثرة في تلك الظواهر في العراق ، ان موجات الحر والبرد تعد من الظواهر المناخية المعقدة التي ترتبط بتفاعل مجموعة من العوامل الطبيعية والجغرافية والديناميكية .

فقد أسهم الإطار النظري في توضيح المفاهيم الأساسية المرتبطة بموجات الحر والبرد ، وبيان خصائصها وآليات تشكلها ، مما وفر أساساً علمياً لفهم طبيعة هذه الظواهر . كما أظهر تحليل العوامل المؤثرة ، أن تكرار وشدة موجات الحر والبرد في العراق تتأثر بعوامل ثابتة مثل الموقع الفلكي والجغرافي ، وطبيعة السطح ، والقرب أو البعد عن المسطحات المائية ، فضلاً عن عوامل متحركة تتمثل في المنظومات الضغطية والكتل الهوائية المرتبطة بالدورة العامة للغلاف الجوي .

وبناءاً على ذلك يمكن القول إن التباين الزماني والمكاني لموجات الحر والبرد في العراق هو نتيجة مباشرة لتداخل هذه العوامل، الأمر الذي يستدعي اعتماد تحليل شامل يأخذ بنظر الأعتبار مختلف المؤثرات المناخية عند دراسة هذه الظواهر، لما لها من تأثيرات واضحة على البيئة والأنشطة البشرية.

كما أن للمنظومات الجوية الديناميكية (المنخفضات الجوية و المرتفعات الجوية و الكتل الهوائية و الأمواج و التيارات النفاثة) دور محوري وبارز في تفسير وأستمرار موجات الحر والبرد .

الفصل الثاني

تكرارات موجات الحر والبرد في مناخ العراق

الفصل الثاني

التغير في تحديد الفصل الحار والبارد وحسب الدورات المناخية

تعتمد معظم الدراسات المناخية في حساب موجات الحر والبرد على المعدلات الاعتيادية لدرجات الحرارة، وذلك من خلال تقسيم فصول السنة إلى فصلين رئيسين: فصل حار وفصل بارد، إذ يستند هذا التصنيف إلى المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية. ويُعد تصنيف كوبن من أبرز التصنيفات المناخية التي اعتمدت هذا الأساس في تمييز الفصول المناخية، وبالنظر إلى الموقع الفلكي للعراق ضمن دوائر العرض، فإن أشهر الفصل البارد هي التي تنخفض فيها معدلات درجات الحرارة عن (18°م) ووفقاً لذلك تُقسم السنة إلى فصلين رئيسين هما:- الفصل الحار (الصيف) The hot season of the year ، والفصل البارد (الشتاء) The cold season of the year ويعتمد هذا التقسيم على اعتبار أن جميع الأشهر التي يزيد معدل درجة حرارتها عن (18°م) تعد ضمن الفصل الحار، في حين تصنف الأشهر التي تقل معدلاتها عن ذلك ضمن الفصل البارد ، وذلك انسجاماً مع تصنيف كوبن المناخي (الموسوي،2014، ص170) .

وتُعد درجة الحرارة الاعتيادية بمثابة المجموع الحراري الذي تحصل عليه أي منطقة خلال عدد معين من الرصدات اليومية، سواء كانت ثماني رصدات أو أكثر في اليوم الواحد، ومن ثم تُحسب القيم الشهرية لهذه الدرجات. وبناءاً على ذلك، تم تقسيم أشهر السنة إلى أشهر حارة وأخرى باردة اعتماداً على المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في محطات منطقة الدراسة، فالأشهر التي تتجاوز معدلاتها (18°م) تُدرج ضمن الفصل الحار، في حين تُعد الأشهر التي تقل عن هذه الدرجة ضمن الفصل البارد. ويسهم هذا التقسيم في تحديد توزيع موجات الحر والبرد بين محطات منطقة الدراسة، التي تختلف فيما بينها بعدد الأشهر من حيث معدلات درجات الحرارة، وتُعد هذه الخطوة الأساس الأولي لتحديد الأشهر التي تسجل موجات حر أو برد، تمهيداً لاعتماد شروط أخرى لتحقيق ذلك. يتم تحديد الأشهر الحارة والأشهر الباردة في الدراسات المناخية وفق معيار حراري يعتمد على المعدل الشهري لدرجة الحرارة ، وهو من المعايير الشائعة في علم Climatology . ويعتمد العديد من الباحثين على هذا المعيار في الرسائل الجامعية والدراسات المناخية لأنه يعتمد على بيانات مناخية فعلية طويلة المدى.

ويمكن الأستشهاد ببعض المراجع مثل

*. Glenn Th0mas Trewartha (1968) An Introduction to Climate

*. Arthur Newell Strahler and Alan H . Strahler (2002) Physical Geography

* . علي حسين الموسوي ، دراسات مناخ العراق .

وعلى ضوء هذا المعيار سوف نعمل على تحديد الأشهر الحارة والباردة.

جدول (2)

المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الأولى للمدة (1991- 2001)

ت	المحطة	كانون الاول	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الثاني	معدل
1	موصل	7.2	8.5	12.3	18.0	24.4	31.1	34.6	33.7	28.5	21.8	13.7	8.8	20.2
2	خانقين	9.9	11.1	15.3	22.0	29.3	33.6	34.6	34.6	30.0	23.7	16.3	11.5	22.7
3	الرطبة	7.6	8.3	11.7	17.8	22.8	26.8	31.9	31.9	28.1	22.1	14.1	9.3	19.4
4	بغداد	9.8	12.0	18.0	24.1	29.3	32.7	32.8	32.8	29.6	24.2	16.1	11.5	22.7
5	النجف	9.8	8.9	17.3	24.2	30.6	35.0	36.3	36.3	31.7	25.4	17.0	12.6	23.8
6	الحي	11.9	13.8	18.1	25.1	31.2	35.6	36.6	36.6	32.6	26.1	18.7	13.5	25.0
7	العمارة	10.7	13.8	17.9	24.9	31.6	36.0	37.3	37.3	33.0	26.6	18.7	13.5	25.1
8	ناصرية	12.3	14.3	17.1	27.2	32.1	36.1	37.3	37.3	33.4	27.2	19.0	14.0	25.6
9	البصرة	12.7	14.8	19.2	26.4	32.6	36.9	37.9	37.9	34.0	26.6	20.0	14.6	26.1
	المعدل	10.2	11.7	16.3	23.3	29.3	33.8	35.5	35.4	31.2	24.9	17.1	12.1	23.4

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ .

يتضح من بيانات الجدول (2) أعلاه المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الأولى للمدة (1991 . 2001) إذ بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة الاعتيادية (23.4 م) وهو بذلك يعد معدل حرارة عالياً ويعد العراق من الدول التي تتسم بارتفاع معدلات درجات الحرارة ويعود ذلك إلى موقعه الجغرافي بالنسبة لدوائر العرض فضلاً عن انخفاض مساحات واسعة من اراضيه وقلة الغطاء النباتي كما يسهم صفاء السماء خلال معظم أشهر السنة في زيادة نفاذ الأشعة الشمسية إلى سطح الأرض مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة . وتشير بيانات الجدول ذاته إلى وجود تباين في معدلات درجات الحرارة الاعتيادية بين محطات منطقة الدراسة وكذلك بين أشهر السنة ويُعزى ذلك إلى الموقع الفلكي للعراق الذي يمتد بين دائرتي عرض (29 . 37 شمالاً) وبين خطي طول (38 . 48 شرقاً) إذ

يمر ضمن هذا الامتداد ثماني دوائر عرض الأمر الذي يؤدي إلى اختلاف الخصائص الحرارية بين محطات منطقة الدراسة المتوزعة من شمال البلاد إلى جنوبها، سجلت محطة البصرة أعلى معدل لدرجات الحرارة الاعتيادية، إذ بلغ (26.1 م°)، تلتها محطة الناصرية بمعدل قدره (25.6 م°) ثم محطة العمارة بمعدل (25.1 م°) ثم محطة الحي بمعدل (25.0 م°). في المقابل سجلت محطة الرطبة أدنى معدل لدرجة الحرارة الاعتيادية، إذ بلغ (19.4 م°)، تلتها محطة الموصل بمعدل (20.2 م°). أما بقية المحطات فقد سجلت درجات حرارة اعتيادية بلغت (23.8 م° . 22.7 م° . 22.7 م°) لكل من محطات النجف وخانقين وبغداد ويُعزى هذا التباين إلى اختلاف دوائر العرض التي تقع عندها محطات الرصد، فضلاً عن تأثير عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر، إذ تتميز المناطق الشمالية والغربية بارتفاعات أعلى مقارنة بالمناطق الوسطى والجنوبية. كما يسهم توغل الكتل الهوائية الباردة إلى العراق عبر أجزائه الشمالية قبل وصولها إلى المناطق الجنوبية في تعزيز هذا التباين. وفي المقابل، تقع المناطق الجنوبية من العراق على مقربة من مراكز تأثير الكتل الهوائية الحارة. فضلاً عن ذلك عامل الإشعاع الشمسي، الذي يتناقص تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً.

جدول (3)

المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الثانية للمدة (2002 – 2012)

ت	المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	معدل
1	الموصل	5.8	8.7	12.7	17.1	25.5	31.9	34.5	34.2	29.2	22.7	13.2	7.7	20.3
2	خانقين	9.7	12.2	16.9	22.1	29.4	34.8	36.9	36.4	31.9	26.2	17.0	11.5	23.8
3	الرطبة	4.5	3.2	9.6	13.3	15.6	19.5	52.1	51.5	47.4	35.9	9.2	7.5	22.4
4	بغداد	7.8	13.2	18.0	23.7	29.8	34.0	35.9	31.7	28.0	22.9	14.6	10.8	22.5
5	النجف	5.9	8.9	11.2	14.8	19.2	22.5	23.9	22.5	19.6	15.6	9.5	7.8	15.1
6	الحي	9.3	14.5	19.7	25.1	31.9	36.3	38.3	37.8	33.6	28.1	18.9	13.1	25.6
7	العمارة	9.2	13.3	17.8	23.0	32.4	37.1	38.7	38.4	34.0	28.2	18.9	13.0	25.3
8	الناصرية	10.8	15.2	20.4	25.9	32.9	36.9	38.6	38.3	34.2	28.7	19.2	13.3	26.2
9	البصرة	9.1	15.5	20.4	25.7	33.9	37.0	39.0	38.5	34.2	28.9	19.5	13.6	26.3
	المعدل	8.0	11.6	16.3	21.2	27.8	32.2	37.5	36.6	32.5	26.4	15.6	10.9	23.1

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ .

تشير بيانات الجدول (3) أعلاه المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة خلال الدورة الثانية للمدة (2002 . 2012) إذ بلغ المعدل السنوي العام لدرجة الحرارة الاعتيادية نحو (23.1 م°) ، وهو معدل يُعد مرتفعاً وأقل نسبياً من الدورة الأولى . ويُصنف العراق ضمن البلدان ذات المعدلات الحرارية العالية، ويُعزى ذلك إلى موقعه الجغرافي بالنسبة لدوائر العرض، فضلاً عن اتساع مساحته، وقلة الغطاء النباتي، وابتعاده عن تأثيرات المسطحات المائية. كما يسهم صفاء السماء خلال معظم أشهر السنة في زيادة نفاذ الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة. وتشير بيانات الجدول نفسها إلى وجود تباين في معدلات درجات الحرارة الاعتيادية بين محطات منطقة الدراسة، وكذلك بين أشهر السنة، ويُعزى هذا التباين إلى الموقع الفلكي للعراق، إذ يمتد بين دائرتي عرض (29 . 37) شمالاً ، ما ينعكس على اختلاف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي وطول النهار من منطقة إلى أخرى ، وبالتالي اختلاف الخصائص الحرارية مكانياً وزمانياً .

أظهرت النتائج تسجيل محطة البصرة أعلى معدل لدرجات الحرارة الاعتيادية ، إذ بلغ (26.3 م°) ، تلتها محطة الناصرية بمعدل (26.2 م°) ، ثم محطة الحي بمعدل (25.6 م°) ، تلتها محطة العمارة بمعدل (25.3 م°) ، وعلى النقيض من ذلك ، سجلت محطة النجف أدنى معدل لدرجات الحرارة الاعتيادية بمعدل (15.3 م°) ، لأنها تفتقر إلى البيانات من قبل دائرة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية الأعوام 2003 و 2006 و 2007 و 2008 بالرغم من وقوعها في منطقة الفرات الأوسط من العراق ، تلتها محطة الموصل بمعدل (20.3 م°) ، ثم محطة الرطبة بمعدل (22.4 م°) ، تلتها محطة بغداد بمعدل (22.5 م°) ، أما محطة خانقين فقد سجلت درجات حرارة اعتيادية بلغت (23.8 م°) ، ويُعزى هذا التباين في معدلات درجات الحرارة إلى اختلاف دوائر العرض التي تقع عندها محطات الرصد ، فضلاً عن تأثير عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، إذ تتميز المناطق الشمالية والغربية بارتفاعات أعلى مقارنة بالمناطق الوسطى والجنوبية . كما يسهم توغل الكتل الهوائية الباردة إلى الأراضي العراقية عبر أجزائها الشمالية قبل وصولها إلى المناطق الجنوبية في تعزيز هذا التباين الحراري. وفي المقابل، تقع المناطق الجنوبية من العراق بالقرب من مراكز تأثير الكتل الهوائية الحارة، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة فيها. ويضاف إلى ذلك عامل الإشعاع الشمسي الذي يتناقص

تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً، الأمر الذي ينعكس بوضوح على التوزيع المكاني لدرجات الحرارة الاعتيادية.

جدول (4)

المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م °) لمحطات منطقة الدراسة في الدورة الثالثة للمدة (2013-2023)

ت	المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	معدل
1	الموصل	6.0	6.0	10.0	13.7	18.2	20.0	21.0	21.0	18.0	13.8	9.4	5.4	13.5
2	خانقين	7.1	7.8	10.1	13.0	18.0	21.1	22.7	22.5	20.0	15.9	10.6	7.6	14.7
3	الرطبة	2.5	7.9	4.6	6.1	7.7	8.8	9.7	7.2	6.2	4.1	1.7	0.7	5.6
4	بغداد	10.8	13.5	18.2	23.6	29.8	34.2	36.9	36.2	32.2	25.7	17.4	12.3	24.2
5	النجف	11.5	14.2	19.1	24.6	30.9	35.5	38.1	37.9	34.1	27.2	19.0	13.3	25.5
6	الحي	7.6	9.4	12.5	15.8	20.2	23.0	24.6	24.4	22.0	17.5	13.5	8.4	16.6
7	العمارة	12.2	15.3	17.8	25.7	32.3	36.9	39.4	38.7	35.0	28.1	19.0	13.7	26.2
8	الناصرية	13.0	15.9	21.0	26.6	33.1	37.4	39.6	39.3	35.9	29.2	20.1	14.6	27.1
9	البصرة	12.3	15.4	20.1	25.9	32.3	36.9	39.4	38.9	34.5	28.4	19.5	14.1	26.5
	المعدل	9.2	11.7	14.8	19.4	24.7	28.2	30.2	29.6	26.4	21.1	14.5	10.0	20.0

المصدر: -عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ.

تبين بيانات الجدول (4) أعلاه المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة الاعتيادية (م°) لمحطات منطقة الدراسة خلال الدورة الثالثة للمدة (2013- 2023). إذ بلغ المعدل السنوي العام لدرجة الحرارة الاعتيادية نحو (20.0 م°)، وهو معدل أقل من المعدلات السابقة مقارنة بمعدلات الدورة الأولى والدورة الثانية. ويُصنف العراق ضمن الأقاليم ذات المعدلات الحرارية العالية، وسبب ذلك يعود إلى موقعه الجغرافي بالنسبة لدوائر العرض، مع اتساع المساحة، وقلة الغطاء النباتي، وابتعاده عن المسطحات المائية. كما يكون تأثير صفاء السماء خلال معظم أشهر السنة في زيادة مرور الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض، وبالتالي يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة. وتشير بيانات الجدول نفسها إلى وجود تباين في معدلات درجات الحرارة الاعتيادية بين محطات منطقة الدراسة، وكذلك بين أشهر السنة. ويعود هذا التباين إلى الموقع الفلكي للعراق، إذ يمتد بين دائرتي عرض (29 . 37) شمالاً، الأمر الذي ينعكس على اختلاف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي وطول النهار من منطقة إلى أخرى، وبالتالي تباين الخصائص الحرارية مكانياً وزمانياً.

وظهرت النتائج تسجيل محطة الناصرية أعلى معدل لدرجات الحرارة الاعتيادية، إذ بلغ (27.1 م°)، تلتها محطة البصرة بمعدل (26.5 م°)، ثم تلتها محطة العمارة بمعدل (26.2 م°)،

ثم محطة النجف بمعدل (25.5 م°)، ثم تلتها محطة بغداد بمعدل بلغ (24.2 م°)، وعلى عكس ذلك سجلت محطة الرطبة أدنى معدل لدرجات الحرارة الاعتيادية بمعدل (5.6 م°)، ثم تلتها محطة الموصل بمعدل (13.5 م°)، وتلتها محطة خانقين بمعدل (14.7 م°)، ثم محطة الحي بمعدل (16.6 م°)، ويعود هذا الاختلاف في معدلات درجات الحرارة لمنطقة الدراسة إلى اختلاف دوائر العرض التي تقع عندها محطات الرصد المناخية، وكذلك عامل تأثير الارتفاع عن مستوى سطح البحر، حيث تمتاز المناطق الشمالية والغربية بارتفاع الأرض مقارنة بالمناطق الوسطى والجنوبية. كما يساهم هبوب الكتل الهوائية الباردة إلى اراضي منطقة الدراسة عبر الأجزاء الشمالية قبل وصولها إلى الأجزاء الجنوبية في تعمق التباين الحراري. كما أن لهبوب الكتل الهوائية الحارة بالمناطق الجنوبية من العراق الذي يؤدي إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة فيها. كما أن لعامل الإشعاع الشمسي الذي يقل كلما تقدمنا شمالاً، وكل هذا ينعكس على التوزيع المكاني لدرجات الحرارة الاعتيادية.

يظهر من الجدول (4) تباين واضح بين محطات منطقة الدراسة تبعاً لأشهر السنة، ويُعد ذلك ذا أهمية كبيرة عند تصنيف أشهر السنة إلى فصلين حار وبارد لكل محطة من محطات منطقة الدراسة. ولغرض تحديد الخصائص الحرارية بدقة، تم تحليل المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة لكل شهر في جميع محطات منطقة الدراسة للدورة المناخية الأولى والتي تمتد من (1991 _ 2001)، يتضح أن أشهر (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) لم تسجل معدلات شهرية تتجاوز (18°م) في جميع المحطات، وعليه تعد من أشهر الفصل البارد، أما شهر (آذار) فقد تجاوزت معدلات درجة الحرارة (18°م) في محطتي (البصرة، الناصرية) فقط، في حين لم تسجل بقية المحطات هذا التجاوز، مما يشير إلى بداية مبكرة للفصل الحار في هاتين المحطتين مقارنة ببقية المحطات، وفي شهر نيسان تجاوزت جميع المحطات عتبة (18°م)، باستثناء محطتي الرطبة التي سجلت (17.8°م) والموصل التي سجلت (18.0°م) مما يدل على أن بداية الفصل الحار في محطات (النجف ، البصرة ، الناصرية ، العمارة ، الحي ، خانقين ، بغداد) كانت في شهر نيسان ، بينما تأخر في محطتي (الموصل ، الرطبة) ليبدأ فعلياً في شهر آيار . أما أشهر (حزيران، تموز، آب، أيلول، تشرين الأول) فتقع جميعها ضمن نطاق الفصل الحار في مختلف المحطات، أما شهر (تشرين الثاني) فقد أدرج ضمن تصنيف الفصل البارد في خمس محطات هي

(الرطبة، الموصل، النجف، خانقين ، بغداد) ، في حين سجلت بقية المحطات معدلات حرارة تجاوزت (18°م) ، الأمر الذي أبقاها خارج هذا التصنيف .

جدول (5)

الفصل الحار والفصل البارد لمحطات الدراسة ضمن الدورة المناخية الأولى(1991-2001)

المحطات	الفصل الحار	الفصل البارد
الموصل	أيار–تشرين الاول	تشرين الثاني–نيسان
خانقين	نيسان–تشرين الاول	تشرين الثاني–آذار
الرطبة	آيار–تشرين الاول	تشرين الثاني–نيسان
بغداد	نيسان –تشرين الأول	تشرين الثاني–اذار
النجف	نيسان –تشرين الأول	تشرين الثاني–اذار
الحي	نيسان –تشرين الاول	تشرين الثاني–اذار
العمارة	نيسان –تشرين الاول	تشرين الثاني–اذار
الناصرية	نيسان –تشرين الثاني	كانون الثاني–اذار
البصرة	نيسان –تشرين الثاني	كانون الثاني–اذار

المصدر: –الباحث بالاعتماد على:

1–الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة)

2–بيانات الجدول (2).

واستناداً إلى ذلك، يمكن تحديد الأشهر التي تندرج ضمن تصنيفي الفصل الحار والفصل البارد لكل محطة من محطات منطقة الدراسة وفقاً للتوزيع الشهري، على تتبع البيانات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في منطقة الدراسة ، يتبين وجود تذبذبات حرارية تتمثل بحالات ارتفاع وانخفاض في درجات الحرارة خلال الأشهر الأنتقالية ، ولا سيما عند بداية ونهاية كل من الفصلين الحار والبارد في محطات منطقة الدراسة .

يلاحظ من الجدول (5) أعلاه في الدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991 ـ 2001) أن الفصل الحار يبدأ مبكراً نسبياً في معظم المحطات ، إذ يتراوح بين شهري (آذار ، نيسان) بينما يمتد في بعض المحطات الجنوبية حتى شهر (حزيران) . وينتهي غالباً في شهر (تشرين الأول) ، مع إمتداد طفيف في بعض المحطات . في محطة (الموصل) يبدأ من شهر (نيسان) وينتهي في شهر (تشرين الأول) ، أما في محطة (الرطبة) يمتد من شهر (حزيران) إلى شهر (تشرين الأول) ، مما يدل على قصر نسبي في مدته مقارنة ببقية المحطات . وفي

المحطات الجنوبية مثل (البصرة ، الناصرية) يبدأ من شهر (آذار) وينتهي في شهر (تشرين الثاني) ، ما يعكس طول الفصل الحار فيها . أما محطات الوسط (بغداد ، الحي ، خانقين) وغالباً مع محطة (العمارة) يبدأ فيها الفصل الحار من شهر (نيسان) أو شهر (آذار) وينتهي في شهر (تشرين الأول) . ونستنتج من هذا أن مدة الفصل الحار تزداد كلما أتجهنا جنوباً ، نتيجة إنخفاض دوائر العرض وازدياد التأثيرات شبه المدارية ، في حين تقصر مدته نسبياً في المحطات الشمالية والغربية .

أما الفصل البارد غالباً يبدأ في شهر (تشرين الثاني) ويستمر حتى شهر (آذار ، نيسان) ، مع تباين بسيط بين المحطات . نجد أن محطة (الموصل) يمتد من شهر (تشرين الثاني) إلى شهر (نيسان) ، وهي أطول مدة نسبياً . وفي محطة (الرطبة) يمتد من شهر (تشرين الثاني) إلى شهر (نيسان) أيضاً . وفي المحطات الجنوبية مثل (البصرة ، الناصرية) يبدأ في شهر (كانون الثاني) وينتهي في شهر (شباط) ، ما يدل على قصر واضح في مدته . وفي محطات الوسط يمتد غالباً من شهر (تشرين الثاني) إلى شهر (آذار) . ونخرج بمحصلة نهائية أنه تزداد مدة الفصل البارد كلما أتجهنا شمالاً ، بينما تقصر بشكل ملحوظ في المحطات الجنوبية بسبب إرتفاع المعدلات الحرارية وتأثرها بالكتل الهوائية الدافئة . ويظهر الجدول تبايناً مكانياً واضحاً في طول الفصلين الحار والبارد بين محطات منطقة الدراسة ، ويرتبط ذلك بعوامل جغرافية أهمها . الموقع الفلكي (دوائر العرض) والتأثيرات الصحراوية والقرب من المسطحات المائية (الخليج العربي) وطبيعة السطح .

جدول (6)

الفصل الحار والفصل البارد لمحطات الدراسة ضمن الدورة المناخية الثانية(2002-2012)

المحطات	الفصل الحار	الفصل البارد
الموصل	أيار-تشرين الاول	تشرين الثاني-نيسان
خانقين	نيسان-تشرين الاول	تشرين الثاني-آذار
الرطبة	حزيران-تشرين الاول	تشرين الثاني-آيار
بغداد	نيسان -تشرين الأول	تشرين الثاني-آذار
النجف	آيار -تشرين الأول	تشرين الثاني-نيسان
الحي	نيسان -تشرين الاول	تشرين الثاني-اذار
العمارة	نيسان -تشرين الاول	تشرين الثاني-اذار
الناصرية	آذار -تشرين الثاني	كانون الثاني-شباط
البصرة	آذار -تشرين الثاني	كانون الثاني-شباط

المصدر: -الباحث بالاعتماد على:

-الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

-بيانات الجدول (3).

يتضح من الجدول (6) أعلاه يوجد اختلاف واضح بين محطات منطقة الدراسة بحسب أشهر السنة بالنسبة للفصل الحار والفصل البارد للدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 . 2012) حيث نجد درجة حرارة (18°م) هي الحد الفاصل بين الفصل الحار والفصل البارد فما زاد عن هذه الدرجة هي من ضمن الفصل الحار وما أدنى منها هي بنطاق الفصل البارد ، تم تحليل المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة لكل شهر في جميع محطات منطقة الدراسة ، يتضح أن أشهر (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) لم تسجل معدلات شهرية تتجاوز (18°م) في جميع المحطات ، لذلك صنفت من أشهر الفصل البارد ، أما شهر (آذار) فقد تجاوزت معدلات درجة الحرارة (18°م) في محطات (بغداد ، النجف ، الناصرية ، البصرة) فقط ، في حين لم تسجل بقية المحطات هذا التجاوز ، مما يشير إلى بداية مبكرة للفصل الحار في هذه المحطات مقارنة بالمحطات الأخرى ، وفي شهر (نيسان) تجاوزت خمسة محطات درجة (18°م) وهي (النجف ، البصرة ، الناصرية ، العمارة ، بغداد) ، بينما تأخر في محطات (الموصل ، الرطبة ، الحي ، خانقين ،) ليبدأ فعلياً في شهر (آيار) ، أما أشهر (حزيران ، تموز ، آب ، أيلول ، تشرين الأول) تقع جميعها ضمن نطاق الفصل الحار في مختلف المحطات ، أما شهر (تشرين الثاني) فقد صنف ضمن الفصل البارد في خمس محطات هي (الموصل ، الرطبة ، الحي ، خانقين ، بغداد) في حين سجلت بقية المحطات معدلات حرارة تجاوزت (18°م) .

جدول (7)

الفصل الحار والفصل البارد لمحطات الدراسة ضمن الدورة المناخية الثالثة(2013-2023)

المحطات	الفصل الحار	الفصل البارد
الموصل	حزيران-أيلول	تشرين الاول-أيار
خانقين	حزيران-أيلول	تشرين الأول-آيار
الرطبة	آيار-تشرين الاول	تشرين الثاني-نيسان
بغداد	نيسان -تشرين الاول	تشرين الثاني-آذار
النجف	نيسان -تشرين الأول	تشرين الثاني-آذار
الحي	آيار -تشرين الاول	تشرين الثاني-نيسان
العمارة	نيسان-تشرين الاول	تشرين الثاني-آذار
الناصرية	آذار –تشرين الثاني	كانون الثاني-شباط
البصرة	آذار -تشرين الاول	تشرين الثاني-شباط

المصدر : -الباحث بالاعتماد على:-

-الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة)

-بيانات الجدول (4).

يلاحظ من الجدول (7) أعلاه في الدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 . 2023) هنالك تبايناً مكانياً واضحاً في تحديد مدتي الفصل الحار والبارد بين المحطات المناخية في العراق ، ويعكس هذا التباين تأثير الموقع الجغرافي واختلاف الخصائص المناخية بين شمال ووسط وجنوب البلاد . فيما يخص الفصل الحار يتبين أن معظم المحطات الشمالية مثل الموصل وخانقين تبدأ فيها المدة الحارة من شهر حزيران وتستمر حتى أيلول ، وهي مدة أقصر نسبياً مقارنة بالمحطات الوسطى والجنوبية ، بينما تمتد هذه المدة في محطات الوسط والجنوب مثل بغداد والنجف والعمارة لتبدأ من نيسان أو آيار وتستمر حتى تشرين الأول ، مما يدل على طول الموسم الحار في هذه المناطق نتيجة شدة التأثير القاري وارتفاع درجات الحرارة ، أما بالنسبة إلى الفصل البارد فتظهر المحطات الشمالية مدة برد أطول نسبياً تبدأ من تشرين الأول وتمتد حتى آيار ، وهو ما يعكس تأثرها الأكبر بالكتل الهوائية الباردة القادمة من العروض العليا . في المقابل تقصر هذه المدة في المحطات الجنوبية مثل البصرة والناصرية لتقتصر غالباً بين تشرين الثاني أو كانون الأول حتى شباط ، كما يلاحظ أن المحطات الأنتقالية في المنطقة الوسطى مثل بغداد والحي تظهر خصائص مناخية وسطية إذ تتسم بمدة حارة طويلة نسبياً ومدة باردة معتدلة مما يعكس موقعها بين التأثيرات المناخية الشمالية والجنوبية .

تكرار موجات الحر في مناخ العراق

يُعد تكرار موجات الحر في العراق ظاهرة مناخية متزايدة الشدة، حيث تحول صيف العراق من طقس حار اعتيادي إلى مدد مطولة من الحرارة القياسية التي تشل الحياة اليومية، تضع هذه الموجات البلاد باستمرار في صدارة المناطق الأعلى حرارة عالمياً ، حيث سجلت مناطق مثل البصرة وذي قار درجات حرارة تجاوزت ال 50 درجة مئوية في السنوات الأخيرة ،ومن أبرز ملامح وأسباب تكرار موجات الحر يعود إلى الأسباب المناخية والبيئية حيث تسيطر كتل هوائية جافة شبه استوائية وكذلك تعمق المرتفع الجوي شبه المداري في طبقات الجو العليا مع قلة الغطاء النباتي والجفاف وشحة المياه وتجريف البساتين ، والسبب الأخر هو التغير المناخي والاحتباس الحراري.

وتشير التقارير إلى أن تغير المناخ جعل موجات الحر أكثر تواتراً وشدة ، وهو ما يمثل علامة فارقة على تحولات مناخية عميقة ، والتكرار القياسي سبب آخر يضاف لها والعراق يشهد موجات حر متلاحقة وتزداد شدة الموجة بوجود سكون في الرياح ، مما يجعل درجات الحرارة فوق ال 50 مئوية أمراً متكرراً في مدن وسط وجنوب البلاد ، ومن تداعيات هذه الموجات تؤدي إلى أزمات متداخلة تشمل انقطاع الطاقة الكهربائية ، ونقص المياه ، وتؤثر بشكل مباشر على صحة السكان ، فضلاً عن التأثير الاقتصادي، يعد الثلث الأخير من شهر تموز (يوليو) من أكثر أشهر السنة حرارة في العراق على مستوى العالم، ويُسجل فيه العراق – ولا سيما المنطقة الجنوبية – أعلى القيم القياسية لدرجات الحرارة، نظراً لتأثير الكتل الهوائية شبه الاستوائية الجافة، فضلاً عن الطبيعة الجغرافية للمنطقة وقلة الغطاء النباتي ، ففي مدينة البصرة، سُجلت أعلى درجة حرارة رسمية في تاريخ العراق عند مستوى 53.8°م بتاريخ 22 تموز 2016م، وهو رقم يُعد من بين أعلى القياسات الحرارية المسجلة عالميا لمنطقة مأهولة بالسكان.

أما العاصمة بغداد، فقد سجلت أعلى درجة حرارة في تاريخها الحديث عند 51.8°م بتاريخ 28 تموز 2020م، وهو رقم مميز في سجلات الرصد المناخي للمدينة، ويحتل العراق مكانة بارزة بين الدول التي شهدت أعلى درجات حرارة مسجلة رسميا على كوكب الأرض، حيث تأتي البصرة ومدن الجنوب ضمن قائمة المدن العالمية إلى جانب مناطق مثل وادي الموت في كاليفورنيا (54°م) والكويت (53.9°م) وإيران (53.7°م).

موجات حر تاريخية

1 ـ تموز 2016: شهد العراق موجة حر استثنائية وصلت ذروتها بتسجيل الرقم القياسي في البصرة (53.8°م)، مع مستويات حرارة تجاوزت 50°م في معظم المحافظات الجنوبية.

2 ـ تموز 2020: تعرضت البلاد لموجة حر شديدة أخرى، حيث بلغت الحرارة في بغداد 51.8°م، وهي الأعلى في تاريخ العاصمة.

3 ـ تموز 2021: شهدت بعض المناطق موجات حر متلاحقة، مع اقتراب درجات الحرارة من أرقام قياسية جديدة، نتيجة امتداد منخفضات حرارية قوية.

تُعزى هذه القيم القياسية إلى امتداد المنخفض الجوي الحراري الموسمي القادم من شبه الجزيرة العربية، والذي يتزامن مع تعمق المرتفع شبه المداري في طبقات الجو العليا، ما يؤدي إلى سيطرة أجواء شديدة الحرارة نهارا، تميل إلى الاعتدال نسبيا في ساعات الليل. (قسم التنبؤ ـ الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية).

2-1 تكرار موجات الحر في منطقة الدراسة: -

يمكن تصنيف طريقة احتساب موجات الحر، بعد العرض السابق لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لجميع محطات منطقة الدراسة، إذ تظهر النتائج أن موجات الحر لا يمكن اعتمادها بدقة عند تصنيف مناخ العراق إلى أشهر حارة ثابتة من حيث توقيت حدوثها سنوياً. ورغم أن هذا التصنيف يُعد ملائماً لإعطاء صورة عامة عن مناخ منطقة معينة، إلا أنه يهمل عدداً من الأشهر في بعض محطات منطقة الدراسة، فضلاً عن إغفاله العديد من الأيام التي قد تشهد حدوث موجات حر وهذه الموجات تحسب على أساس درجات الحرارة العظمى والصغرى أيضاً أي أن هناك

موجات حر تسجل على أساس درجات الحرارة العظمى وموجات حر تسجل على أساس درجات الحرارة الصغرى .

وعليه فإن اعتماد شروط تفصيلية دقيقة تُطبق على أساس يومي يُعد أكثر ملائمة، إذ يتم إخضاع كل يوم من أيام السنة لمعيار محدد لتحديد حدوث موجات الحر إلا أن هذه الطريقة تُعد شاقة إلى حد كبير، لاعتمادها على البيانات اليومية لجميع أشهر السنة ولمدة (30) سنة، ونظراً لأهمية تحديد موجات الحر من حيث تكرارها وتوزيعها الزماني (السنوي والشهري)، فإن ذلك يتطلب الاعتماد على سلسلة زمنية ولا سيما أن حدوث هذه الموجات قد يتخلله أحياناً مدد زمنية طويلة تفصل بين موجة وأخرى، وبناءاً على ما تقدم، تم اعتماد معايير جديدة أكثر دقة وتفصيلاً، بالاستفادة من الدراسات السابقة في طريقة احتساب الموجات، مع إجراء تعديلات تتلائم مع طبيعة منطقة الدراسة ، و بناءاً على ذلك، يمكن وضع آلية معدلة لاحتساب موجات الحر وفق الشروط الآتية: -

1- أن ترتفع درجة الحرارة العظمى بمقدار (5) درجات مئوية أو أكثر عن معدلها العام لذلك الشهر، مما يؤدي إلى ظهور فروق حرارية واضحة في درجات الحرارة خلال أيام الموجة مقارنة ببقية أيام السنوات الأخرى.

2- الشرط الثاني يتمثل في ارتفاع درجة الحرارة العظمى لأيام الموجة بمقدار (4°م) عن معدلها الشهري، ويُعد اليوم موجة حارة أذا تجاوزت درجة الحرارة (40°م). وقد تم اعتماد هذه العتبة بعد ملاحظة أن عدداً من المحطات لا تتجاوز فيها درجات الحرارة العظمى أكثر من (5°م) فوق المعدل، ولا سيما في أشهر (حزيران، تموز، آب)، بل إن بعض المحطات لا تسجل موجات حارة في تلك الأشهر عند اعتماد معيار الخمسة درجات مئوية، أو تكون أعدادها محدودة جداً (يوم واحد أو يومان)، وهو عدد غير كافٍ لإظهار مدى التغير الحاصل، أو بيان تكرارها السنوي. لذلك برزت الحاجة إلى اعتماد معيار يُظهر موجات الحر، خصوصاً في الأشهر التي تسجل درجات حرارة قياسية، لما لها من تأثيرات واضحة في الأنسان والبيئة. كما أن هذه الأشهر تشهد ارتفاعاً عاماً في درجات الحرارة، مما يجعل تحقيق عتبة الخمس درجات فوق المعدل أمراً صعباً من جهة، في حين أن تجاوز درجة الحرارة (40°م) يُعد حرارة قياسية، وعند إضافة (4°م) فوقها تُعد موجة حر، وبذلك فإن الحد الأدنى لدرجة الحرارة ضمن هذا المعيار لا يقل عن (44°م).

3- لتحقيق موجة الحر يجب ان لا تقل درجة الحرارة العظمى لأي يوم من أيامها عن (33°م) في جميع الأشهر، ولجميع محطات منطقة الدراسة، إذ يتناسب مقدار المعاناة والانزعاج الذي يشعر به الأنسان مع ارتفاع درجة حرارة الجلد عن (33°م)، حيث يبدأ الإحساس بالحرارة الشديدة عند تجاوز هذا الحد. ويُعد هذا المعيار مستخدماً في ضمن دراسات النماذج المناخية التي طُورت في الولايات المتحدة الأمريكية (نموذج جيمس بيرت)، والذي يقدر درجة حرارة الجلد بوصفها محصلة عامة لتبادل الطاقة بين جسم الإنسان والوسط المحيط به.

4- ينص الشرط الرابع على ضرورة استمرار ارتفاع درجة الحرارة لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية، وذلك وفق الحدود المعتمدة لدرجات الحرارة في الشروط السابقة. ويُعد هذا الشرط محققاً لصفة الدورية في الموجات الحرارية، إذ يمكن أن تتكرر هذه الموجات خلال الشهر نفسه أو في سنوات أخرى.

ومن خلال تطبيق هذه الشروط يمكن اعتماد تصنيفات متعددة تختلف فيما بينها تبعاً لآلية التوزيع، الأمر الذي يتيح فهم طبيعة موجات الحر من حيث مددها الزمنية التي تستغرقها، فضلاً عن توزيعها المكاني. كما يمكن تصنيفها تصنيفاً كمياً أو وفق أسس أخرى، ويمكن تناول هذه التصنيفات بصورة تفصيلية على النحو الآتي: -

1-2-1 . التصنيف الزمني لموجات الحر: -

تُصنف موجات الحر ضمن هذا الإطار التصنيفي استناداً إلى نمط توزيعها الزمني الشهري والسنوي ومدى التباين المكاني لهذا التوزيع بين محطات منطقة الدراسة، ويمكن تناول ذلك على النحو الآتي: -

أ . التوزيع السنوي لموجات الحر: -

يبين التوزيع السنوي لتكرار موجات الحر خلال مدة الدراسة والتي تمتد من (1991-2023) حيث بلغ المجموع الكلي لها (876 موجة حر) وفي جميع محطات منطقة الدراسة. وبقسمة مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات الحر، يتضح أن المعدل السنوي لحدوث موجات الحر في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (26.5 موجة حر) في كل عام ، وللدورة الأولى أن مجموعها الكلي بلغ (296 موجة حر) في جميع محطات منطقة الدراسة . ومن خلال قسمة مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات الحر المسجلة، يتضح أن المعدل السنوي لتكرار موجات الحر في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (26.9 موجة حر) في كل عام . الا أنها بالتأكيد تتفاوت

بين جميع محطات العراق إذ سجلت محطة البصرة أعلى معدل حيث بلغ (5.2 موجة حر) في كل عام، في حين سجلت محطة العمارة أقل معدل بلغ (0.9 موجة حر) في كل عام وذلك بسبب كثرة المسطحات المائية التي تمتاز بها محافظة ميسان ومنها الأهوار والمستنقعات والتي تقلل من موجات الحر في تلك الدورة.

ويتضح من الجدول (8) أدناه إلى أن موجات الحر تختلف في توزيعها بحسب سنوات الدراسة في الدورة الأولى والممتدة من (1991 –2001)، إذ سجلت سنة (1998) وسنة (2000) أعلى تكرار لموجات الحر في مدة الدراسة، إذ بلغت (44 موجة حر) لكل سنة. يأتي بعدها سنة (2001) إذ سجلت (36 موجة حر)، أما أقل تكرار سنوي حيث سجل في سنة (1991) إذ بلغ (15 موجة حر) تأتي بعدها سنة (1995 و1997) إذ سجلت (16 موجة حر).

جدول (8)

التكرار السنوي لموجات الحر في محطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 – 2001)

السنوات	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	الناصرية	البصرة	المجموع
1991	1	4	1	2		2	-	3	2	15
1992	1	4	-	3	2	-	-	3	5	18
1993	1	4	-	1	1	2	-	4	6	19
1994	-	4	1	3	-	2	-	6	6	22
1995	-	4	1	3	1	-	-	4	3	16
1996	1	6	3	4	2	5	-	6	7	34
1997	2	1	-	2	1	3	-	3	4	16
1998	4	8	5	5	3	5	2	7	5	44
1999	-	6	1	4	2	4	2	7	6	32
2000	5	5	5	5	3	4	4	6	7	44
2001	5	4	3	3	3	3	2	6	7	36
المجموع	20	50	20	35	18	30	10	55	58	296

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

أما التوزيع السنوي لتكرار موجات الحر خلال مدة الدراسة للدورة الثانية والتي تمتد من (2002 – 2012) بلغ (361 موجة حر) في جميع محطات منطقة الدراسة. ومن خلال قسمة مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات الحر المسجلة، يتضح أن المعدل السنوي لحدوث موجات الحر في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (32.8 موجة حر) في كل عام. الا أنها بالتأكيد تتباين

بين جميع محطات منطقة الدراسة إذ سجلت محطة البصرة أعلى معدل حيث بلغ (6.2 موجة حر) في كل عام، في حين سجلت محطة الموصل أقل معدل بلغ (1.5 موجة حر) في كل عام، ويتضح من الجدول (9) أدناه أن موجات الحر تختلف في توزيعها بحسب سنوات الدراسة في الدورة الثانية والتي تمتد من (2002_2012)، إذ سجلت سنة (2010) أعلى تكرار لموجات الحر في مدة الدراسة، إذ بلغت (44 موجة حر). يأتي بعدها سنة (2012) إذ سجلت (39 موجة حر)، أما أقل تكرار سنوي حيث سجل في سنة (2003) إذ بلغ (15 موجة حر) تأتي بعدها سنة (2004) إذ سجلت (18 موجة حر).

جدول (9)

التكرار السنوي لموجات الحر في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002-2012)

السنوات	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة	المجموع
2002	2	4	4	3	3	4	4	7	6	37
2003	1	6	1	-	2	5	-	-	-	15
2004	-	5	1	-	-	4	-	-	8	18
2005	-	5	3	1	2	4	3	5	7	30
2006	4	7	4	3	2	5	4	5	4	38
2007	1	6	2	2	3	6	1	7	8	36
2008	1	5	4	3	3	5	3	6	8	38
2009	1	5	2	3	3	3	1	4	6	28
2010	4	5	6	5	2	4	4	7	7	44
2011	2	7	3	3	2	3	2	8	8	38
2012	1	8	3	2	2	3	5	8	7	39
المجموع	17	63	33	25	24	46	27	57	69	361

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

في حين أن التوزيع السنوي لتكرار موجات الحر خلال مدة الدراسة للدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013_ 2023) بلغ (219 موجة حر) في جميع محطات العراق. ومن خلال قسمة مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات الحر المسجلة، يكون المعدل السنوي لحدوث موجات الحر في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (19.9 موجة حر) في كل عام. الا أن هناك تفاوت بالتأكيد بين جميع محطات منطقة الدراسة إذ سجلت محطة البصرة أعلى معدل حيث بلغ (4.0 موجة حر) في كل عام، في حين سجلت محطة بغداد أقل معدل بلغ (1.3 موجة حر) في كل عام.

ويبين الجدول (10) أدناه أن موجات الحر تتباين في توزيعها بحسب سنوات الدراسة في الدورة المناخية الثالثة والممتدة من (2013 _2023)، إذ سجلت سنة (2014) أعلى تكرار لموجات الحر في مدة الدراسة بلغت (35 موجة حر). يأتي بعدها سنة (2021) إذ سجلت (22 موجة حر)، أما أقل تكرار سنوي حيث سجل في سنة (2015) إذ بلغ (13 موجة حر) تأتي بعدها سنة (2017) إذ سجلت (15 موجة حر).

جدول (10)

التكرار السنوي لموجات الحر في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013-2023)

السنوات	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة	المجموع
2013	1	5	1	2	1	2	2	5	1	20
2014	2	8	2	3	3	4	-	8	5	35
2015	1	1	2	-	2	1	1	1	4	13
2016	2	-	1	2	3	1	2	2	3	16
2017	1	1	1	1	4	-	2	2	3	15
2018	2	2	2	2	5	2	1	-	4	20
2019	2	1	3	1	3	2	2	2	4	20
2020	2	-	1	3	6	1	1	1	6	21
2021	2	2	2	-	5	2	2	2	5	22
2022	1	2	1	-	4	-	2	3	6	19
2023	2	1	2	1	3	1	2	2	4	18
المجموع	18	23	18	15	39	16	17	28	45	219

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ ،(بيانات مناخية غير منشورة).

ب . التوزيع الشهري لموجات الحر:-

تعرضت منطقة الدراسة إلى عدد من الموجات الحارة بلغت (876 موجة حر) طيلة مدة الدراسة والتي تمتد من (1991 . 2023) ويتفاوت حدوثها ما بين أشهر السنة وفي محطاتها المختلفة ، ويتضح من الجدول (11) والشكل (1) أدناه أن المجموع الكلي لعدد تكرارات موجات الحر للدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991 . 2001) بلغت (296 موجة حر) وبنسبة (100%) وعدد أيامها بلغ (944 يوم) وبنسبة (100%) وقد سجل أعلى معدل تكرار في موجات الحر لمنطقة الدراسة في شهر (تموز) بلغت (79 موجة حر) وبنسبة مئوية (26.7%) وبعدد أيام بلغت (317 يوم) وبنسبة بلغت (33.6%) ، ويأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (حزيران) حيث سجلت فيه (75 موجة حر) وبنسبة بلغت (25.3%) وعدد أيام

بلغت (173 يوم) وبنسبة (18.3%) ، في حين سجلت أقل نسبة في المعدلات الشهرية في شهر (تشرين الثاني) حيث بلغت (3 موجة حر) وبنسبة (1.0%) وبلغت عدد الأيام (9 يوم) وبنسبة بلغت (1.0%) يأتي بعده شهر (تشرين الأول) سجلت فيه (6 موجة حر) وبنسبة (2.0%) وعدد أيام بلغت (20 يوم) وبنسبة (2.1%) ، وفي هذه الأشهر، يشهد نهاية انسحاب الكتل الهوائية الحارة، ويترتب على ذلك تأثير واضح في المعدلات الشهرية بوجه عام، وفي معدلات درجات الحرارة المصاحبة لموجات الحر بوجه خاص، إذ يرتبط هذا التأثير ارتباطاً وثيقاً بحركة الشمس الظاهرية وما ينجم عنها من تباين في كمية الإشعاع الشمسي

الشهر	تكرار موجات الحر	النسبة	عدد الأيام	النسبة
اذار	8	2.7	26	2.8
نيسان	20	6.8	65	6.9
آيار	23	7.8	89	9.4
حزيران	75	25.3	173	18.3
تموز	79	26.7	317	33.6
اب	56	18.9	153	16.2
أيلول	26	8.8	92	9.7
تشرين الأول	6	2.0	20	2.1
تشرين الثاني	3	1.0	9	1.0
المجموع	296	100.0	944	100.0

الواصلة، والتي تتحدد تبعاً للموقع الفلكي لمنطقة الدراسة بحسب جدول (11) دوائر العرض، ولا سيما في فترتي بداية الفصل الحار ونهايته.

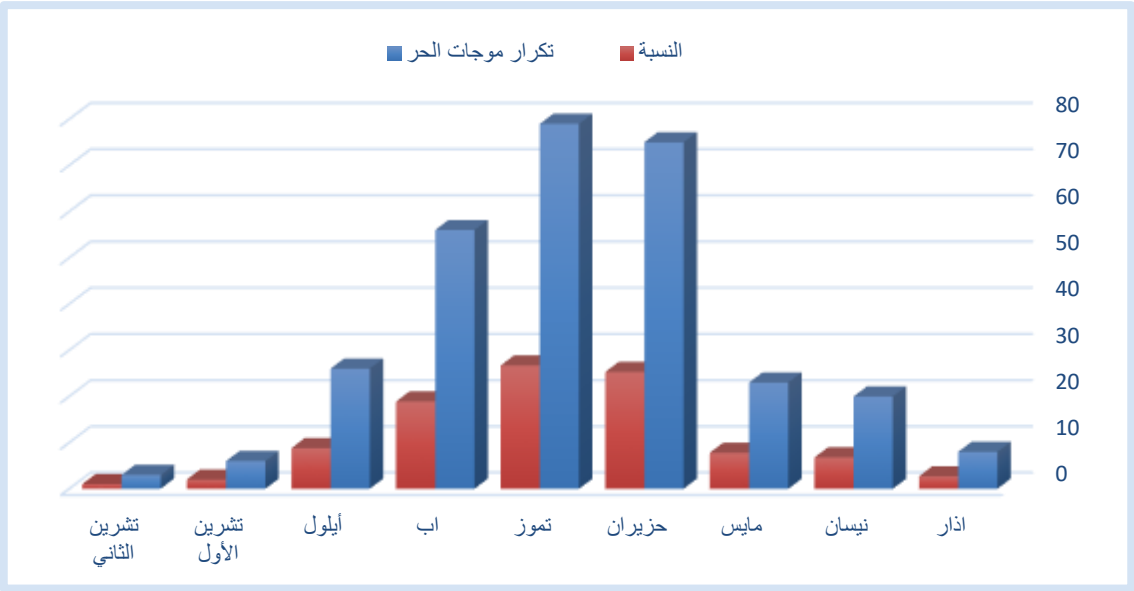
جدول (11)

التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 _ 2001)

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (1)

التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991_ 2001)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (11).

يتبين من الجدول (12) والشكل(2) أدناه أن المجموع الكلي لعدد تكرارات موجات الحر للدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 . 2012) بلغت (361 موجة حر) وبنسبة (100%) وعدد أيامها بلغ (1430 يوم) وقد سجل أعلى تكرار لموجات الحر لمنطقة الدراسة في شهر (تموز) بلغت (102 موجة حر) وبنسبة (28.3%) وبعدد أيام بلغت (424 يوم) وبنسبة (29.7%) ، ويأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (حزيران) حيث سجلت فيه (87 موجة حر) وبنسبة بلغت (24.1%) وبعدد أيام بلغت (350 يوم) وبنسبة (24.5%) ، في حين سجلت أقل نسبة في المعدلات الشهرية في شهر (تشرين الثاني) حيث بلغت (6 موجة حر) وبنسبة (1.7%) وبلغت عدد الأيام (20 يوم) وبنسبة (1.4%) ، يأتي بعده شهر(آذار) حيث بلغت (10 موجة حر) وبنسبة (2.8%) وعدد أيام بلغ (33 يوم) وبنسبة (2.3%) .

جدول (12)

التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002_ 2012)

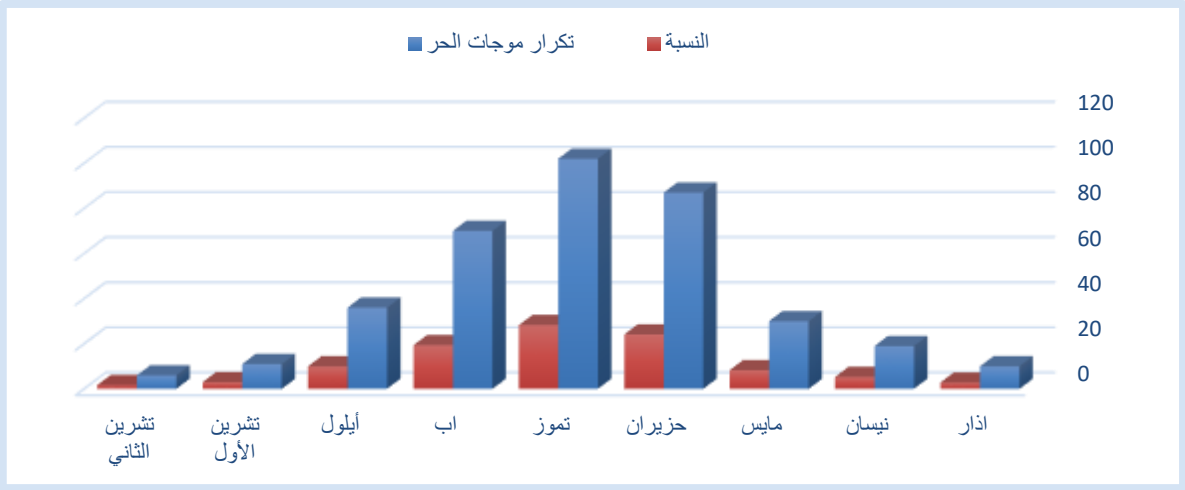
الشهر	تكرار موجات الحر	النسبة	عدد الأيام	النسبة
اذار	10	2.8	33	2.3
نيسان	19	5.3	63	4.4
آيار	30	8.3	113	7.9
حزيران	87	24.1	350	24.5
تموز	102	28.3	424	29.7
اب	70	19.4	269	18.8
ايلول	36	10.0	122	8.5

تشرين الاول	11	3.0	36	2.5
تشرين الثاني	6	1.7	20	1.4
المجموع	361	100.0	1430	100.0

المصدر : – عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(2)

التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002_ 2012)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (12).

يتضح من الجدول (13) والشكل(3) أدناه أن المجموع الكلي لعدد تكرارات موجات الحر للدورة المناخية الثالثة والممتدة من (2013 . 2023) بلغت (219 موجة حر) وعدد أيام بلغت (834 يوم) ، وقد سجل أعلى تكرار في موجات الحر لمنطقة الدراسة في شهر (تموز) بلغت (75 موجة حر) وبنسبة (34.2%) وعدد أيامها (305 يوم) وبنسبة (36.6%) ، ويأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (حزيران) حيث سجلت فيه (65 موجة حر) وبنسبة (29.7%) وبعدد أيام بلغ (253 يوم) وبنسبة (30.3%) ، في حين سجلت أقل عدد تكرارات لموجات الحر في شهر (تشرين الأول) بلغت (3 موجة حر) وبنسبة (1.4%) وبعدد أيام بلغ (9 يوم) وبنسبة (1.1%) يأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (آذار) حيث سجلت فيه (4 موجة حر) وبنسبة (1.8%) وبعدد أيام بلغ (12 يوم) وبنسبة (1.4%) .

جدول (13)

التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 _ 2023)

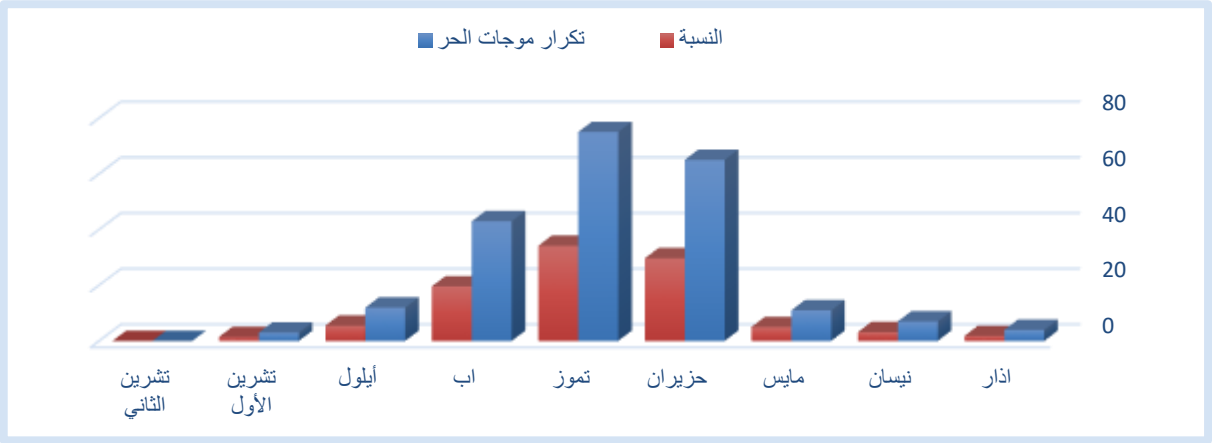
الشهر	تكرار موجات الحر	النسبة	عدد الأيام	النسبة
اذار	4	1.8	12	1.4
نيسان	7	3.2	23	2.8
آيار	11	5.0	37	4.4

حزيران	65	29.7	253	30.3
تموز	75	34.2	305	36.6
اب	43	19.6	156	18.7
أيلول	12	5.5	39	4.7
تشرين الأول	3	1.4	9	1.1
تشرين الثاني	0.0	0.0	0.0	0.0
المجموع	219	100.0	834	100.0

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ ،(بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(3)

التكرار الشهري لموجات الحر لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013 _ 2023)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (13).

1-2-2. التصنيف المكاني لموجات الحر: -

يتضح من الجدول (14) والشكل(4) أدناه وجود تباين في موجات الحر خلال أشهر السنة، فضلاً عن التباين المكاني بين محطات منطقة الدراسة. ويُعد ذلك انعكاسا لتحقيق أهم صفتين تتسم بهما الدراسات الجغرافية، وهما البعدان الزماني والمكاني. ويمكن تناول هذا التباين في محطات منطقة الدراسة على النحو الآتي: -

سجلت المحطات الجنوبية أكبر عدد تكرار في موجات الحر، في حين أن المحطات الشمالية (الموصل) سجلت أقل عدداً في موجات الحر، وذلك يعود إلى الموقع الفلكي والموقع الجغرافي وما تمتاز به بعض مناطق العراق مثل الوسط والجنوب من استواء في السطح وانخفاض عن مستوى سطح البحر، ومع التقدم باتجاه أشهر الفصل الحار في منطقة الدراسة تبدأ عوامل أخرى بتعزيز استقرار الكتل الهوائية، إذ يتقدم منخفض الهند الحراري الموسمي وتتعاظم سيطرته فوق منطقة الخليج العربي ، فيخضع العراق لتأثيرات الضغط العالي شبه المداري المتشكل في

أعلى طبقات التروبوسفير ، وقد تشتد حركة الرياح الموسمية القادمة من نصف الكرة الجنوبي في

المحطة	تكرار موجات الحر	%

عدد من السنوات نتيجة ظروف طقسية ومناخية معينة، فتتقدم شمالاً لمسافات واسعة لتغطي مساحات كبيرة من شبه الجزيرة العربية. وعندئذ تتحرك الكتلة الهوائية المدارية القارية الحارة المتمركزة فوق جنوب ووسط شبه الجزيرة العربية باتجاه الشمال، لتؤثر في مساحات واسعة من العراق ومن إقليم شرق البحر المتوسط، فتسود موجات حارة وجافة **(الموسوي وأبو رحيل ،2013، ص 233)**.

وبفعل سيطرة هذه الأنظمة الضغطية تتقارب معدلات تكرار موجات الحر في محطات منطقة الدراسة خلال أشهر (حزيران، تموز، آب) ، باستثناء محطة الرطبة التي تسجل أدنى تكرار لموجات الحر ، ويُعزى ذلك إلى موقعها في أقصى غرب العراق وبعدها النسبي عن مركز المنخفض الهندي الموسمي ، فضلاً عن قربها من تأثيرات البحر المتوسط مع محطة العمارة بسبب كثرة المسطحات المائية من الأهوار والمستنقعات والتي أدت إلى تقليل موجات الحر مقارنة ببقية محطات منطقة الدراسة .

جدول (14)

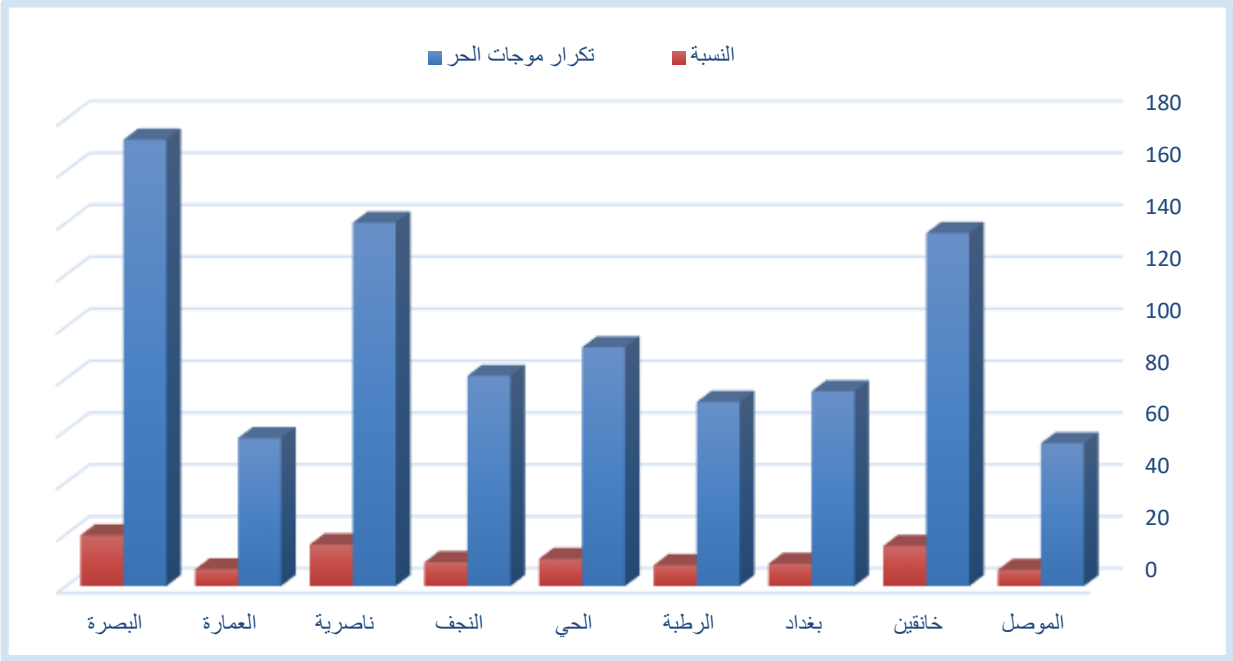
تكرار موجات الحر في محطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2023)

الموصل	55	6.3
خانقين	136	15.5
الرطبة	71	8.1
بغداد	75	8.6
النجف	81	9.2
الحي	92	10.5
العمارة	57	6.5
الناصرية	140	16.0
البصرة	172	19.6
المجموع	876	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(4)

تكرار موجات الحر في محطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (14).

1–2–3. التصنيف على اساس طول المدة الزمنية لموجة الحر :–

أظهرت السجلات اليومية للبيانات المناخية وجود تباين في موجات الحر التي سجلت في محطات منطقة الدراسة، سواء من حيث توزيعها على أشهر السنة أو من حيث طول المدة الزمنية لاستمرارها. إذ تختلف مدة بقاء موجات الحر المؤثرة من محطة إلى أخرى ضمن منطقة الدراسة، وبناءاً على طول مدة الاستمرار يمكن تصنيف موجات الحر إلى ثلاث فئات رئيسة هي : موجات حر قصيرة المدة ، وموجات حر متوسطة المدة ، وموجات حر طويلة المدة . ويُعد هذا التصنيف ذا أهمية كبيرة، كونه يوضح مدة بقاء الموجة الحارة وما يترتب عليها من تأثيرات في الانسان والبيئة، إذ تزداد حدة هذه التأثيرات بازدياد طول مدة موجة الحر، ولا سيما فيما يتعلق بصحة الانسان وراحته، فضلاً عن انعكاساتها البيئية بصورة عامة، ويمكن أن نبحث في هذا الموضوع كما يلي :-

أ . الموجات القصيرة : وهي الموجات التي تمتد مدتها الزمنية ثلاثة أيام متواصلة ، إذ بلغ المجموع الكلي لها لجميع محطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة من (1991 _ 2023) (452 موجة حر قصيرة) ، وفي الدورة المناخية الأولى للمدة من (1991 _2001) بلغت (159 موجة حر) ، وتشير نتائج الجدول (15) والشكل(5) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر لمنطقة الدراسة تختلف بحسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر حزيران أعلى تكرار لها حيث بلغ (39 موجة حر) يليه شهر تموز إذ سجل (35 موجة حر) ، أما أقل موجات حر قصيرة قد سجلت في شهر تشرين الثاني (3 موجة حر) يليه شهر تشرين الأول (4 موجة حر) . ويتضح من نتائج الجدول (15) والشكل (5) ادناه وللدورة المناخية الأولى (1991–2001) إلى أن هناك تباين في تكرارات موجات الحر القصيرة بالنسبة لمحطات منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة (البصرة) أعلى تكرار لموجات الحر القصيرة إذ بلغت (38 موجة حر)، تلتها محطة (الناصرية) حيث سجلت (29 موجة حر)، أما أقل عدد تكرار لموجات الحر القصيرة قد سجلت في محطة (الرطبة والعمارة) بلغت (6 موجة حر) لكل منهما على التوالي، تلتها محطة (الموصل والنجف) حيث سجلت لكل محطة (9 موجة حر).

جدول (15)

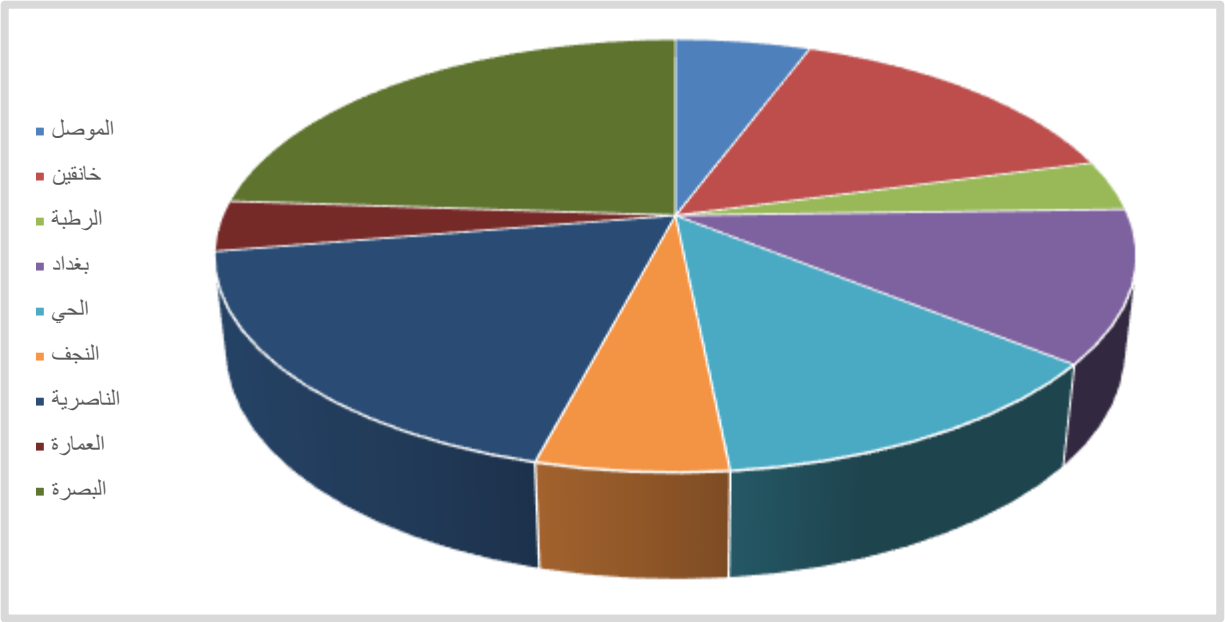
تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991-2001)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	-	-	-	-	1	-	1	4
نيسان	1	2	-	4	1	2	-	2	3
أيار	1	3	-	-	1	1	-	2	3
حزيران	2	6	2	6	2	5	2	7	7
تموز	2	5	2	3	2	4	2	7	8
اب	2	6	2	3	2	3	2	6	5
أيلول	1	2	-	2	1	2	-	2	4
تشرين الأول	-	-	-	-	-	1	-	1	2
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	1	-	1	1
المجموع	9	24	6	18	9	20	6	29	38

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(5)

تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991-2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (15).

تشير نتائج الجدول (16) والشكل (6) أدناه إلى أن عدد التكرارات لموجات الحر القصيرة للدورة المناخية الثانية لمنطقة الدراسة وللمدة من (2002 _2012) تتباين بحسب أشهر السنة، حيث بلغ المجموع الكلي لها (178 موجة حر)، إذ سجل شهر (تموز) أعلى تكرار في موجات الحر القصيرة حيث بلغ (40 موجة حر)، يليه شهر (حزيران) فقد سجل (36 موجة حر)، أما أقل تكرار لموجات حر قصيرة فقد سجل في شهر (تشرين الثاني) بلغت (4 موجة حر)، يليه شهر (آذار) حيث سجل (7 موجة حر).

ويتضح أيضاً هنالك تباين في تكرار موجات الحر القصيرة بالنسبة لمحطات منطقة الدراسة، إذ سجلت كل من محطة (البصرة والناصرية) أعلى تكرار لموجات الحر القصيرة بلغ (32 موجة حر) تلتهما محطة (الحي) حيث سجلت (27 موجة حر) ، أما أقل عدد تكرارات لموجات الحر القصيرة فقد سجل في محطة الموصل) وبلغت عدد الموجات القصيرة فيها (7 موجة حر) ، تلتها محطة (الرطبة) حيث سجل فيها (12 موجة حر) .

جدول (16)

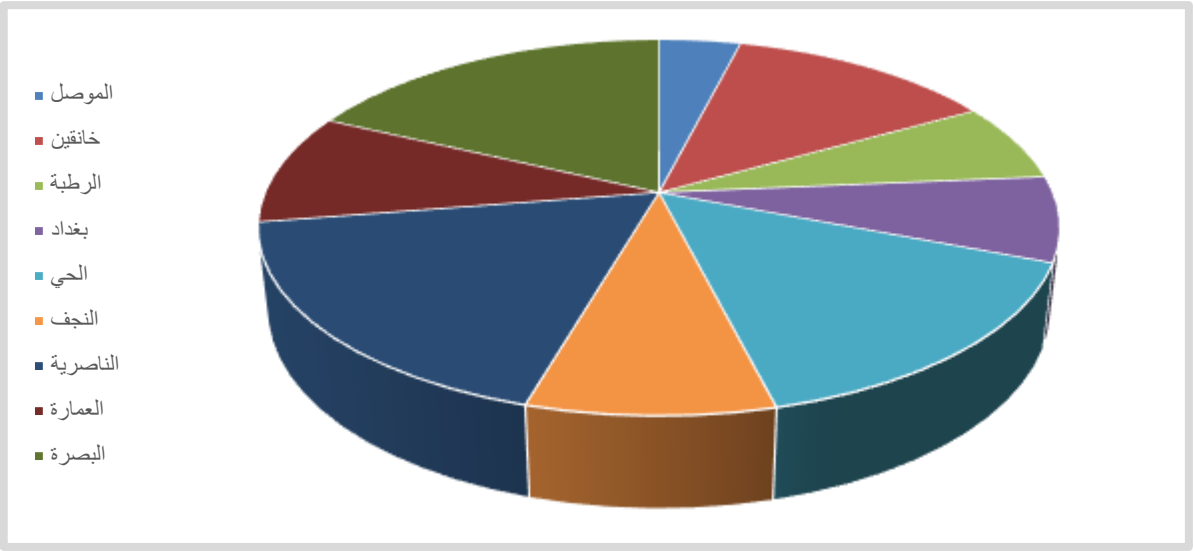
تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002-2012)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	1	-	-	-	2	1	2	1
نيسان	-	1	1	2	2	2	1	3	1
آيار	1	2	-	-	2	1	2	2	3
حزيران	2	4	3	4	3	5	3	6	6
تموز	2	5	3	3	4	6	3	7	7
اب	1	6	2	2	3	5	3	5	6
أيلول	1	3	2	2	1	3	2	5	5
تشرين الأول	-	1	1	-	-	2	1	1	2
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	1	1	1	1
المجموع	7	23	12	13	15	27	17	32	32

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(6)

تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002-2012)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (16).

تشير نتائج الجدول (17) والشكل (7) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر القصيرة في منطقة الدراسة للدورة المناخية الثالثة والتي تمتد للمدة (2013_ 2023) أن هناك اختلافا واضحاً بين أشهر السنة، حيث بلغ المجموع الكلي لها (118 موجة حر)، إذ سجل شهري (حزيران و تموز) على التوالي أعلى تكرار لموجات الحر القصيرة بلغت (31 موجة حر) ، يليه شهر (آب) حيث سجل (24 موجة حر) ، أما أقل موجات حر قصيرة فقد سجلت في شهر (تشرين الثاني) فقد بلغت (0 موجة حر) ، يليه شهر (تشرين الأول) حيث سجل (3 موجة حر) ،

وأيضاً يتضح من نتائج الجدول (17) يوجد هناك اختلاف في تكرار موجات الحر القصيرة ضمن محطات منطقة الدراسة، إذ سجلت محطتي (البصرة والنجف) أعلى تكرار لموجات الحر القصيرة بلغت (25 موجة حر) ، تلتها محطة (الناصرية) فقد سجلت (13 موجة حر) ، أما أقل عدد لتكرار موجات الحر القصيرة حيث سجل في محطة (بغداد) (7 موجة حر) تلتها محطة (العمارة) حيث سجل فيها (8 موجة حر) .

جدول (17)

تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدروة الثالثة) للمدة (2013-2023)

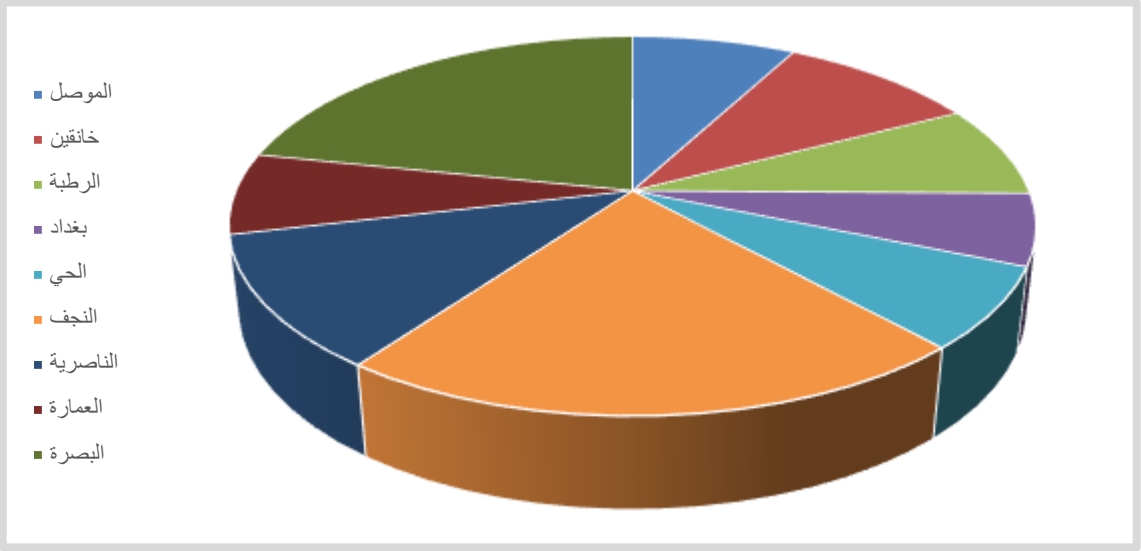
الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	-	-	-	2	-	-	-	2
نيسان	-	-	1	-	2	1	-	-	1
آيار	1	1	-	-	1	-	1	1	2
حزيران	2	2	3	2	6	2	3	5	6
تموز	3	3	2	3	5	2	2	4	7
اب	2	3	2	2	4	2	2	3	4

أيلول	1	1	1	3	1	-	-	1	3
تشرين الاول	-	1	-	2	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	9	11	9	25	7	8	8	13	25

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(7)

تكرار موجات الحر القصيرة لمحطات منطقة الدراسة (الدروة الثالثة) للمدة (2013–2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (17).

ب . موجات الحر المتوسطة: –

وهي موجات يتراوح امتدادها الزمني بين (4– 6 أيام) متتالية ، إذ بلغ المجموع الكلي لها لمحطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة الممتدة من (1991– 2023) (285 موجة حر متوسطة) ، وفي الدورة المناخية الأولى للمدة من (1991 _2001) (95 موجة حر) ، وتشير نتائج الجدول (18) والشكل(8) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر المتوسطة لمنطقة الدراسة تختلف بحسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر (تموز) أعلى تكرار لها إذ بلغ (26 موجة حر) ، يليه شهر (حزيران) بعدد موجات بلغ (25 موجة حر) ، أما أقل عدد موجات حر متوسطة نجد أن شهر (تشرين الثاني) لم تسجل فيه أي موجة يليه شهري (آذار وتشرين الأول) حيث سجلت لكل منهما (2 موجة حر) ، ويتضح من الجدول (18) إلى أن تكرارات موجات الحر المتوسطة اختلفت بين محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطة (خانقين) أعلى تكرار لموجات الحر المتوسطة إذ بلغ (20 موجة حر) ، تلتها محطة (الناصرية) إذ سجلت (16

موجة حر) ، أما أقل عدد تكرارات للموجات المتوسطة كان في محطة (العمارة) حيث بلغ (4 موجة حر) ، تلتها محطة (الحي) إذ بلغ (6 موجة حر) .

جدول (18)

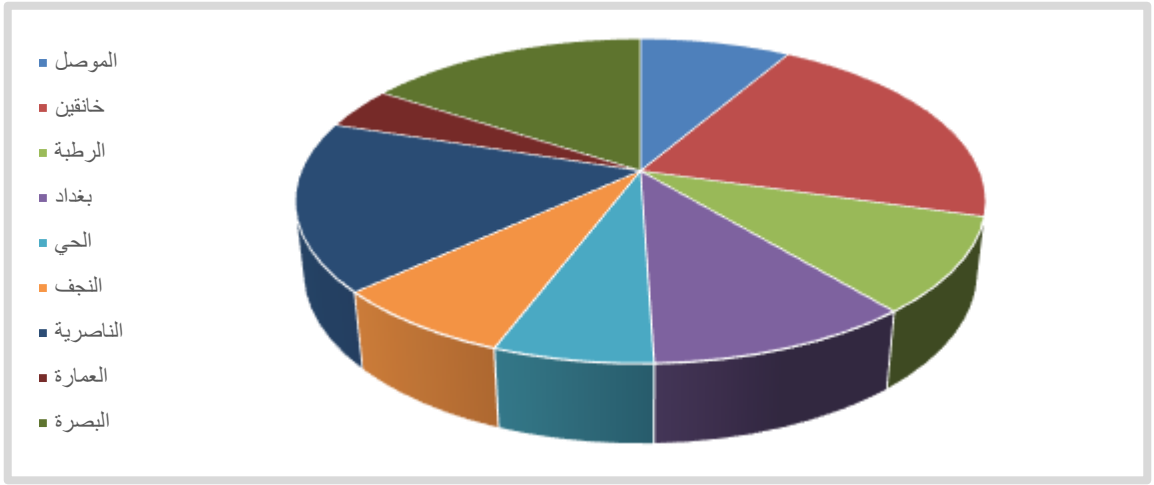
تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	-	-	-	-	-	-	1	1
نيسان	1	2	1	-	-	-	-	-	1
آيار	1	2	-	1	1	1	-	1	1
حزيران	2	4	2	3	2	2	2	4	2
تموز	2	5	2	3	2	2	2	4	4
اب	2	4	2	2	2	1	-	3	3
أيلول	-	3	2	1	-	-	-	3	2
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	1	1
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	8	20	9	10	7	6	4	16	15

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(8)

تكرارات موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (18).

تظهر نتائج الجدول (19) والشكل (9) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثانية والممتدة من (2002 . 2012) قد بلغ المجموع الكلي لها (121 موجة حر) ، وأنها تتفاوت بحسب أشهر السنة ، وتشير النتائج أيضاً إلى أن عدد التكرارات لموجات الحر المتوسطة في العراق تكون مختلفة بحسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر (تموز) أعلى تكرار لها بلغ (34 موجة حر) ، يليه شهر (حزيران) بعدد موجات بلغ (32 موجة حر) ، أما أقل موجات حر متوسط سجلت في شهر (تشرين الثاني) حيث بلغت (2 موجة حر) ، يليه كل من شهري (آذار و تشرين الأول) بعدد موجات بلغت (3 موجة حر) على التوالي . ويشير الجدول نفسه إلى أن تكرارات موجات الحر المتوسطة قد اختلفت بين محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطة (خانقين) أعلى تكرار لموجات الحر المتوسطة فقد بلغت (32 موجة حر) ، تلتها محطة (البصرة) بعدد موجات بلغ (26 موجة حر) ، أما أقل عدد تكرارات لموجات الحر المتوسطة سجل في محطات كل من (الموصل و النجف و العمارة) على التوالي بعدد موجات بلغ (6 موجة حر) ، تلتها محطة (بغداد) إذ بلغت فيها موجات الحر (9 موجة حر) .

جدول(19)

تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002-2012)

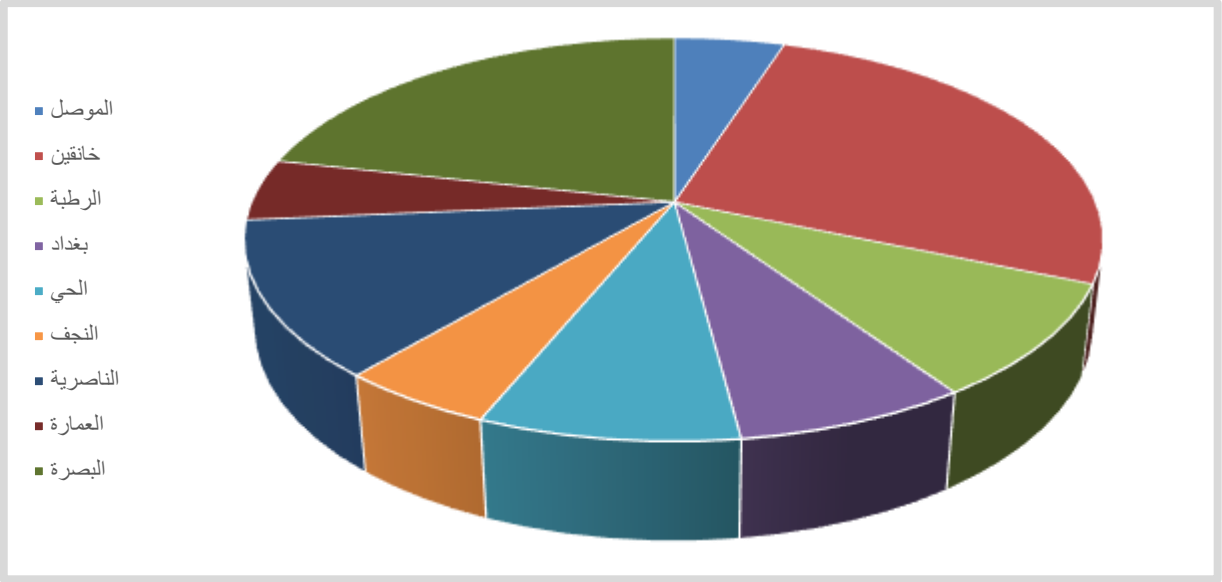
الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	2	-	-	-	-	-	1	-
نيسان	-	2	1	-	-	-	-	1	2
آيار	-	4	1	2	-	2	1	2	2
حزيران	2	6	3	2	2	3	2	4	8

تموز	2	6	3	3	2	3	2	6	7
اب	1	5	2	2	2	2	1	5	6
أيلول	1	4	1	-	-	-	-	1	4
تشرين الأول	-	1	-	-	-	-	-	-	2
تشرين الثاني	-	2	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	6	32	11	9	6	10	6	15	26

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(9)

تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002–2012)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (19).

تشير نتائج الجدول (20) والشكل (10) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 . 2023) فقد بلغ المجموع الكلي لها (69 موجة حر) ، وأنها متباينة بحسب أشهر السنة ، وتظهر النتائج إلى أن عدد تكرار موجات الحر المتوسطة في منطقة الدراسة تكون مختلفة بحسب أشهر السنة ، حيث سجل شهر (تموز) أعلى تكرار لها بلغ (26 موجة حر) ، يليه شهر (حزيران) بعدد موجات بلغ (22 موجة حر) ، أما أقل موجات حر متوسطة سجلت في كل من الأشهر التالية (أيلول ، تشرين الأول ، تشرين الثاني ، آذار) حيث لم تسجل أي موجة ، تلاها شهر (نيسان) بعدد موجات بلغت (2 موجة حر) ، ويتضح من الجدول ذاته إلى أن تكرارات موجات الحر المتوسطة قد تباينت في محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطة (البصرة) أعلى تكرار لموجات الحر

المتوسطة بلغت (15 موجة حر) ، تلتها كل من محطات (النجف و الناصرية) على التوالي بعدد موجات بلغ (9) ، أما أقل عدد تكرارات لموجات الحر المتوسطة سجل في محطة (بغداد) حيث سجلت (5 موجة حر) ، تلتها كل من محطات (الموصل و الرطبة و الحي و العمارة) بعدد موجات بلغ (6 موجة حر) .

جدول (20)

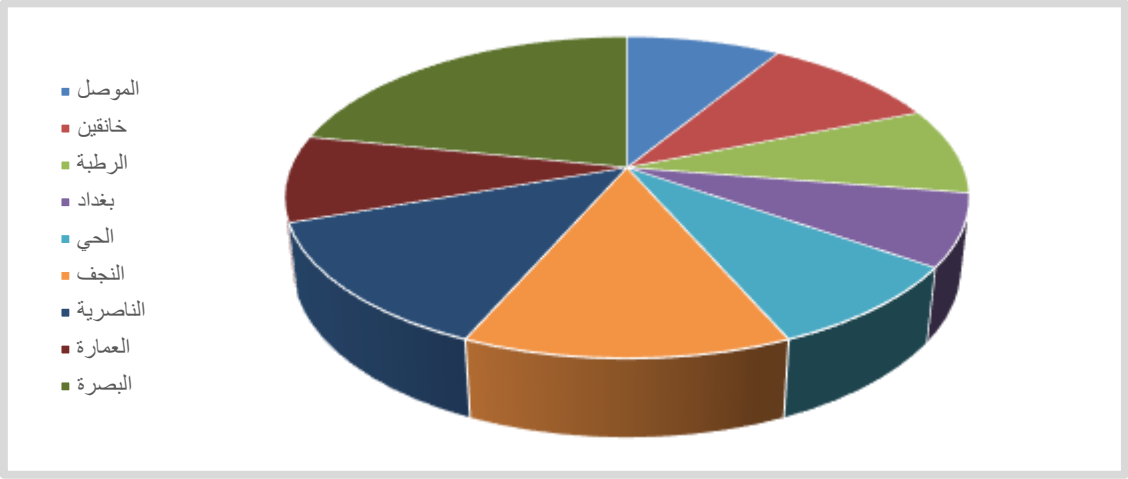
تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013-2023)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	1	1
آيار	-	-	-	-	-	1	-	1	2
حزيران	1	2	2	2	3	2	3	3	4
تموز	3	3	2	1	4	2	3	3	5
اب	2	2	2	2	2	1	-	1	3
أيلول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	6	7	6	5	9	6	6	9	15

المصدر : – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (10)

تكرار موجات الحر المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013-2023)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (20).

ج . موجات الحر الطويلة: –

أعتمد تصنيف موجات الحر الطويلة في منطقة الدراسة على مدة استمرارها الزمنية، حيث شملت هذه الفئة الموجات التي تزيد مدة حدوثها على (6 أيام) متتالية. وقد بلغ المجموع الكلي لها لمحطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة والتي تمتد من (1991_ 2023) (139 موجة حر طويلة) ، وفي الدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991 . 2001) حيث بلغ (42 موجة حر) ، وهي متباينة بشكل كبير بحسب أشهر السنة .

وتظهر نتائج الجدول (21) والشكل (11) أدناه إذ أن هناك أشهر لا تسجل أية موجات حر طويلة مثل (آذار و نيسان و تشرين الأول و تشرين الثاني) ، وأن هناك عدداً من المحطات كذلك لم تسجل في العديد من أشهر السنة مثل محطة (العمارة) ، أما أعلى تكرار لموجات الحر الطويلة قد سجل في شهر (تموز) إذ بلغ (18 موجة حر) ، يليه شهر (حزيران) بعدد موجات بلغ (13 موجة حر) ، أما أقل تكرار لموجات الحر الطويلة نجد ان كل من شهر (آذار و نيسان و تشرين الأول و تشرين الثاني) لم تسجل فيها أي موجة حر، يليه شهر (أيلول) بعدد موجات (1 موجة حر) . وقد اختلفت موجات الحر الطويلة بين محطات العراق إذ سجلت محطة (الناصرية) أعلى تكرار لموجات الحر الطويلة بلغت (10 موجة حر) ، تلتها محطة (بغداد) بعدد موجات بلغ (7 موجة حر) ، أما أقل تكرار لموجات الحر الطويلة سجل في محطة (النجف) بعدد موجات بلغ (2 موجة حر) تلتها محطة (الموصل) حيث بلغ (3 موجة حر) .

جدول (21)

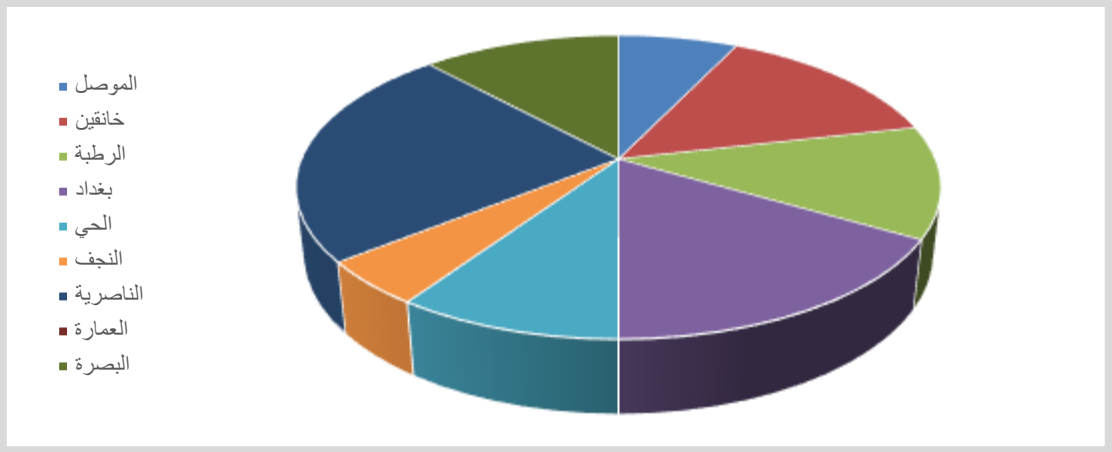
تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	1	1	2	-	-	-	-	-
حزيران	1	2	1	3	-	2	-	3	1
تموز	2	2	2	2	2	2	-	3	3
اب	-	1	1	-	-	-	-	3	1
أيلول	-	-	-	-	-	-	-	1	-
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	3	6	5	7	2	4	-	10	5

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (11)

تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (21).

تشير نتائج الجدول (22) والشكل (12) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 . 2012) قد بلغ (62 موجة حر) ، أما أعلى تكرار لموجات الحر الطويلة قد سجل في شهر (تموز) حيث سجل (28 موجة حر) يليه شهر (حزيران) بعدد موجات بلغ (19 موجة حر) ، أما الأشهر (آذار و نيسان و تشرين الأول و تشرين الثاني) لم تسجل أي موجة حر تلاها شهر (أيلول) بعدد موجات (1 موجة حر) ، وقد تباينت موجات الحر الطويلة بين محطات منطقة الدراسة حيث سجلت أعلى تكرار لموجات الحر الطويلة في محطة (البصرة) بعدد موجات بلغ (11 موجة حر) تلتها كل من محطتي (الرطبة و الناصرية) بعدد موجات بلغ (10 موجة حر) لكل محطة ، أما أقل عدد تكرارات قد سجل في كل من محطتي (بغداد و النجف) بعدد تكرار بلغ (3 موجة حر) تلتها محطات (الموصل و العمارة) بعدد موجات بلغ (4 موجة حر) .

جدول (22)

موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002–2012)

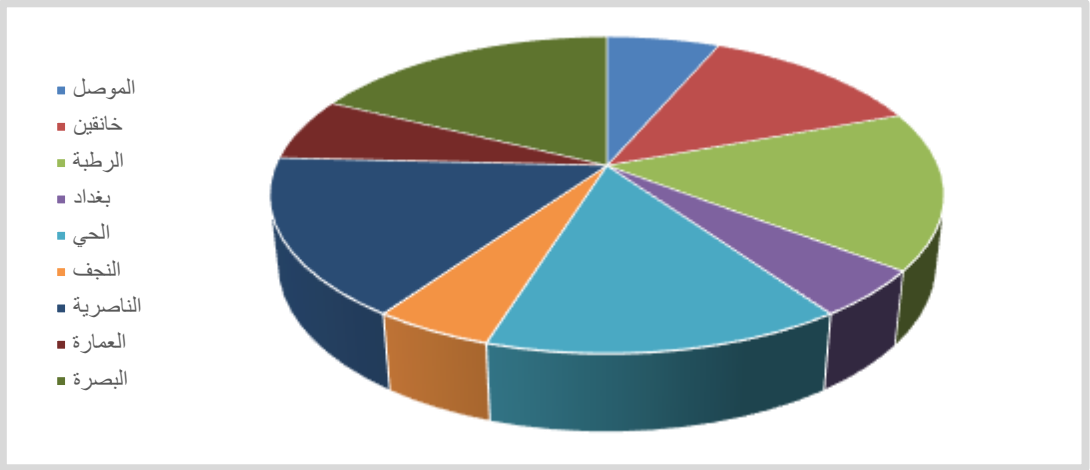
الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
اذار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	1	-	-	2
حزيران	2	3	3	1	-	2	2	3	3
تموز	2	4	4	2	3	3	2	4	4

اب	-	1	3	-	-	2	-	3	2
أيلول	-	-	-	-	-	1	-	-	-
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	4	8	10	3	3	9	4	10	11

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (12)

تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002–2012)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (22).

يتضح من نتائج الجدول (23) والشكل (13) أدناه إلى أن عدد تكرارات موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للدورة المناخية الثالثة والممتدة من (2013 . 2023) قد بلغت (35 موجة حر) ، أما أعلى تكرار لموجات الحر الطويلة قد سجل في شهر (تموز) حيث بلغت (18 موجة حر) يليه شهر (حزيران) حيث سجل عدد موجات حر طويلة بلغ عددها (12) ، أما الأشهر (آذار و نيسان و آيار و تشرين الأول و تشرين الثاني) لم تسجل أي موجة حر ثم تلاها شهر (أيلول) حيث سجل (1 موجة حر) ، وقد اختلفت موجات الحر الطويلة بين محطات منطقة الدراسة حيث سجل أعلى تكرار لها في محطة (الناصرية) بلغ (6 موجة حر) تلتها كل من محطات (خانقين و النجف و البصرة) بعدد موجات بلغ (5 موجة حر) ، أما أقل عدد تكرارات قد سجل في محطة (الحي) بلغ (2 موجة حر) تلتها محطات كل من (الموصل و الرطبة و بغداد و العمارة) بلغت (3 موجة حر) .

جدول (23)

موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)

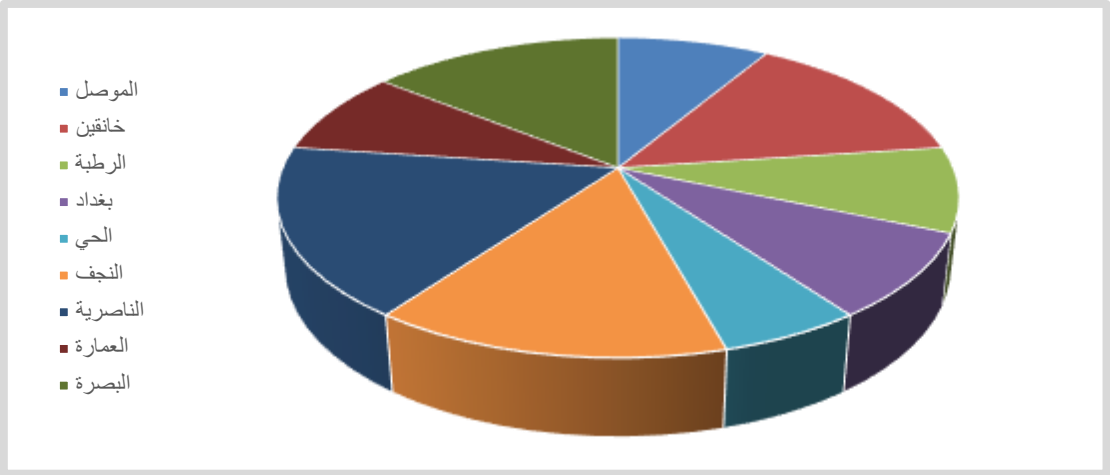
الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة

اذار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
حزيران	1	3	-	2	2	1	-	1	2
تموز	1	2	3	1	2	1	3	3	2
اب	1	-	-	-	1	-	-	1	1
أيلول	-	-	-	-	-	-	-	1	-
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	3	5	3	2	5	3	3	6	5

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (13)

تكرار موجات الحر الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (23).

1–2–4 . التصنيف على أساس شدة الموجة: –

لقد تم تصنيف موجات الحر حسب شدتها إلى صنفين:-

أ . موجات الحر القليلة الشدة:–

وهي الموجات الحرارية التي يتراوح فيها مقدار ارتفاع درجة الحرارة عن معدلها الاعتيادي لذلك الوقت من السنة بين (5 . 7) م° ، وذلك في جميع محطات منطقة الدراسة وعلى امتداد مدة الدراسة ، وبلغ المجموع الكلي لها في جميع محطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة والممتدة من (1991_ 2023) (139 موجة حر قليلة الشدة) .

ب . موجات الحر الشديدة: –

وهي الموجات التي تسجل خلالها درجات الحرارة ارتفاعاً عن المعدلات الاعتيادية السائدة لذلك الوقت من السنة بفارق يتراوح بين (8 . 10) م° ، وبلغ المجموع الكلي لها في جميع محطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة والتي تمتد من (1991 _ 2023) (737 موجة حر

شديدة) ، يتضح من الجدول (24) والشكل (14) أدناه أن في الدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991_ 2001) بلغ عدد تكرار موجات الحر مجتمعة (296 موجة حر) مقسمة ما بين موجات حر معتدلة الشدة بلغ عددها (206 موجة حر)، وموجات حر شديدة بلغ عددها (90 موجة حر).

جدول (24)

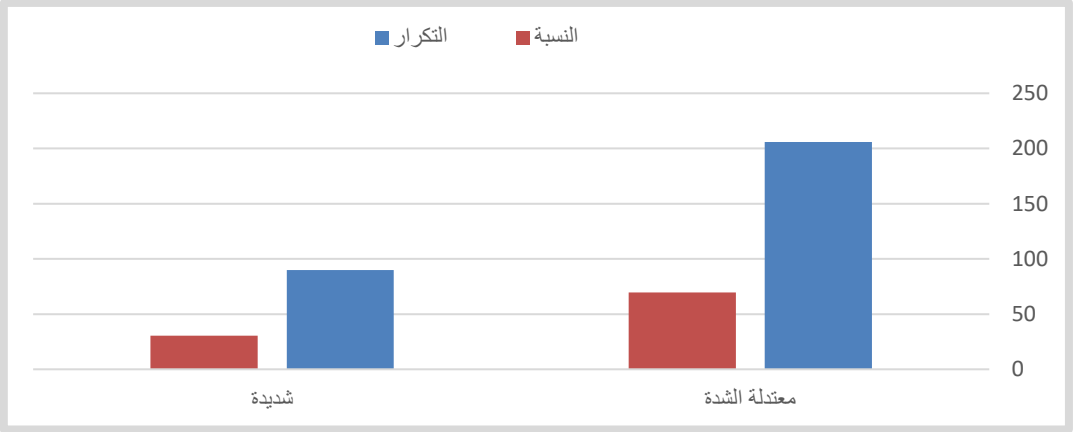
تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الاولى (1991_2001)

شدة الموجة	التكرار	النسبة
معتدلة الشدة	206	69.6
شديدة	90	30.4
المجموع	296	100

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(14)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الاولى (1991_2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (24).

يتبين لنا من الجدول (25) والشكل (15) أدناه أن في الدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 _ 2012) بلغ عدد تكرار موجات الحر فيها (361 موجة حر) قسمت بين موجات حر معتدلة الشدة قد بلغت (321 موجة حر)، وموجات حر شديدة بلغ عددها (40 موجة حر).

جدول (25)

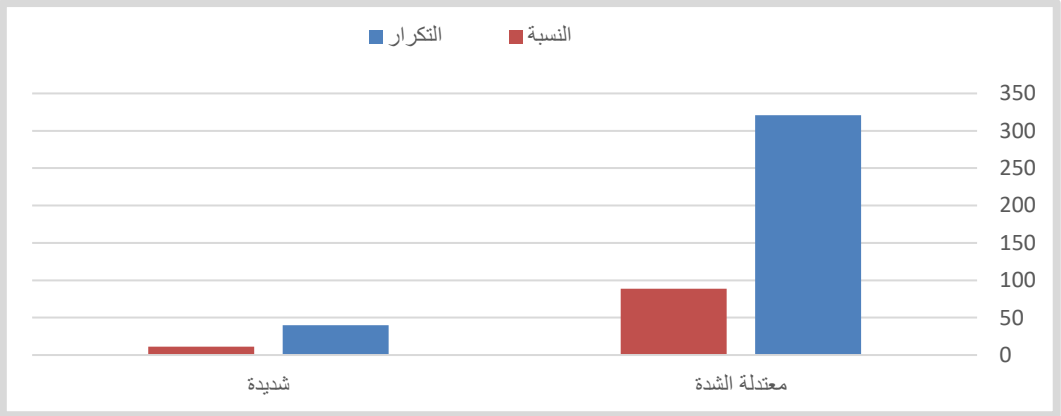
تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثانية (2002–2012)

شدة الموجة	التكرار	النسبة
معتدلة الشدة	321	88.9
شديدة	40	11.1
المجموع	361	100

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(15)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثانية (2002-2012)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (25).

يتضح من الجدول (26) والشكل (16) أدناه أن في الدورة المناخية الثالثة والممتدة من (2013 . 2023) بلغ عدد تكرار موجات الحر فيها (219 موجة حر) مقسمة ما بين موجات حر معتدلة الشدة بلغت (210 موجة حر) ، وموجات حر شديدة بلغت (9 موجة حر).

جدول (26)

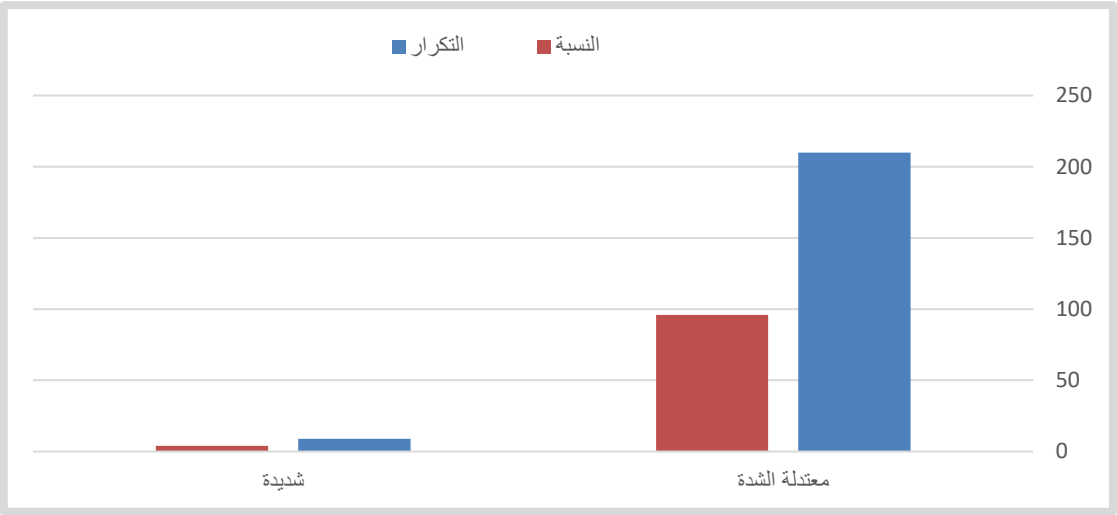
تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثالثة (2013-2023)

شدة الموجة	التكرار	النسبة
معتدلة الشدة	210	95.9
شديدة	9	4.1
المجموع	219	100

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (16)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للمدة الثالثة (2013-2023)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (26).

تكرار موجات البرد في مناخ العراق

يُعد مناخ العراق مناخاً قارياً متطرفاً نسبياً، إذ يتسم بصيف حار وجاف وشتاء بارد، وتتحكم في خصائصه مجموعة من العوامل الجغرافية والفلكية المتعددة، ومن أبرز هذه العوامل تأثره بالكتل الهوائية، ولا سيما الكتل القطبية الباردة القادمة من سيبيريا وشمال أوروبا، فضلاً عن الكتل القارية الجافة، وعلى الرغم من الاتجاه العام نحو ارتفاع درجات الحرارة عالمياً نتيجة التغير المناخي، إلا أن مناخ العراق لا يزال يشهد تذبذباً ملحوظاً ، حيث تتكرر موجات البرد القارسة خلال فصل الشتاء (من تشرين الثاني إلى آذار) بدرجات متفاوتة من الشدة .

وتزداد خطورة هذه الموجات عند اقترانها بانخفاض نسب الرطوبة، الأمر الذي يعزز الإحساس بالبرودة ويؤدي إلى تأثيرات مباشرة على الحياة اليومية والقطاع الزراعي، وتشير

الدراسات المناخية إلى وجود تباين في تكرار وشدة موجات البرد في العراق، مع تسجيل اتجاه تصاعدي تدريجي في تكرارها خلال العقود الماضية، حيث لوحظت زيادة واضحة في عدد الموجات الباردة خلال السنوات الأخيرة، ويعد شهر كانون الثاني من أبرد أشهر السنة، إذ يتميز بانخفاض درجات الحرارة إلى مستويات قياسية، وتكتسب دراسة هذه الموجات أهمية خاصة في ظل تزايد تطرف الظواهر الجوية، حيث تتأثر المنطقة بتوغل الكتل الهوائية الباردة العميقة التي تؤدي إلى انخفاض حاد في درجتي الحرارة العظمى والصغرى، وقد تنخفض أحياناً إلى ما دون الصفر المئوي. وينتج عن ذلك حدوث ظواهر الانجماد والصقيع التي تشكل خطراً كبيراً على النشاط الزراعي، ولا سيما المحاصيل الحقلية. لذا يتطلب فهم هذه الظواهر إجراء تحليل دقيق للخرائط الجوية اليومية لتحديد أسباب تكرارها وآليات حدوثها.

2-2 -تكرار موجات البرد في منطقة الدراسة: -

تتعرض منطقة الدراسة خلال عدد من أشهر السنة إلى موجات برد تختلف في شدتها وطول مدتها الزمنية من وقت لآخر، وكذلك بين محطات منطقة الدراسة. ولغرض تحديد هذه الموجات بدقة، لابد من اعتماد معيار علمي يميز موجات البرد عن سواها من حالات الانخفاض الاعتيادي في درجات الحرارة التي قد تحدث خلال أشهر السنة المختلفة، واعتماداً على ذلك، جرى تحديد عدد من الشروط المرتبطة بحالات الانخفاض الحراري، بما يتلائم مع الاحساس الفعلي بالبرودة، بعيداً عن التقسيم الفصلي العام لمناخ العراق إلى فصل حار وآخر بارد ، إذ إن هذا التقسيم يُفضي إلى مساواة غير دقيقة بين محطات المنطقة الشمالية من العراق ومحطات القسم الجنوبي ، وهو ما يبتعد عن الدقة المكانية والمناخية . لذلك تم اعتماد الشروط الآتية لتحديد موجة البرد:

1 . الشرط الأول:-

أن تنخفض درجة الحرارة الصغرى بمقدار (5 درجات مئوية) عن المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى للشهر نفسه من السنة التي حدثت فيها موجة البرد.

2 . الشرط الثاني: -

أن تنخفض درجة الحرارة الصغرى خلال أيام موجة البرد إلى (4 م°) أو أقل من المعدل الشهري للشهر نفسه، أو أن تهبط إلى ما دون الصفر المئوي. وقد اعتُمدت هذه العتبة لكون العديد

من المحطات لا تتجاوز فيها درجات الحرارة الصغرى (5 م°) فوق الصفر، ومع ذلك لا تنخفض إلى ما دون الصفر. لذا كان من الضروري اعتماد معيار يبرز الأيام الباردة فعلياً، إذ ليس من المنطقي أن تنخفض درجات الحرارة إلى هذا الحد من دون أن تُسجل موجة برد، فضلاً عن أن الانخفاض الكبير في درجة الحرارة يُعد مؤشراً قياسياً لصعوبة هبوطها إلى (4 م°) أو أدنى من ذلك في العراق ، ومن ثم عدم تسجيل موجة برد في مثل هذه الحالة .

3 . الشرط الثالث: –

أن لا يتجاوز متوسط درجة الحرارة اليومية لأي يوم من أيام موجة البرد (18 م°)، وذلك في جميع الأشهر ولكافة محطات منطقة الدراسة. ويتوافق هذا المعيار مع المعايير العالمية المعتمدة في تحديد الاتجاه الأنخفاضي لدرجات الحرارة، كما ينسجم مع الإحساس الفعلي للإنسان بالبرودة.

4 . الشرط الرابع: –

أن يستمر انخفاض درجة الحرارة لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية، استنادا إلى القيم الحرارية المحددة في الشروط السابقة. ويسهم هذا الشرط في تأكيد الصفة الدورية لموجات البرد، سواء أكانت قد حدثت خلال الشهر ذاته أم في سنة أخرى. وبناءاً على ما تقدم ، يمكن تصنيف موجات البرد بعد تحقق تلك الشروط على النحو الآتي :–

1 . التصنيف الزمني لموجات البرد: –

يمكن تصنيف موجات البرد ضمن هذا الإطار التصنيفي استنادا إلى توزيعها السنوي والشهري، فضلاً عن بيان أوجه التباين المكاني لهذا التوزيع بين محطات منطقة الدراسة، وذلك على النحو الآتي: –

أ . التوزيع السنوي لموجات البرد: –

يبين التوزيع السنوي لتكرار موجات البرد طيلة مدة الدراسة والتي تمتد من (1991_ 2023) ولجميع محطات منطقة الدراسة إذ بلغ المجموع الكلي لها (522 موجة برد) وبتقسيم مدة الدراسة على عدد موجات البرد الكلية نحصل على معدل حدوث موجات البرد لجميع محطات

الدراسة حيث بلغت (6.2 موجة برد) في كل عام، وللدورة الأولى بلغ مجموعها الكلي بلغ (145 موجة برد) في جميع محطات منطقة الدراسة.

ومن خلال تقسيم مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات البرد المسجلة، يتضح أن المعدل السنوي لحدوث موجات البرد في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (13.1 موجة برد) في كل عام. الا أنها بالتأكيد تتفاوت بين جميع محطات العراق، إذ سجلت محطة الرطبة أعلى معدل حيث بلغ (2.1 موجة برد) في كل عام، في حين سجلت محطة الناصرية أقل معدل بلغ (0.8 موجة برد) في كل عام.

ويتضح من الجدول (27) أدناه إلى أن موجات البرد تختلف في توزيعها بحسب سنوات الدراسة في الدورة الأولى والممتدة من (1991_ 2001)، إذ سجلت سنة (1992) أعلى تكرار لموجات البرد في مدة الدراسة، إذ بلغت (23 موجة برد) ، تأتي بعدها سنة (1994) إذ بلغ (20 موجة برد) ، أما أقل تكرار سنوي حيث سجل في سنة (1993) إذ بلغ (1 موجة برد) تأتي بعدها سنة (1998) إذ سجلت (6 موجة برد) .

جدول (27)

التكرار السنوي لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة (الدورة الاولى) للمدة (1991-2001)

السنوات	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	الناصرية	البصرة	المجموع
1991	1	1	2	1	1	1	1	-	1	9
1992	3	4	4	3	1	3	2	1	2	23
1993	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
1994	4	3	4	2	2	2	1	1	1	20
1995	3	1	3	2	2	2	2	1	2	18
1996	2	2	2	2	1	-	-	2	-	11
1997	3	2	3	2	-	2	2	-	1	15
1998	-	1	-	1	2	-	2	-	-	6
1999	2	3	3	2	1	1	-	1	2	15
2000	3	1	-	1	1	2	1	2	-	11
2001	-	1	2	3	2	2	3	1	2	16
المجموع	21	19	24	19	13	15	14	9	11	145

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

أما التوزيع السنوي لتكرار موجات البرد خلال مدة الدراسة للدورة الثانية والتي تمتد من (2002_ 2012) بلغ (172 موجة برد) في جميع محطات منطقة الدراسة. ومن خلال قسمة مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات البرد المسجلة، يتضح أن المعدل السنوي لحدوث موجات البرد في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (15.6 موجة برد) في كل عام . الا أنها بالتأكيد تتباين بين جميع محطات منطقة الدراسة إذ سجلت محطة خانقين أعلى معدل حيث بلغ (2.4 موجة برد) في كل عام ، في حين سجلت محطة بغداد أقل معدل بلغ (1 موجة برد) في كل عام .

يتضح من الجدول (28) أدناه أن موجات البرد تختلف في توزيعها بحسب سنوات الدراسة في الدورة الثانية والتي تمتد من (2002_ 2012) ، إذ سجلت سنة (2007) أعلى تكرار لموجات البرد في مدة الدراسة ، إذ بلغت (24 موجة برد) . تأتي بعدها سنة (2008) إذ سجلت (22 موجة برد) ، أما أقل تكرار سنوي حيث سجل في سنة (2006) إذ بلغ (7 موجة برد) تأتي بعدها سنة (2003) إذ بلغ (8 موجة برد) .

جدول (28)

التكرار السنوي لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002-2012)

السنوات	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة	المجموع
2002	3	2	3	1	2	-	2	2	1	16
2003	2	3	2	-	-	-	-	1	-	8
2004	3	4	-	2	2	3	3	-	2	19
2005	3	2	2	1	3	1	1	2	1	16
2006	1	1	2	-	1	-	1	1	-	7
2007	4	3	2	2	3	3	2	2	3	24
2008	3	5	2	-	4	3	1	2	2	22
2009	2	2	-	2	2	1	2	3	1	15
2010	2	2	2	-	1	2	2	-	2	13
2011	3	2	2	2	2	1	2	1	1	16
2012	-	1	1	1	2	2	3	2	2	14
المجموع	26	27	18	11	22	16	21	16	15	172

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

في حين أن التوزيع السنوي لتكرار موجات البرد خلال مدة الدراسة للدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 _2023) بلغ (205 موجة برد) في جميع محطات العراق. ومن خلال قسمة مدة الدراسة على العدد الكلي لموجات البرد المسجلة، يكون المعدل السنوي لحدوث موجات البرد في جميع محطات منطقة الدراسة بلغ (18.6 موجة برد) في كل عام . الا أن هناك تفاوت بالتأكيد بين جميع محطات منطقة الدراسة إذ سجلت محطة الموصل أعلى معدل حيث بلغ (3.0 موجة برد) في كل عام، في حين سجلت محطة النجف أقل معدل بلغ (1.2 موجة برد) في كل عام ، ويبين الجدول (29) أدناه أن موجات البرد تتباين في توزيعها بحسب سنوات الدراسة في الدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 _ 2023) ، إذ سجلت سنة (2021) أعلى تكرار لموجات البرد في مدة الدراسة بلغت (27 موجة برد) . تأتي بعدها سنة (2017) إذ سجلت (26 موجة برد) ، أما أقل تكرار سنوي حيث سجل في سنة (2013) إذ بلغ (9 موجة برد) تأتي بعدها سنة (2020) إذ سجلت (12 موجة برد) .

جدول (29)

التكرار السنوي لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013-2023)

السنوات	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة	المجموع
2013	2	1	1	1	1	-	2	-	1	9
2014	4	2	3	4	2	2	-	2	2	21
2015	3	2	5	3	-	2	2	-	1	18
2016	2	1	2	2	1	2	1	2	1	14
2017	4	3	4	3	2	3	2	3	2	26
2018	3	1	3	2	-	2	1	2	1	15
2019	4	2	2	4	2	3	-	2	1	20
2020	2	1	2	3	1	2	-	1	-	12
2021	3	2	4	3	2	4	3	3	3	27
2022	3	3	3	2	2	2	2	3	2	22
2023	4	2	3	3	1	2	2	2	2	21
المجموع	34	20	32	30	14	24	15	20	16	205

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

ب . التوزيع الشهري لموجات البرد :-

تعرضت منطقة الدراسة إلى العديد من موجات البرد طيلة مدة الدراسة الممتدة من (1991 _ 2023) حيث بلغ المجموع الكلي لها (522 موجة برد) ، يتضح من الجدول (30) والشكل (17) أدناه أن المجموع الكلي لعدد تكرارات موجات البرد لمنطقة الدراسة للدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991 _ 2001) بلغت (145 موجة برد) وبنسبة (100%) وعدد أيام بلغت (563 يوم) ، وقد سجل أعلى تكرار في موجات البرد لمنطقة الدراسة في شهر (تشرين الثاني) بلغت (35 موجة برد) وبنسبة (24.1%) وعدد أيامها (128 يوم) وبنسبة (22.7%) ، ويأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (كانون الأول) حيث سجلت فيه (34 موجة برد) وبنسبة (23.4%) وبعدد أيام بلغ (136 يوم) وبنسبة (24.2%) ، في حين سجلت أقل عدد تكرارات لموجات البرد في شهر (تشرين الأول) بلغت (2 موجة برد) وبنسبة (1.4%) وبعدد أيام بلغ (6 يوم) وبنسبة (1.1%) يليه شهر (آذار) حيث سجلت فيه (12 موجة برد) وبنسبة (8.3%) وعدد أيام بلغ (47 يوم) وبنسبة (8.3%) .

جدول (30)

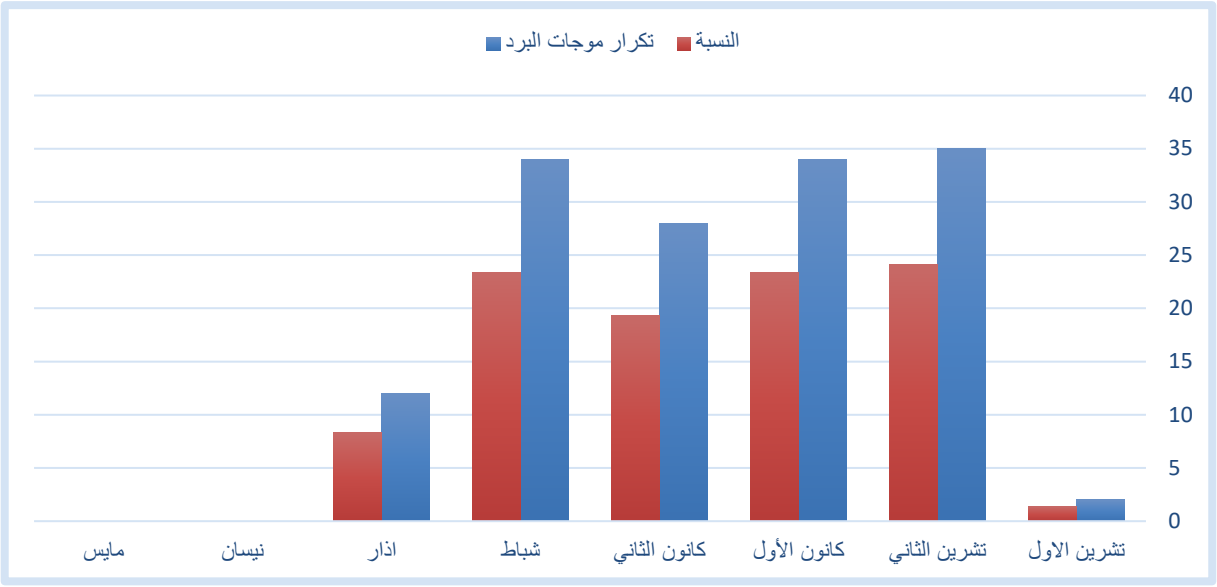
التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 . 2001)

الشهر	تكرار موجات البرد	النسبة	عدد الأيام	النسبة
تشرين الأول	2	1.4	6	1.1
تشرين الثاني	35	24.1	128	22.7
كانون الأول	34	23.4	136	24.2
كانون الثاني	28	19.3	117	20.8
شباط	34	23.4	129	22.9
اذار	12	8.3	47	8.3
نيسان	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-
المجموع	145	100.0	563	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (17)

التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الأولى) للمدة (1991 . 2001)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (30).

يبين الجدول (31) والشكل (18) أدناه أن المجموع الكلي لعدد تكرارات موجات البرد للدورة المناخية الثانية والممتدة من (2002 . 2012) بلغت (172 موجة برد) وبنسبة بلغت (100%) وعدد أيام بلغ (678 يوم) وبنسبة بلغت (100%) ، وقد سجل أعلى تكرار في موجات البرد لمنطقة الدراسة في شهر (شباط) بلغت (48 موجة برد) وبنسبة بلغت (27.9%) وعدد أيام (198 يوم) وبنسبة (29.2%) ، ويأتي بعده في المرتبة الثانية شهر (تشرين الثاني) حيث سجلت فيه (41 موجة برد) وبنسبة بلغت (23.8%) وعدد أيام بلغ (142 يوم) وبنسبة (20.9%) ، في حين سجلت أقل عدد تكرارات لموجات البرد في شهر (نيسان) بلغت (1 موجة برد) وبنسبة (0.6%) وعدد أيام بلغ (3 يوم) وبنسبة (0.4%) ويأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (تشرين الأول) حيث سجلت فيه (3 موجة برد) وبنسبة (1.7%) وبعدد أيام بلغ (9 يوم) وبنسبة(1.3%) .

جدول (31)

التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 _ 2012)

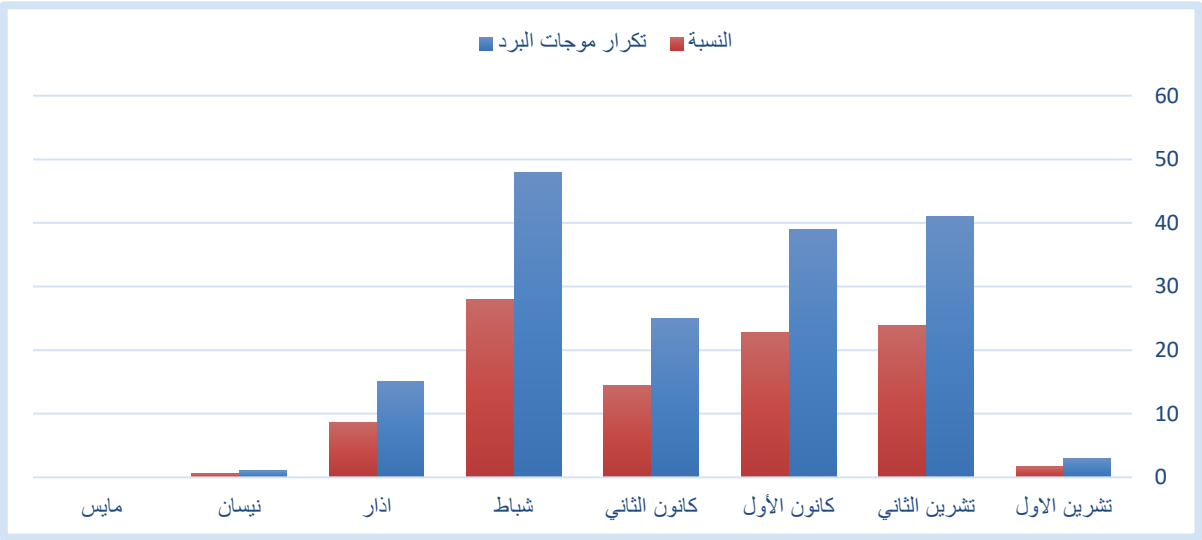
الشهر	تكرار موجات البرد	النسبة	عدد الأيام	النسبة
تشرين الأول	3	1.7	9	1.3
تشرين الثاني	41	23.8	142	20.9
كانون الأول	39	22.7	162	23.9
كانون الثاني	25	14.5	104	15.3
شباط	48	27.9	198	29.2
اذار	15	8.7	60	8.8
نيسان	1	0.6	3	0.4

آيار	-	-	-	-
المجموع	172	100.0	678	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (18)

التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثانية) للمدة (2002 _ 2012)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (31).

ويشير الجدول (32) والشكل (19) أدناه أن المجموع الكلي لعدد تكرارات موجات البرد للدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 . 2023) بلغت (205 موجة برد) وبنسبة (100%) وعدد أيام بلغت (801 يوم) وبنسبة (100%) ، وقد سجل أعلى تكرار لموجات البرد لمنطقة الدراسة في شهر (شباط) بلغت (52 موجة برد) وبنسبة (25.4%) وعدد أيامها (206 يوم) وبنسبة (25.7%) ، ويأتي بالمرتبة الثانية شهر (كانون الأول) بلغت (41 موجة برد) وبنسبة (20.0%) وعدد أيام بلغ (162 يوم) وبنسبة (20.2%) ، في حين سجلت أقل عدد تكرارات لموجات البرد في شهر (آيار) بلغت (2 موجة برد) وبنسبة (1.0%) وعدد أيام بلغ (12 يوم) وبنسبة (1.5%) ، ويأتي بعده بالمرتبة الثانية شهر (نيسان) بلغت (4 موجة برد) وبنسبة (2.0%) وعدد أيام بلغ (20 يوم) وبنسبة (2.5%) .

جدول (32)

التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013_ 2023)

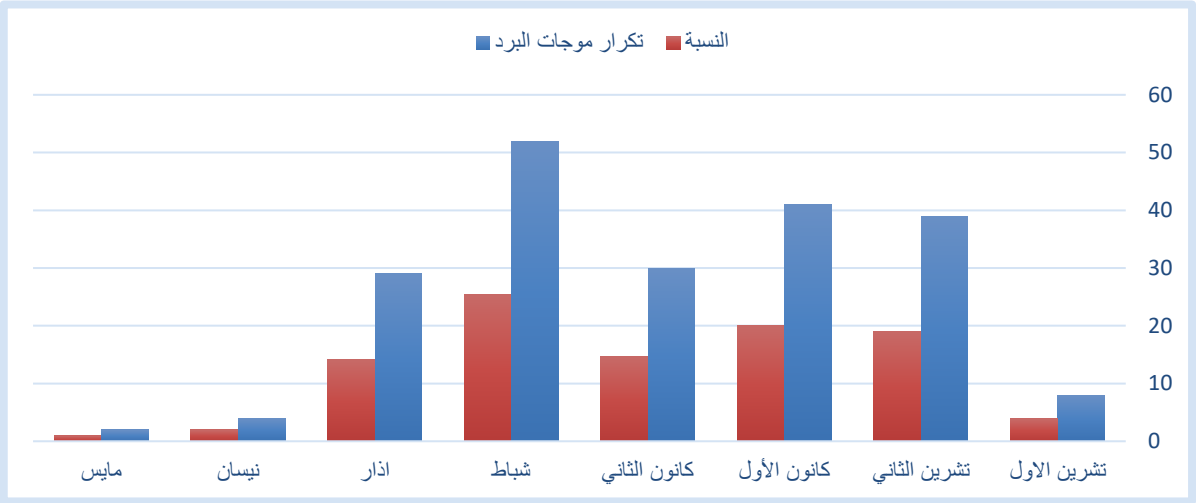
الشهر	تكرار موجات البرد	النسبة	عدد الأيام	النسبة
تشرين الأول	8	3.9	27	3.4

تشرين الثاني	39	19.0	145	18.1
كانون الأول	41	20.0	162	20.2
كانون الثاني	30	14.6	119	14.9
شباط	52	25.4	206	25.7
اذار	29	14.1	110	13.7
نيسان	4	2.0	20	2.5
آيار	2	1.0	12	1.5
المجموع	205	100.0	801	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(19)

التكرار الشهري لموجات البرد لمحطات منطقة الدراسة (الدورة الثالثة) للمدة (2013_ 2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (32).

2. التصنيف المكاني لموجات البرد :–

يظهر تباين واضح في موجات البرد بين محطات منطقة الدراسة نتيجة لتأثرها بعدة عوامل، من أبرزها

الموقع الفلكي والموقع الجغرافي للعراق بصورة عامة، ولمحطات منطقة الدراسة بصورة خاصة. وبناءاً على ذلك يمكن تناول هذا التباين وتحليله وفق محطات منطقة الدراسة على النحو الآتي:–

يشير الجدول (33) والشكل (20) ادناه إلى أن هنالك تباين واضح في موجات البرد خلال أشهر السنة ، إذ سجلت المحطات الشمالية والغربية (الموصل والرطبة) أكثر عدد تكرار لموجات البرد ، في حين أن المحطات الجنوبية (البصرة والناصرية والعمارة) أقل تكراراً من المحطات الشمالية والغربية ، وذلك بالتأكيد يعود إلى موقع العراق الفلكي والجغرافي ، الأمر الذي يجعلها أكثر بعداً عن مدار السرطان مقارنة بالمحطات الجنوبية التي تتسم بقربها النسبي منه ،

فضلاً عن تأثرها بقربها من المسطحات المائية الدافئة للخليج العربي ، كما هو الحال في محطة البصرة .

يسهم عامل الأرتفاع عن مستوى سطح البحر إسهاماً واضحاً في خفض درجات الحرارة ، ولا سيما في الأقسام الشمالية من العراق ، إذ يعمل الأقليم الجبلي بوصفه حاجزاً طبيعياً يحد من أنسيابية الكتل القطبية الباردة القادمة من جهة سوريا باتجاه الأراضي العراقية . ونتيجة لذلك يتباطأ تقدم هذه الكتل نحو المحطات الجنوبية ، الأمر الذي يؤدي إلى تأخر حلول فصل الشتاء في المنطقتين الوسطى والجنوبية مقارنة بالشمالية .

كما تتصف درجات الحرارة بالتدرج المكاني من الجنوب نحو الشمال ، وهو تدرج تفرضه طبيعة تضاريس العراق التي يزداد ارتفاعها كلما اتجهنا شمالاً ، فضلاً عن كون الكتل الهوائية الباردة تدخل البلاد أولاً عبر أجزائه الشمالية . ويضاف إلى ذلك أن كمية الأشعاع الشمسي تتناقص باتجاه الشمال . أما محطة الرطبة فتتميز بخصائص جغرافية مختلفة عن محطات الأقسام الجنوبية والوسطى ، إذ تقع على أرتفاع أعلى من مستوى سطح البحر ، فضلاً عن قربها النسبي من نطاق تأثير مناخ البحر المتوسط ، مما يجعلها أكثر تأثراً بالمنخفضات الجوية القادمة من جهة البحر مقارنة ببقية محطات منطقة الدراسة . كذلك تسهم طبيعة الأراضي الجرداء المفتوحة في تسجيل درجات حرارة صغرى أكثر انخفاضاً مقارنة بالأراضي المغلقة والمزروعة .

أما خلال الأشهر الباردة من الفصل البارد (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) ، فتظهر محطات منطقة الدراسة تقارباً ملحوظاً في عدد تكرارات موجات البرد ، وقد تتفوق المحطات الجنوبية أحياناً على نظيراتها الشمالية . ويعزى ذلك إلى خضوع المنطقة للسيطرة شبه الكاملة للمنخفضات والمرتفعات الجوية المرتبطة بالكتل الهوائية الباردة ، ولا سيما الكتل القطبية القارية (cP) والقطبية البحرية (mP) . كما يتحكم الموقع الفلكي بالنسبة لدوائر العرض في درجة التأثر بهذه الكتل ، نتيجة الأنتقال الظاهري للشمس باتجاه الجنوب .

وبناءاً على ذلك ، يبدأ العراق بالتعرض لموجات البرد بشكل شبه منتظم تبعاً لاختلاف مواقع المحطات ، ولا سيما خلال الأشهر الأنتقالية . ومع ذلك فأن سيادة الكتل الهوائية الباردة تكون أوضح في المحطات الشمالية مقارنة بالمحطات الجنوبية ، إذ تستقر فيها لمدة أطول نسبياً ، في حين تتأثر المحطات الجنوبية بدرجة أقل نسبياً من حيث مدة الأستقرار وشدته .

يُعزى التباين في درجات الحرارة بين الارتفاع والانخفاض إلى اختلاف تأثير الكتل الهوائية الباردة، إذ إن توغل هذه الكتل نحو المحطات الجنوبية غالباً ما يؤدي إلى تسجيل موجات برد تستمر لأكثر من ثلاثة أيام، مما يسهم أحياناً في زيادة عدد موجات البرد المسجلة فيها مقارنة بالمحطات الشمالية. ولا يعني ذلك بالضرورة أن المحطات الجنوبية تسجل انخفاضات حرارية أشد من نظيراتها الشمالية، بل يشير إلى حدوث تعاقب في الارتفاع والانخفاض عن المعدلات الحرارية الاعتيادية، وهوما يُعرف بموجات البرد .

أما في الأشهر الأخيرة من الفصل البارد ، فتظهر محطات منطقة الدراسة تبايناً واضحاً في تكرار موجات البرد تبعاً لدوائر العرض ، إذ تسجل المحطات الشمالية النسبة الأكبر منها ، في حين تكاد تنعدم في الأجزاء الجنوبية من العراق . ويُعزى ذلك إلى الحركة الظاهرية للشمس وما يرافقها من تزحزح نطاقات الضغط الجوي شمال خط الأستواء بنحو (10 درجات) ، الأمر الذي يحد من تأثر المحطات الجنوبية بالمنخفضات الجوية الموسمية ، فتبدأ درجات الحرارة بالأرتفاع فيها ، وبالتالي لا تُسجل موجات برد في شهري (نيسان و آيار) أو تسجل بأعداد محدودة جداً قياساً بالمحطات الشمالية.

جدول (33)

تكرار موجات البرد حسب محطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2023)

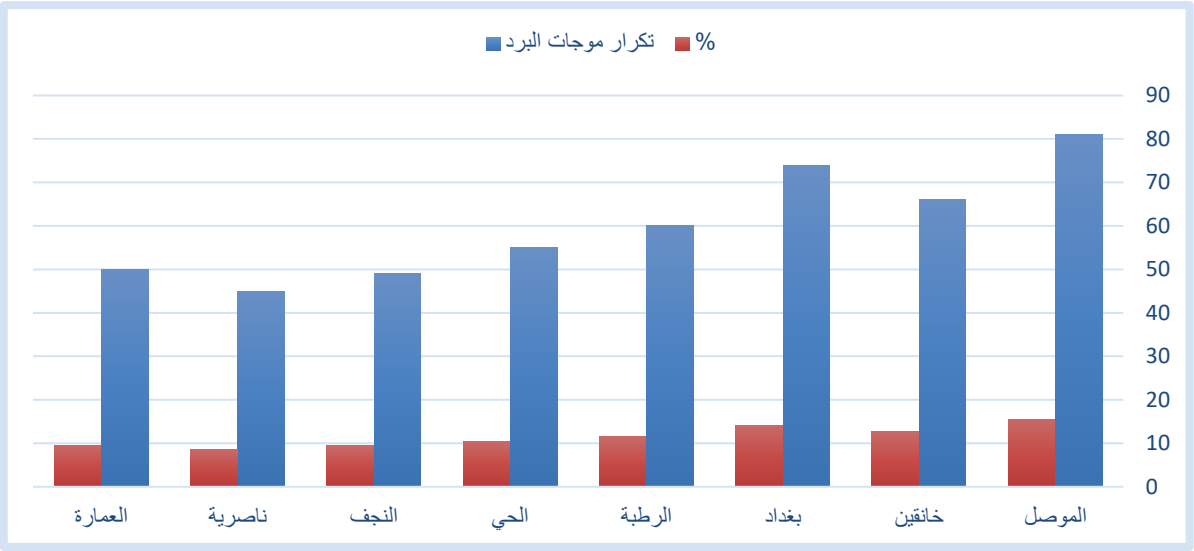
المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ،

المحطة	تكرار موجات البرد	%
الموصل	81	15.5
خانقين	66	12.6
الرطبة	60	11.5
بغداد	74	14.2
النجف	49	9.4
الحي	55	10.5
العمارة	50	9.6
الناصرية	45	8.6
البصرة	42	8.0
المجموع	522	100.0

(بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (20)

تكرارات موجات البرد حسب محطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2023)



المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول (33).

3 . التصنيف على أساس طول موجة البرد الزمني :

يعتمد تصنيف موجات البرد على أساس طول الموجة أو عمرها الزمني، إذ يظهر تباين واضح بين محطات منطقة الدراسة في مدة استمرار موجات البرد التي سُجلت خلال أشهر السنة. ويمكن تصنيف هذه الموجات وفقاً لمدة بقائها إلى: موجات برد قصيرة، موجات برد متوسطة، موجات برد طويلة. ويُعد هذا التصنيف مهماً لكونه يوضح مدة مكوث الموجة الباردة في كل محطة، إذ كلما ازداد طول موجة البرد تعاظمت آثارها البيئية، ولا سيما على الإنسان والكائنات الحية الأخرى، ويمكن تناول هذا الموضوع على النحو الآتي: -

أ . موجات البرد القصيرة: -

وهي الموجات التي تبلغ مدتها الزمنية ثلاثة أيام متواصلة، إذ بلغ مجموع تكراراتها الكلي في جميع محطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة من (1991 _ 2023) (254 موجة برد)،تشير نتائج الجدول (34) أدناه إلى أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991 . 2001) ، قد تفاوتت في عدد التكرارات لموجات البرد القصيرة من حيث أشهر السنة ، إذ سجل شهر (شباط) أعلى تكرار بلغ (17 موجة برد) يليه كل من شهري (تشرين الثاني وكانون الأول) (16 موجة برد) لكل منهما ، أما في شهري (نيسان و آيار) لم تسجل أي موجة برد يليهما شهر (تشرين الأول) فقد سجلت فيه (2 موجة برد) ، وتشير نتائج الجدول ذاته إلى أن هناك تباين واضح في تكرارات موجات البرد القصيرة بحسب محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطة (الموصل) أعلى تكرار في موجات البرد القصيرة بلغت (11 موجة برد) تليها

محطة (الرطبة) حيث سجلت فيها (10 موجة برد) . أما أقل عدد لتكرار موجات البرد القصيرة قد سجلت في محطة (الناصرية) بلغت (4 موجة برد) تليها كل من محطتي (البصرة و الحي) بعدد موجات بلغت (6 موجة برد) لكل منهما .

جدول (34)

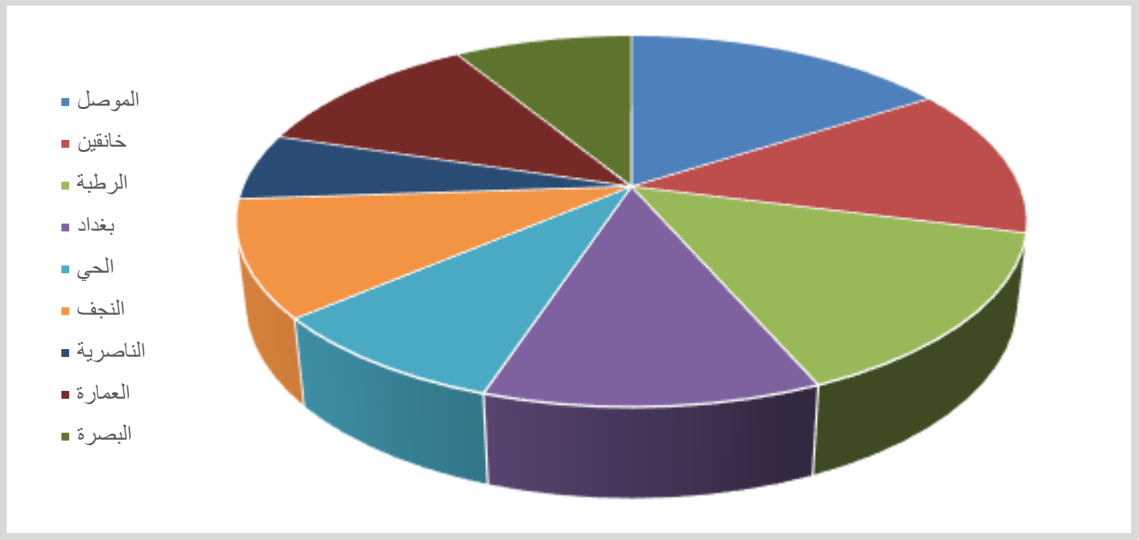
تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الاول	1	-	1	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	1	2	3	1	1	2	2	2	2
كانون الأول	2	2	1	2	2	1	2	2	2
كانون الثاني	2	2	1	1	1	1	1	-	2
شباط	3	2	3	3	2	2	2	-	-
اذار	2	1	1	1	1	-	1	-	-
نيسان		-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	11	9	10	8	7	6	8	4	6

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (21)

تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (34).

ويتضح من الجدول (35) والشكل (22) أدناه أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 _ 2012) ، قد اختلفت في عدد التكرارات لموجات البرد القصيرة

بحسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر (تشرين الثاني) أعلى تكرار بلغ (26 موجة برد) يأتي بعده شهر (شباط) بعدد موجات بلغ (20 موجة برد) ، أما في شهر (آيار) لم تسجل أي موجة برد يليه شهر (نيسان) بعدد موجات بلغت (1 موجة برد) ، وتشير نتائج الجدول نفسه إلى أن هناك اختلافات واضحة في عدد تكرارات موجات البرد القصيرة لمحطات الدراسة ، إذ سجلت محطة (الموصل) أعلى تكرار في موجات البرد القصيرة بلغت (14 موجة برد) تلتها محطة (خانقين) بعدد موجات بلغت (12 موجة برد) ، أما أقل التكرارات التي سجلت لموجات البرد القصيرة على مستوى المحطات نجد أن محطة (بغداد و البصرة) سجلت فيهما (6 موجة برد) تليهما محطات كل من (الرطبة و الحي و العمارة) حيث بلغت (8 موجة برد) .

جدول (35)

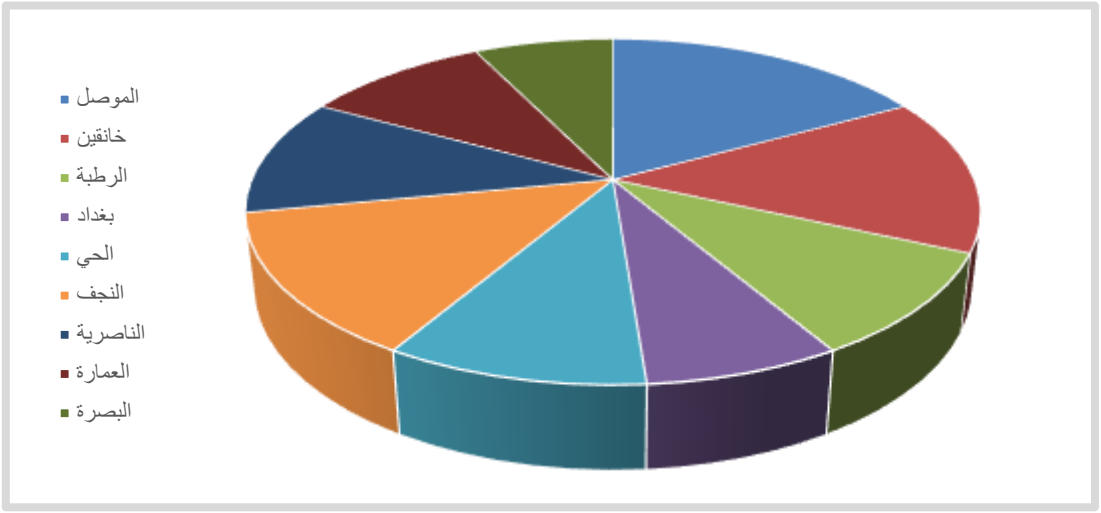
تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002-2012)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الاول	1	1	1	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	5	4	2	2	3	2	3	3	2
كانون الأول	2	2	1	1	2	2	2	3	1
كانون الثاني	1	1	1	1	2	1	1	1	1
شباط	3	2	3	1	3	2	2	2	2
اذار	2	1	-	1	1	1	-	-	-
نيسان	-	1	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	14	12	8	6	11	8	8	9	6

المصدر : – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (22)

تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002-2012)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على جدول (35).

ويتبين من الجدول (36) والشكل (23) أدناه أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثالثة والممتدة من (2013 . 2023) ، قد اختلفت في عدد تكرارات موجات البرد القصيرة حسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر (شباط) أعلى تكرار بلغ (26 موجة برد) يليه شهر (تشرين الثاني) بعدد موجات بلغت (23 موجة برد) ، أما في شهري (نيسان و آيار) لم تسجل أي موجة برد يليهما شهر (تشرين الأول) بعدد موجات بلغت (5 موجة برد) ، ويتضح من نتائج الجدول ذاته أن هناك تباين واضح في تكرارات موجات البرد على مستوى محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطة (الموصل) أعلى تكرار لموجات البرد بلغت (16 موجة برد) تلتها محطة (بغداد) بلغت (15 موجة برد) ، أما أقل عدد تكرار لموجات البرد في محطات منطقة الدراسة ، حيث سجلت كل من محطتي (النجف و الناصرية) تليها محطات (خانقين و العمارة) سجلت فيهما (9 موجة برد) .

جدول (36)

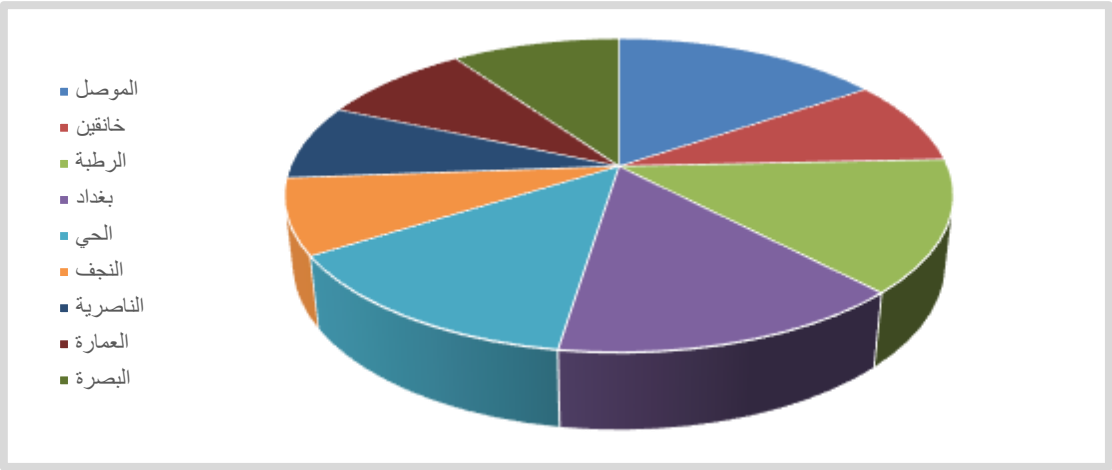
تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الأول	1	1	-	1	1	1	-	-	-
تشرين الثاني	3	2	3	4	2	3	2	1	3
كانون الأول	4	2	3	2	1	2	2	2	2
كانون الثاني	2	1	2	2	1	2	1	1	1
شباط	4	2	4	4	2	4	2	2	2
اذار	2	1	2	2	1	2	2	2	2
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	16	9	14	15	8	14	9	8	10

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (23)

تكرار موجات البرد القصيرة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على جدول (36).

ب . موجات البرد المتوسطة: –

تُعرف هذه الموجات بأنها التي تمتد مدتها الزمنية من (4 . 6) أيام متتالية، إذ بلغ مجموع تكراراتها الكلي في جميع محطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة من (1991 _2023) (164 موجة برد) ، يتضح لنا من الجدول (37) والشكل (24) أدناه أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الأولى والممتدة من (1991_ 2001) ، قد تفاوتت فيها عدد تكرارات موجات البرد المتوسطة بحسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر (تشرين الثاني) أعلى تكرار بلغ (17 موجة برد) يليه شهر (شباط) بعدد موجات بلغ (12) ، أما الأشهر (تشرين الأول ، نيسان ، آيار) لم تسجل أي موجة برد تلاها شهر (آذار) بعدد موجات (2 موجة برد) ، وتشير نتائج الجدول ذاته إلى أن هناك تباين واضح في تكرار موجات البرد المتوسطة بحسب محطات منطقة الدراسة ، حيث سجلت محطة (الموصل) أعلى تكرار بلغ (8 موجة برد) تلتها محطات (خانقين و بغداد) حيث بلغت (7 موجة برد) لكل منهما ، أما أقل عدد لتكرار موجات البرد المتوسطة قد سجلت في محطات (الناصرية و العمارة) بلغت (3 موجة برد) تلتها محطات (النجف و البصرة) بعدد موجات بلغت (4 موجة برد) .

جدول (37)

تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2001)

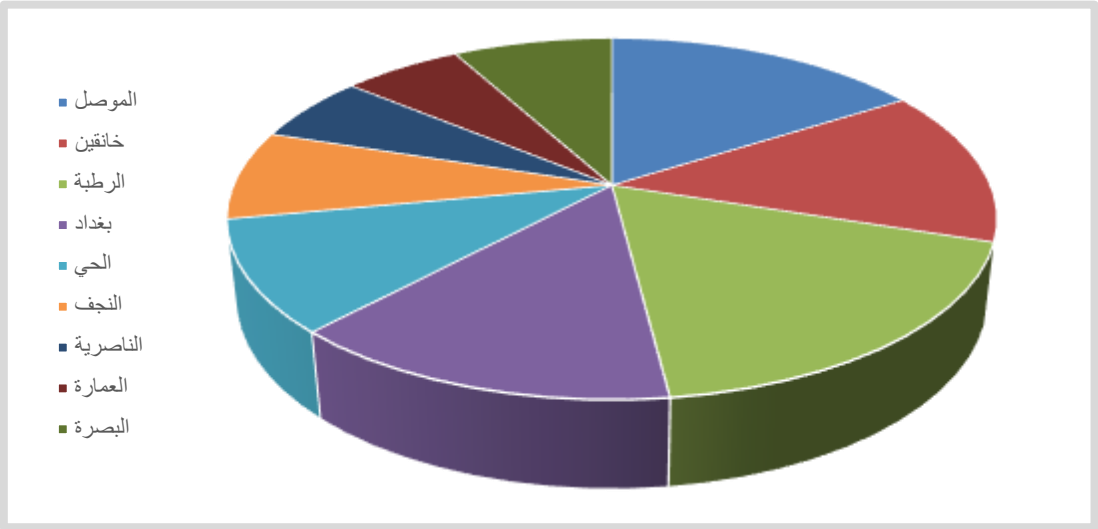
الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الاول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	3	2	3	2	2	2	-	1	2
كانون الأول	1	1	2	1	1	1	1	1	1
كانون الثاني	1	2	1	2	-	1	1	-	1
شباط	2	2	2	2	1	1	1	1	-
اذار	1	-	1	-	-	-	-	-	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-

المجموع	8	7	9	7	4	5	3	3	4

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (24)

تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991–2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (37).

يتبين من الجدول (38) والشكل (25) أدناه أن في الدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 – 2012) تباينت فيها تكرارات موجات البرد المتوسطة بحسب أشهر السنة ، إذ سجل شهر (شباط) أعلى تكرار في عدد الموجات بلغ (15 موجة برد) تلاه شهري (تشرين الثاني و كانون الأول) بعدد موجات لكل منهما بلغ (13 موجة برد)، أما الأشهر (تشرين الأول و نيسان و مايس) لم تسجل أي موجة برد تلاها شهر (آذار) بعدد موجات بلغ (6 موجة برد) ، ويتضح من نتائج الجدول نفسه هناك اختلاف واضح في تكرار موجات البرد المتوسطة بحسب محطات منطقة الدراسة ، حيث سجلت محطة (خانقين) أعلى تكرار بلغ (9 موجة برد) تلتها محطة (النجف) بعدد موجات بلغت (8 موجة برد) ، أما أقل تكرار سجل لموجات البرد المتوسطة في محطات (الحي و الناصرية و البصرة) بلغت (4 موجة برد) تلتها محطة (بغداد) بعدد موجات بلغت (5 موجة برد) .

جدول (38)

تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002–2012)

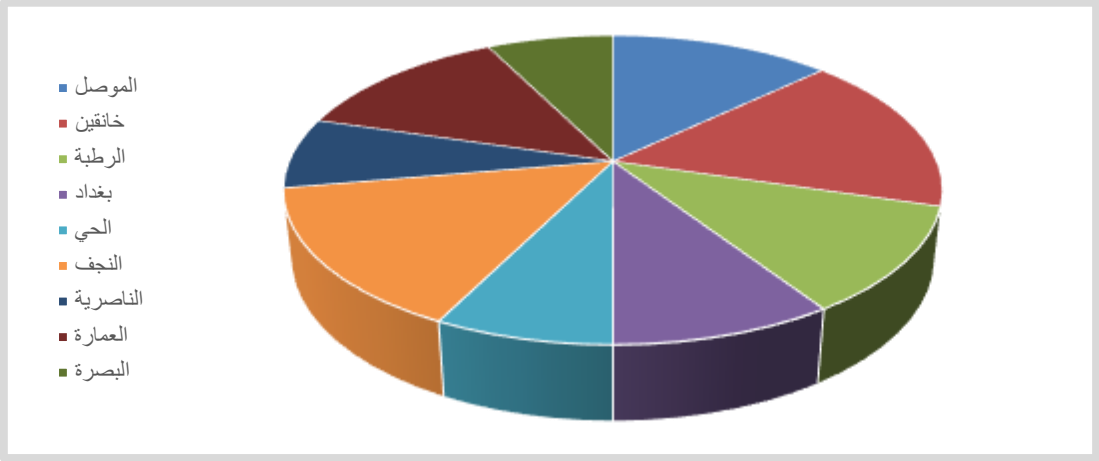
الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	2	3	2	2	2	1	1	-	-

كانون الأول	1	2	1	2	1	2	1	1	1
كانون الثاني	1	1	-	1	1	1	1	1	1
شباط	2	2	2	2	1	2	1	1	1
اذار	1	1	-	1	-	1	-	1	1
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	7	9	6	8	5	7	4	4	4

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (25)

تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002–2012)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (38).

يتضح من الجدول (39) والشكل (26) إلى أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثالثة والممتدة من (2013 – 2023) ، قد تفاوتت في عدد التكرارات لموجات البرد المتوسطة من حيث أشهر السنة ، إذ سجل شهر (شباط) أعلى تكرار بلغ (14 موجة برد) يليه شهر (كانون الأول) بعدد موجات بلغت (12) ، أما في شهر (آيار) لم تسجل أي موجة برد يليه شهر (نيسان) بلغت فيه (2 موجة برد) ، وتشير نتائج الجدول ذاته إلى أن هناك تباين واضح في تكرارات موجات البرد المتوسطة حسب محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطتي (الموصل و الرطبة) أعلى تكرار في موجات البرد المتوسطة بلغت (9 موجة برد) تليهما محطات كل من (بغداد و الناصرية) بعدد موجات بلغت (8 موجة برد) ، أما أقل تكرار سجل على مستوى محطات منطقة الدراسة في محطتي (البصرة و العمارة) بلغت (4 موجة برد) تليهما محطات كل من (خانقين و الحي و النجف) بعدد موجات بلغت (6 موجة برد) .

جدول (39)

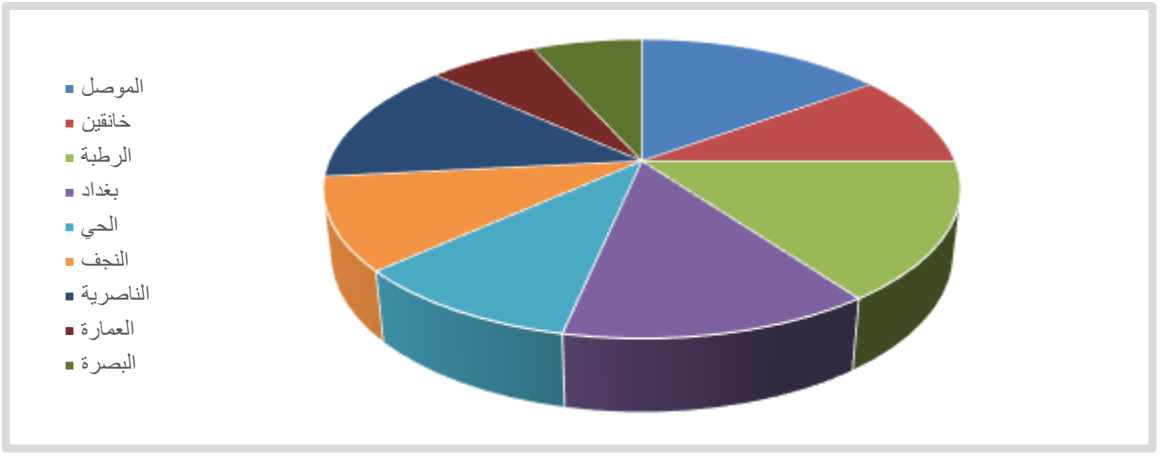
تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013-2023)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الأول	1	-	-	1	-	-	-	1	-
تشرين الثاني	2	1	1	1	1	1	1	1	1
كانون الأول	1	1	2	2	2	1	1	1	1
كانون الثاني	2	1	2	1	1	1	2	1	-
شباط	2	2	2	2	2	1	-	2	1
اذار	1	1	2	1	-	1	-	1	1
نيسان	-	-	-	-	-	1	-	1	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	9	6	9	8	6	6	4	8	4

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (26)

تكرار موجات البرد المتوسطة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013-2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (39).

ج . موجات البرد الطويلة :

صنفت موجات البرد الطويلة استناداً إلى عدد أيام موجات البرد التي تتجاوز مدتها الزمنية (6 أيام) متتالية في جميع محطات منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة من (1991 _ 2023) إذ بلغ مجموع تكراراتها الكلي (104 موجة برد) وبذلك تعد موجات البرد الطويلة أقل الموجات في عدد التكرارات .

يتبين من نتائج الجدول (40) والشكل (27) أدناه إلى أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الأولى والتي تمتد من (1991 . 2001) ، قد اختلفت في عدد التكرارات لموجات البرد الطويلة من حيث أشهر السنة ، إذ سجل أعلى تكرار في شهري (كانون الأول و كانون الثاني) بلغ لكل منهما (8 موجة برد) يليه شهر (شباط) بعدد موجات بلغ (5 موجة برد) ، أما أشهر

كل من (نيسان ، آيار ، تشرين الأول) لم تسجل أي موجة يليهما شهر (تشرين الثاني) بعدد موجات بلغ (2 موجة برد) ، وتشير نتائج الجدول نفسه إلى أن هناك تباين واضح في تكرارات موجات البرد الطويلة حسب محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطة (الرطبة) أعلى تكرار في موجات البرد الطويلة بلغت (5 موجة برد) تليه محطات كل من (بغداد و الحي) بعدد موجات بلغ (4 موجة برد) ، أما أقل عدد لتكرار موجات البرد الطويلة قد سجل في محطة (البصرة) بلغت (1 موجة برد) تليها محطات كل من (الموصل و النجف و الناصرية) حيث سجل لكل منهما (2 موجة برد)

جدول (40)

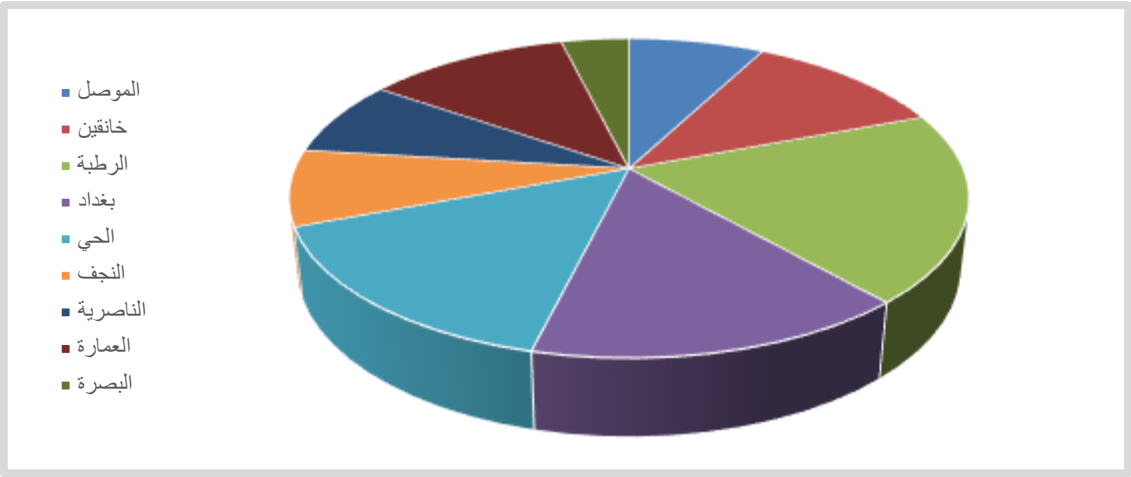
تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الأول	-	-		-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	-	-	2	-	-		-	-	-
كانون الأول	1	2	1	1	-	2	1	-	-
كانون الثاني	1	1	1	1	-	1	1	1	1
شباط	-	-	1	1	1	1	1	-	-
اذار	-	-	-	1	1		-	1	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	2	3	5	4	2	4	3	2	1

المصدر: - عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (27)

تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1991-2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (40).

يتضح من نتائج الجدول (41) والشكل (28) أدناه إلى أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثانية والممتدة من (2002 . 2012) ، قد تفاوتت في عدد التكرارات لموجات البرد الطويلة من حيث أشهر السنة ، إذ سجل شهر (شباط) أعلى تكرار بلغ (13 موجة برد) يليه شهر (كانون الأول) حيث سجل (11 موجة برد) ، أما أشهر كل من (تشرين الأول ، نيسان ، آيار) لم تسجل أي موجة يليها شهر (تشرين الثاني) بعدد موجات بلغت (2) ، وتشير نتائج الجدول ذاته إلى أن هناك تباين واضح في تكرارات موجات البرد الطويلة حسب محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطتي (خانقين و العمارة) أعلى تكرار في موجات البرد الطويلة بلغت (6 موجة برد) لكل منهما تليها محطتي (الموصل و البصرة) بعدد موجات بلغت (5 موجة برد) ، أما أقل عدد لتكرار موجات البرد الطويلة قد سجل في محطتي (النجف و الناصرية) بلغت (3 موجة برد) تليهما محطتي (الرطبة و الحي) بعدد موجات بلغت (4 موجة برد) .

جدول (41)

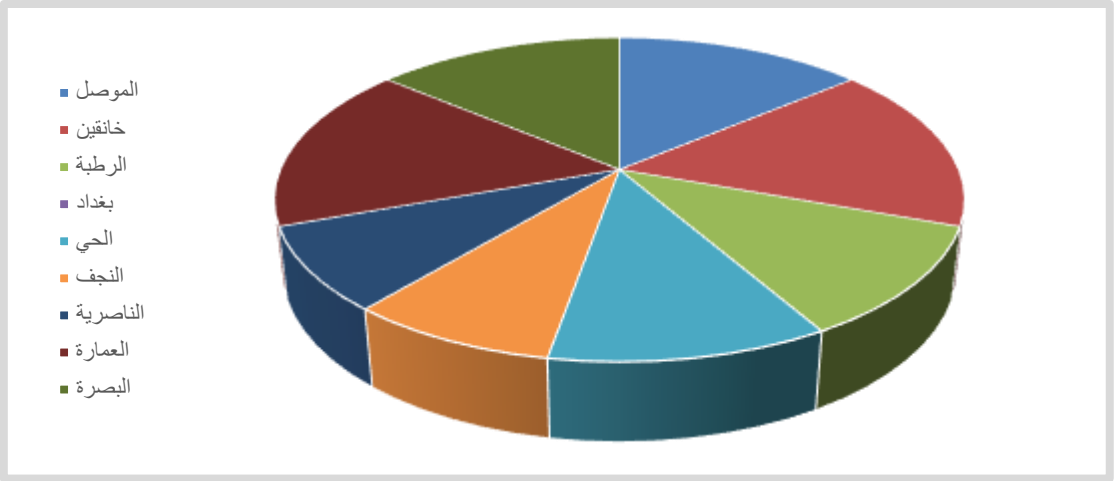
تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002–2012)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	1	1	-	-	-	-	-	-	-
كانون الأول	1	1	2	-	1	1	2	1	2
كانون الثاني	1	1	-	-	1	1	1	1	1
شباط	1	2	2	-	1	2	2	1	2
اذار	1	1	-	-	-	-	1	-	-
نيسان	-	-	-	-	-	-	-	-	-
آيار	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	5	6	4	-	3	4	6	3	5

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (28)

تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2002-2012)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (41).

تشير نتائج الجدول (42) والشكل (29) أدناه إلى أن منطقة الدراسة في الدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 . 2023) ، قد تفاوتت في عدد التكرارات لموجات البرد الطويلة من حيث أشهر السنة ، إذ سجل شهر (شباط) أعلى تكرار بلغ (12 موجة برد) يليه شهر (كانون الأول) بعدد موجات بلغت (9 موجة برد) ، أما في شهر (تشرين الأول) لم تسجل أي موجة برد يليه شهري (نيسان و مايس) بلغت (2 موجة برد) ، وتشير نتائج الجدول ذاته إلى أن هناك تباين واضح في تكرارات موجات البرد الطويلة حسب محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطتي (الموصل و الرطبة) بلغت (9 موجة برد) لكل منهما تليهما محطة (بغداد) حيث سجلت (7 موجة برد) ، أما أقل عدد لتكرار موجات البرد الطويلة قد سجلت في محطتي (العمارة و البصرة) بلغت (2 موجة برد) تليهما كل من محطتي (الناصرية و الحي) بعدد موجات بلغت (4 موجة برد) لكل منهما .

جدول (42)

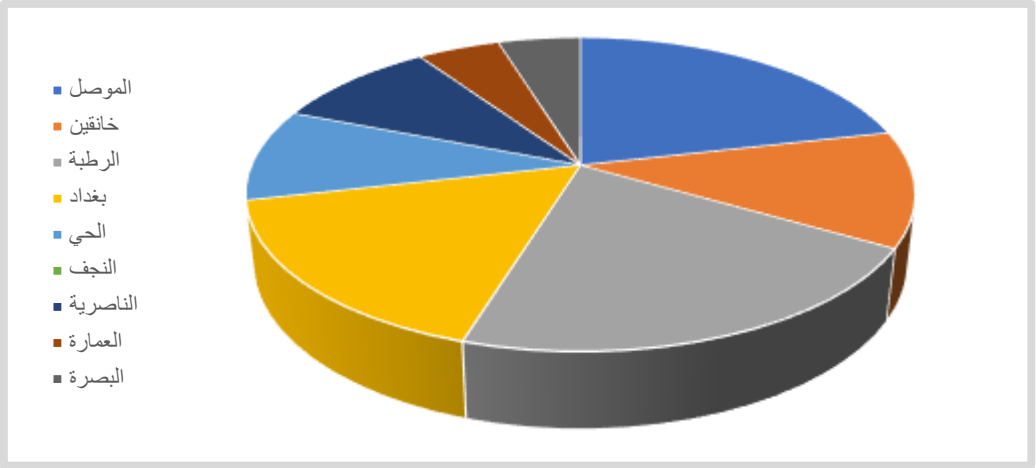
تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013-2023)

الشهر	الموصل	خانقين	الرطبة	بغداد	النجف	الحي	العمارة	ناصرية	البصرة
تشرين الأول	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تشرين الثاني	1	1	1	1	-	1	-	1	-
كانون الأول	2	1	1	1	-	1	1	1	1
كانون الثاني	1	-	2	1	-	1	-	1	-
شباط	2	2	2	2	-	1	1	1	1
اذار	1	1	1	2	-	-	-	-	-
نيسان	1	-	1	-	-	-	-	-	-
آيار	1	-	1	-	-	-	-	-	-
المجموع	9	5	9	7	-	4	2	4	2

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (29)

تكرار موجات البرد الطويلة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (42).

4 . تصنيف موجات البرد على أساس شدة موجة البرد :

جاء هذا التصنيف بهدف تحديد شدة موجات البرد ، نظراً لما تتركه من تأثيرات كبيرة في حياة الإنسان والبيئة . وقد ركز هذا التصنيف على تحليل قيم معدلات درجات حرارة موجات البرد ، وبيان مدى تباينها عن معدلاتها في أشهر السنة المختلفة ، وذلك تبعا لمحطات منطقة الدراسة ، ويمكن توضيحها على النحو الآتي :

أ . موجات البرد المعتدلة الشدة :

وهي الموجات التي تنخفض فيها درجة الحرارة عن المعدل الشهري لذلك الوقت من السنة بمقدار يتراوح بين (6 . 7 م°) ، اذ بلغ عددها (450 موجة برد) من إجمالي موجات البرد المسجلة في منطقة الدراسة وطيلة مدة الدراسة الممتدة من (1991 . 2023) .

ب . موجات البرد الشديدة :

تنخفض درجات حرارة هذه الموجات عن المعدل الشهري لذلك الوقت من السنة بمقدار يتراوح بين (8 . 9 م°) ، إذ بلغ عددها (72 موجة برد) في مجموع محطات منطقة الدراسة ، من إجمالي موجات البرد المسجلة فيها ، وطيلة مدة الدراسة التي تمتد من (1991– 2023) ،يتضح من الجدول (43) والشكل (30) أدناه أن في الدورة المناخية الأولى والممتدة من (

1991 _ 2001) بلغ عدد تكرار موجات البرد مجتمعة (145 موجة برد) وبنسبة بلغت (100%) ، مقسمة ما بين موجات برد معتدلة الشدة بلغ عددها (125 موجة برد) وبنسبة (86.2%) ، وموجات برد شديدة بلغ عددها (20 موجة برد) وبنسبة (13.8%) .

جدول (43)

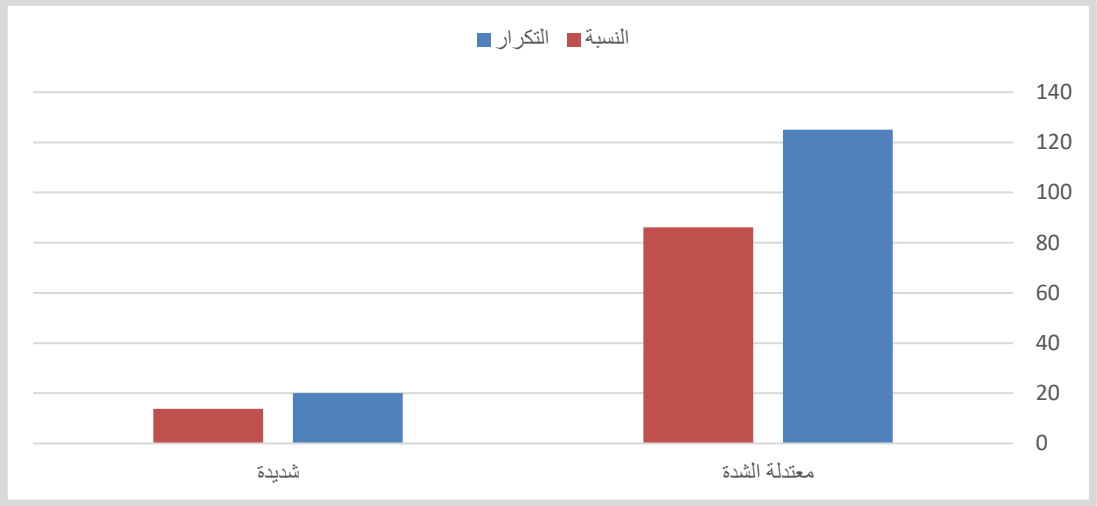
تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الاولى (1991-2001)

شدة الموجة	التكرار	النسبة
معتدلة الشدة	125	86.2
شديدة	20	13.8
المجموع	145	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (30)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الاولى (1991-2001)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (43).

يشير الجدول (44) والشكل (31) أدناه أن في الدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 . 2012) بلغ عدد تكرار موجات البرد مجتمعة (172 موجة برد) وبنسبة بلغت (100%) ، مقسمة ما بين موجات برد معتدلة الشدة بلغ عددها (140 موجة برد) وبنسبة (81.4%) ، وموجات برد شديدة بلغ عددها (32 موجة برد) وبنسبة (18.6%) .

جدول (44)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثانية (2002-2012)

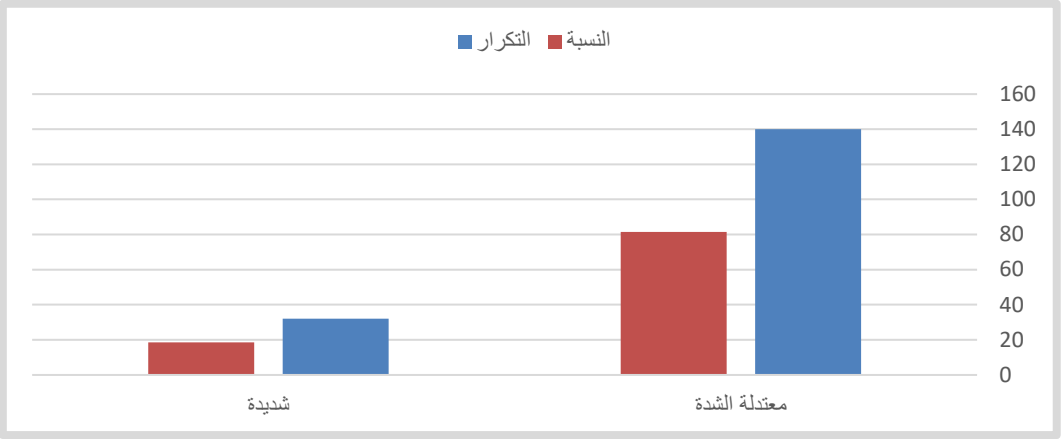
شدة الموجة	التكرار	النسبة
معتدلة الشدة	140	81.4
شديدة	32	18.6

المجموع	172	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل (31)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثانية (2002–2012)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (44).

يتبين من الجدول (45) والشكل (32) أدناه أن في الدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 . 2023) بلغ عدد تكرار موجات البرد مجتمعة (205 موجة برد) وبنسبة بلغت (100%) ، مقسمة ما بين موجات برد معتدلة الشدة بلغ عددها (185 موجة برد) وبنسبة (90.2%) ، وموجات برد شديدة بلغ عددها (20 موجة برد) وبنسبة (9.8%) .

جدول (45)

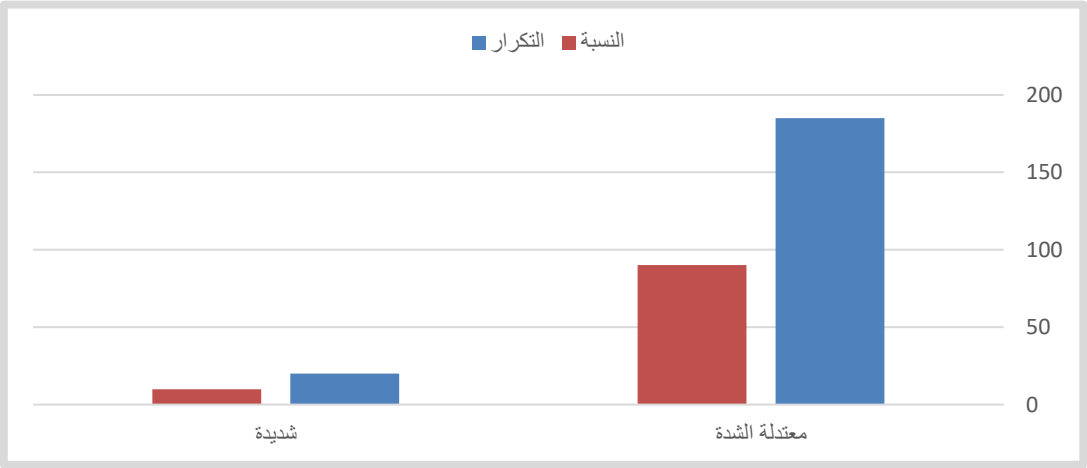
تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثالثة (2013–2023)

شدة الموجة	التكرار	النسبة
معتدلة الشدة	185	90.2
شديدة	20	9.8
المجموع	205	100.0

المصدر: – عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات مناخية غير منشورة).

شكل(32)

تكرار شدة الموجة لمحطات مختارة من العراق للدورة الثالثة (2013-2023)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (45).

خلاصة الفصل

يتضح من خلال تحليل موجات الحر والبرد في مناخ العراق وجود تباين مكاني وزماني واضح في خصائص هذه الظواهر المناخية، إذ تبين أن العراق يُعد من المناطق التي تتسم بارتفاع معدلات درجات الحرارة بشكل عام، مع سيادة واضحة لموجات الحر مقارنة بموجات البرد خلال مدة الدراسة، أظهرت النتائج أن مجموع موجات الحر بلغ (876) موجة، وهو عدد كبير يعكس شدة وتأثير الظروف الحرارية، في حين كانت موجات البرد أقل تكراراً، مما يدل على سيطرة الطابع الحار للمناخ العراقي، كما تبين وجود اختلاف في التوزيع السنوي لهذه الموجات، إذ سجلت بعض السنوات قيماً مرتفعة في عدد موجات الحر، الأمر الذي يشير إلى تذبذب واضح يرتبط بالتغيرات المناخية والدورات المناخية المختلفة، أما من حيث التوزيع الشهري، فقد تركزت موجات الحر بشكل رئيس في أشهر الصيف، ولا سيما (حزيران، تموز، آب)، مع ذروة واضحة في شهر تموز، في حين تقل هذه الموجات بشكل ملحوظ في الأشهر الانتقالية والباردة، وهذا يعكس العلاقة المباشرة بين الاشعاع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة من جهة، وبين حدوث موجات الحر من جهة أخرى.

كما أظهرت الدراسة تبايناً مكانياً ملحوظاً، إذ سجلت المحطات الجنوبية مثل (الناصرية والبصرة) أعلى تكرارات لموجات الحر، في حين انخفضت في المحطات الشمالية والغربية مثل (الموصل والرطبة) ، ويُعزى ذلك إلى اختلاف دوائر العرض ، وطبيعة السطح ، والارتفاع عن مستوى سطح البحر ، فضلاً عن تأثير الكتل الهوائية الحارة القادمة من المناطق شبه المدارية، وبالنسبة لمدة الموجات، فقد تبين أن الموجات القصيرة هي الأكثر تكراراً ، تليها الموجات المتوسطة ثم الطويلة ، مما يدل على أن أغلب موجات الحر في العراق تكون محدودة زمنياً لكنها متكررة ، وهو ما يزيد من تأثيرها التراكمي على الإنسان والبيئة .

كما أظهرت النتائج أن طول الفصل الحار يزداد كلما اتجهنا جنوباً، في حين يزداد طول الفصل البارد في المناطق الشمالية، وهو ما يعكس التأثير الواضح للموقع الفلكي والجغرافي في تحديد الخصائص المناخية.

أما في ما يخص موجات البرد يتضح من تحليل تكرارها في مناخ العراق أنها أقل حدوثاً مقارنة بموجات الحر، فقد بلغت خلال مدة الدراسة (522) موجة، إلا أنها تُعد من الظواهر المناخية المهمة لما لها من تأثيرات واضحة على الأنشطة البشرية والبيئية. وقد أظهرت النتائج وجود تباين مكاني وزماني في تكرار هذه الموجات، إذ ترتبط بشكل رئيس بانخفاض درجات الحرارة خلال أشهر الفصل البارد، وتبين أن موجات البرد تتركز زمنياً في أشهر الشتاء، ولا سيما (كانون الأول، كانون الثاني، شباط)، حيث تسجل أدنى معدلات درجات الحرارة، في حين تقل أو تنعدم في أشهر الصيف، مما يعكس الارتباط المباشر بين الانخفاض الحراري وحدوث هذه الموجات، كما أظهرت الدراسة تبايناً مكانياً واضحاً، إذ سجلت المحطات الشمالية والغربية مثل (الموصل والرطبة) أعلى تكرارات لموجات البرد ، حيث انخفضت في المحطات الجنوبية مثل (الناصرية والبصرة) ، ويُعزى ذلك إلى تأثير الموقع الفلكي ، والارتفاع عن مستوى سطح البحر ، فضلاً عن تعرض المناطق الشمالية بشكل أكبر لتوغل الكتل الهوائية الباردة القادمة من العروض العليا .

ومن ناحية أخرى، تبين أن مدة موجات البرد تباينت بين قصيرة ومتوسطة وطويلة، إلا أن الموجات القصيرة كانت الأكثر تكراراً، مما يدل على أن الانخفاضات الحرارية غالباً ما تكون مؤقتة لكنها متكررة خلال الموسم البارد. كما تشير النتائج إلى أن طول الفصل البارد يزداد كلما اتجهنا شمالاً، في حين يقصر بشكل ملحوظ في المناطق الجنوبية، نتيجة ارتفاع درجات الحرارة العامة وتأثرها بالكتل الهوائية الدافئة .

الفصل الثالث

التغير والاتجاه في تكرار موجات الحر والبرد باستخدام اختبار(Mann_ Kendall)

الفصل الثالث

التغير والاتجاه في تكرار موجات الحر والبرد باستخدام اختبار (Mann_ Kendall)

تمهيد: -

تُشر العديد من الدراسات إلى أن تأثيرات تغير المناخ لا تقتصر على ارتفاع متوسط درجات الحرارة فحسب، بل تمتد لتشمل زيادة تواتر وشدة الأحداث المناخية المتطرفة، وفي مقدمتها موجات الحر، في مختلف مناطق العالم سواء المتقدمة منها أو النامية، وقد أظهرت المؤشرات المناخية تزايداً ملحوظاً في تكرار موجات الحر وطول مدة استمرارها، الأمر الذي يضاعف من المخاطر الصحية والبيئية، ولا سيما على الفئات الأكثر هشاشة في المجتمع (**Polioptro Martinez. Bandala, 2016 ,p1**)، وترتبط موجات الحر بظاهرة المناخ القاسي (Extreme Climate)، وهي من الظواهر التي لم تحظى باهتمام واسع في الدراسات المناخية السابقة، إلا أنها برزت بوضوح خلال السنوات الأخيرة نتيجة تسجيل ارتفاعات حرارية غير مسبوقة من حيث الشدة والتكرار، وبذلك لم يعد المناخ يُفسر على أساس التعاقب الموسمي المنتظم للفصول فقط، بل أصبح يُلاحظ من خلال اتجاهات مناخية متطرفة تتجلى في تسجيل درجات حرارة قياسية تفوق ما وثقته السجلات المناخية السابقة، كما أن هذه الارتفاعات الحرارية لا تمثل حالات آنية عابرة، بل قد تستمر لفترات زمنية محددة تسجل كموجات حر واضحة المعالم، وتخلف آثاراً بيئية واقتصادية ملموسة، خاصة على الموارد المائية والقطاع الزراعي، فضلاً عن انعكاساتها المباشرة في صحة الإنسان وراحته الحرارية.

يُعد تغير المناخ (Climate Change)، أو ما يعرف بالاحتباس الحراري (Globa Warming) ، من أبرز التحديات البيئية المعاصرة وأكثرها تأثيراً في الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية على حد سواء ، إذ يشكل أحد أخطر التهديدات التي تواجه العالم في الوقت الراهن .

ويؤدي الارتفاع المستمر في متوسط درجة حرارة سطح الأرض إلى زيادة تواتر الظواهر الجوية المتطرفة وشدتها ومدتها الزمنية، ولا سيما أحداث درجات الحرارة القصوى. وتتجلى هذه الأحداث أما بارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة نتيجة تعاظم تأثير الكتل الهوائية المدارية الحارة، أو بانخفاض حاد ناجم عن اندفاع الكتل الهوائية الباردة القادمة من العروض العليا والمرتبطة بالمناطق القطبية (Mesut DEMİRCAN,2017,p1).

يُعد اختبار مان ــ كندال (Mann_ Kendall) من الاختبارات الإحصائية اللامعلمية المستخدمة للكشف عن اتجاه التغير في السلاسل الزمنية ، إذ يعتمد على مقارنة عدد الأزواج المتنافرة (السالبة) لتحديد ما إذا كان هناك اتجاه تصاعدي أو تنازلي ذي دلالة إحصائية. وقد طبق هذا الاختبار لتحليل اتجاه التغير في تكرارات موجات الحر والبرد في جميع محطات منطقة الدراسة (الموصل، خانقين، الرطبة، بغداد، النجف، الحي، العمارة، الناصرية، البصرة)؛ اذ تقوم هذه الطريقة على استخراج معدل كل دورة والتي تمثل عدد السنين مدتها (11 سنة) ومقارنتها مع معدل دورة أخرى لأنها تبين الاتجاه العام بصورة واضحة ولثلاث دورات مناخية الأولى (1991 _2001)، والمدة الثانية (2002 _ 2012)، والثالثة (2013 _ 2023)، بالاعتماد على بيانات درجات الحرارة العظمى والصغرى لموجات الحر والبرد المسجلة من قبل دائرة الأنواء الجوية العراقية. ونفذ الاختبار على أساس التكرارات السنوية لموجات الحر والبرد، بهدف تحديد أتجاه التغير لكل المحطات.

ويتناول هذا الفصل مبحثين الأول يتحدث عن التغير السنوي والاتجاه العام والتغير في تكرار موجات الحر والمبحث الثاني عن التغير السنوي والاتجاه العام والتغير في تكرار موجات البرد.

المبحث الأول
التغير والاتجاه في موجات الحر

تمهيد: –

يمثل الاتجاه العام (Secular Trend) أحد الخصائص الرئيسة التي تظهر في السلاسل الزمنية لأي ظاهرة، إذ يعكس التغيرات طويلة الأمد التي تطرأ على قيم تلك الظاهرة عبر الزمن. ويُعد الاتجاه موجباً عندما تتزايد قيم الظاهرة بمرور الزمن، في حين يكون سالباً عند تناقص تلك القيم (**المشهداني،1985، ص288**).

اعتمدت الدراسة أسلوب الدورات المناخية الصغرى، بالاستناد إلى البيانات المناخية الخاصة بموجات الحر والبرد في جميع محطات منطقة الدراسة، وذلك من خلال تطبيق طريقة المتوسطات المتحركة. وتقوم هذه الطريقة على احتساب معدل كل دورة مناخية تمتد لأحدى عشر سنة، ومن ثم مقارنتها بالدورات الأخرى بهدف إظهار الاتجاه العام بصورة واضحة. ونظراً لأن مدة الدراسة تبلغ (33) سنة، فقد تم تقسيمها إلى ثلاث دورات مناخية للمدد من (1991_ 2001) و

(2002_ 2012) و (2013 _ 2023)، كما تم احتساب معدل التغير السنوي لاتجاه موجات الحر والبرد خلال مدة الدراسة وفق المعادلة* الآتية: –

$$C = (bi / y) \times 100$$

حيث ان:

C = معدل التغير السنوي .

bi = معامل الاتجاه (*) .

Y = المعدل العام .

وتم حساب معدل التغير لمدة الدراسة وذلك عن طريق ضرب المعدل الكلي لفترة الدراسة في عدد الدورات.

الاتجاه العام لموجات الحر في العراق

تشير الاحصاءات المناخية بأن المجموع السنوي للموجات الحارة في جميع محطات منطقة الدراسة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 _2023) قد بلغ (876) موجة حر طيلة مدة الدراسة ، أي بمعدلات سنوية بلغت للدورة المناخية الأولى والتي تمتد من (1991 _2001) (296) موجة حر ، وللدورة المناخية الثانية بلغت (361) موجة حر وهو أعلى مجموع سنوي لموجات الحر خلال مدة الدراسة ، وللدورة المناخية الثالثة بلغت (219) موجة حر ، وتشير الإحصاءات بأن هناك تبايناً واضحاً في اتجاهات قيم المعدلات السنوية للموجات الحارة في العراق عن معدلاتها العامة خلال الدورات المناخية .

ويعد تحليل السلاسل الزمنية أحد الأساليب الإحصائية التي حظيت باهتمام متزايد في السنوات الأخيرة، لكونه يُعنى بدراسة سلوك الظواهر عبر الزمن والكشف عن أنماطها واتجاهاتها. وتُعرف السلسلة الزمنية إحصائياً بأنها مجموعة من القيم المرتبة زمنياً لمتغير عشوائي، ضمن فضاء احتمالي متعدد المتغيرات، إذ تتكون من متغيرين أساسيين: متغير الزمن (T) بوصفه متغيراً مستقلاً، ومتغير الاستجابة (Y) الذي يمثل قيمة الظاهرة المدروسة. ويمكن التعبير عن العلاقة بينهما رياضياً بالصيغة الآتية:–

$$Y = f (t)$$

---

* يتم استخراج معامل الاتجاه (bi) وذلك من خلال معادلة الاتجاه وباستخدام برنامج (Excel) إذ تمثل القيمة الاولى في المعادلة قيمة معامل الاتجاه (bi) .

حيث Y = قيمة الظاهرة

T = الزمن

المرحلة الأولى: – الاتجاه العام (Long Term Movement)

يُقصد بالاتجاه العام في السلاسل الزمنية المناخية الحركة طويلة الأمد التي تتخذها القيم، سواء كانت تصاعدية أم تنازلية، على مستوى السلسلة كلها، ويُعرف هذا الاتجاه بتغيرات المدى الطويل (Long Time Variations)، إذ يمثل المحصلة النهائية لتأثير مجموعة من العوامل المستقلة التي تؤثر في الظاهرة عبر الزمن، ويعكس المسار العام لتطورها خلال فترة الدراسة (الشعراوي،2005، ص5).

المرحلة الثانية: – تقدير الاتجاه العام والتغير

توجد العديد من الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية واتجاهاتها العامة، من بينها طريقة المربعات الصغرى، والتمهيد الأسي، وغيرها من الاختبارات الحديثة التي توظف في دراسة التغيرات المناخية والهيدرولوجية على المستوى العالمي. وفي هذا السياق، تم اعتماد اختبار مان ــ كندال (Mann kendall Trend Test) ، والذي يعد من أكثر الاختبارات الاحصائية شيوعاً وحداثة في تحليل اتجاهات السلاسل الزمنية والكشف عن التغيرات التي تطرأ عليها عبر الزمن .

ويرتكز هذا الاختبار على فرضيتين أساسيتين هما: –

1 . فرضية العدم: عدم وجود اتجاه في البيانات، أي أن القيم مستقلة وتتبع توزيعاً عشوائياً عبر الزمن.

2 . الفرضية البديلة: هي وجود اتجاه للبيانات عبر الزمن.

ومن مميزات هذا الاختبار أنه اختبار لا معلمي (Nonparametric) ، إذ لا يتطلب افتراض التوزيع الطبيعي للبيانات . ويتم تحديد أتجاه السلسلة الزمنية من خلال إشارة وقيمة الإحصاء (Z أو S) ، حيث تشير القيمة الموجبة إلى وجود اتجاه تصاعدي في السلسلة المدروسة ، في حين تدل القيمة السالبة على وجود اتجاه تنازلي(Mukhopadhyay,2012,p.72)، ويعد هذا الاختبار أحد الاختبارات اللامعلمية المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية ، وقد طور من قبل العالم كندال بهدف الكشف عن الاتجاهات غير الخطية وتحديد نقاط التحول أو التغير في السلاسل الزمنية ، فضلاً عن تقدير مقدار

التغير سواء كان موجباً أو سالباً، وكذلك بيان مدى معنوية هذا الاتجاه. إلا أن هذا الاختبار يتميز

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي

بكونه أكثر دقة وموثوقية في تقدير الاتجاهات الموجبة مقارنة بالاتجاهات السالبة في السلاسل الزمنية، كما أن القيم المعنوية الناتجة عنه قد لا تعكس دائماً الحجم الحقيقي للاتجاه (العزاوي،2019، ص58-59). والصيغة الرياضية للاختبار تعرض كما يأتي:-

عمل انموذج نتائج اختبار مان ــ كندال لمحطة الموصل تكرار موجات الحر

XL STAT 2019.2.2.59614 - Mann-Kendall trend tests - Start time: 23/02/2026 at 11:23:33 ص / End time: 23/02/2026 at 11:23:34 ص

Time series: Workbook = المصنف١ / Sheet = ورقة١ / Range = ورقة١!$C$4:$C$15 / 11 rows and 1 column

Date data: Workbook = المصنف١ / Sheet = ورقة١ / Range = ورقة١!$B$4:$B$15 / 11 rows and 1 column

Significance level (%): 5

Continuity correction: Yes

Confidence interval (%)(Sen's slope): 95

Summary statistics

Summary statistics:

Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data
maber	11	0	11

Mann-Kendall trend test / Two-tailed test (1):

Kendall's tau	-0.429
Sen's slope	- 0.422
S	21.000
Var(S)	151.667
p-value (Two-tailed)	0.014
alpha	0.05

An approximation has been used to compute the p-value.

المصدر:-الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج نتائج اختبار مان كاندل M.K في برنامج XL STAT 2019.

1 . محطة الموصل

يتبين من خلال الجدول (46) أدناه أن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة الموصل ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991_ 2023) بلغت (55 موجة) أي بمعدل (18.33 موجة) للدورة الواحدة، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 _ 2001) (20 موجة)، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 _2012) (17 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 _ 2023) (18 موجة).

جدول (46)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الموصل حسب الدورات المناخية

الدورة الأولى (1991-2001)	20	1,94	0,39	2,13	6,36
الدورة الثانية (2002-2012)	17	1,37	0,09	0,49	1,47
الدورة الثالثة (2013-2023)	18	1,37	0,09	0,49	1,47
المعدل العام	18,33				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة الموصل عن معدلها العام خلال الدورات المناخية، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 _ 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.39) ، ومعدل التغير السنوي فيها (2.13) ، وبلغ معدل التغير الكلي (6.36) .

جدول (47)

تحليل موجات الحر باختبار مان ـ كندال في محطة الموصل

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	-0,422	0,01	0,4466	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	-0,166	0,01	0,0485	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	-0,366	0,01	0,0485	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

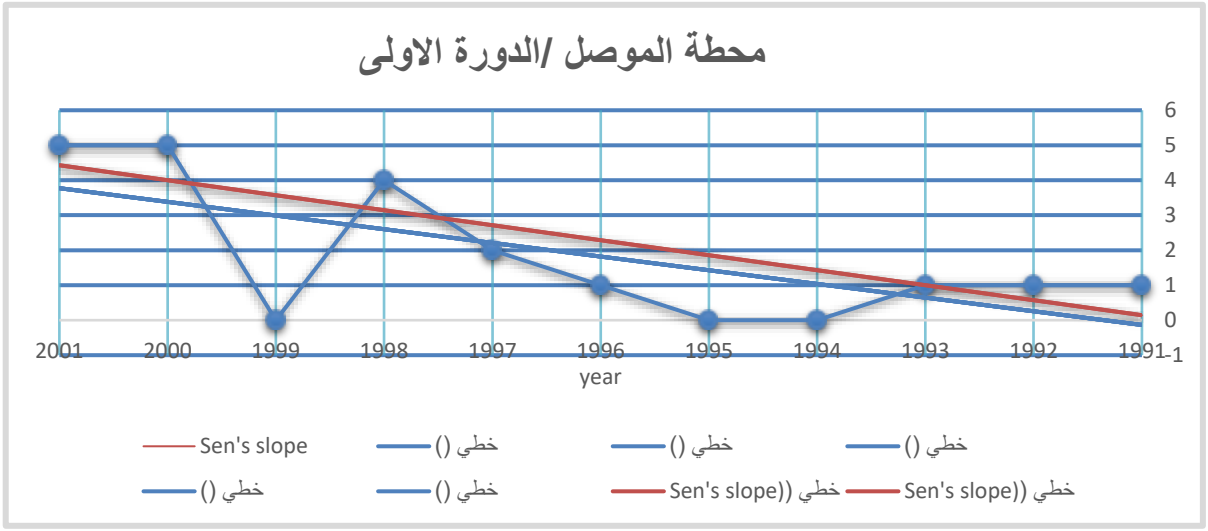
-جداول (8) ، (9) ، (10) .

وحسب جدول (47) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.422 ـ) وهوما يوحي بوجود ميل تناقصي في تكرار موجات الحر عبر مدة الدراسة ، وهي أعلى قيمة سالبة بين الدورات الثلاث ، ما يدل على وجود اتجاه تنازلي واضح وقوي نسبياً خلال هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغ(0.4466) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، وبهذا فأن معدلات موجات الحر لمحطة الموصل لهذه الدورة تأخذ اتجاهاً عاماً نحو التناقص ، وهذا بحكم موقعها الجغرافي في شمال العراق ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 _2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.09) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.49) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.47) ،

وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.166 ـ) ، وهو ما يشير إلى استمرار الاتجاه التنازلي ولكن بشدة أقل مقارنة بالدورة الأولى ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0485) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الموصل للمدة (2013 _2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.09) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.49) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.47) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.366 ـ) ، أيضاً نفس الاتجاه التنازلي ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0485) ،وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

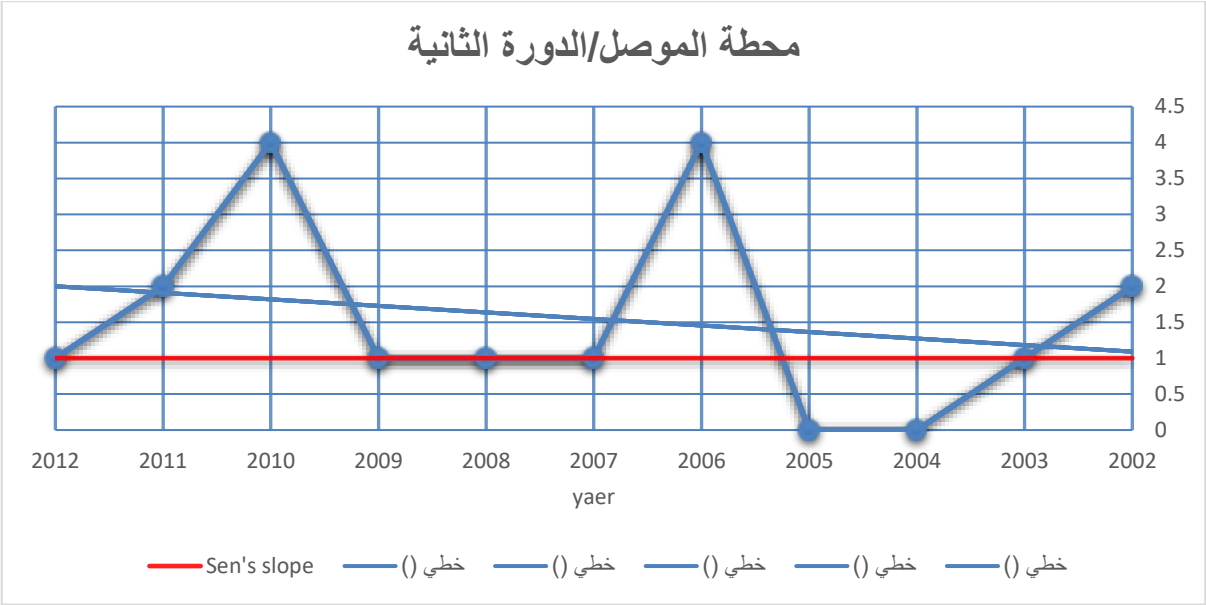
شكل (33)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (1991 _ 2001)



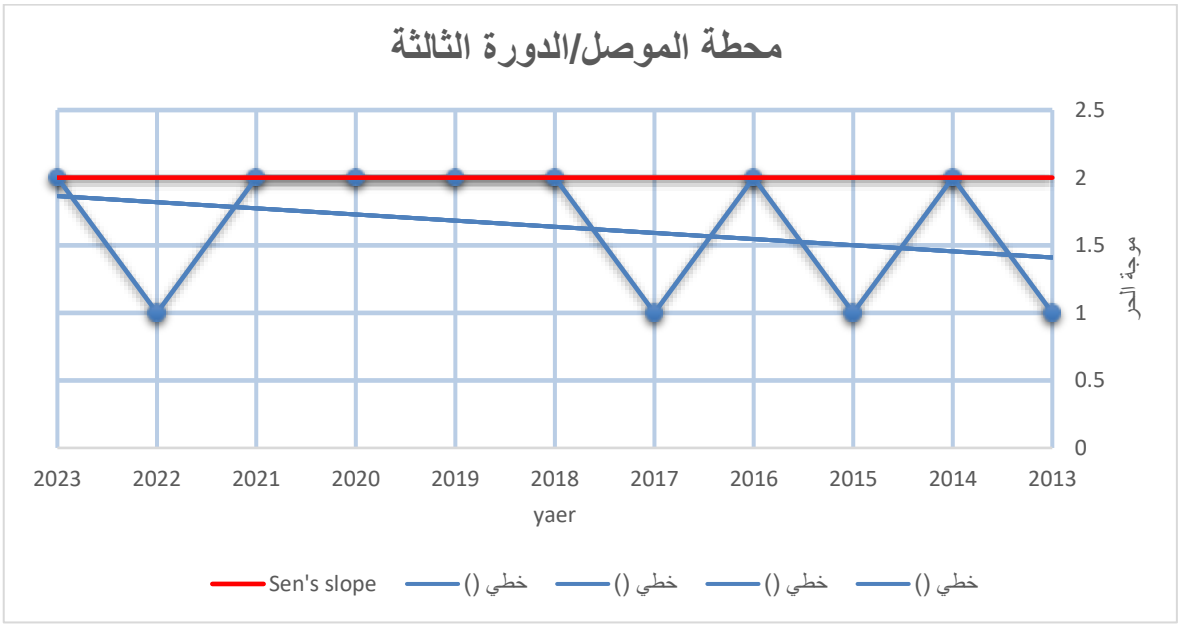
شكل (34)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (2002 _ 2012)



شكل (35)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (2013 _ 2023)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (46).

2 - محطة خانقين

يتضح من خلال الجدول (48) أدناه أن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة خانقين ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 _ 2023) بلغت (163 موجة) أي بمعدل (45.3 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 _ 2001) (

50 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 _ 2012) (63 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013_ 2023) (23 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر .

جدول (48)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة خانقين حسب الدورات المناخية

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (48) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة خانقين عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 _2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1364) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.301) ، وبلغ معدل التغير الكلي (0.903).

جدول (49)

تحليل موجات الحر باختبار مان ـ كندال في محطة خانقين

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0,238	0,01	0,0666	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0,391	0,01	0,3103	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	- 0,181	0,01	0,2685	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8) ، (9) ، (10) .

وحسب جدول (49) أعلاه أظهرت نتائج أختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة

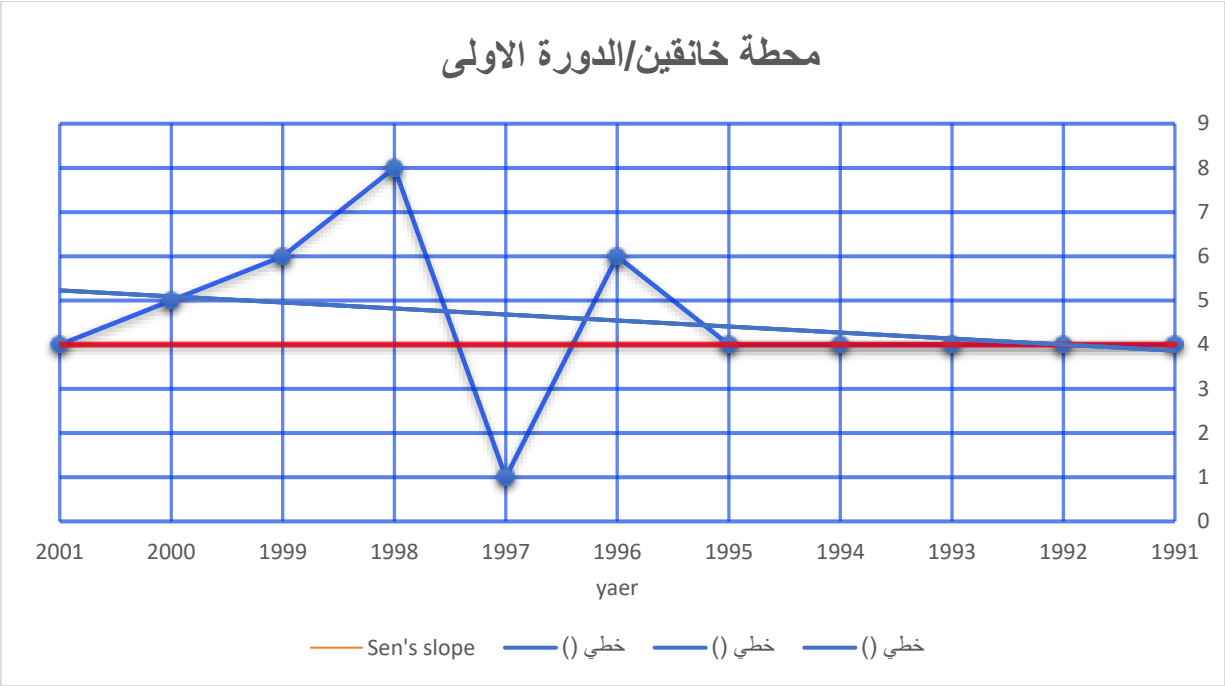
الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	50	1.753	0,1364	0,301	0,903
الدورة الثانية (2002-2012)	63	1.191	0,2	0,44	1,32
الدورة الثالثة (2013-2023)	23	2.386	- 0,3727	-0,82	-2,47
المعدل العام	45,33				
عدد الدورات	3				

تكرار موجات الحر حيث يبلغ الميل السيني لهذه الدورة بلغ (0.238) وهذا يدل على وجود أتجاه

تصاعدي خلال مدة الدراسة ، وحسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0666) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.2) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.44) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.32) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.391) حيث سجلت أعلى قيمة موجبة ما يشير إلى تسارع واضح في الاتجاه التصاعدي مقارنة بالدورة الأولى ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.3103) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة خانقين للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.3727 ـ) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.82 ـ) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.47 ـ) ، وأن معامل أختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.181 ـ) وفي هذه الدورة تحول الميل إلى قيمة سالبة مما يدل على أنعكاس الاتجاه نحو التناقص خلال هذه الفترة ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.2685) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

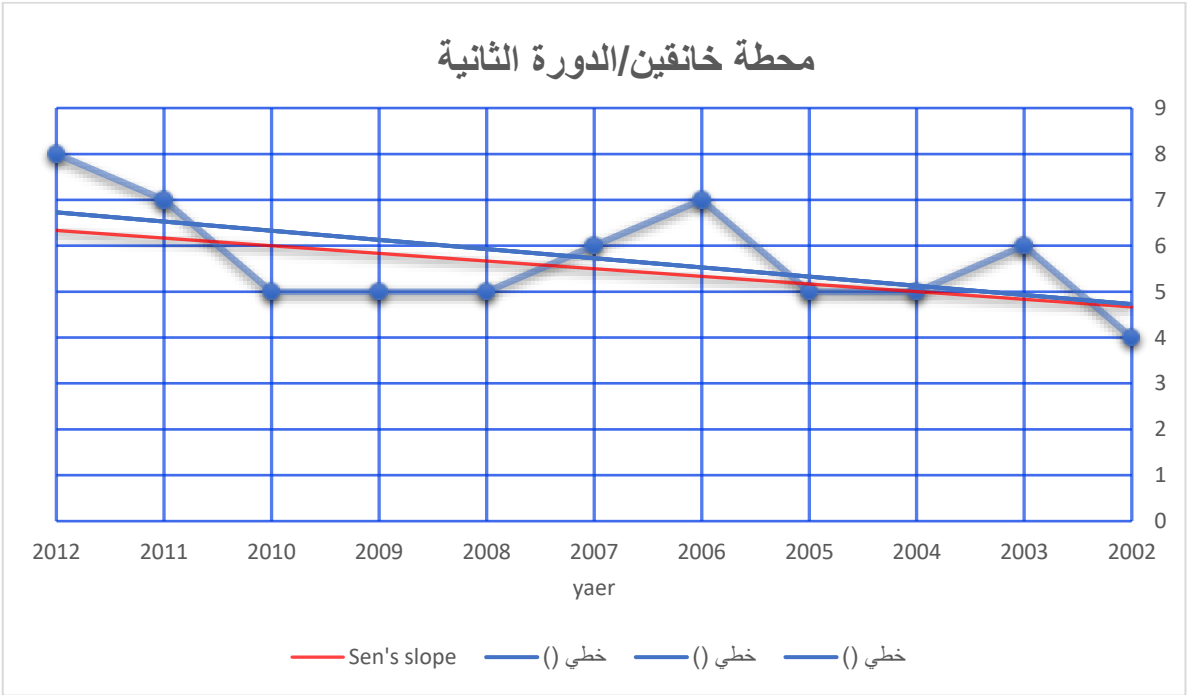
شكل (36)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (1991 _2001)



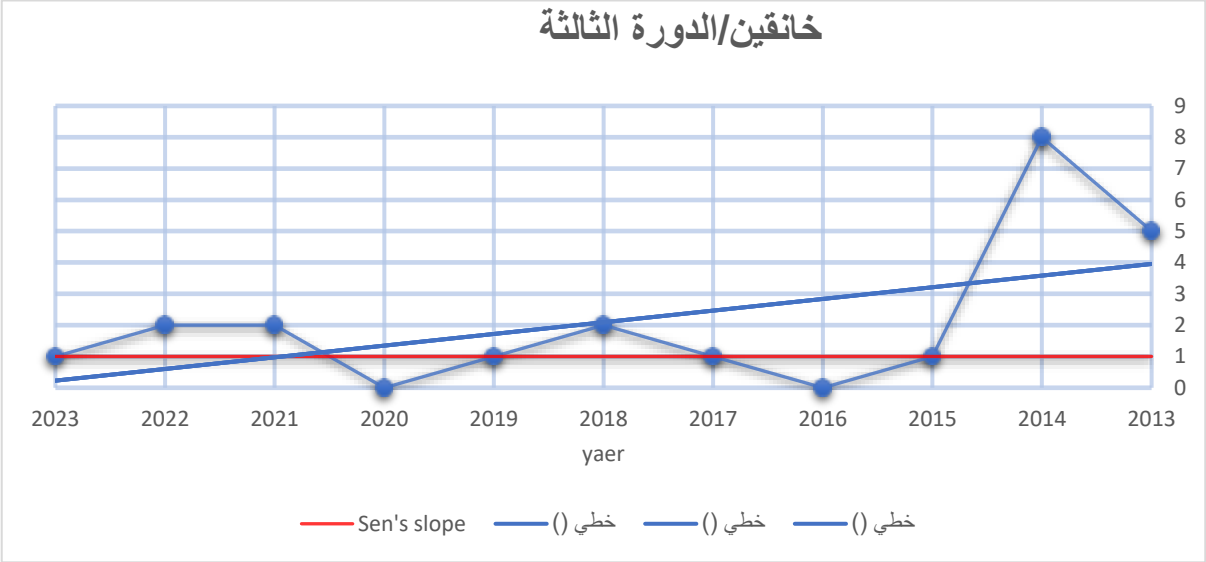
شكل (37)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (2002 – 2012)



شكل (38)

الأتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (2013 – 2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (48).

3 . محطة الرطبة

يتضح من الجدول (50) بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة الرطبة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 –2023) بلغت (71 موجة) أي بمعدل (23.6 موجة) للدورة

الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (20 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (33 موجة) ، وقد سجلت الدورة

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	**20**	**1.888**	**0,3636**	**1,53**	**4,60**

المناخية الثالثة للمدة (2012 –2023) (18 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر .

جدول (50)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الرطبة حسب الدورات المناخية

الدورة الثانية (2002-2012)	33	1.483	0,1455	0,61	1,84
الدورة الثالثة (2013-2023)	18	0.674	0,0273	0,12	0,35
المعدل العام	23,7				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (50) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة الرطبة عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.3636) ، ومعدل التغير السنوي (1.53) ، وبلغ معدل التغير الكلي (4.60) ، وحسب الجدول (51) أدناه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.488) وهي أعلى قيمة بين الدورات الثلاث مما يدل على وجود اتجاه تصاعدي واضح وبمعدل مرتفع نسبياً عبر مدة الدراسة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.4082) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، وبهذا فأن معدلات موجات الحر لمحطة الرطبة لهذه الدورة تأخذ أتجاهاً عاماً نحو التناقص ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1455) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.61) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.84) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.216) في هذه الدورة أنخفضت قيمة الميل ما يشير إلى استمرار الاتجاه التصاعدي ولكن بوتير أضعف مقارنة بالدورة الأولى ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.1058) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الرطبة للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.0273) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.12) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.35) ، وأن معامل أختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.114) وهو أدنى القيم ما يدل على أستمرار الاتجاه الموجب ولكن بمعدل تغير ضعيف نسبياً ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.018) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الأتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

جدول (51)

تحليل موجات الحر باختبار مان ـ كندال في محطة الرطبة

الدورات	معامل اختبارMann-Kendall testis MK

Sig	R^2	Sig	Sen's slope Bi	
0,01	0,4082	0,01	0,488	الدورة الأولى (1991-2001)
0,01	0,1058	0,01	0,216	الدورة الثانية (2002-2012)
0,01	0,018	0,01	0,114	الدورة الثالثة (2013-2023)

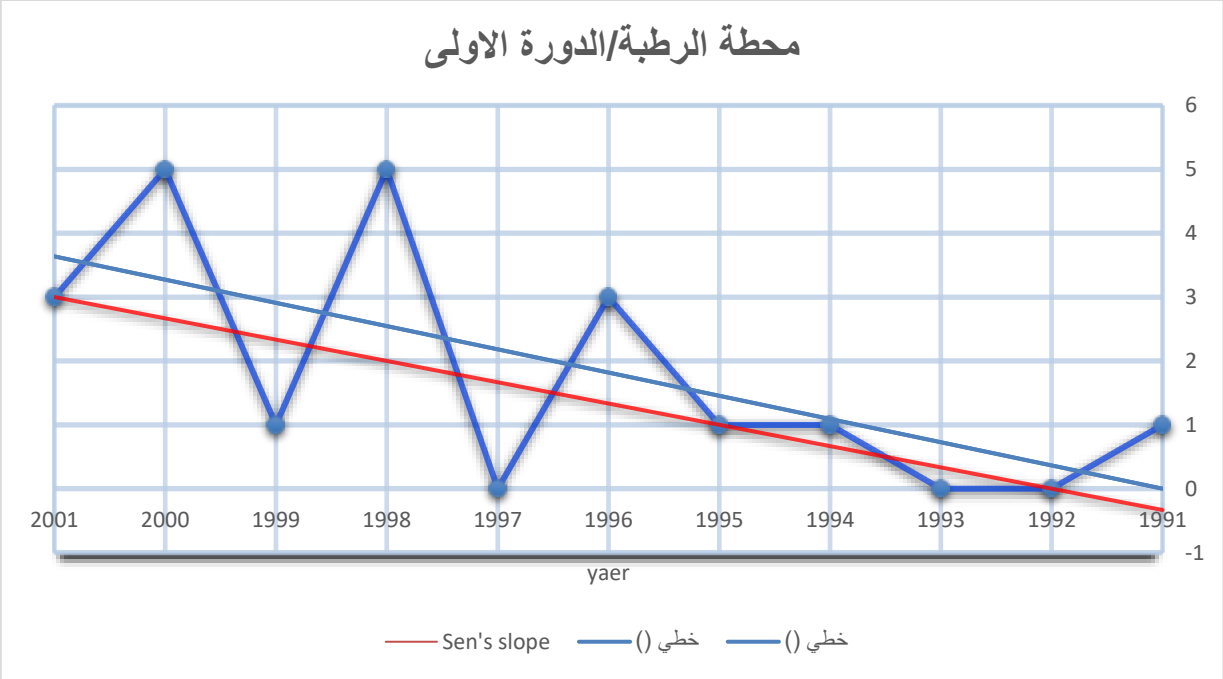
المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

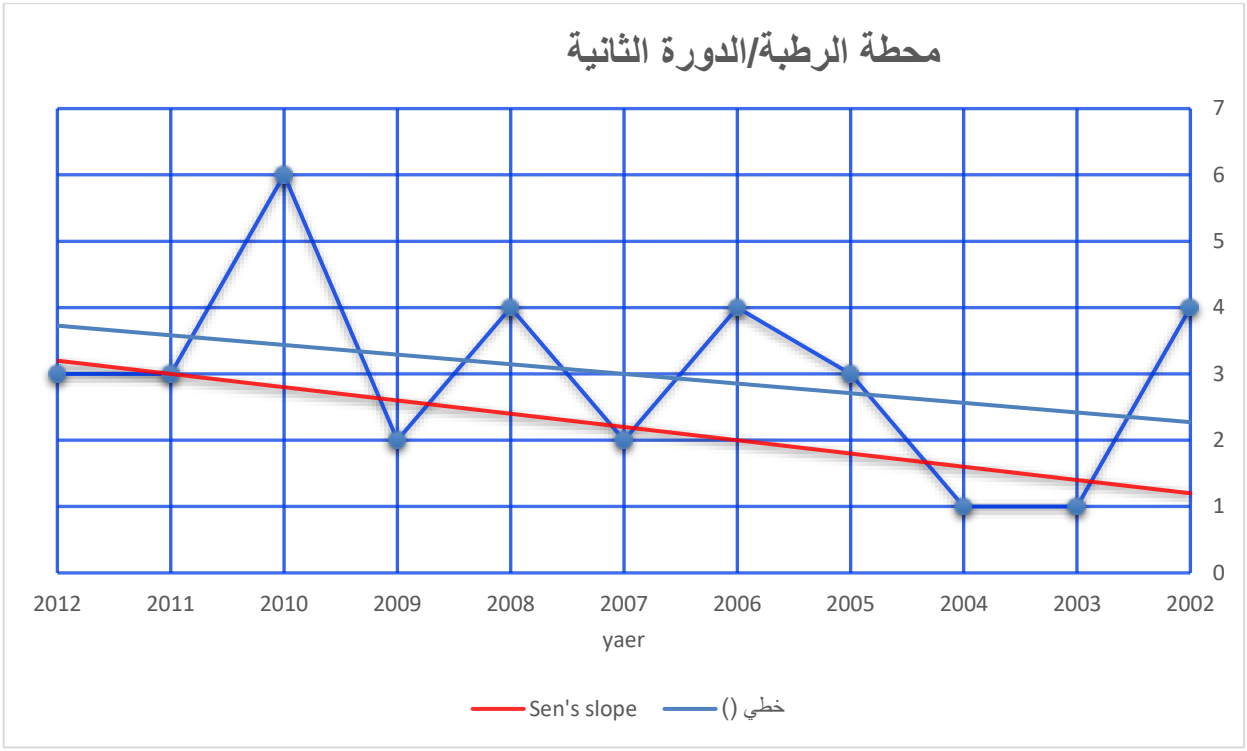
شكل (39)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (1991 _2001)



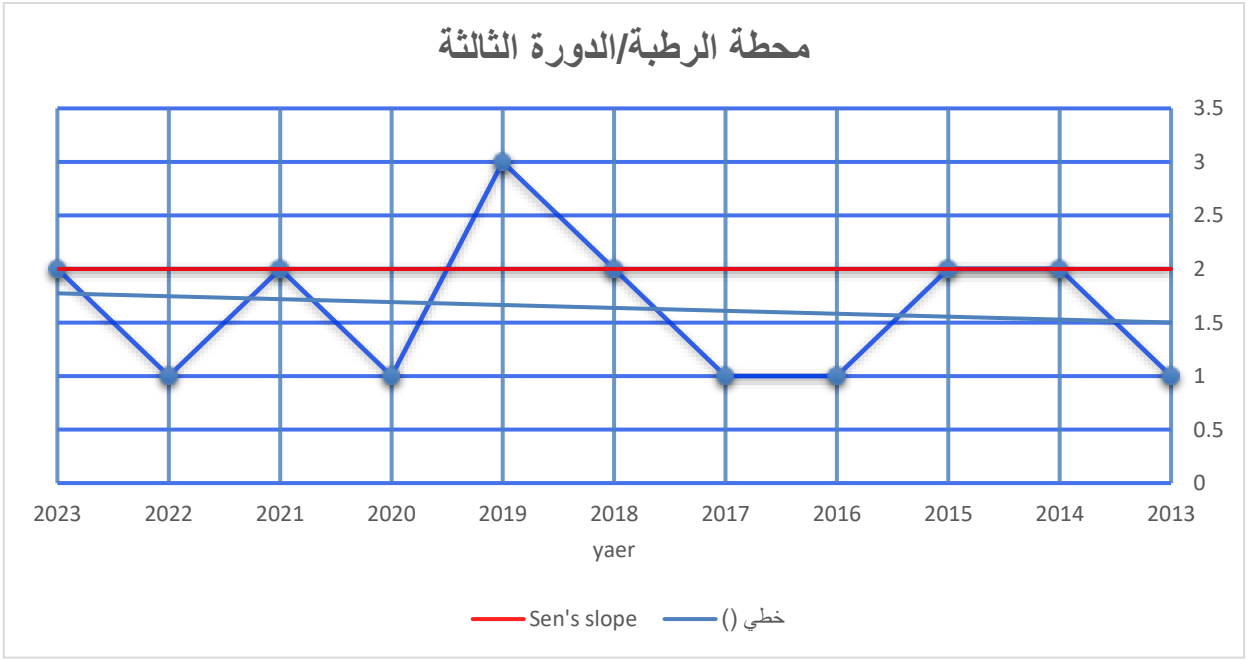
شكل (40)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (2002 _ 2012)



شكل (41)

الأتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (2013 -2023)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (50).

4 . محطة بغداد

يتبين لنا من خلال الجدول (52) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة بغداد ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 -2023) بلغت (75 موجة) أي بمعدل (25 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 - 2001) (35 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 - 2012) (25 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 - 2023) (15 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر .

جدول (52)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة بغداد حسب الدورات المناخية

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (52) أيضاً بأن هناك تباين في أتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة بغداد عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991- 2001) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.2273) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.91) ، وبلغ معدل التغير الكلي (2.73) .

جدول (53)

تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة بغداد

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0,477	0,01	0,3634	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0,391	0,01	0,277	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0,302	0,01	0,163	0,01

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	35	1.250	0,2273	0,91	2,73
الدورة الثانية (2002-2012)	25	1.489	0,2364	0,95	2,84
الدورة الثالثة (2013-2023)	15	1.120	-0,1634	-0,65	1,96
المعدل العام	25,0				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

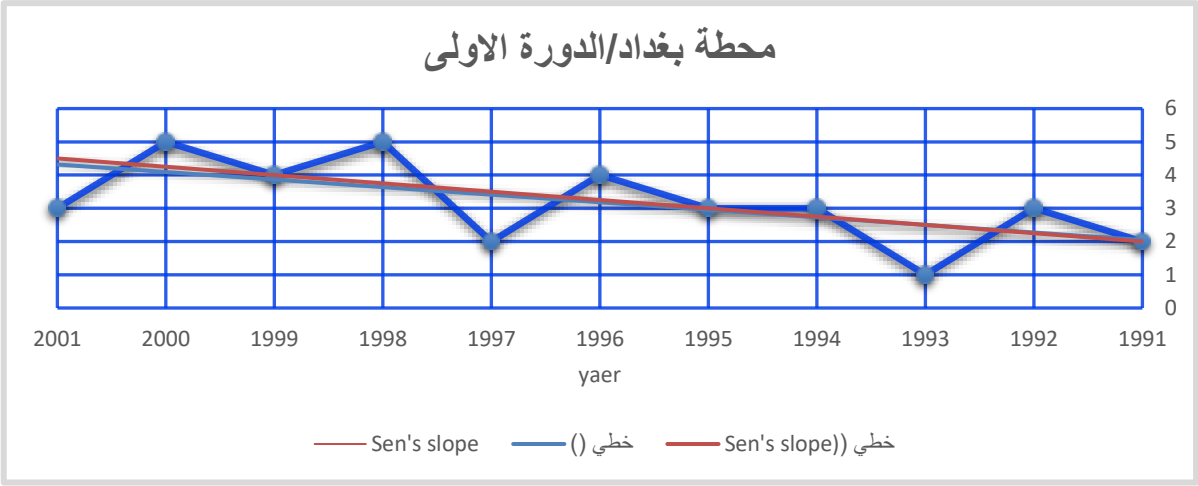
-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

وحسب الجدول (53) أعلاه أظهرت نتائج أختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرارات موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.477) ، وهو ما يوحي بوجود اتجاه تصاعدي واضح في المتغير المناخي المدروس خلال هذه الفترة عبر مدة الدراسة ولو بشكل طفيف ، وسجلت معامل الأرتباط (0.3634) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، وبهذا فأن معدلات موجات الحر لمحطة بغداد لهذه الدورة تأخذ أتجاهاً عاماً نحو الأضطراب بالزيادة أو النقصان وذلك بحكم موقعها في وسط العراق فتؤثر فيها الكتل الهوائية الباردة القادمة من الشمال والكتل الهوائية الحارة القادمة من الجنوب ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.2364) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.95) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.84) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.391) وهذا يدل على وجود اتجاهاً تصاعدياً إلا أن هذا الارتفاع كان أقل حدة مقارنة بالدورة الأولى مما يعكس استمرار الاتجاه الموجب ولكن بوتيرة أبطأ ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.277) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة بغداد للمدة (2013 . 2023) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.1634 ـ) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.65 ـ) ، وأن معامل أختبار مان ــ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.302 ـ) في هذه الدورة هناك قيمة ميل سالبة ما يدل على تحول الاتجاه نحو الانخفاض في هذه الفترة وهو تحول مهم يعكس تغيراً في السلوك الزمني للمتغير المناخي في محطة بغداد ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.163) ، وهو ما يعني هناك تناقص في تكرار موجات الحر لهذه الدورة حسب التوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

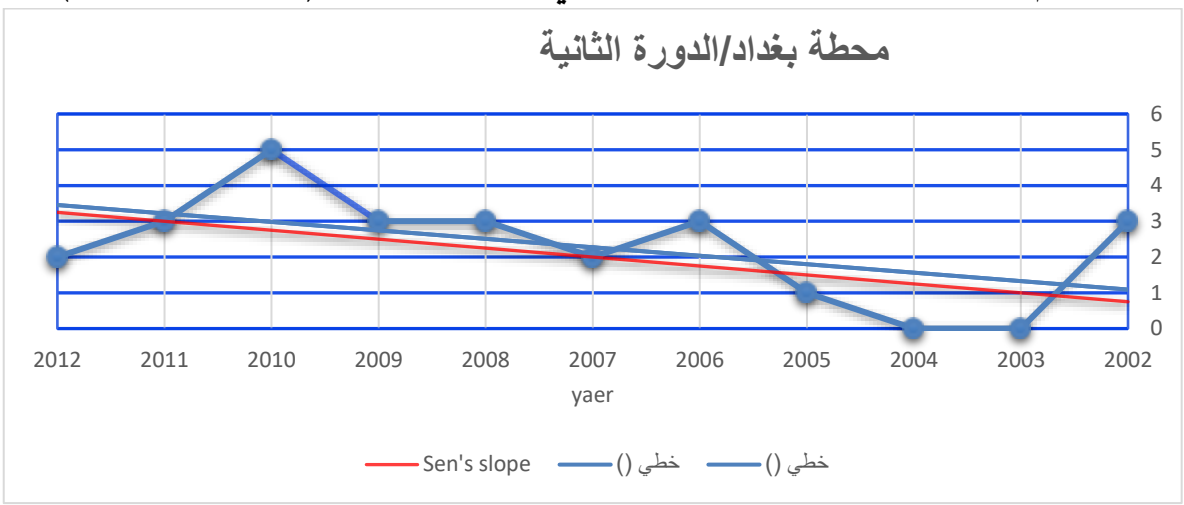
شكل (42)

الأتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة (بغداد) للمدة (1991 -2001)



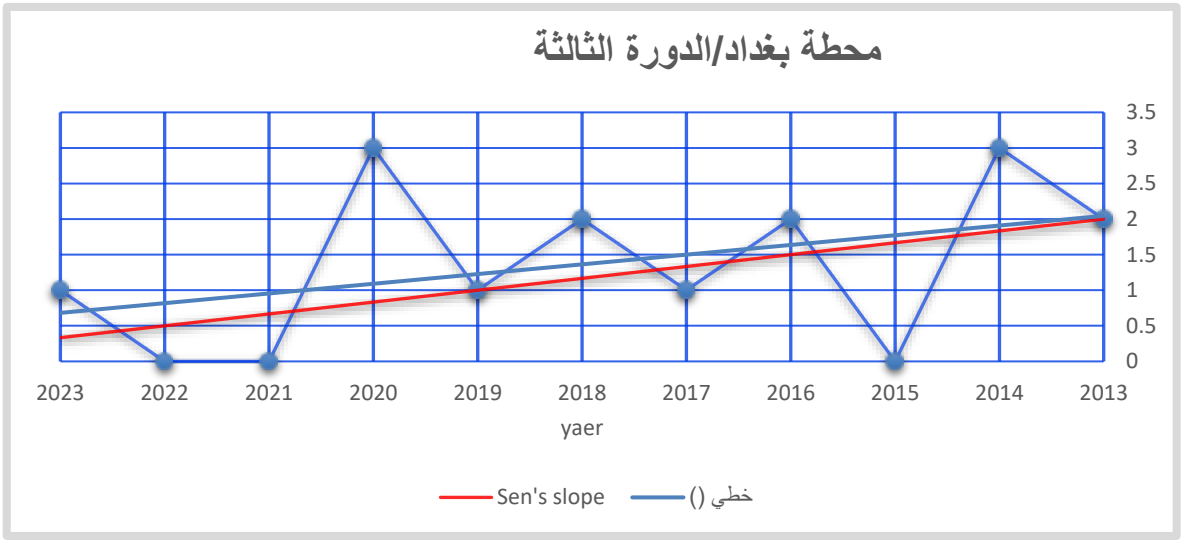
شكل (43)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة بغداد للمدة (2002 – 2012)



شكل (44)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة بغداد للمدة (2013 _ 2023)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على جدول (52).

5 . محطة النجف

يتضح من الجدول (54) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة النجف ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 –2023) بلغت (81 موجة) أي بمعدل (27 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (18 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (24 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (39 موجة) .

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	18	1.120	0,2545	0,94	2,82
الدورة الثانية (2002-2012)	24	0.874	0,0364	0,13	0,40
الدورة الثالثة (2013-2023)	39	1.440	0,2545	0,94	2,83
المعدل العام	27,1				
عدد الدورات	3				

جدول (54)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة النجف حسب الدورات المناخية

المصدر: -الباحث بالاعتماد على
-نتائج اختبار مان ــ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.
-جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (54) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة النجف عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.2545) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.94) ، وبلغ معدل التغير الكلي (2.82) .

جدول (55)

تحليل موجات الحر باختبار مان ــ كندال في محطة النجف

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.623	0,01	0,5681	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.100	0,01	0,019	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.452	0,01	0,3439	0,01

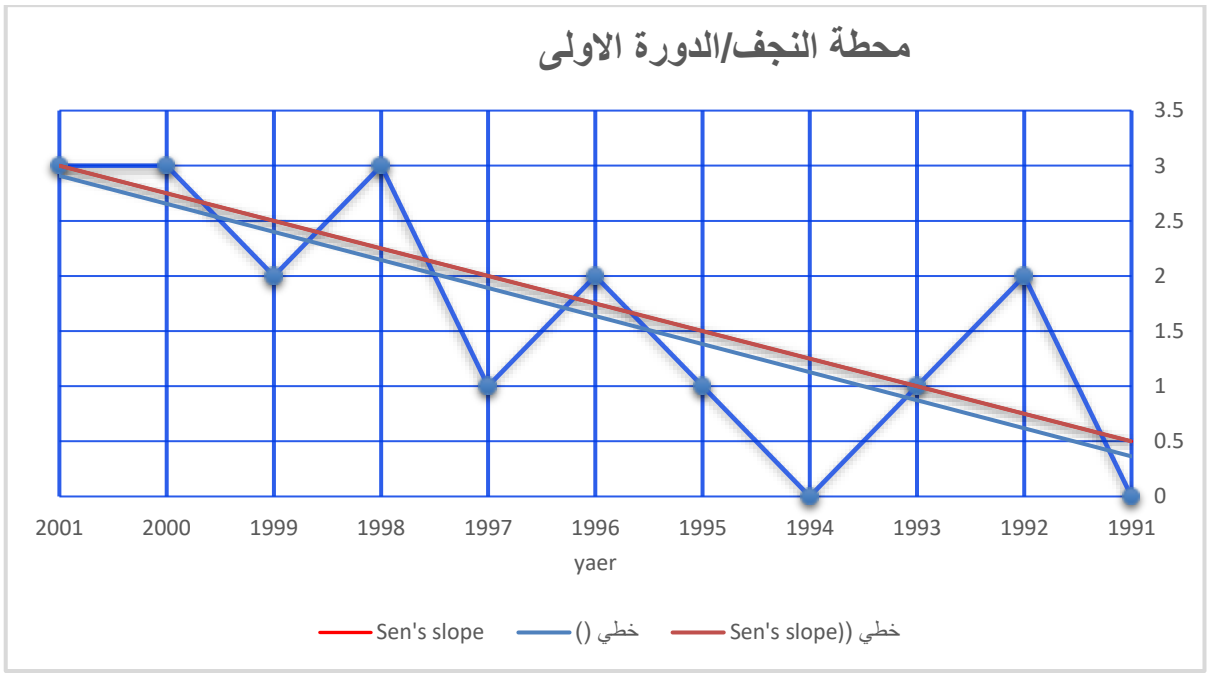
المصدر: –الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.
-جداول (8)، (9)، (10).

ويتبين من الجدول (55) أعلاه أن نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرارات موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.623) وهذا يدل على أن جميع القيم موجبة وفي الاتجاه التصاعدي وزيادة في المتغير المناخي المدروس عبر مدة الدراسة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.5681) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002-2012) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.0364) ،وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.13) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.40) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.100) هناك تباطؤ واضح ويعتبر أضعف تغير والتفسير الخطي لها ضعيف بسبب التذبذب الكبير ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.019) ، وهذا يوحي إلى تكرار موجات الحر ولكن بشكل ضعيف ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة النجف للمدة (2013 . 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.2545) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.94) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.83) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.452) وهذا يدل على أن هذه الدورة تعكس اتجاهاً واضحاً لكنه أقل انتظاماً من الدورة الأولى وهذا يدل على أن المتغير المناخي المدروس في محطة النجف يتجه نحو الزيادة طويلة الأمد مع تباين شدة الاتجاه بين الفترات الزمنية ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.3439) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

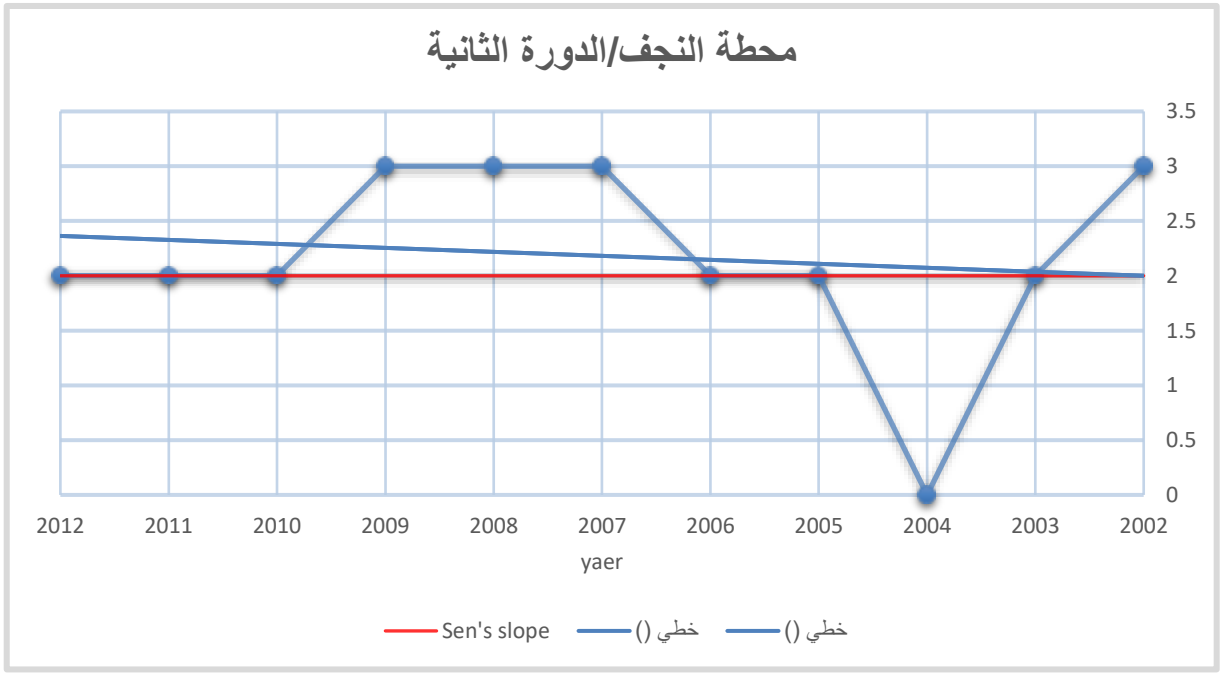
شكل (45)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة النجف للمدة (1991 -2001)



شكل (46)

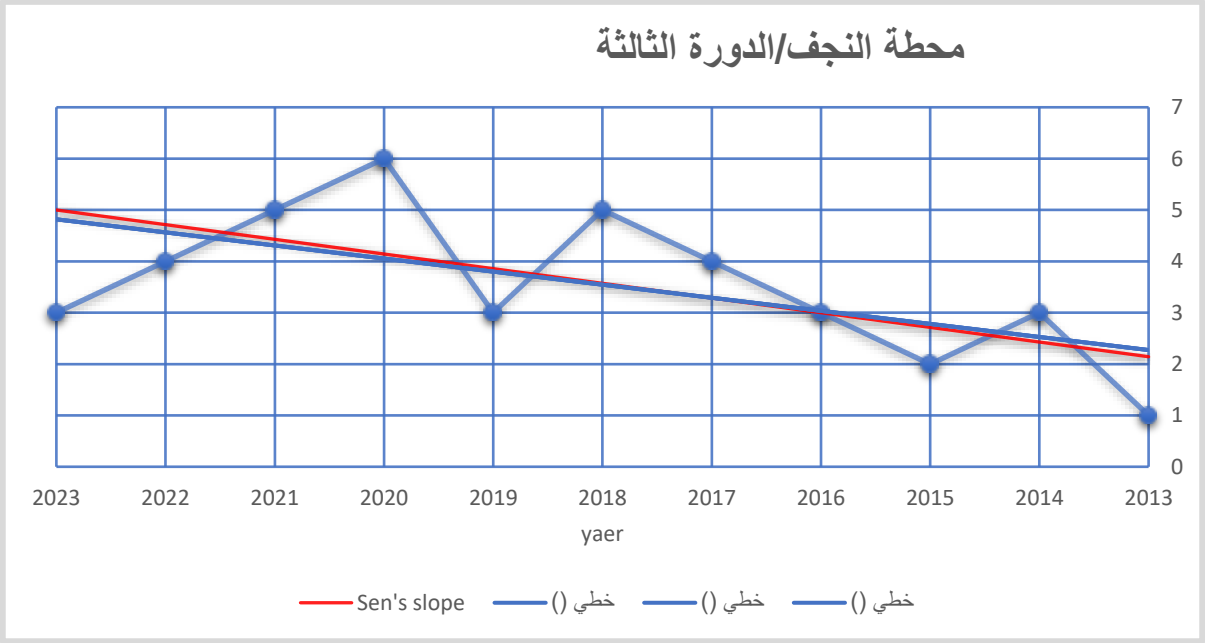
الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة النجف للمدة (2002 -2012)



شكل (47)

الأتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة النجف للمدة (2013 – 2023)

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (54).

6 . محطة الحي

يشير الجدول (56) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة الحي ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (92 موجة) أي بمعدل (30.6 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (30 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (46 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (16 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر .

جدول (56)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الحي حسب الدورات المناخية

الدورة الأولى (1991-2001)	30	1.737	0,3273	1,10	3,19
الدورة الثانية (2002-2012)	46	0.982	0,1364	0,44	1,33
الدورة الثالثة (2013-2023)	16	1.128	0,1455	0,47	1,42
المعدل العام	30,7				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

ويتبين من الجدول (56) ايضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة الحي عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 -. 2001) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.3273) ، ومعدل التغير السنوي فيها (1.10) ، وبلغ معدل التغير الكلي (3.19) .

جدول (57)

تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة الحي

الدورات	معامل اختبارMann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	**0.428**	**0,01**	**0,3904**	**0,01**
الدورة الثانية (2002-2012)	**-0.350**	**0,01**	**0,2123**	**0,01**
الدورة الثالثة (2013-2023)	**-0.291**	**0,01**	**0,1829**	**0,01**

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

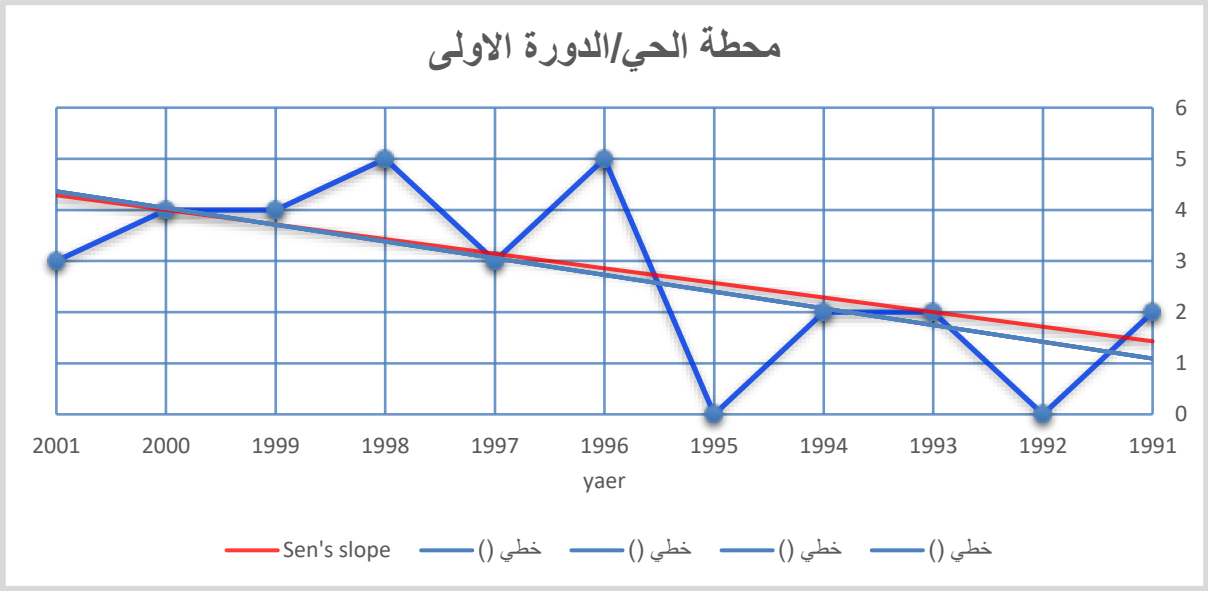
-جداول (8)، (9)، (10).

وحسب الجدول (57) أعلاه اظهرت نتائج أختبار مان _ كندال للأتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.428) وهو ما يوحي بوجود زيادة واضحة في المتغير المناخي عبر مدة الدراسة ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.3904) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، وبهذا فأن معدلات موجات الحر لمحطة الحي لهذه الدورة تأخذ اتجاهاً عاماً نحو الزيادة ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002- 2012) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.1364) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.44) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.33) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.350) ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.2123) ، ويلاحظ هناك انعكاس في الاتجاه نحو الانخفاض لهذه الدورة

، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الحي للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.1455) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.47) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.42) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.291) ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.1829) ، وهذا يشير إلى استمرار الاتجاه التنازلي ولكن بمعدل أقل وبالتالي يشير إلى تباطؤ نسبي في الانخفاض لهذه الدورة وهذا ما يتوافق مع ميل خط الأتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

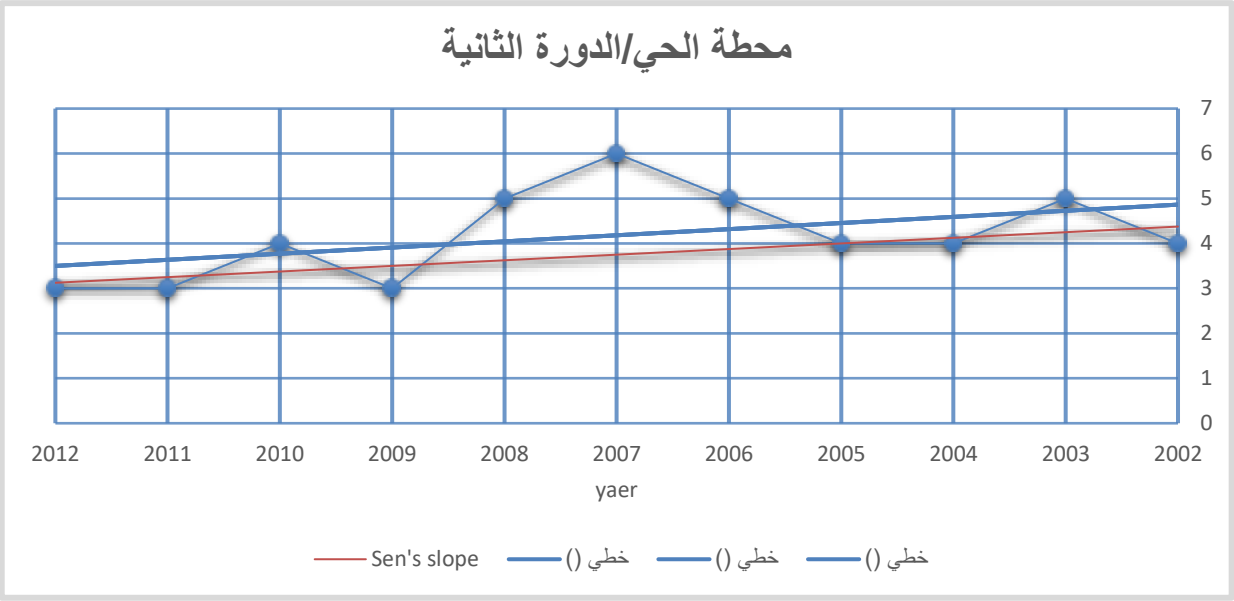
شكل (48)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الحي للمدة (1991 – 2001)



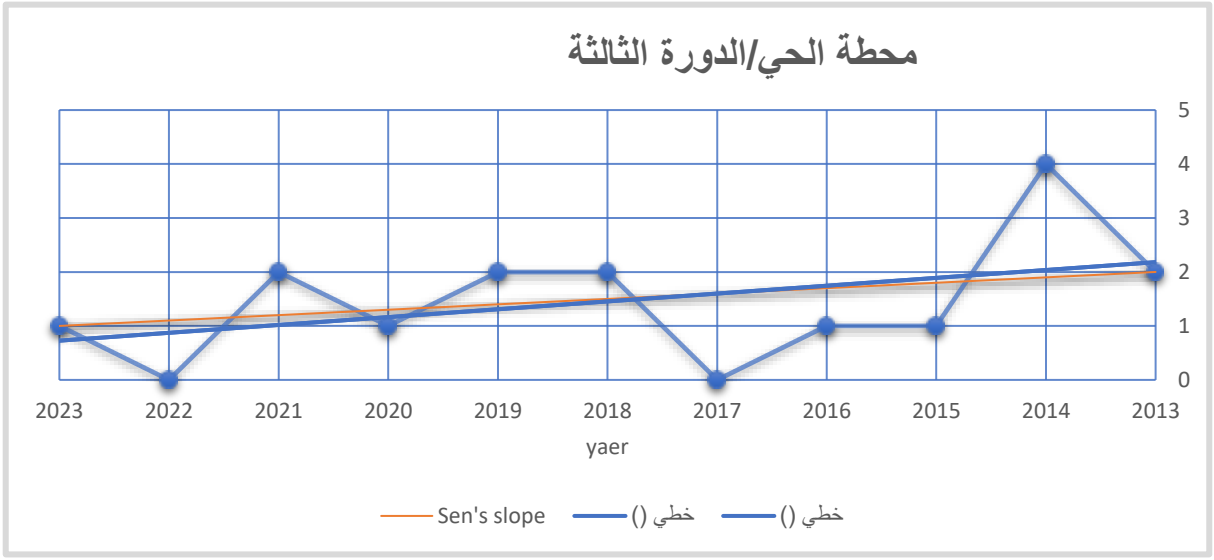
شكل (49)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الحي للمدة (2002 – 2012)



شكل (50)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الحي للمدة (2013 – 2023)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على جدول (56).

7 . محطة العمارة

يتبين من خلال الجدول (58) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة العمارة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 .–2023) بلغت (57 موجة) أي بمعدل (19 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 –2001) (13 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (

2002 –2012) (27 موجة) وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (17 موجة) .

جدول (58)

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991–2001)	**13**	**0.688**	**0,0818**	**0,43**	**1,29**
الدورة الثانية (2002–2012)	**27**	**1.375**	**0,3273**	**1,72**	**5,17**
الدورة الثالثة (2013–2023)	**17**	**1.753**	**0,1818**	**0,96**	**2,87**
المعدل العام	**19**				
عدد الدورات	**3**				

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة العمارة حسب الدورات المناخية

المصدر : –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

–جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (58) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة العمارة عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.0818) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.43) ، وبلغ معدل التغير الكلي (1.29) .

جدول (59)

تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة العمارة

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	**0,315**	**0,01**	**0,1558**	**0,01**
الدورة الثانية (2002-2012)	**0,289**	**0,01**	**0,6231**	**0,01**
الدورة الثالثة (2013-2023)	**0,315**	**0,01**	**0,1183**	**0,01**

المصدر : –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

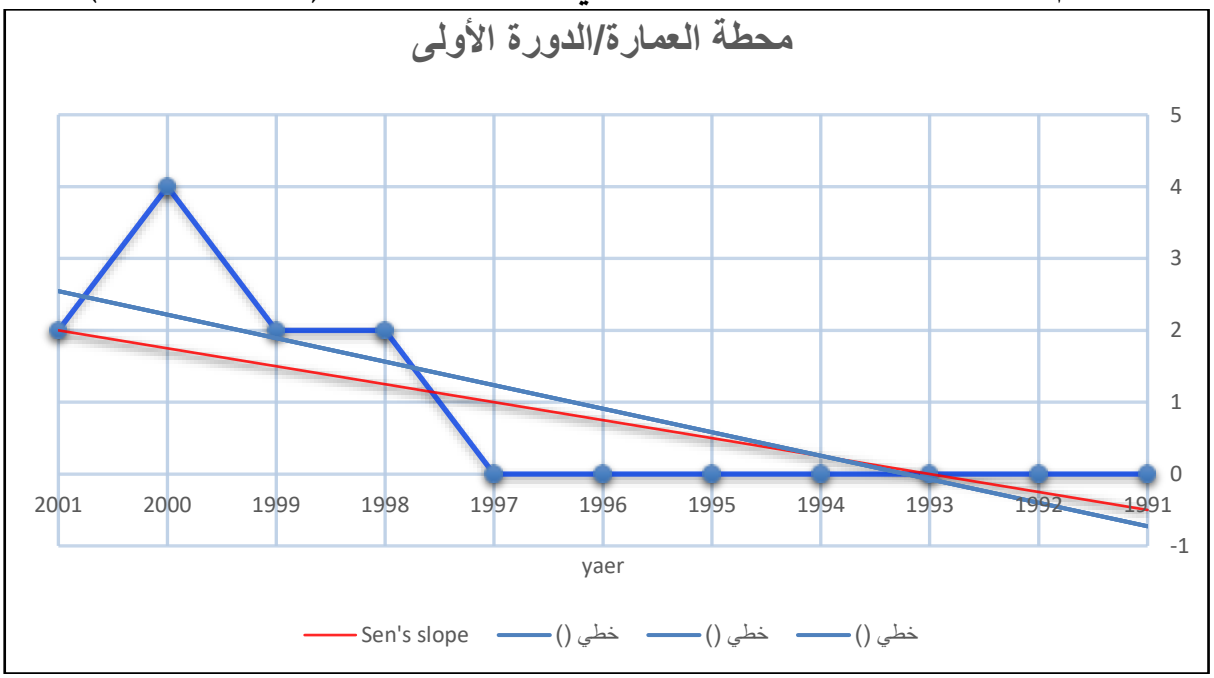
–جداول (8)، (9)، (10).

وحسب الجدول (59) أعلاه أظهرت نتائج أختبار مان ـ كندال للأتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.315) وهو ما يوحي بوجود اتجاه

تصاعدي في تكرار موجات الحر عبر مدة الدراسة ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.1558) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.3273) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (1.72) ، وسجل معدل التغير الكلي (5.17) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.289) ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.6231) ، مما يدل على أستمرار الأتجاه التصاعدي ولكن بوتيرة أقل نسبياً ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة العمارة للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.1818) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.96) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.87) ، وأن معامل أختبار مان . كاندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.315) ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.1183) ، وهو ما يدل على تجدد قوة الأتجاه التصاعدي وبمعدل مماثل لما كان عليه في الدورة الأولى ، نستنتج بشكل عام أن نتائج اختبار مان_ كندال تشير إلى وجود اتجاه تصاعدي معنوي احصائياً خلال جميع الدورات الزمنية المدروسة . ورغم أن مقدار الزيادة كان متقارباً بين الدورتين الأولى والثالثة ، إلا أن الدورة الثانية تميزت بارتفاع معامل الارتباط ، ما يعكس وضوحاً أكبر في نمط الأتجاه خلال تلك المرحلة ويمكن تغير هذه النتائج ارتباطها بعوامل مناخية أو بيئية مؤثرة خلال مدة الدراسة ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

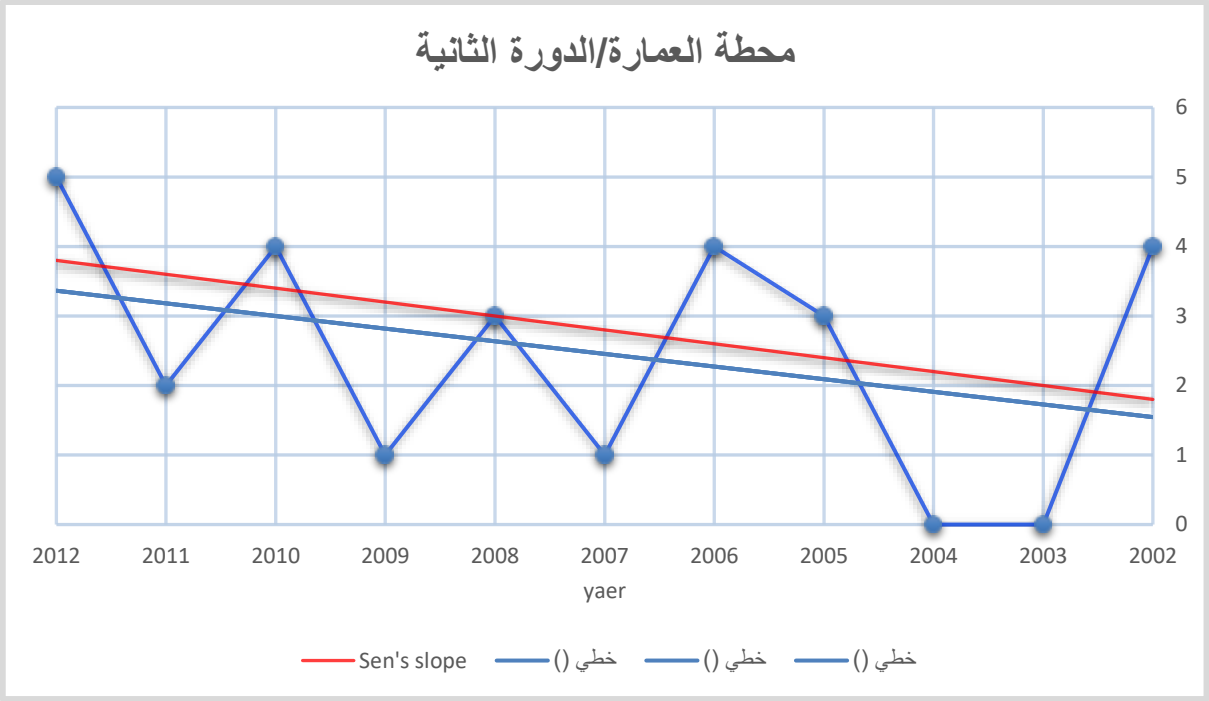
شكل (51)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة العمارة للمدة (1991–2001)



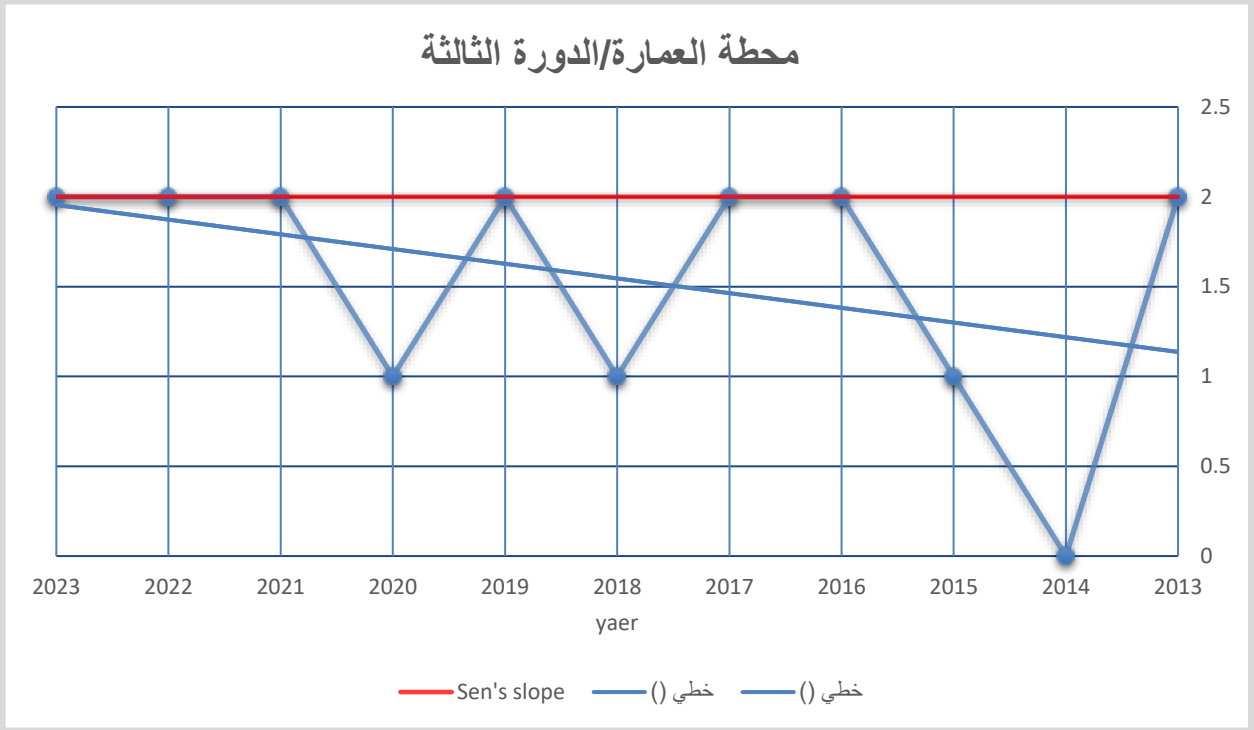
شكل (52)

الأتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة العمارة للمدة (2002 – 2012)



شكل (53)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة العمارة للمدة (2013 – 2023



الدورة

(

المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول(58).

8 . محطة الناصرية

يتبين من خلال الجدول (60) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة الناصرية ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (140 موجة) أي بمعدل (46.6) للدورة الواحدة، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 –2001) (55 موجة)، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (57 موجة)، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (28 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر .

جدول (60)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة الناصرية حسب الدورات المناخية

الدورة الثانية (2002-2012)	57	2.857	0,5182	1.10	3.3
الدورة الثالثة (2013-2023)	28	2.207	0,3091	0.66	1.98
المعدل العام	46,7				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (60) أيضاً بأن هناك تباين في أتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة الناصرية عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.3364) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.72) ، وبلغ معدل التغير الكلي (2.16) .

جدول (61)

تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة الناصرية

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0,529	0,01	0,4787	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0,520	0,01	0,3618	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	-0,122	0,01	0,2157	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

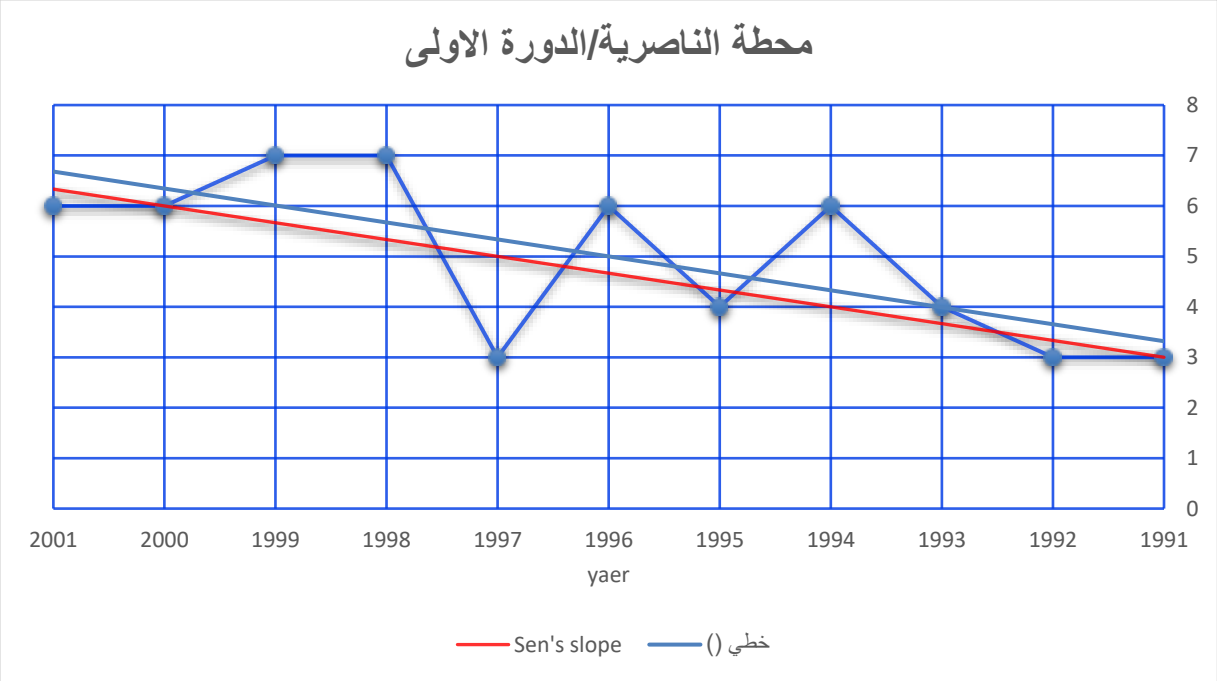
-جداول (8)، (9)، (10).

وحسب الجدول (61) أعلاه أظهرت نتائج أختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.529) وهو ما يوحي إلى وجود اتجاه تصاعدي واضح في المتغير المناخي وهي زيادة ملحوظة ومنتظمة عبر مدة الدراسة ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.4787) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، وبهذا فأن معدلات موجات الحر لمحطة الناصرية لهذه الدورة تأخذ اتجاهاً عاماً نحو الزيادة ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.5182) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (1.10) ، وسجل معدل التغير الكلي (3.3) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.520) الميل موجب في هذه الدورة وقريب جداً من الدورة الأولى ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.3618) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الناصرية للمدة (2013 –

2023) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.3091) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.66) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.98) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.122 –) وهذا يعني أن الميل سالب في هذه الدورة وتحول الاتجاه إلى تنازلي لهذه الدورة ، حسب معامل الأرتباط التي بلغت (0.2157) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الأتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

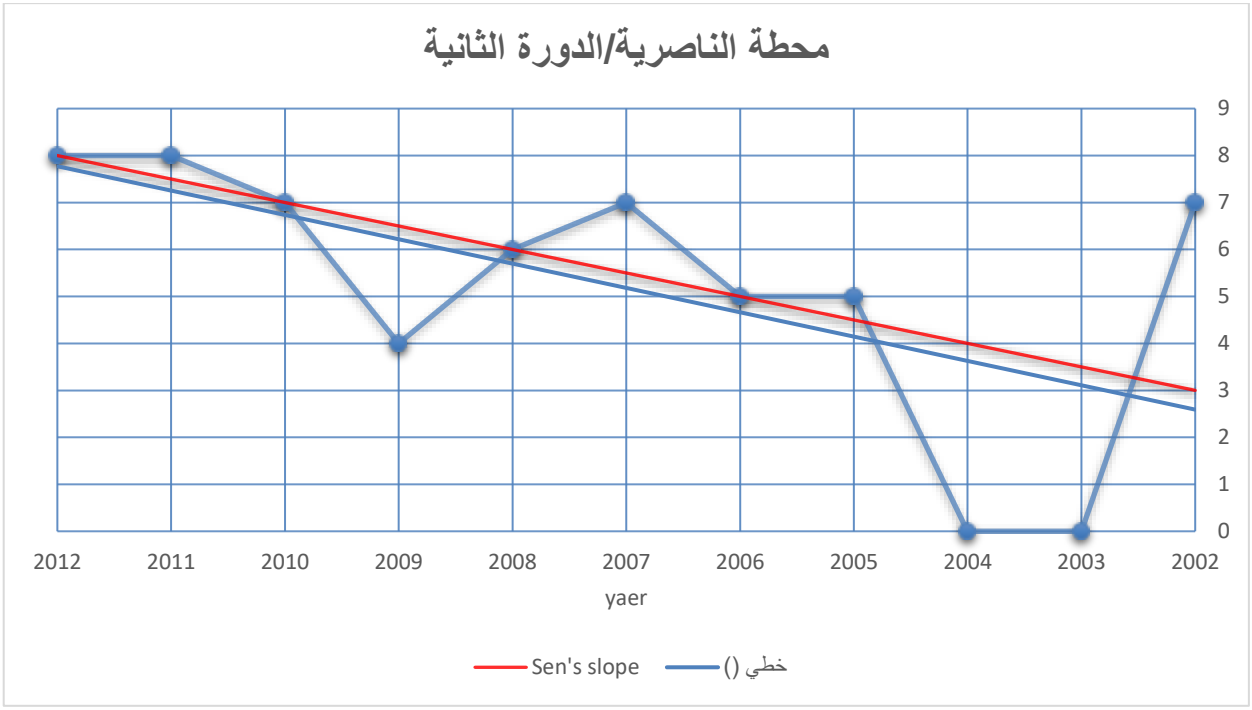
شكل (54)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة الناصرية للمدة (1991 – 2001)



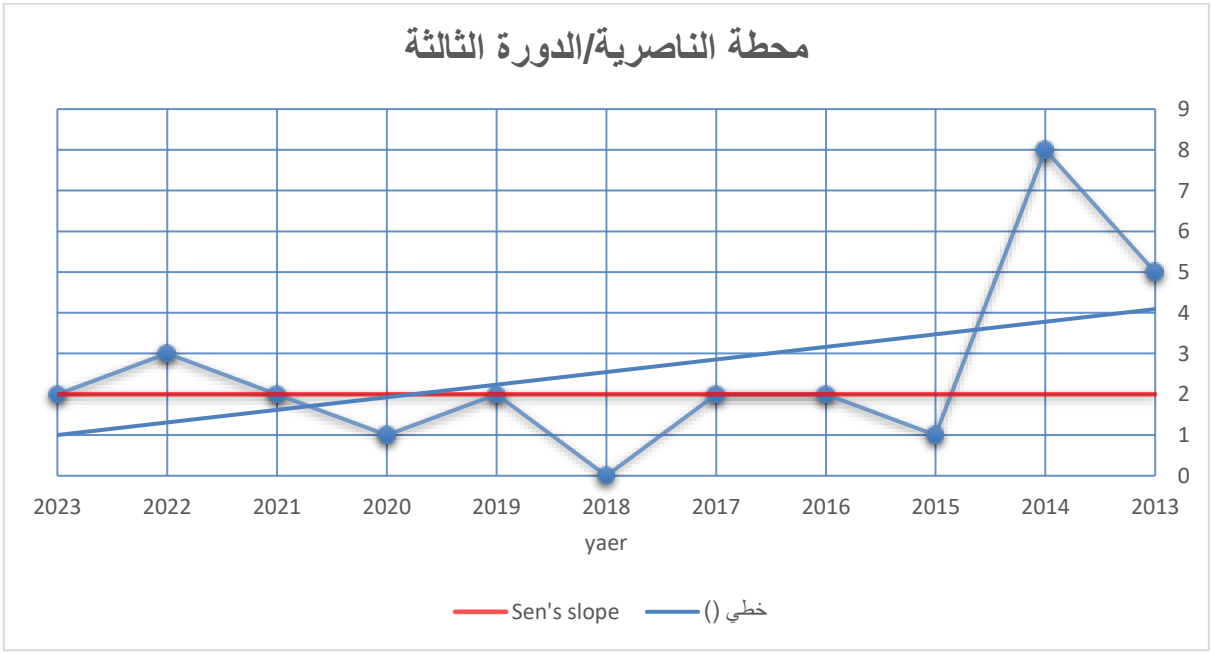
شكل (55)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة الناصرية للمدة (2002 –2012)



شكل (56)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة الناصرية للمدة (2013 – 2023)



المصدر : –الباحث بالاعتماد على جدول (60).

9 . محطة البصرة

يتبين من خلال الجدول (62) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة البصرة

ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (172 موجة) أي بمعدل (57.3 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (58 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (69 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (45 موجة) وهي أقل مجموع

الدورات	عدد الموجات الحر	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	58	1.679	0,2909	0,52	1,56
الدورة الثانية (2002-2012)	69	2.412	0,3273	0,57	1,71
الدورة الثالثة (2013-2023)	45	1.446	0,2636	0,46	1,38
المعدل العام	57,33				
عدد الدورات	3				

سنوي لموجات الحر .

جدول (62)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات الحر في محطة البصرة حسب الدورات المناخية

المصدر: –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

–جداول (8)، (9)، (10).

ويشير الجدول (62) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات الحر في محطة البصرة عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.2909) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.52) ، وبلغ معدل التغير الكلي (1.56) .

جدول (63)

تحليل موجات الحر باختبار مان – كندال في محطة البصرة

الدورات	معامل اختبارMann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.506	0,01	0,3303	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.261	0,01	0,2025	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.437	0,01	0,3657	0,01

المصدر: –الباحث بالاعتماد على

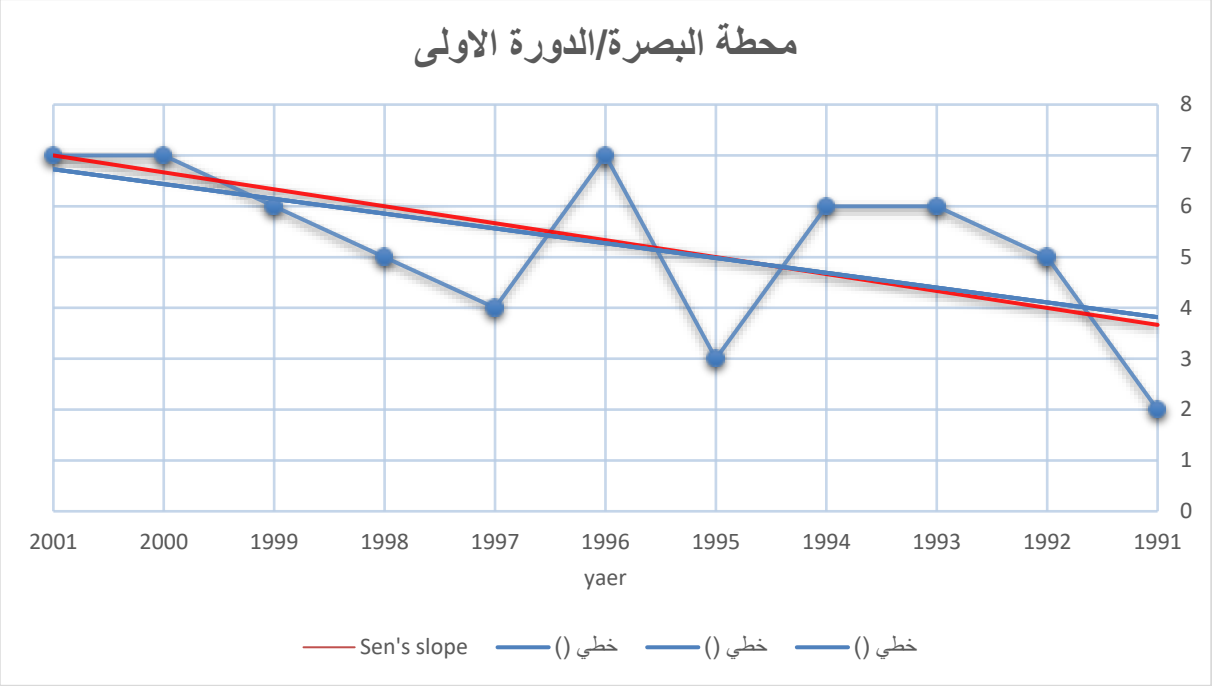
-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.
-جداول (8)، (9)، (10).

وحسب الجدول (63) أعلاه أظهرت نتائج أختبار مان _ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات الحر حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.506) وهو ما يوحي إلى وجود اتجاه تصاعدي واضح وبمعدل تغير مرتفع نسبياً خلال هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.3303) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 -2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.3237) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.57) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.71) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.261) وهو ما يشير إلى أستمرار الاتجاه التصاعدي ولكن بوتيرة أضعف مقارنة بالدورة الأولى .

حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.2025) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة البصرة للمدة (2013 - 2023) ، سجلت فيها معامل الأتجاه (0.2636) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.46) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.38) ، وأن معامل اختبار مان _ كندال حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.437) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.3657) ، وهذا يدل على أن الميل ارتفع مجدداً وهذا تسارع نسبي في معدل التغير مقارنة بالدورة الثانية ، وأن كان أقل من الدورة الأولى . وبما أن جميع قيم الميل موجبة ، فإن ذلك يؤكد أن الاتجاه العام خلال الدورات الثلاث هو اتجاه تصاعدي مستمر للمتغير المدروس ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم ، رغم وجود تذبذب واضح في القيم .

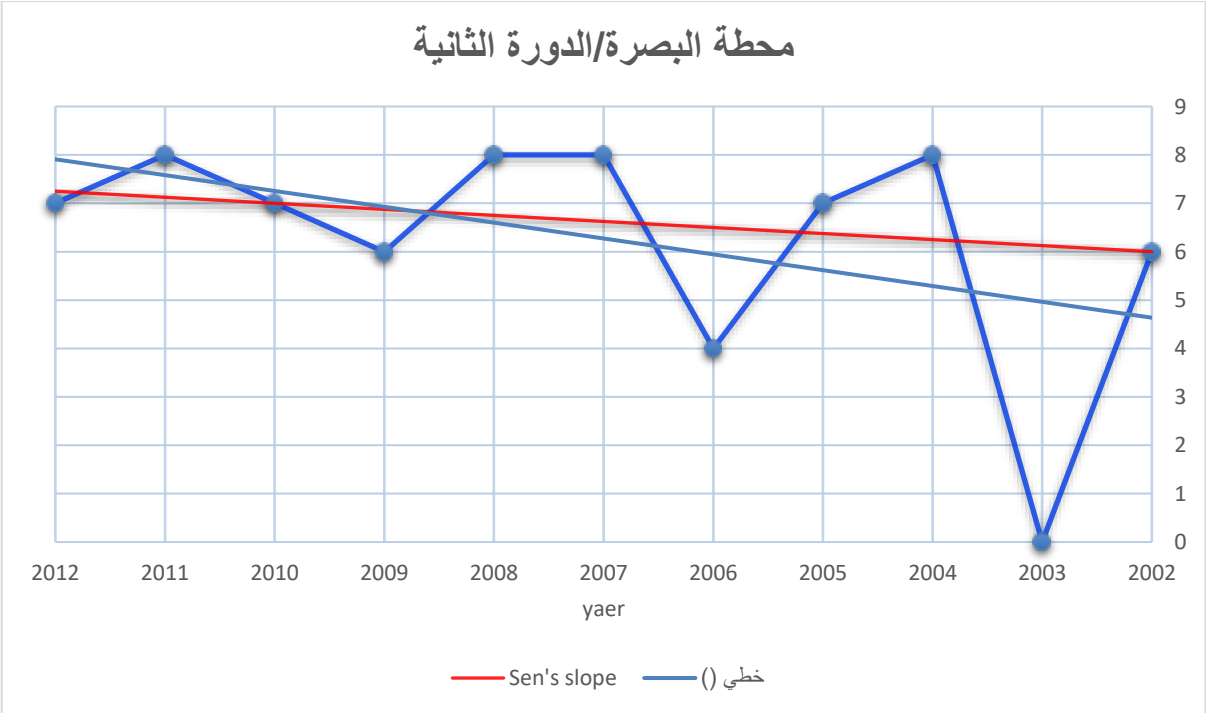
شكل (57)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات الحر في محطة البصرة للمدة (1991 -2001)



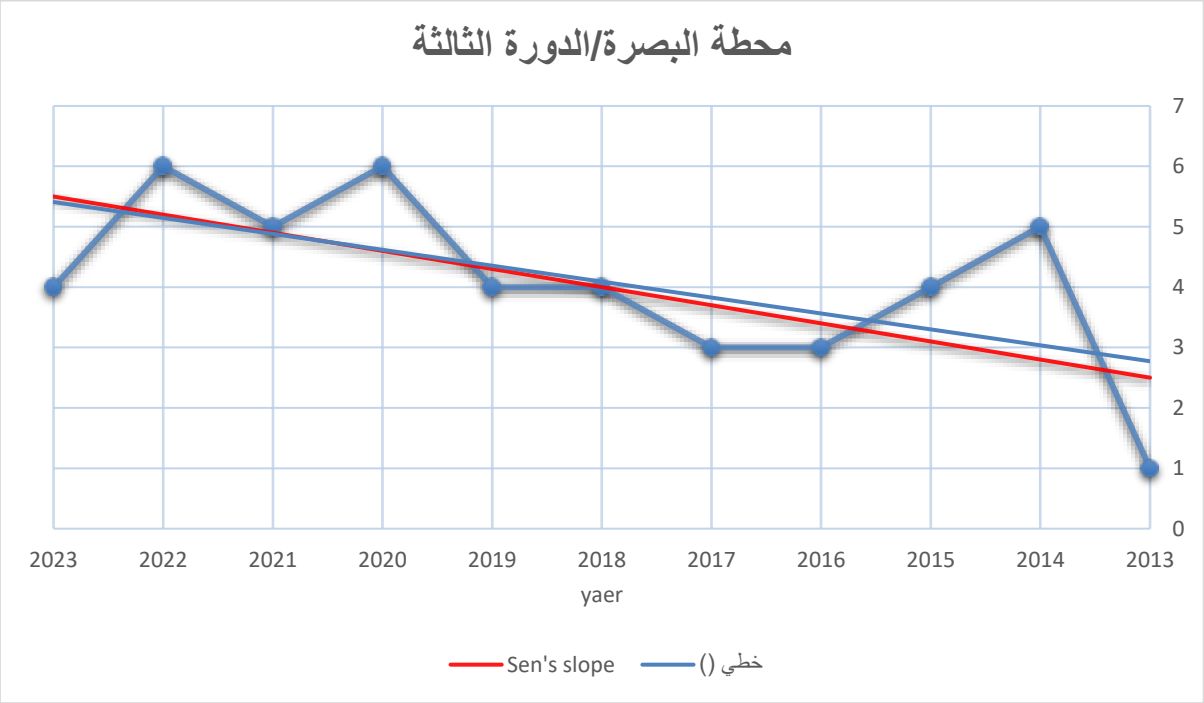
شكل (58)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات الحر في محطة البصرة للمدة (2002 – 2012)



شكل (59)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات الحر في محطة البصرة للمدة (2013 – 2023



(

المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول(62).

المبحث الثاني

التغير والاتجاه في تكرار موجات البرد

تمهيد :

يُعد التغير المناخي أحد أبرز القضايا البيئية المعاصرة لما له من تأثيرات مباشرة وغير مباشرة في الأنظمة الطبيعية والأنشطة البشرية ، ولا سيما في المناطق ذات الخصائص المناخية الانتقالية كالعراق . إذ يتميز مناخ العراق بتباين واضح في عناصره المناخية نتيجة موقعه الجغرافي بين العروض المدارية وشبه المدارية وتأثره بالأنظمة الضغطية المختلفة، مما يجعله عرضة لحدوث الظواهر المناخية المتطرفة، ومنها موجات البرد.

وتُعرف موجات البرد بأنها فترات تنخفض فيها درجات الحرارة إلى ما دون معدلاتها العامة لفترة زمنية متواصلة، وبشدة تختلف باختلاف الظروف السينوبتيكية السائدة. ويكتسب تحليل تكرار

هذه الموجات واتجاهاتها الزمنية أهمية خاصة في ظل التغيرات المناخية العالمية، إذ إن دراسة الاتجاه (Trend) تكشف ما إذا كانت هذه الظاهرة تتجه نحو الزيادة أو النقصان أو الثبات عبر الزمن، الأمر الذي يسهم في فهم طبيعة التذبذب الحراري ومدى ارتباطه بالتغيرات المناخية الإقليمية.

وتستند هذه الدراسة إلى تحليل مدة زمنية بلغت (33) سنة، قُسمت إلى ثلاث دورات مناخية متعاقبة، بهدف الكشف عن طبيعة التغير في تكرار موجات البرد بين دورة وأخرى، وتحديد الاتجاه العام للسلسلة الزمنية وحسب محطات منطقة الدراسة، إن تقسيم مدة الدراسة إلى دورات مناخية يتيح فهماً أدق للتذبذبات المرحلية ، ويمكن المقارنة بين الفترات المختلفة للكشف عن التحولات المحتملة في سلوك الظاهرة .

وعليه فإن تحليل التغير والاتجاه في تكرار موجات البرد في مناخ العراق يمثل خطوة أساسية لتقييم حساسية النظام المناخي المحلي للتغيرات الحرارية ، كما يوفر قاعدة علمية يمكن الأعتماد عليها في الدراسات المستقبلية المرتبطة بالمخاطر المناخية والتخطيط البيئي .

يمثل الاتجاه العام (Secular Trend) أحد الخصائص الرئيسة التي تظهر في السلاسل الزمنية لأي ظاهرة ، إذ يعكس التغيرات طويلة الأمد التي تطرأ على قيم تلك الظاهرة عبر الزمن . ويُعد الاتجاه موجباً عندما تتزايد قيم الظاهرة بمرور الزمن ، في حين يكون سالباً عند تناقص تلك القيم .

اعتمدت الدراسة أسلوب الدورات المناخية الصغرى، بالاستناد إلى البيانات المناخية الخاصة بموجات الحر والبرد في جميع محطات منطقة الدراسة ، وذلك من خلال تطبيق طريقة المتوسطات المتحركة . وتقوم هذه الطريقة على احتساب معدل كل دورة مناخية تمتد لأحدى عشر سنة، ومن ثم مقارنتها بالدورات الأخرى بهدف إظهار الاتجاه العام بصورة واضحة. ونظراً لأن مدة الدراسة تبلغ (33) سنة، فقد تم تقسيمها إلى ثلاثة دورات مناخية.

الاتجاه العام لموجات البرد في العراق

تشير الاحصاءات المناخية بأن المجموع السنوي للموجات الباردة في جميع محطات منطقة الدراسة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 _2023) قد بلغ (522) موجة برد طيلة مدة الدراسة ، أي بمعدلات سنوية بلغت للدورة المناخية الأولى والتي تمتد من (1991_ 2001) بلغت (145) موجة برد ، وللدورة المناخية الثانية والتي تمتد من (2002 _ 2012)

بلغت (172) موجة برد ، وللدورة المناخية الثالثة والتي تمتد من (2013 _ 2023) بلغت (205) موجة برد ، ما يظهر أن هنالك تناقص في موجات الحر حسب المحطات وتزايد في موجات البرد وحسب المحطات ، وتشير الاحصاءات بأن هناك تبايناً واضحاً في اتجاهات قيم المعدلات السنوية للموجات الباردة في العراق عن معدلاتها العامة خلال الدورات المناخية .

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي

تعتمد دراستنا على المنهج الوصفي التحليلي والإحصائي في توصيف عناصر المناخ ومؤشراتها ، وتحليل التغيرات المناخية التي شهدتها منطقة الدراسة وتفسيرها ، ويعد تحليل السلاسل الزمنية أحد الأساليب الإحصائية التي حظيت باهتمام متزايد في السنوات الأخيرة ، لكونه يُعنى بدراسة سلوك الظواهر عبر الزمن والكشف عن أنماطها واتجاهاتها . وتُعرف السلسلة الزمنية إحصائياً بأنها مجموعة من القيم المرتبة زمنياً لمتغير عشوائي، ضمن فضاء احتمالي متعدد المتغيرات، إذ تتكون من متغيرين أساسيين: متغير الزمن (T) بوصفه متغيراً مستقلاً ، ومتغير الاستجابة (Y) الذي يمثل قيمة الظاهرة المدروسة . ويمكن التعبير عن العلاقة بينهما رياضياً بالصيغة الآتية :

$$Y = f (t)$$

حيث Y = قيمة الظاهرة

الزمن = T

ويتباين الاتجاه العام لموجات البرد بحسب محطات منطقة الدراسة وكما يتضمن وفق الآتي :

1 . محطة الموصل

يتبين من خلال الجدول (64) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة الموصل ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (81 موجة) أي بمعدل (27 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 –2001) (21 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (26 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 –2023) (34 موجة) .

جدول (64)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الموصل حسب الدورات المناخية

الدورة الأولى (1991-2001)	**21**	**1.446**	**- 0,0636**	**-0,24**	**-0,71**
الدورة الثانية (2002-2012)	**26**	**1.120**	**0,1273**	**0,47**	**1,41**
الدورة الثالثة (2013-2023)	**34**	**0.831**	**0,0545**	**0,20**	**0,61**
المعدل العام	**27**				
عدد الدورات	**3**				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (64) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة الموصل عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 -2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0636 ـ) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.24 ـ) ، وبلغ معدل التغير الكلي (0.71 ـ) .

جدول (65)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الموصل

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	-0.141	0,01	0,0213	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	-0.250	0,01	0,142	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.171	0,01	0,0474	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

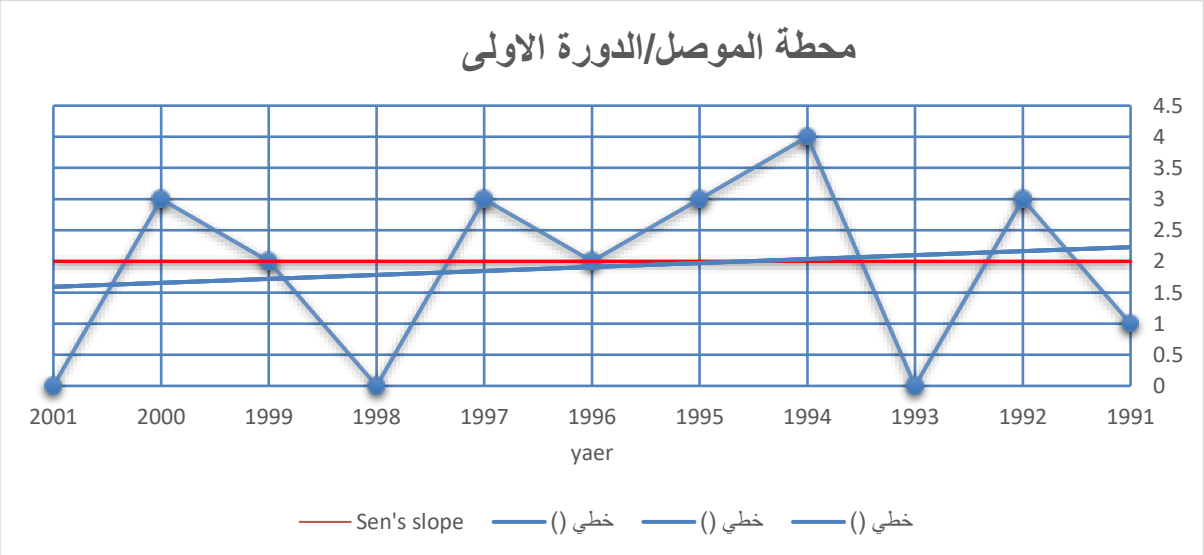
-جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (65) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ــ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.141 -) أن قيمة الميل سالبة ويشير ذلك إلى وجود اتجاه تنازلي معنوي ، أي انخفاض تدريجي في العنصر المناخي المدروس خلال هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0213) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 - 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1273) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.47) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.41) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.250 ـ) ، وهو ما يوحي إلى أزدياد حدة الاتجاه التنازلي

مقارنة بالدورة الأولى مما يدل على تسارع معدل الانخفاض خلال هذه المرحلة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.142) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الموصل للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0545) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.20) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.61) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.171) وهذا يشير تغير الاتجاه من السالب إلى الموجب مما يدل على تحول واضح نحو اتجاه تصاعدي معنوي أي زيادة تدريجية في القيم خلال هذه الفترة وهو ما قد يرتبط بالتأثيرات الحديثة لتغير المناخ ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0474) ، نستنتج من هذا بشكل عام وجود اتجاهين تنازليين معنويين خلال الفترتين (1991 –2001) و (2002 . 2012) مع اشتداد الانخفاض في الدورة الثانية ، ونجد تحولاً واضحاً نحو اتجاه تصاعدي معنوي خلال الفترة (2013 – 2023) ، ورغم دلالة الاتجاهات احصائياً إلا أن انخفاض قيم R^2 يشير إلى أن الاتجاه العام لا يفسر سوى جزء محدود من التباين الكلي مما يعكس الطبيعة المتذبذبة للعناصر المناخية في المنطقة وكذلك يمكن تفسير هذا التحول في الاتجاه خلال العقد الأخير في ضوء التأثيرات الأقليمية لتغير المناخ والاحتباس الحراري التي بدأت تظهر بشكل أوضح في شمال العراق ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

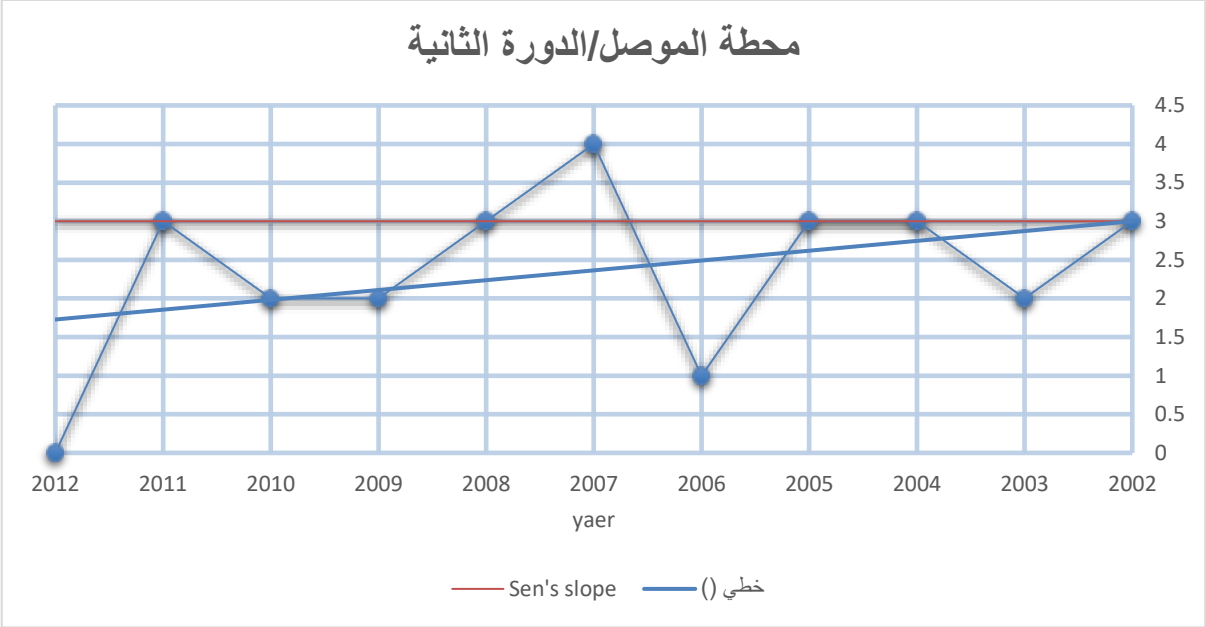
شكل (60)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة الموصل للمدة (1991 – 2001)



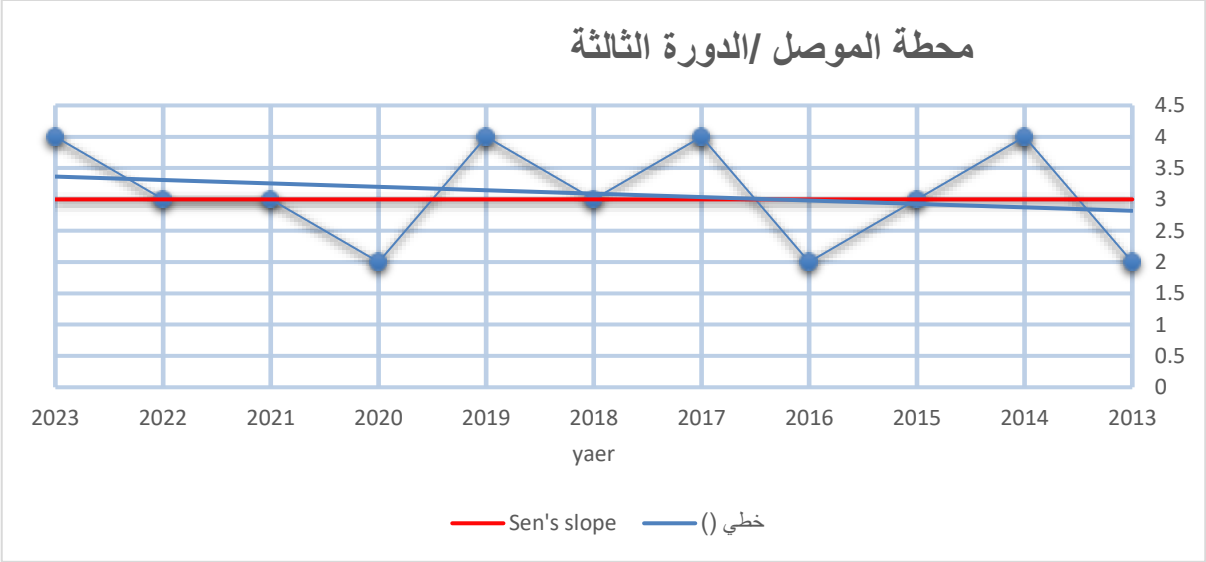
شكل (61)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الموصل للمدة (2002 – 2012)



شكل (62)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الموصل للمدة (2013 _ 2023)



المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول(64).

2 . محطة خانقين

يتضح من خلال الجدول (66) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة خانقين ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (66 موجة) أي بمعدل (22 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 –2001) (19

موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (27 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013– 2023) (20 موجة) .

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991–2001)	19	1.191	−0,0545	−0,25	−0,74
الدورة الثانية (2002–2012)	27	1.214	−0,1	−0,45	−1,36
الدورة الثالثة (2013–2023)	20	0.751	0,0727	0,33	0,99
المعدل العام	22				
عدد الدورات	3				

جدول (66)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة خانقين حسب الدورات المناخية

المصدر : –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

–جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (66) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة خانقين عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0545 ـ) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.25 ـ) ، وبلغ معدل التغير الكلي (0.74 ـ) .

جدول (67)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة خانقين

الدورات	معامل اختبار Mann–Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991–2001)	-0.103	0,01	0,0231	0,01
الدورة الثانية (2002–2012)	-0.267	0,01	0,0747	0,01
الدورة الثالثة (2013–2023)	0.262	0,01	0,1032	0,01

المصدر : –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

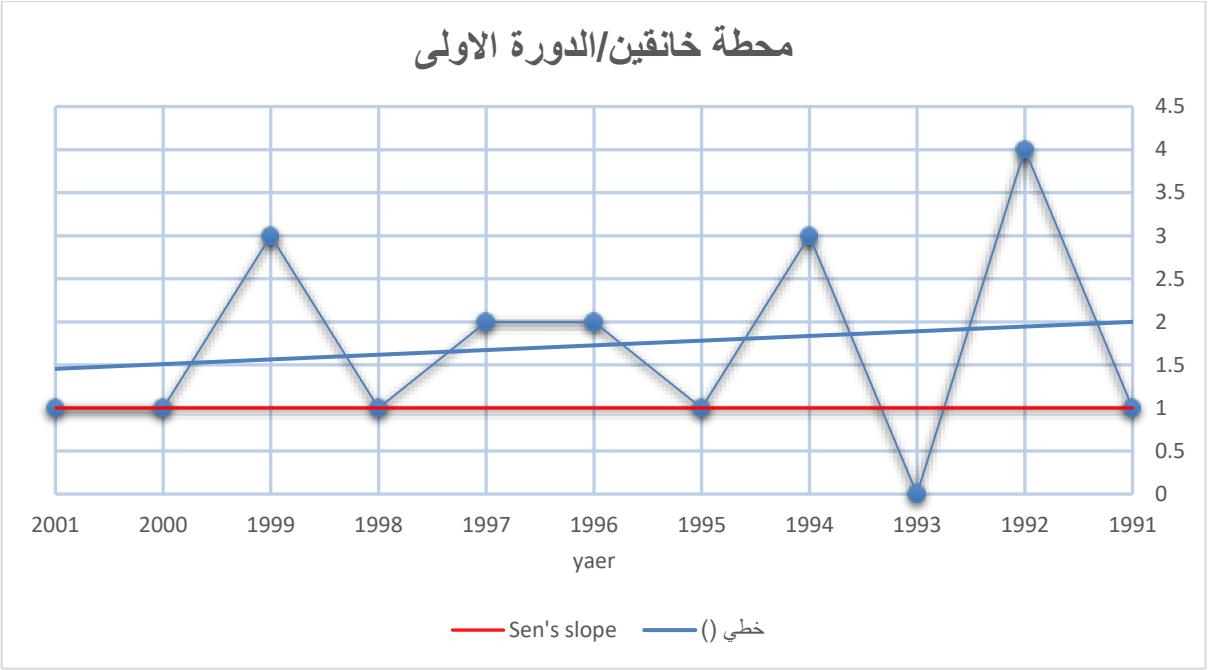
-جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (67) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرارات موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.103) وهو ما يوحي بوجود اتجاه تنازلي طفيف في المتغير المناخي خلال هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0231) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1 ـ) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.45 ـ) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.36 ـ) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.267 –) وهذا يدل على ازدياد شدة الاتجاه التنازلي وهو ما يدل على تسارع واضح في معدل الانخفاض مقارنة بالدورة السابقة ويشير أيضاً إلى تعمق الاتجاه السلبي خلال هذه المرحلة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0747) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة خانقين للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0727) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.33) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.99) ، وأن معامل اختبار مان ــ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.262) .

حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.1032) ، في هذه الدورة سجل تحول واضح في الاتجاه مما يدل على انعكاس الاتجاه من التناقص إلى التزايد كما ارتفعت قيمة R^2 وهي الأعلى بين الدورات الثلاث مما يعكس قوة أوضح في الاتجاه التصاعدي خلال السنوات الاخيرة ، وبشكل عام يتضح من التحليل أن محطة خانقين شهدت مرحلتين متتاليتين من الاتجاه التنازلي خلال المدة (1991 . 2012) ، بلغت ذروتها في الدورة الثانية ، ثم التصاعدي خلال المدة (2013 – 2023) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

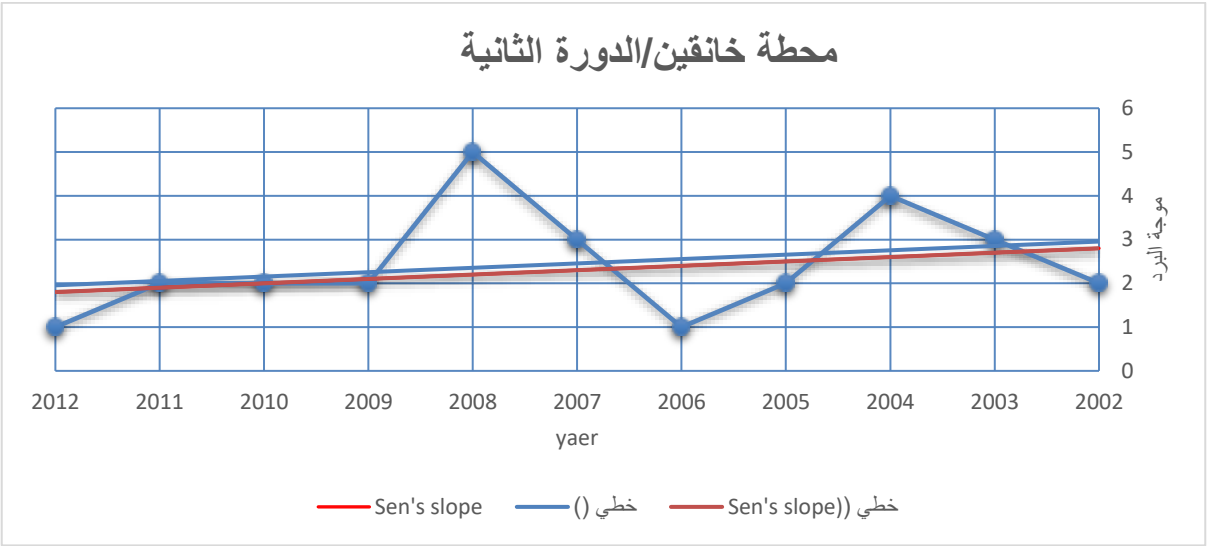
شكل (63)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة خانقين للمدة (1991 _ 2001)



شكل (64)

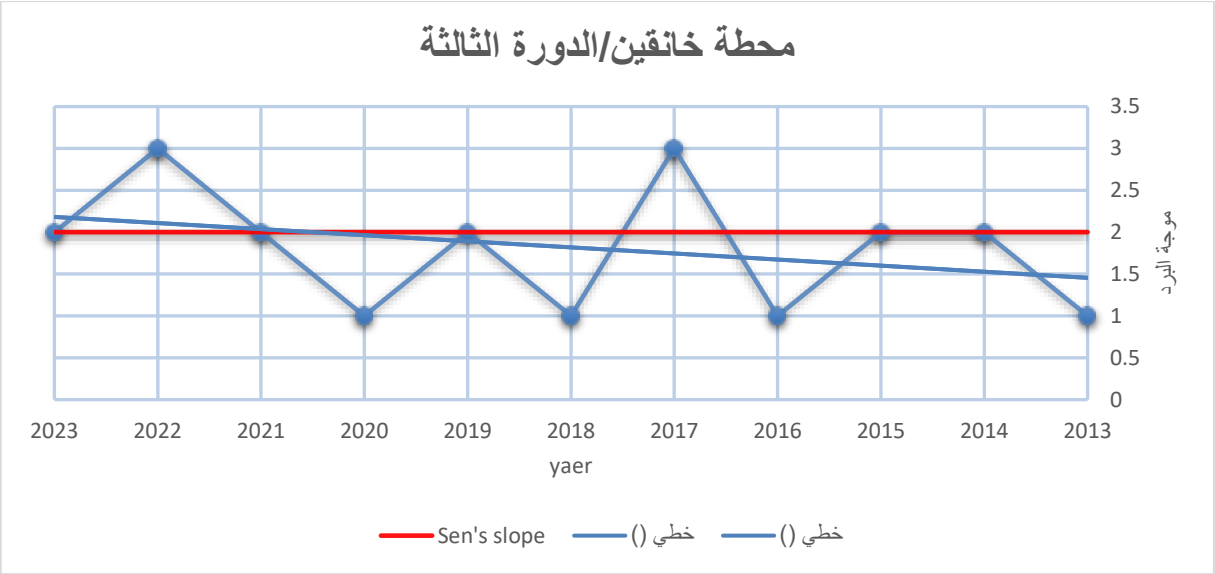
الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة خانقين للمدة (2002 _ 2012)



شكل (65)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة خانقين للمدة (2013_ 2023)

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي



المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول(66).

3 . محطة الرطبة

يتبين من خلال الجدول (68) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة الرطبة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991- 2023) بلغت (60 موجة) أي بمعدل (20 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 - 2001) (19 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 - 2012) (11 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 - 2023) (30 موجة) .

جدول (68)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الرطبة حسب الدورات المناخية

الدورة الأولى (1991-2001)	19	0.905	0,0545	0,27	0,82
الدورة الثانية (2002-2012)	11	0.894	0,0364	0,18	0,55
الدورة الثالثة (2013-2023)	30	0.905	0,0455	0,23	0,69
المعدل العام	20				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (68) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة الرطبة عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 . 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0545) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.27) ، وبلغ معدل التغير الكلي (0.82) .

جدول (69)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الرطبة

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.105	0,01	0,04	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.085	0,01	0,182	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.063	0,01	0,0278	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

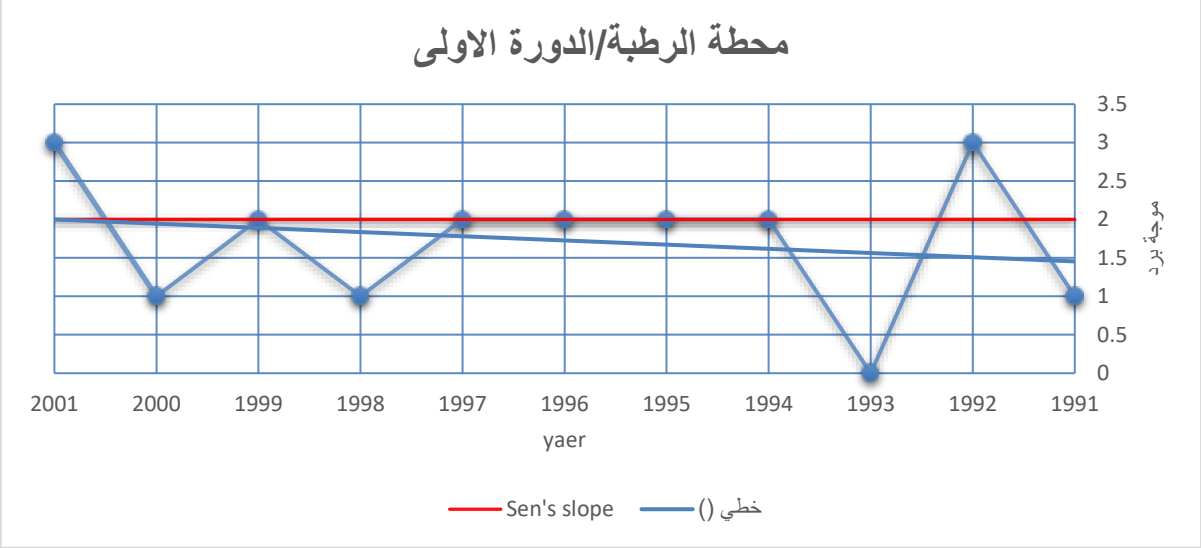
-جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (69) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.105) وهو يدل على أن معدل التغير كان أكثر وضوحاً في هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.04) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0364) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.18) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.55) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.085) وهو ما يدل على انخفاض قيمة الميل مما يشير إلى استمرار الاتجاه التصاعدي ولكن بوتيرة أقل مقارنة بالدورة الأولى ،

حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.182) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الرطبة للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0455) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.23) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.69) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.063) وهو ما يعكس استمرار الاتجاه الموجب مع تراجع نسبي في معدل الزيادة ويتضح من ذلك أيضاً وجود تناقص تدريجي في مقدار الميل عبر الزمن رغم بقاء الاتجاه العام تصاعدياً ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0278) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

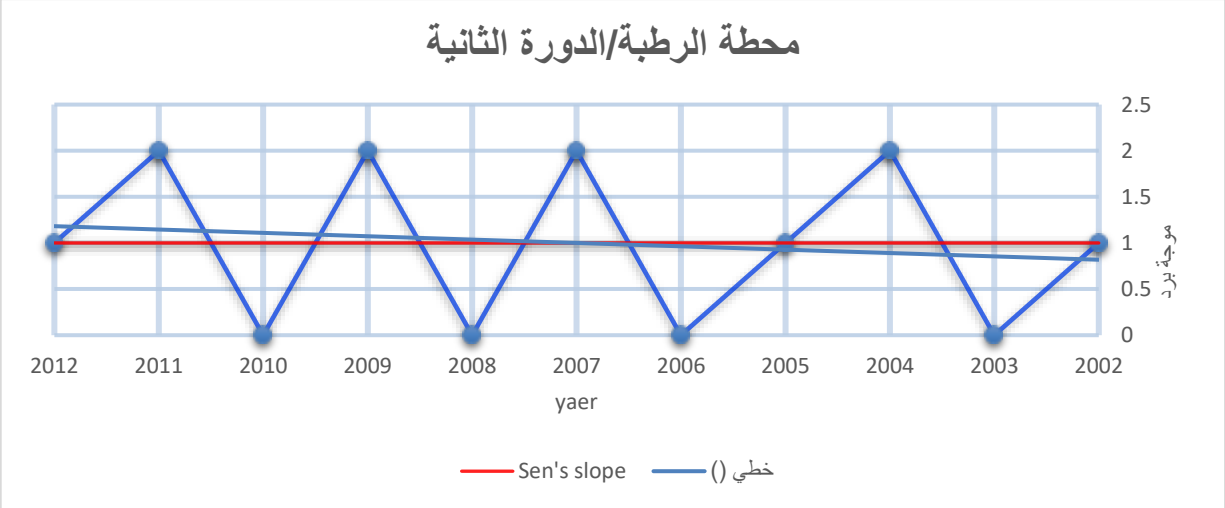
شكل (66)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة الرطبة للمدة (1991 – 2001)



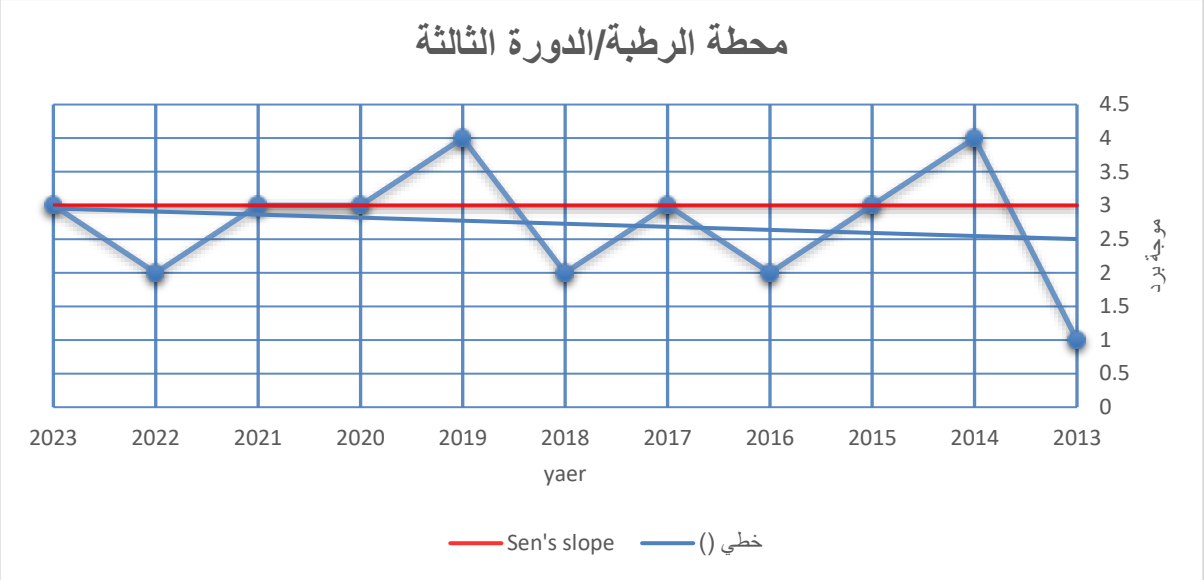
شكل (67)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الرطبة للمدة (2002 – 2012)



شكل (68)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الرطبة للمدة (2013 – 2023)



المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول(68).

4 . محطة بغداد

يتبين من خلال الجدول (70) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة بغداد ولثلاث

دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (74 موجة) أي بمعدل (24.6 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (24 موجة) ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (18 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (32 موجة)

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي

.

جدول (70)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة بغداد حسب الدورات المناخية

الدورة الأولى (1991-2001)	24	1.401	-0,1636	-0,66	-1,98
الدورة الثانية (2002-2012)	18	0.924	-0,0727	-0,29	-0,88
الدورة الثالثة (2013-2023)	32	1.136	0,0455	0,18	0,55
المعدل العام	24,7				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (70) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة بغداد عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 –2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1636 ـ) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.66 ـ) ، وبلغ معدل التغير الكلي (1.98 ـ) .

جدول (71)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة بغداد

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	-0.295	0,01	0,15	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	-0.305	0,01	0,0681	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.101	0,01	0,0176	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

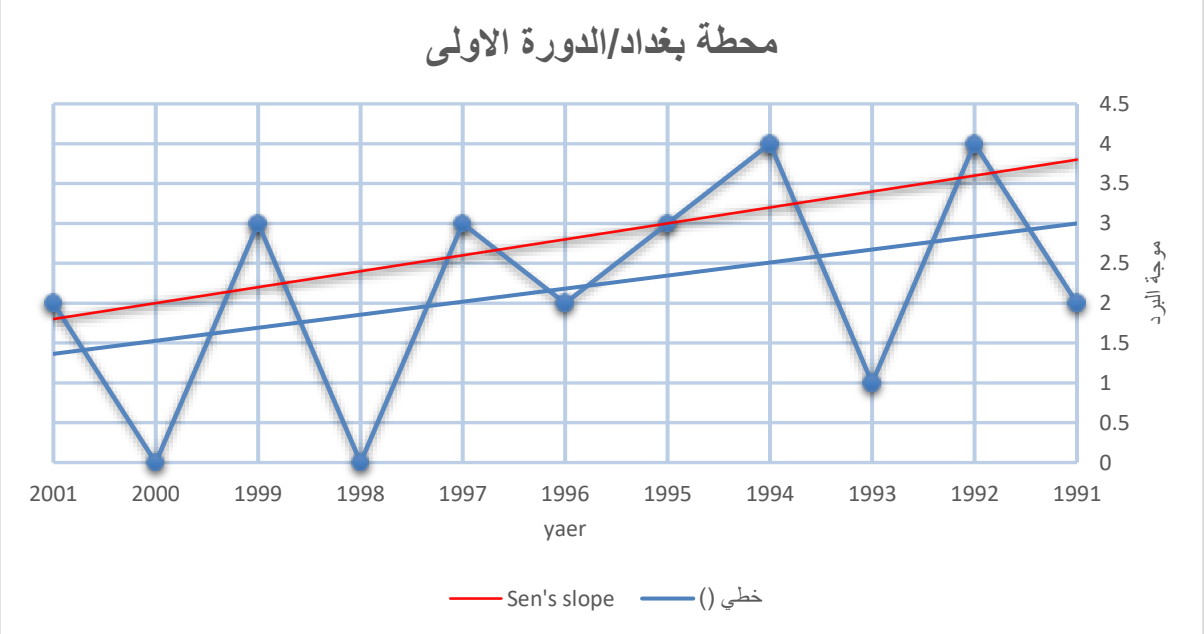
وحسب الجدول (71) أعلاه أظهرت نتائج أختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرارات موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.295 ـ) وهو اتجاه سالب يشير إلى وجود نزعة تناقصية في المتغير المناخي المدروس عبر مدة الدراسة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.15) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0727 ـ) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.29 ـ) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.88 –) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.305 –) وهذا يدل أن هناك اتجاه تنازلي أيضاً وبمعدل أعلى قليلاً من الدورة الأولى ما يعكس استمرار النزعة التناقصية وبقوة أكبر نسبياً . إلا أن قيمة R^2 تشير إلى ضعف مساهمة الاتجاه

الزمني في تفسير التباين مقارنة بالدورة السابقة مما يعني أن التذبذبات المناخية كانت أكثر وضوحاً خلال هذه الفترة .

حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0681) ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة بغداد للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.455) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.18) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.55) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.101) وهذا يدل على تحول الاتجاه إلى موجب ما يدل على بدء اتجاه تصاعدي للمتغير المناخي المدروس خلال السنوات الاخيرة غير أن قيمة R^2 منخفضة جداً مما يشير إلى أن هذا الاتجاه ضعيف نسبياً وأن التغيرات السنوية يغلب عليها الطابع التذبذبي أكثر من كونها تغيراً خطياً منتظماً ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0176) ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

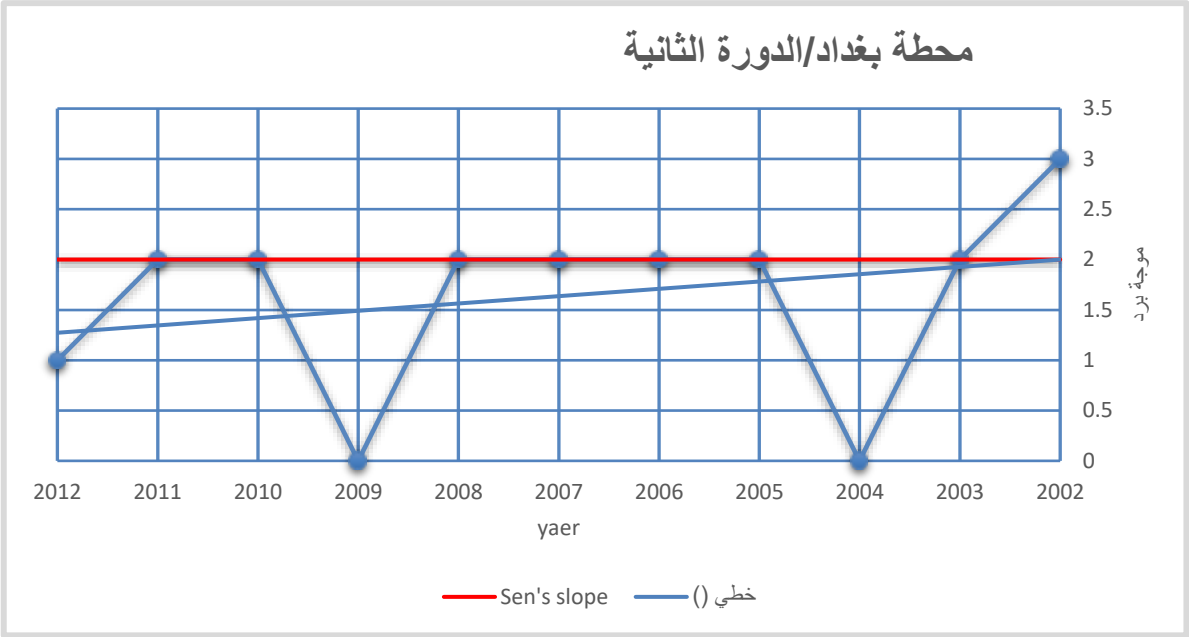
شكل (69)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة بغداد للمدة (1991 – 2001)



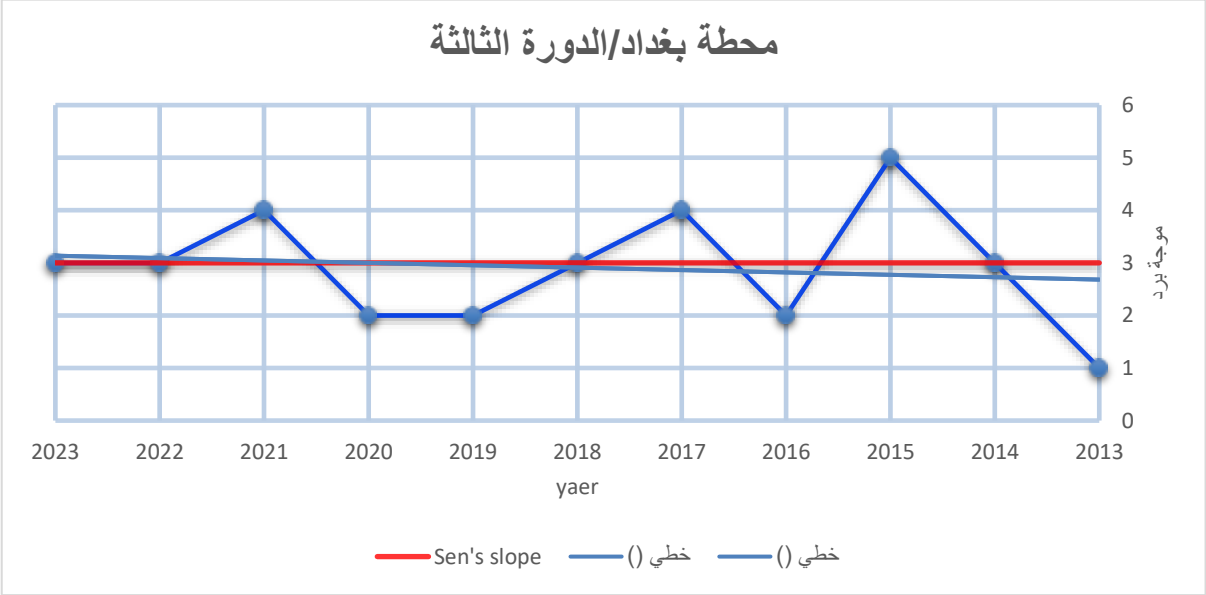
شكل (70)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة بغداد للمدة (2002 – 2012)



شكل (71)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة بغداد للمدة (2013 – 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول(70).

5 . محطة النجف

يتضح من خلال الجدول (72) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة النجف ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (49 موجة) أي بمعدل (16.3 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (

13 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (22 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (14 موجة) .

جدول (72)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة النجف حسب الدورات المناخية

المصدر : –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

–جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (72) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة النجف عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0545) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.33) ، وبلغ معدل التغير الكلي (1.00) .

جدول (73)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة النجف

الدورات	معامل اختبار Mann–Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991–2001)	0.175	0,01	0,0581	0,01
الدورة الثانية (2002–2012)	0.103	0,01	0,0273	0,01
الدورة الثالثة (2013–2023)	0.175	0,01	0,0529	0,01

المصدر : –الباحث بالاعتماد على

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	13	0.751	0,0545	0,33	1,00
الدورة الثانية (2002-2012)	22	1.095	0,0545	0,33	1,00
الدورة الثالثة (2013-2023)	14	0.786	0,0545	0,33	1,00
المعدل العام	16,33				
عدد الدورات	3				

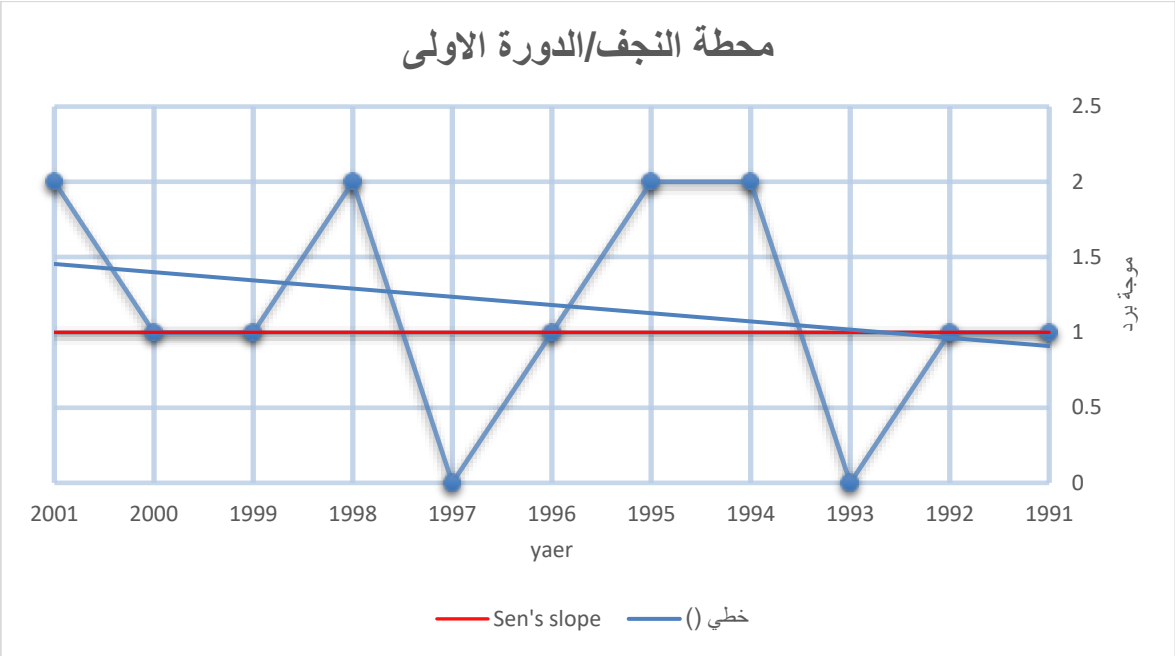
–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

–جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (73) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ــ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.175) وهو ما يدل على وجود اتجاه تصاعدي واضح وبمعدل تغير سنوي ملحوظ ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0581) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0545) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.33) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.00) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.103) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0273) وهذا يدل على انخفاض قيمة المنحدر مما يشير إلى استمرار الاتجاه التصاعدي ولكن بوتيرة أضعف مقارنة بالدورة الأولى ، أما الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0545) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.33) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.00) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.175) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0529) ، وهو ما يدل على ارتفاع قيمة المنحدر مجدداً وهو ما يعكس عودة تسارع الاتجاه التصاعدي خلال العقد الأخير ، وبشكل عام تؤكد نتائج اختبار مان ـ كندال وجود اتجاه تصاعدي معنوي احصائياً في محطة النجف المناخية خلال الفترات الثلاث ، مع ملاحظة أن العقد الأخير شهد زيادة في معدل التغير مقارنة بالدورة الثانية ، وهو ما قد يعكس تأثيرات التغيرات المناخية الاقليمية وتصاعد مظاهر الاحترار خلال السنوات الحديثة ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

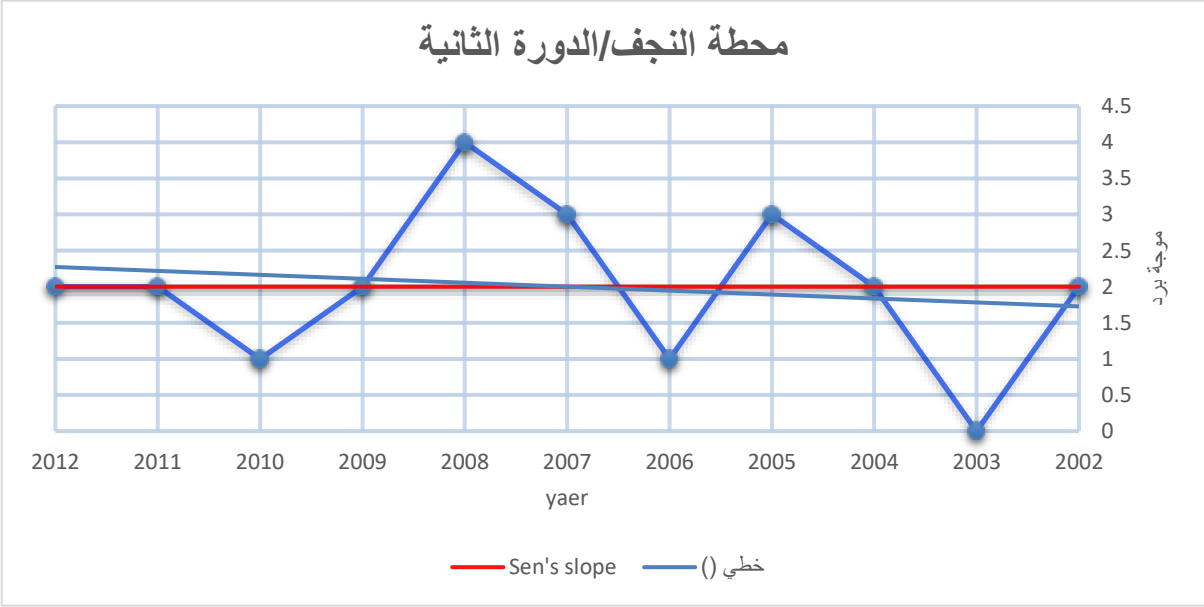
شكل (72)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة النجف للمدة (1991 – 2001)



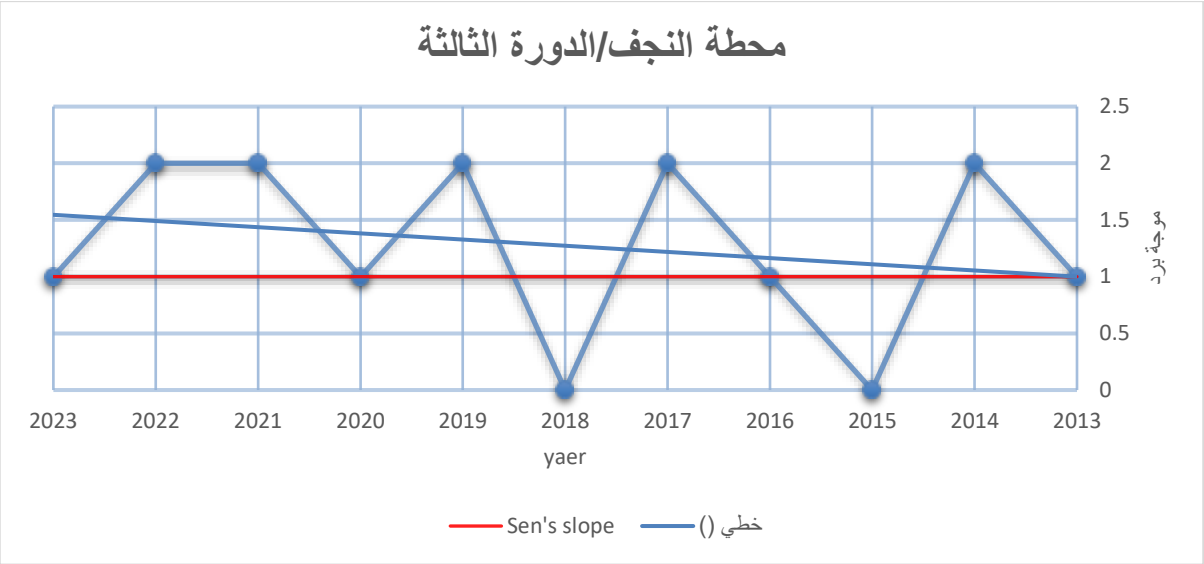
شكل (73)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة النجف للمدة (2002 . 2012)



شكل (74)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة النجف للمدة (2013 . 2023)



المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول(72).

6 . محطة الحي

يتبين من خلال الجدول (74) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة الحي ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 - 2023) بلغت (55 موجة) أي بمعدل (18.3 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 - 2001) (15 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 - 2012) (16 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 - 2023) (24 موجة) .

جدول(74)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الحي حسب الدورات المناخية

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	15	1.027	1,3636	7,34	22,3
الدورة الثانية (2002-2012)	16	1.214	0,1273	0,69	2,10
الدورة الثالثة (2013-2023)	24	0.982	0,1455	0,79	2,38
المعدل العام	18,33				
عدد الدورات	3				

المصدر : -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (74) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة الحي عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 -2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (1.3636) ، ومعدل التغير السنوي فيها (7.34) ، وبلغ معدل التغير الكلي (22.3) .

جدول (75)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الحي

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.021	0,01	-2E16-	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.261	0,01	0,121	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.352	0,01	0,2415	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

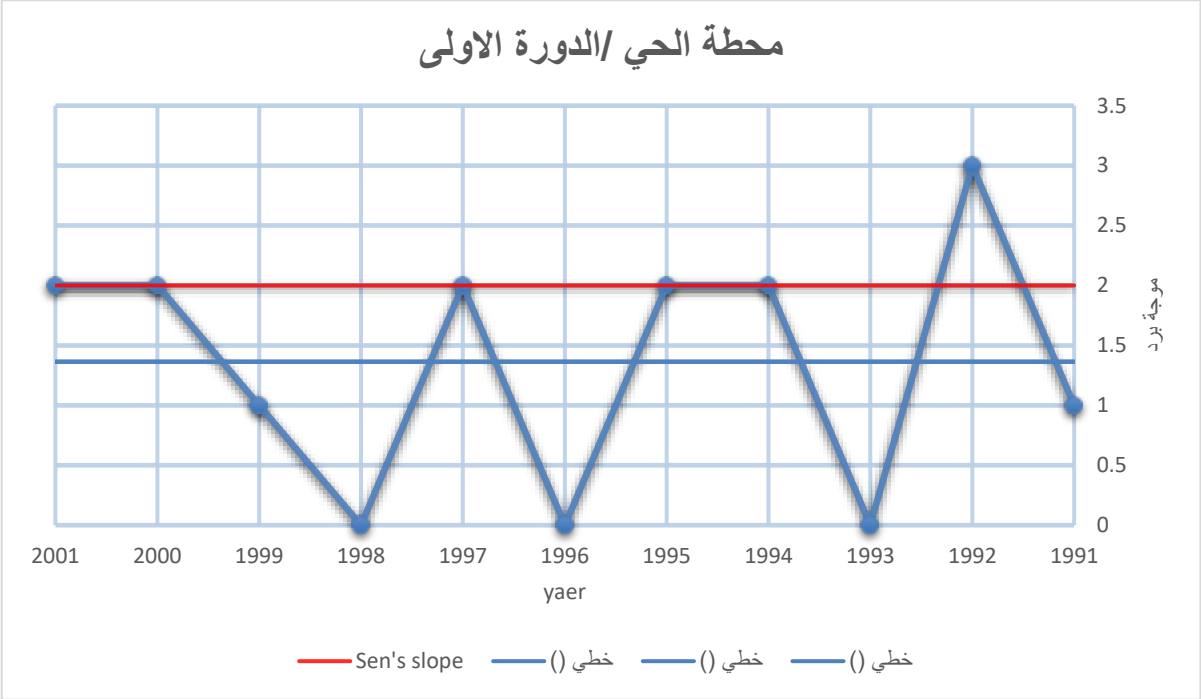
-جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (75) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.021) وهو يشير إلى اتجاه تصاعدي طفيف جداً في القيم المناخية خلال هذه الفترة ما يعكس استقراراً نسبياً مع زيادة محدودة ، حسب معامل الارتباط (ـ 2E16 ـ) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 . 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1273) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.69) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.10) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.261) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.121) ، وهذا يدل على تسارع واضح في الاتجاه التصاعدي مقارنة بالدورة الأولى ويعكس بداية مرحلة تغير أكثر وضوحاً في الخصائص المناخية ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الحي للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1455) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.79) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.38) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.352) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.2415) ، وهو ما يشير إلى ازدياد شدة

الاتجاه التصاعدي خلال السنوات الأخيرة ويعكس تعاظم التأثيرات المناخية واتساع نطاق التغير ، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

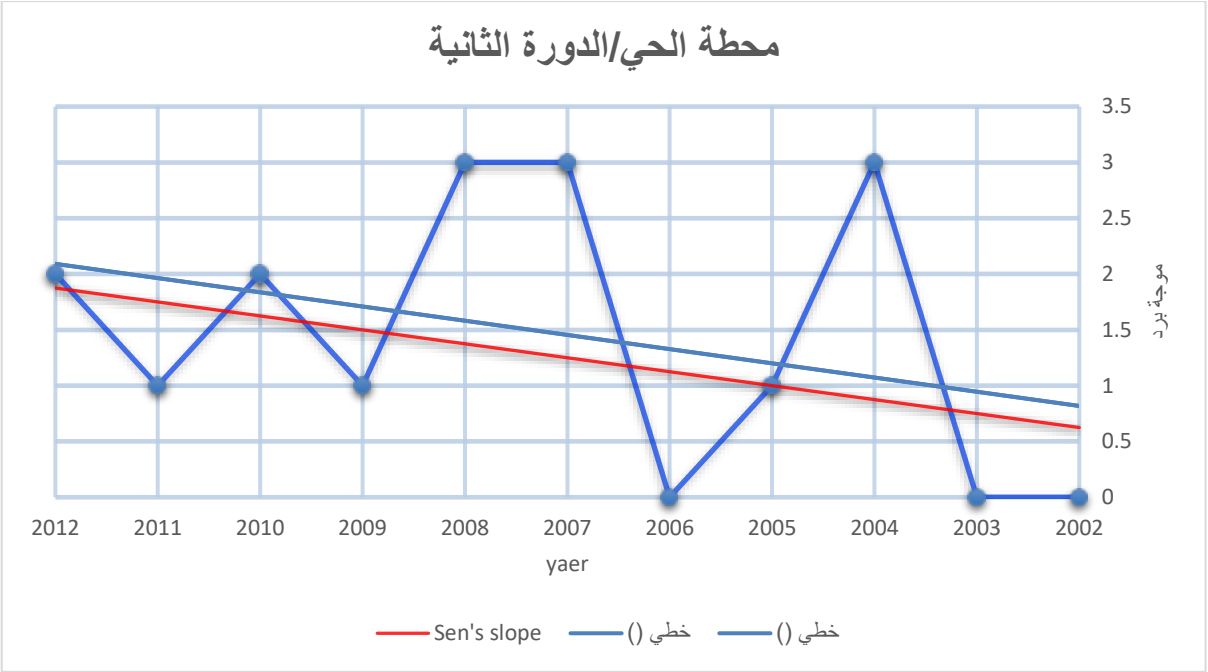
شكل (75)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة الحي للمدة (1991 . 2001)



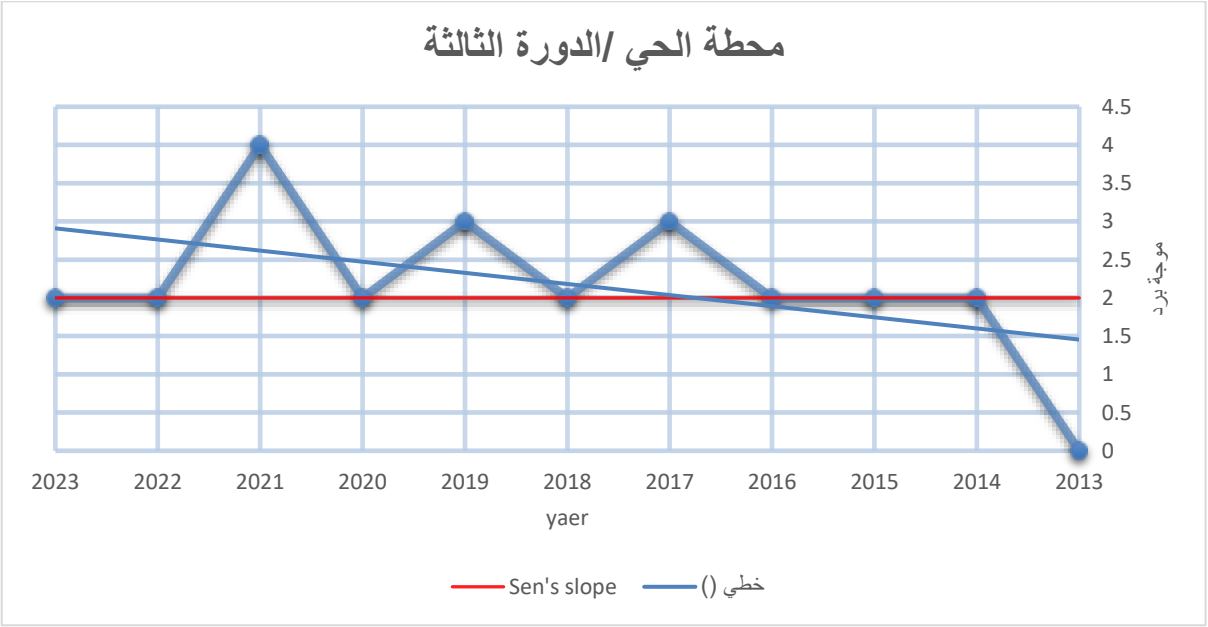
شكل (76)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الحي للمدة (2002 . 2012)



شكل (77)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الحي للمدة (2013 . 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول(74).

7 . محطة العمارة

يتبين من خلال الجدول (76) أعلاه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة العمارة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (50 موجة) أي بمعدل (

16.6 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (14 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (21 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (15 موجة) .

جدول (76)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة العمارة حسب الدورات المناخية

المصدر : -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (76) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة العمارة عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 -2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0727) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.44) ، وبلغ معدل التغير الكلي (1.31) .

جدول (77)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة العمارة

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.185	0,01	0,0571	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.358	0,01	0,16	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.105	0,01	0,0422	0,01

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	**14**	**1.009**	**0,0727**	**0,44**	**1,31**
الدورة الثانية (2002-2012)	**21**	**0.905**	**0,1091**	**0,65**	**1,96**
الدورة الثالثة (2013-2023)	**15**	**1.027**	**0,0636**	**0,38**	**1,14**
المعدل العام	**16,7**				
عدد الدورات	**3**				

المصدر : -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

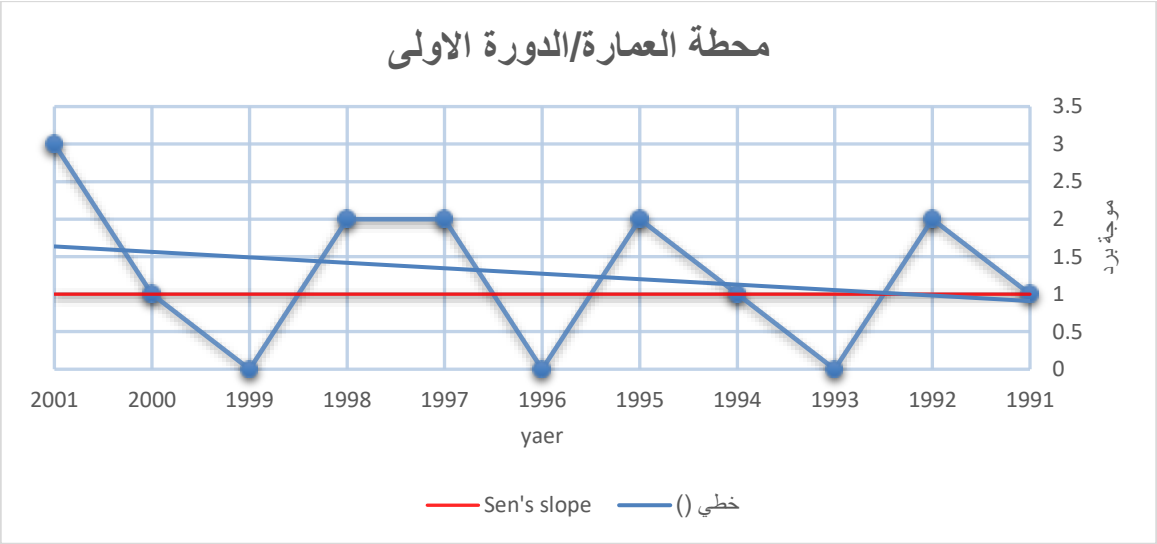
-جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (77) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.185) وهو ما يدل على ارتفاع تدريجي معتدل في القيم ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0571) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1091) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.65) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.96) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.358) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.16) ، وهذا يدل على أن الميل سجل أعلى قيمة ما يعكس تسارعاً واضحاً في معدل التغير خلال هذه الفترة ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة العمارة للمدة (2013 – 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0636) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.38) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.14) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.105) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0422) ما يعني انخفاض قيمة الميل لكنه بقي موجباً وهذا يدل على استمرار الاتجاه التصاعدي ولكن بوتيرة أبطأ مقارنة بالدورة الثانية ، أما قيمة R^2 في الدورة الثانية كانت الأعلى بين الفترات مما يشير إلى أن نسبة التباين المفسر بالاتجاه الزمني كانت أكبر خلال هذه الفترة .

أما في الدورة الأولى والثالثة كانت القيم منخفضة نسبياً مما يدل على أن جزءاً محدوداً من التباين الكلي يُعزى للاتجاه الزمني مع وجود تأثير لعوامل مناخية أخرى ، أما بشكل عام تشير النتائج إلى وجود اتجاه تصاعدي معنوي إحصائياً في محطة العمارة خلال مدة الدراسة مع تباين في شدة الاتجاه بين الدورات الثلاث وقد بلغت شدة الاتجاه ذروتها خلال الدورة الثانية (2002 – 2012) مما قد يعكس تأثيرات التغيرات المناخية الاقليمية وازدياد مظاهر الاحترار خلال تلك المرحلة . وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم .

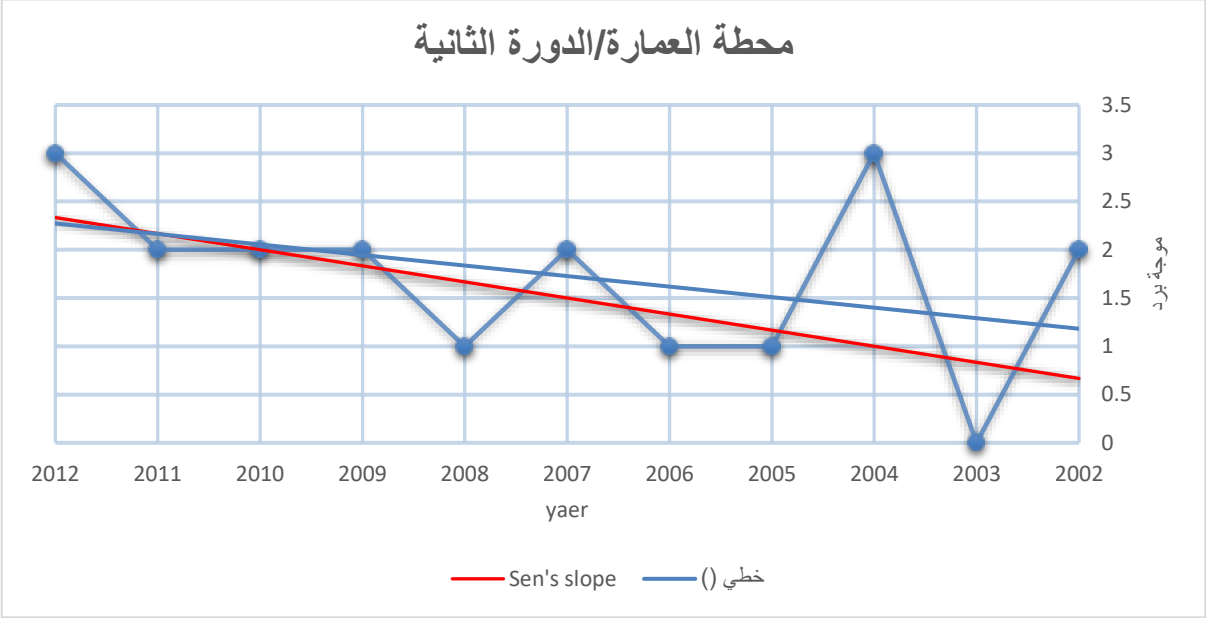
شكل (78)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة العمارة للمدة (1991 . 2001)



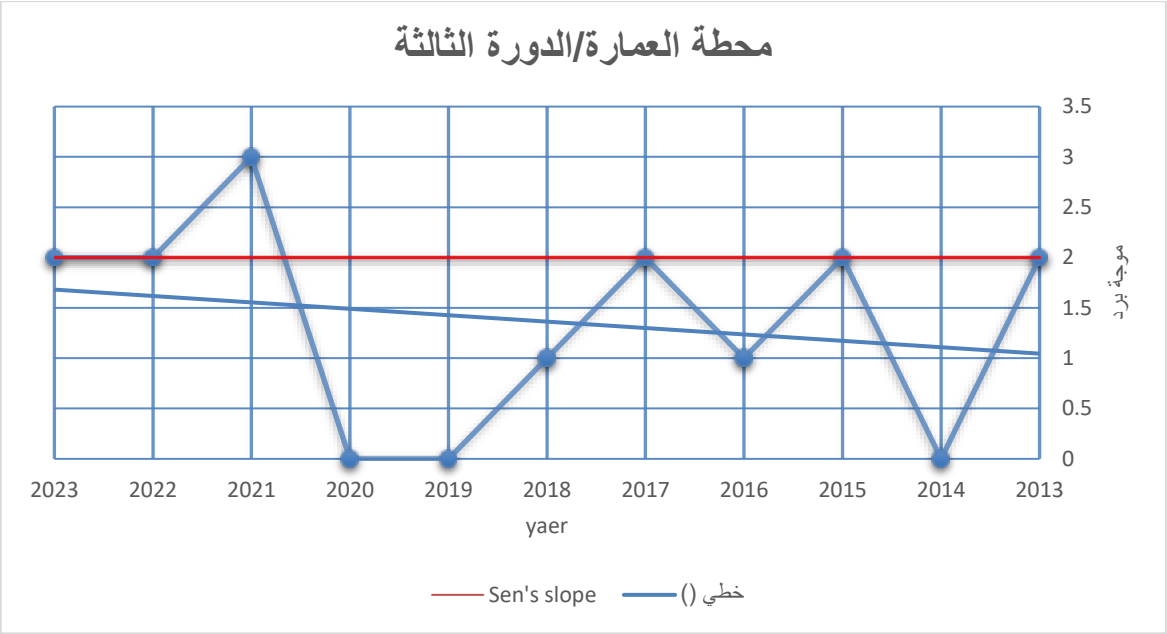
شكل (79)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة العمارة للمدة (2002 . 2012)



شكل (80)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة العمارة للمدة (2013 _ 2023)



المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول(76).

8 . محطة الناصرية

يتضح من خلال الجدول (78) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة الناصرية ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (45 موجة) أي بمعدل (15 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) (9 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 – 2012) (16 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 – 2023) (20 موجة) .

جدول (78)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة الناصرية حسب الدورات

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي

المناخية

الدورة الأولى (1991-2001)	9	0.751	0,0818	0,55	1,64
الدورة الثانية (2002-2012)	16	0.934	0,0273	0,182	0,55
الدورة الثالثة (2013-2023)	20	1.079	0,1818	1,21	3,64
المعدل العام	15				
عدد الدورات	3				

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (78) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة الناصرية عن معدلها العام خلال الدورات المناخية ، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991 – 2001) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0818) ، ومعدل التغير السنوي فيها (0.55) ، وبلغ معدل التغير الكلي (1.64) .

جدول (79)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة الناصرية

الدورات	معامل اختبارMann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.306	0,01	0,1306	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.105	0,01	0,0094	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.400	0,01	0,3125	0,01

المصدر: -الباحث بالاعتماد على

-نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

-جداول (27)، (28)، (29).

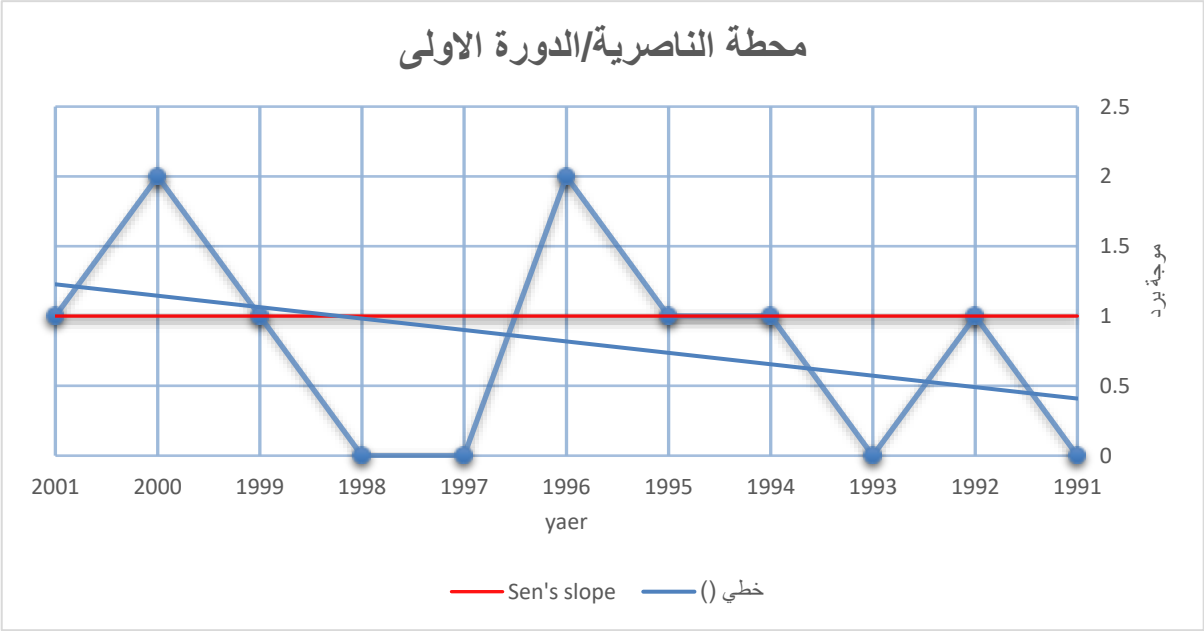
وحسب الجدول (79) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.306) وهو ما يدل على اتجاه تصاعدي واضح خلال هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.1306) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 . 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0273) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.182) ، وسجل معدل التغير الكلي (0.55) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.105) ، حسب معامل الارتباط التي

بلغت (0.0094) وهذا يدل على استمرار الاتجاه التصاعدي ولكن بوتيرة أبطأ مقارنة بالدورة الأولى ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة الناصرية للمدة (2013 . 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1818) ، وبلغ معدل التغير السنوي (1.21) ، وسجل معدل التغير الكلي (3.64) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال لها حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.400) .

حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.3125) ، وهو ما يعكس تسارعاً ملحوظاً في الاتجاه التصاعدي خلال السنوات الأخيرة ، وبشكل عام تؤكد نتائج اختبار مان ـ كندال لمحطة الناصرية وجود اتجاه تصاعدي معنوي احصائياً عبر جميع الدورات الزمنية ، مع تذبذب في قوة هذا الاتجاه بين فترة وأخرى ، ويلاحظ أن العقد الأخير (2013 –2023) شهد أعلى معدل تغير وأقوى تفسير زمني ، مما قد يعكس تأثيرات التغيرات المناخية الاقليمية وازدياد التطرف الحراري في جنوب العراق .

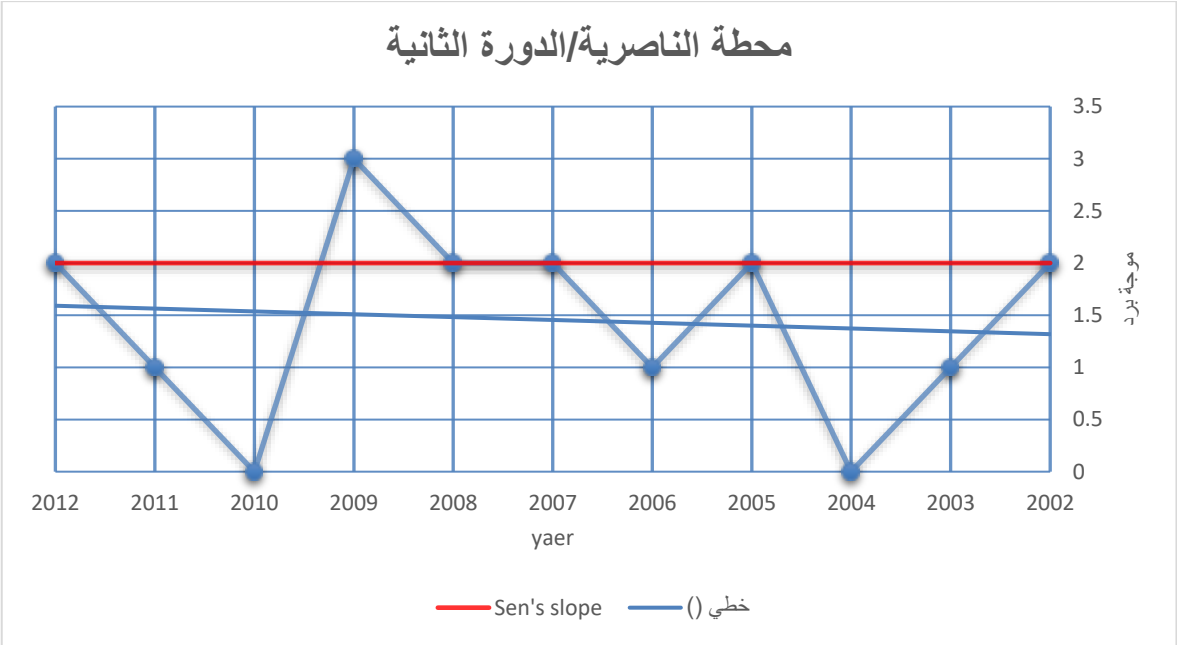
شكل (81)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد لمحطة الناصرية للمدة (1991 – 2001)



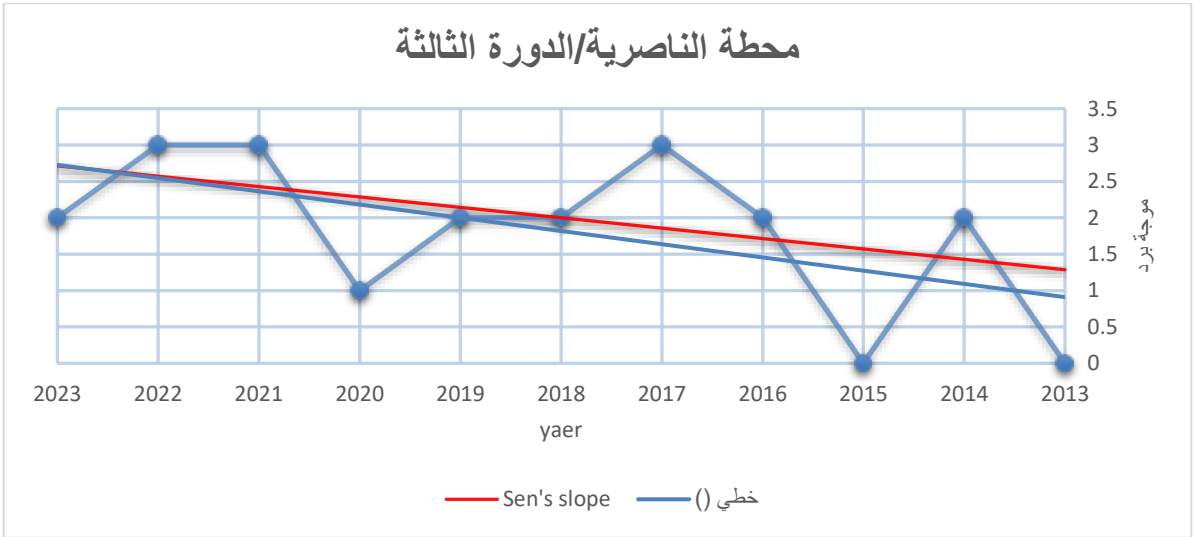
شكل (82)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة الناصرية للمدة (2002 . 2012)



شكل (83)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة الناصرية للمدة (2013 . 2023)



المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول(78).

9 . محطة البصرة

يتبين من خلال الجدول (80) أدناه بأن المجموع السنوي لموجات البرد في محطة البصرة ولثلاث دورات مناخية خلال المدة (1991 – 2023) بلغت (42 موجة) أي بمعدل (14 موجة)

للدورة الواحدة، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى للمدة (1991– 2001) (11 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات البرد ، في حين سجلت الدورة المناخية الثانية للمدة (2002– 2012) (15 موجة) ، وقد سجلت الدورة المناخية الثالثة للمدة (2013 –2023) (16 موجة) .

جدول (80)

معامل الاتجاه العام والانحراف عن المعدل لموجات البرد في محطة البصرة حسب الدورات المناخية

المصدر: –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

–جداول (27)، (28)، (29).

ويشير الجدول (80) أيضاً بأن هناك تباين في اتجاهات قيم المعدلات السنوية لموجات البرد في محطة البصرة عن معدلها العام خلال الدورات المناخية، وأن الدورة المناخية الأولى للمدة (1991– 2001)، سجلت فيها معامل الاتجاه (1)، ومعدل التغير السنوي فيها (7.14)، وبلغ معدل التغير الكلي (21.4).

جدول (81)

تحليل موجات البرد باختبار مان – كندال في محطة البصرة

الدورات	معامل اختبار Mann-Kendall testis MK			
	Sen's slope Bi	Sig	R^2	Sig
الدورة الأولى (1991-2001)	0.001	0,01	0	0,01
الدورة الثانية (2002-2012)	0.250	0,01	0,1287	0,01
الدورة الثالثة (2013-2023)	0.194	0,01	0,0865	0,01

الدورات	عدد الموجات البرد	الانحرافات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير الكلي
الدورة الأولى (1991-2001)	11	0.894	1	7,14	21,4
الدورة الثانية (2002-2012)	15	0.924	0,1	0,71	2,14
الدورة الثالثة (2013-2023)	16	0.820	0,0727	0,52	1,56
المعدل العام	14				
عدد الدورات	3				

المصدر: –الباحث بالاعتماد على

–نتائج اختبار مان ـ كندال M.K في برنامج XL STAT 2019.

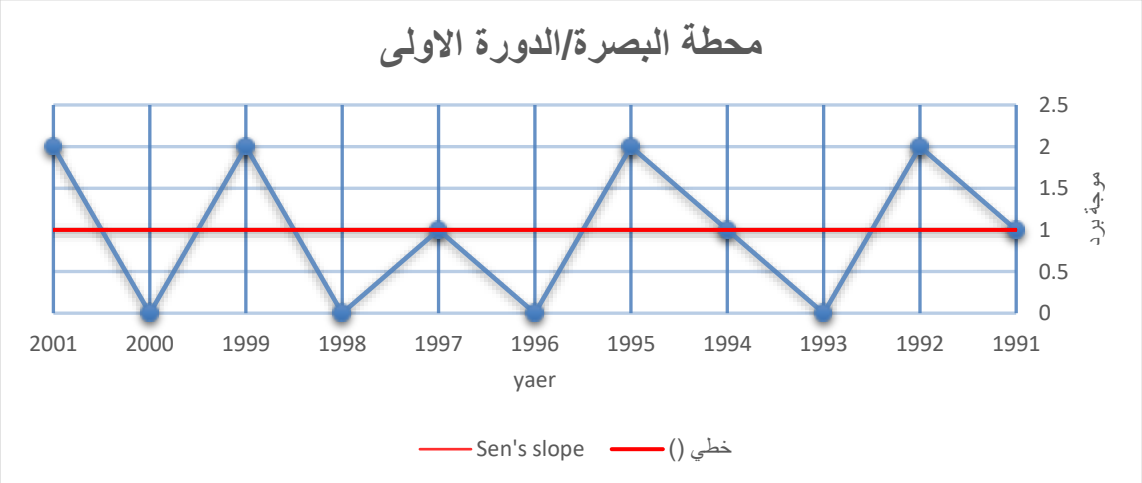
–جداول (27)، (28)، (29).

وحسب الجدول (81) أعلاه أظهرت نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسلة تكرار موجات البرد حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.001) وهو ما يدل على أن قيمة الميل هي موجبة ضعيفة جداً تشير إلى زيادة طفيفة تكاد تكون محدودة خلال هذه الفترة ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0) ، وهو ذات دلالة معنوية بلغت (0.01) ، أما الدورة المناخية الثانية للمدة (2002 . 2012) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.1) ، وبلغ معدل التغير السنوي فيها (0.71) ، وسجل معدل التغير الكلي (2.14) ، وسجل الميل السيني لهذه الدورة (0.250) ، حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.1287) في هذه الدورة ارتفع الميل ما يعكس تسارعاً واضحاً في معدل التغير السنوي مقارنة بالدورة الأولى ، أما الدورة المناخية الثالثة لمحطة البصرة للمدة (2013 . 2023) ، سجلت فيها معامل الاتجاه (0.0727) ، وبلغ معدل التغير السنوي (0.52) ، وسجل معدل التغير الكلي (1.56) ، وأن معامل اختبار مان ـ كندال حيث سجل الميل السيني لهذه الدورة (0.194) .

حسب معامل الارتباط التي بلغت (0.0865) وهذا يدل على أن الميل لا يزال موجباً لكنه أقل من الدورة الثانية مما يشير إلى استمرار الاتجاه التصاعدي مع تراجع طفيف في شدة الميل مقارنة بالفترة السابقة، وعلى الرغم من أن قيم R^2 منخفضة نسبياً إلا أن ذلك أمر متوقع في السلاسل المناخية بسبب التذبذب الطبيعي العالي مما يؤكد أهمية استخدام مان ـ كندال كونه اختباراً لا معلمياً ملائماً للبيانات المناخية، وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه في الرسم.

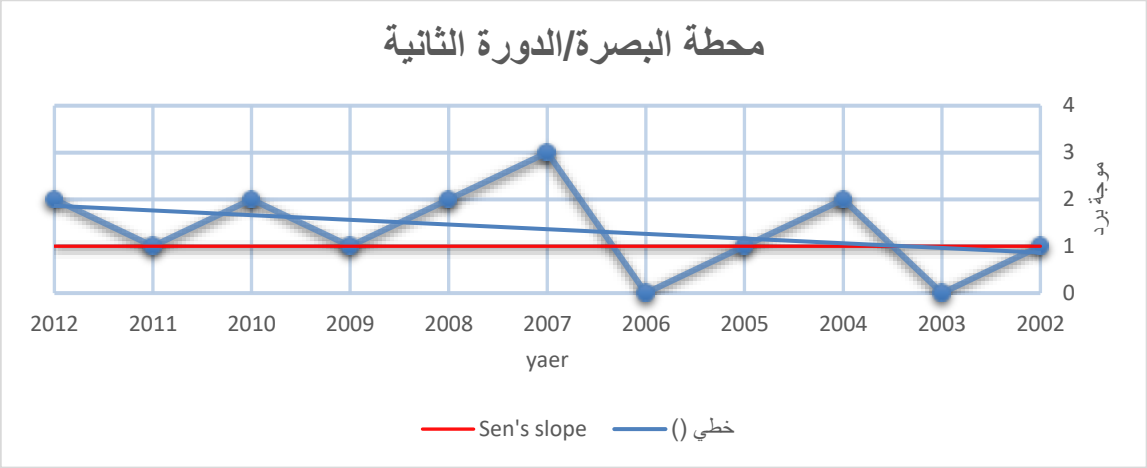
شكل (84)

الاتجاه العام للدورة المناخية الأولى لموجات البرد في محطة البصرة للمدة (1991 . 2001)



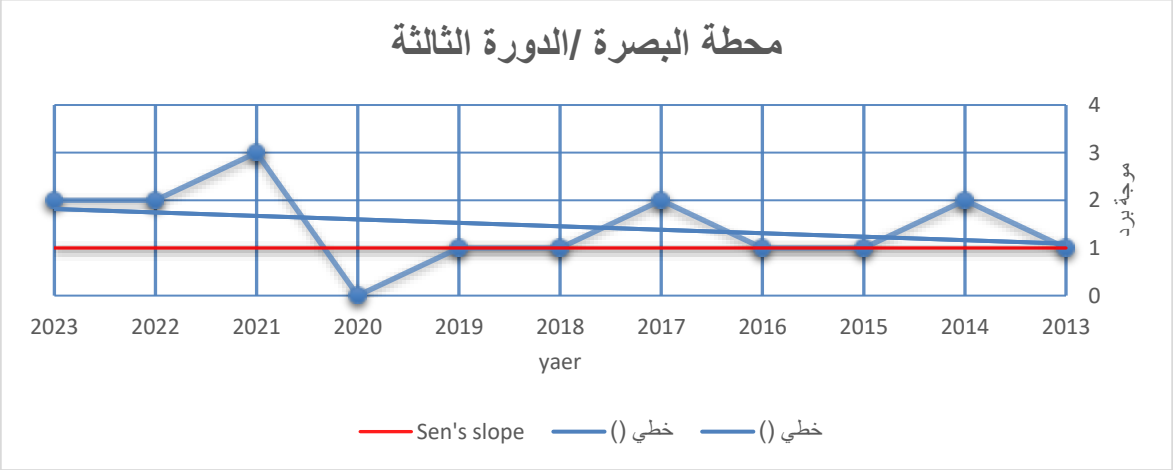
شكل (85)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثانية لموجات البرد في محطة البصرة للمدة (2002 . 2012)



شكل (86)

الاتجاه العام للدورة المناخية الثالثة لموجات البرد في محطة البصرة للمدة (2013 . 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول(80).

خلاصة الفصل

يتضح من خلال تحليل التغير والاتجاه في تكرار موجات الحر والبرد في العراق باستخدام اختبار مان _ كندال ، وجود تباين مكاني وزماني واضح في سلوك هذه الظواهر المناخية خلال مدة الدراسة (1991 _ 2023) . فقد أظهرت النتائج أن موجات الحر تميل بشكل عام إلى الاتجاه التصاعدي في أغلب المحطات، ولا سيما في المناطق الجنوبية والوسطى، مما يعكس تأثير الارتفاع المستمر في درجات الحرارة العظمى المرتبط بالتغيرات المناخية العالمية. في حين سجلت

بعض المحطات، خاصة الشمالية، اتجاهات متذبذبة أو تنازلية في بعض الدورات المناخية، نتيجة لتأثير العوامل الجغرافية والأنظمة الضغطية المختلفة.

أما موجات البرد، فقد بينت النتائج وجود اتجاه عام نحو التناقص خلال الفترات الأولى من الدراسة، تلاه تحول نسبي نحو الزيادة في بعض المحطات خلال الدورة المناخية الأخيرة، مما يشير إلى تغير في نمط السلوك الحراري وتزايد عدم الاستقرار المناخي. كما أظهرت قيم اختبار مان _كندال دلالات إحصائية معنوية في معظم الحالات، رغم انخفاض قيم معامل التحديد (R^2) ،الأمر الذي يعكس الطبيعة المتذبذبة والمعقدة للعناصر المناخية .

وبشكل عام تؤكد نتائج هذا الفصل أن مناخ العراق يشهد تحولات واضحة في تكرار الظواهر المناخية المتطرفة، وبالأخص موجات الحر، مما يعزز من فرضية تأثره بالتغير المناخي، ويستدعي ضرورة اعتماد هذه النتائج في دراسات التنبؤ المناخي والتخطيط البيئي لمواجهة المخاطر المستقبلية.

الفصل الرابع

احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق

الفصل الرابع
احتمالات تكرارات موجات الحر والبرد في مناخ العراق

تُعد الظواهر الجوية المتطرفة ، ولا سيما موجات الحر والبرد ، من أبرز مظاهر التباين المناخي التي يشهدها مناخ العراق ، لما لها من تأثيرات مباشرة على مختلف القطاعات الحيوية كالصحة والزراعة والموارد المائية . ومع تزايد الاهتمام العالمي بدراسة التغيرات المناخية ، برزت الحاجة إلى اعتماد أساليب إحصائية دقيقة لتحليل سلوك هذه الظواهر والتنبؤ باحتمالات تكرارها مستقبلاً .

وفي هذا السياق ، يُعد استخدام التوزيعات الاحتمالية من الأدوات المهمة في تحليل البيانات المناخية ، حيث يتيح تقدير احتمالات وقوع الأحداث النادرة أو المتطرفة ضمن فترات زمنية محددة . ويأتي توزيع بواسون أحد أبرز النماذج الإحصائية المستخدمة في هذا المجال ، لملائمته في تمثيل عدد مرات حدوث ظاهرة معينة خلال فترة زمنية ثابتة ، خاصة عندما تكون هذه الظاهرة مستقلة نسبياً ونادرة الحدوث .

وعليه ، يهدف هذا الفصل إلى دراسة احتمالات تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق باستخدام معادلة بواسون ، من خلال تحليل البيانات المناخية المسجلة في محطات الرصد الجوي ، وتقدير معدلات التكرار السنوية ، ومن ثم حساب احتمالات حدوث هذه الموجات ضمن فترات زمنية مختلفة . ويسهم هذا التحليل في توفير فهم أعمق لطبيعة التطرف الحراري في العراق ، بما يدعم جهود التخطيط والتكيف مع التغيرات المناخية المستقبلية .

احتمالات تكرار موجات الحر في العراق

تُعدّ موجات الحر من الظواهر المناخية المتطرفة التي شهدت تزايدًا ملحوظًا في العديد من مناطق العالم، ومنها العراق، خلال العقود الأخيرة. وتتميّز هذه الظاهرة بارتفاع درجات الحرارة إلى مستويات تفوق المعدلات الطبيعية لعدة أيام متتالية، مما يؤدي إلى تأثيرات بيئية واقتصادية وصحية مختلفة. لذلك أصبح تحليل تكرار موجات الحر ودراسة احتمالات حدوثها من الموضوعات المهمة في الدراسات المناخية والإحصائية.

ويُعد استخدام الأساليب الإحصائية من الوسائل العلمية المهمة لفهم سلوك الظواهر المناخية المتطرفة والتنبؤ باحتمالات تكرارها مستقبلاً. ومن بين هذه الأساليب توزيع بواسون الذي يُستخدم في دراسة احتمال حدوث ظاهرة معينة عددًا من المرات خلال فترة زمنية محددة، خصوصًا عندما تكون الأحداث نادرة ومستقلة نسبيًا. ويُعد هذا التوزيع مناسبًا لتحليل تكرار موجات الحر السنوية، إذ يمكن من خلاله تقدير احتمالية حدوث عدد معين من موجات الحر خلال سنة أو مدة زمنية معينة.

ومن ذلك يهدف هذا الفصل إلى تحليل احتمالات تكرار موجات الحر في العراق باستخدام توزيع بواسون (العزاوي,2018، ص441)، من خلال الاعتماد على بيانات درجات الحرارة العظمى في استخراج موجات الحر المسجلة في عدد من المحطات المناخية خلال مدة الدراسة المحددة.

ويساعد هذا في تقدير احتمالية الحدوث ، مما يسهم في دعم الدراسات المناخية ووضع خطط التكيف مع الظواهر المناخية المتطرفة وسيتم دراسة احتمال تكرارات موجات الحر لمحطات منطقة الدراسة كالاتي: -.

1ـ محطة الموصل

إن دراسة الاحتمالية يعني التركيز على حدوث الشيء الذي من الممكن أن يكون محتملا من بين نتائج عدة، وبحساب جميع النتائج المحتملة للحدث حينها تمثل الاحتمالية الحالة التي يمكن أن تكون عليها النتيجة أو الفرصة المتوافرة لأية نتيجة للحدوث. وتعرف الاحتمالية بمفهومها المبسط بأنها نسبة التكرارات للمدى البعيد وتتم عملية حسابها من خلال تسجيل وملاحظة عدد كبير من الحالات الحقيقية أو دراسة سلسلة من الحالات المحتملة الحدوث. وبعبارة أخرى ان الاحتمالية هي نسبة العدد الفعلي إلى

العدد الكلي أنه تكرار حالة من مجموع الحالات، فهي نسبة الحالات إلى العدد الاحتمالي، يبين الجدول (82) أدناه المجموع السنوي والمجموع الكلي لتكرار موجات الحر في الموصل للمدة (1991 – 2023)، أي (33) سنة. وباستعمال توزيع بواسون ظهرت النتائج كما في الجدول الآتي: -

جدول (82)

احتمالية تكرار موجات الحر في الموصل للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	5	0	0.15
1	13	13	0.39
2	10	20	0.3
3	0	0	0
4	3	12	0.09
5 فاكثر	2	10	0.06
المجموع	33	55	100

المصدر: - الباحث بالاعتماد على جدول(8)،(9),(10).

ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (55) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (55 / 33 يساوي (1.6) أي احتمالية حدوث (160) حالة من موجات الحر في المائة عام في الموصل. ويستدل من الجدول أعلاه أن (13) سنة من مجموع (33) سنة حدثت فيها حالة واحدة لموجات الحر. لذا فقد احتسبت النسبة بالشكل الآتي (13 / 33= 0.39) في أي عام. أي إن فرضية حدوث حالة واحدة نسبتها 30 % لمائة عام واحتمال حدوث ثلاث حالات في العام الواحد 30%. وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (1.6) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى(5) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.6) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن :

e^z 2.7183^ 1.6 = 4.953

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.6^ (0) \4.953*0! = 0.201

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.6^ (1) \4.953*1! = 0.323

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.6^ (2) \4.953*2! = 0.258

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.6^ (3) \4.953*3! = 0.137

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.6^ (4) \4.953*4! = 0.055

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.6^ (5) \4.953*5! = 0.017

عند حدوث موجة حر بمعدل (1.6) في السنة الواحدة، فإن احتمالية عدم الحدوث سيكون (0.201) أي (20) سنة من مجموع المائة عام لا يحدث فيها تكرار لموجات الحر في الموصل. وإن احتمال حدوث تكرار الموجات الحر مرة واحدة في العام يكون (0.323) أي (32) سنة من كل مائة عام واحتمال حدوث حالتان (0.258) أي (25) سنة من المائة عام، واحتمال حدوث ثلاث حالات (0.137) أي (13) عام من المائة عام، واحتمالية حدوث أربع حالات (0.055) أي (5) سنة من المائة عام، واحتمالية حدوث أكثر من خمس حالات (0.017)، أي (1.7) عام من المائة عام.

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا، وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في الموصل(عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.7) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (83) والشكل(87) أدناه .

جدول (83)

احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في الموصل للمدة (1991 - 2023)

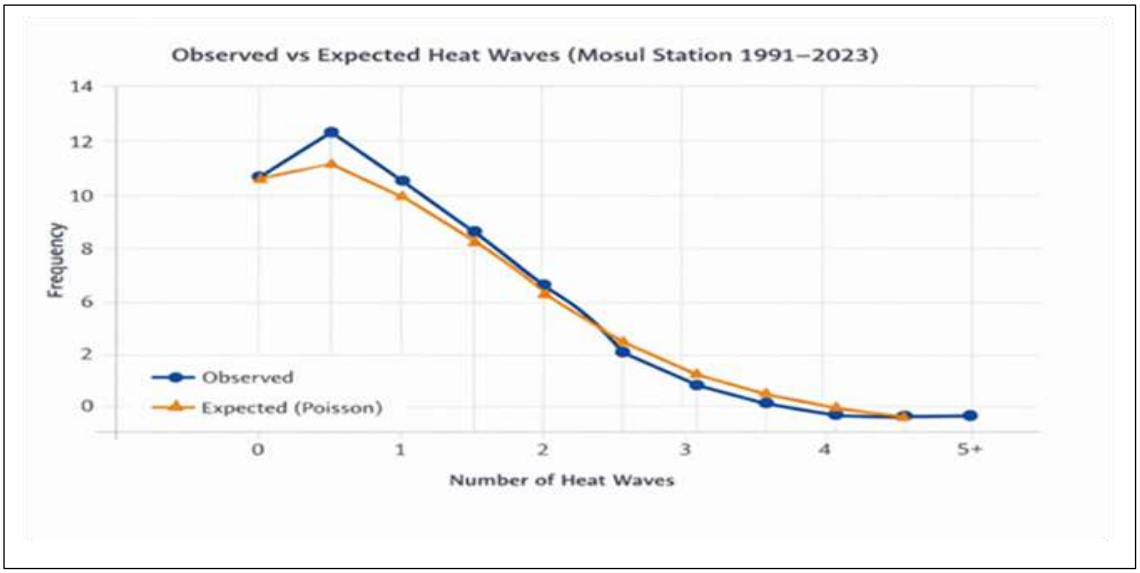
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	5	0.201	6.6
1	13	0.323	10.7

2	10	0.258	8.5
3	0	0.137	4.5
4	3	0.055	1.8
5فاكثر	2	0.017	0.6
المجموع	33	0.991	32.7

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول(82).

شكل (87)

التكرار الملاحظ مقابل التكرار المتوقع (بواسون) لموجات الحر في محطة الموصل للمدة (1991–2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (83) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الشكل البياني (87) أعلاه ان التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع حسب توزيع بواسون لموجات الحر في محطة الموصل للمدة 1991–2023. يشير الرسم الى الخط الأزرق يمثل القيم الملاحظة فعلياً من البيانات المناخية، و الخط الاحمر يمثل القيم المتوقعة من نموذج بواسون ، أعلى تكرار ملاحظ كان عند موجة حر واحدة = 13 سنة، نموذج بواسون يتوقع أيضاً أن تكون موجة أو موجتان حر هي الأكثر احتمالاً، الفئات العالية مثل 5 موجات فأكثر قليلة الحدوث.

2-محطة خانقين

إن دراسة الاحتمالية يعني التركيز على حدوث الشيء الذي من الممكن أن يكون محتملا من بين نتائج عدة، وبحساب جميع النتائج المحتملة للحدث حينها تمثل الاحتمالية الحالة التي يمكن أن تكون عليها النتيجة أو الفرصة المتوافرة لأية نتيجة للحدوث. وتعرف الاحتمالية بمفهومها المبسط بأنها نسبة التكرارات للمدى البعيد وتتم عملية حسابها من خلال تسجيل وملاحظة عدد كبير من

الحالات الحقيقية أو دراسة سلسلة من الحالات المحتملة الحدوث. وبعبارة أخرى ان الاحتمالية هي نسبة العدد الفعلي إلى العدد الكلي أنه تكرار حالة من مجموع الحالات، فهي نسبة الحالات إلى العدد الاحتمالي، يبين الجدول (84) أدناه المجموع السنوي والمجموع الكلي لتكرار موجات الحر في خانقين للمدة (1991 – 2023)، أي (33) سنة. وباستعمال توزيع بواسون ظهرت النتائج كما في الجدول الآتي: –

جدول (84)

احتمالية تكرار موجات الحر في خانقين للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	2	0	0.06
1	5	5	0.15
2	3	6	0.09
3	0	0	0
4	7	28	0.21
5 فاكثر	16	97	0.48
المجموع	33	136	100

المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (8)، (9)، (10).

ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (136) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (136 / 33 يساوي (4.1) أي احتمالية حدوث (412) حالة من موجات الحر في المائة عام في خانقين. ويستدل من الجدول أعلاه أن (5) سنوات من مجموع (33) سنة حدثت فيها حالة واحدة لموجات الحر. لذا فقد احتسبت النسبة بالشكل الآتي (5 / 33= 0.15) في أي عام. أي إن فرضية حدوث حالة واحدة نسبتها 15 % لمائة عام واحتمال حدوث ثلاث حالات في العام الواحد 15%. وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

$$P(x) = z^x \setminus (e^z * (x!))$$

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (4.1) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل.

ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (4.1) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 4.1 = 60.341

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 4.1^ (0) \60.341*0! = 0.016

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 4.1^ (1) \60.341*1! = 0.067

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 4.1^ (2) \60.341*2! = 0.139

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 4.1^ (3) \60.341*3! = 0.190

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 4.1^ (4) \60.341*4! = 0.195

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 4.1^ (5) \60.341*5! = 0.160

عند حدوث موجة حر بمعدل (4.1) في السنة الواحدة، فإن احتمالية عدم الحدوث سيكون (0.016) أي (1.7) سنة من مجموع المائة عام لا يحدث فيها تكرار الموجات الحر في خانقين. وإن احتمال حدوث تكرار لموجات الحر مرة واحدة في العام يكون (0.067) أي (6) سنة من كل مائة عام واحتمال حدوث حالتان (0.139) أي (13) سنة من المائة عام، واحتمال حدوث ثلاث حالات (0.190) أي (19) عام من المائة عام، واحتمالية حدوث أربع حالات (0.195) أي (19) سنة من المائة عام، واحتمالية حدوث أكثر من خمس حالات (0.160)، أي (16) عام من المائة عام.

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا، وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في خانقين (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (25.3) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (85) أدناه .

جدول (85)

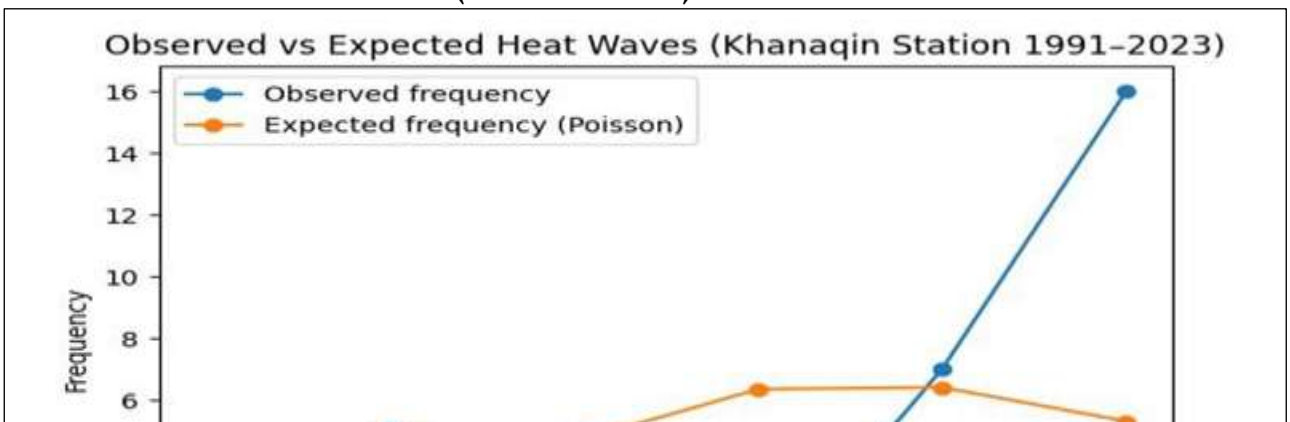
احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في خانقين للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	2	0.016	0.5
1	5	0.067	2.2
2	3	0.139	4.6
3	0	0.190	6.3
4	7	0.195	6.4
5فاكثر	16	0.160	5.3
المجموع	33	100	25.3

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول(84) .

شكل (88)

التكرار الملاحظ مقابل التكرار المتوقع (بواسون) لموجات الحر في محطة خانقين للمدة (1991-2023)



المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول (85) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الشكل البياني رقم (88) أعلاه ان التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع حسب توزيع بواسون لموجات الحر في محطة خانقين للمدة 1991–2023. يشير الرسم الى الخط الأزرق يمثل القيم الملاحظة فعلياً من البيانات المناخية، و الخط الاحمر يمثل القيم المتوقعة من نموذج بواسون ، ان أعلى قيمة في التكرار الملاحظ كانت عند 5 موجات حر فأكثر (16 سنة)، نموذج بواسون يتوقع أن أعلى التكرار يكون تقريباً عند 3–4 موجات حر حيث التكرار المتوقع حوالي 6.3–6.4 سنة، يوجد فرق واضح بين القيم الملاحظة والمتوقعة خصوصاً في الفئة 5 موجات فأكثر، وهذا يدل على أن موجات الحر الشديدة تحدث أكثر مما يتوقعه نموذج بواسون في محطة خانقين. وهذا يدل على ان توزيع بواسون يوجد تقارب نسبي بين التكرار المتوقع والملاحظ في بعض الفئات، إلا أن الفئة العليا (5 موجات فأكثر) سجلت تكراراً ملاحظاً أعلى بكثير من المتوقع، مما يدل على زيادة في شدة وتكرار موجات الحر في محطة خانقين خلال مدة الدراسة.

3-محطة الرطبة

يتضح من الجدول(86) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة الرطبة خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (71) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (71 / 33 يساوي (2.1) أي احتمالية حدوث (215) حالة من موجات الحر في المائة عام في الرطبة. وعند تحليل تكرار الحدوث تبين أن أكثر التكرارات شيوعاً هو حدوث موجة حر واحدة في

السنة، حيث تكرر ذلك في 11سنة وباحتمالية ملاحظة بلغت 0.332 أي ما يعادل 33.2% من مجموع سنوات الدراسة.

جدول (86)

احتمالية تكرار موجات الحر في الرطبة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	3	0	0.091
1	11	11	0.332
2	7	14	0.213
3	6	18	0.184
4	3	12	0.095
5 فاكثر	3	16	0.095
المجموع	33	71	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

أما حدوث موجتي حر في السنة الواحدة فقد ظهر في 7 سنوات وباحتمالية ملاحظة مقدارها 0.213 أي حوالي 21.3% من مجموع السنوات. في حين سجل حدوث ثلاث موجات حر في 6 سنوات باحتمالية 0.184 أي ما نسبته 18.4%. وبالنسبة لحدوث أربع موجات حر فقد تكرر في 3 سنوات باحتمالية ملاحظة بلغت 0.095 أي نحو 9.5% من مجموع سنوات الدراسة. كما لوحظ أن عدم حدوث موجات حر خلال السنة سجل في 3 سنوات أيضاً وباحتمالية بلغت 0.091 أي ما يعادل 9.1%.

أما الفئة التي تمثل حدوث خمس موجات حر فأكثر فقد ظهرت في 3 سنوات كذلك، وباحتمالية ملاحظة بلغت 0.09 أي نحو 9% من مجموع سنوات الدراسة. وبشكل عام تشير النتائج إلى أن القيم المتوسطة لتكرار موجات الحر تميل إلى الحدوث مرة أو مرتين في السنة، إذ تشكل هاتان الفئتان النسبة الأكبر من سنوات الدراسة، في حين تقل احتمالية التكرارات العالية (أربع موجات فأكثر)، مما يدل على أن حدوث موجات الحر بتكرارات كبيرة يعد أقل شيوعاً مقارنة بالتكرارات المنخفضة والمتوسطة خلال مدة الدراسة وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (2.1) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل.

ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.1) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 2.1 = 8.166

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.1^ (0) \8.166*0! = 0.122

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.1^ (1) \8.166*1! = 0.257

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.1^ (2) \8.166*2! = 0.270

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.1^ (3) \8.166*3! = 0.189

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.1^ (4) \8.166*4! = 0.099

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.1^ (5) \8.166*5! = 0.041

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات

المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في الرطبة (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.3) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (87) أدناه .

جدول (87)

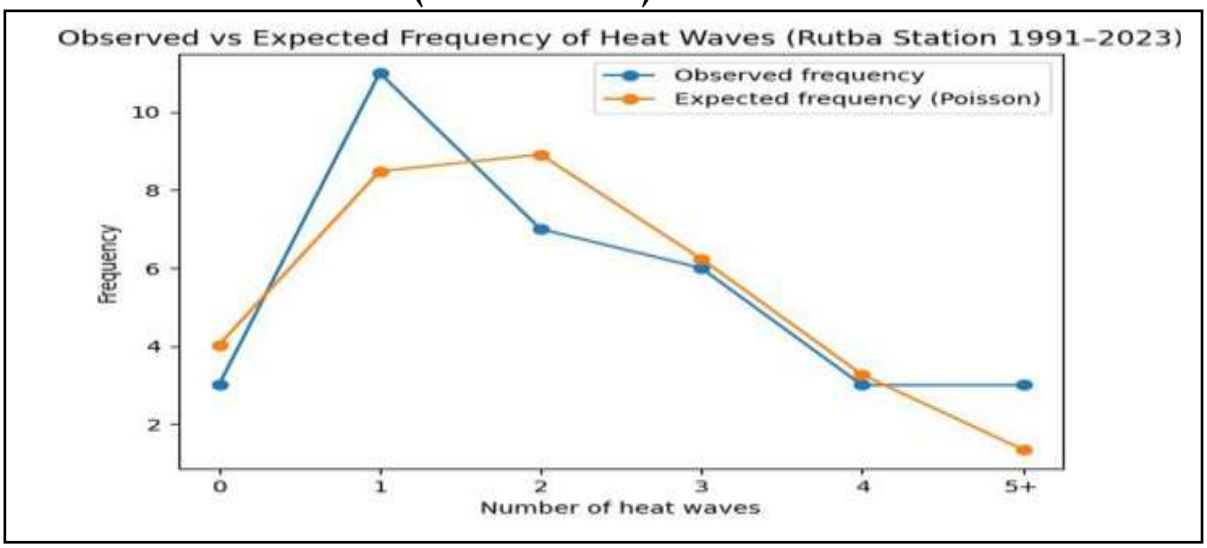
احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في الرطبة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	3	0.122	4.03
1	11	0.257	8.48
2	7	0.270	8.91
3	6	0.189	6.24
4	3	0.099	3.27
5فاكثر	3	0.041	1.35
المجموع	33	100	32.3

يتبين من الجدول (87) أعلاه والشكل(89) أدناه أعلى احتمال حسب توزيع بواسون حدوث موجتين حر في السنة باحتمال 0.270. والتكرار المتوقع ≈ 8.9 سنة، اما حدوث موجة حر واحدة احتمالها 0.257 بالتكرار المتوقع 8.48 سنة. حدوث ثلاث موجات حر الاحتمال 0.189 والتكرار المتوقع 6.24 سنة، بينما عدم حدوث موجات حر الاحتمال 0.122 التكرار المتوقع حوالي 4 سنوات خلال مدة الدراسة، الأحداث النادرة (5 موجات أو أكثر) احتمالها 0.041 فقط تكرار المتوقع حدوثها 1.35 سنة تقريباً خلال مدة الدراسة، يستنتج توزيع بواسون أن الأكثر شيوعاً في الرطبة هو حدوث موجة أو موجتين حر سنوياً، اما السنوات التي تشهد 5 موجات حر أو أكثر نادرة جداً. تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع يدل على أن البيانات تتبع تقريباً توزيع بواسون لموجات الحر .

شكل (89)

التكرار الملاحظ مقابل التكرار المتوقع (بواسون) لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة (1991–2023)



المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (87) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الشكل البياني ان التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع حسب توزيع بواسون لموجات الحر في محطة الرطبة للمدة 1991–2023. يشير الرسم الى الخط الأزرق يمثل القيم الملاحظة فعلياً من البيانات المناخية، الخط الاحمر يمثل القيم المتوقعة من نموذج بواسون، ان أعلى تكرار كان عند موجة حر واحدة بالسنة (11 مرات)، النموذج الإحصائي يتوقع أن موجتين حر هو الأكثر احتمالاً، القيم عند 3 و4 موجات حر متقاربة جداً بين الملاحظ والمتوقع، اما عند 5 موجات فأكثر الفرق واضح لأن هذه حالات نادرة، إن توزيع بواسون أعطى نتائج قريبة من التكرار الملاحظ لموجات الحر في محطة الرطبة، مما يدل على إمكانية استخدامه في تمثيل احتمالية تكرار موجات الحر خلال مدة الدراسة، مع ملاحظة أن الحالات العالية (5 موجات فأكثر) تبقى قليلة الحدوث مقارنة ببقية الفئات.

4–محطة بغداد

يتضح من الجدول (88) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة بغداد خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (75) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (75 / 33 يساوي (2.2) أي احتمالية حدوث (227) حالة من موجات الحر في المائة عام في بغداد. وعند تحليل تكرار الحدوث تبين أن أكثر التكرارات شيوعاً هو حدوث ثلاث موجات حر في السنة، حيث تكرر ذلك في 11سنة وباحتمالية ملاحظة بلغت 0.333 أي ما يعادل 33.3% من مجموع سنوات الدراسة.

جدول (88)

احتمالية تكرار موجات الحر في بغداد للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	5	0	0.151
1	5	5	0.151
2	7	14	0.212
3	11	33	0.333
4	2	8	0.060
5 فاكثر	3	15	0.090
المجموع	33	75	100

المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

أما حدوث موجتي حر في السنة الواحدة فقد ظهر في 7 سنوات وباحتمالية ملاحظة مقدارها 0.212 أي حوالي 21.2% من مجموع السنوات. في حين سجل عدم حدوث موجة وموجة واحدة موجات حر في 5 سنوات باحتمالية 0.151 أي ما نسبته 15.1%. وبالنسبة لحدوث أربع موجات حر فقد تكرر في 2 سنوات باحتمالية ملاحظة بلغت 0.060 أي نحو 6.0% من مجموع سنوات الدراسة. كما لوحظ أن حدوث 5 موجات حر فاكثر خلال السنة سجل في 3 سنوات وباحتمالية بلغت 00.090 أي ما يعادل 9.0%.

وبشكل عام تشير النتائج إلى أن القيم المتوسطة لتكرار موجات الحر تميل إلى الحدوث ثلاث مرات أو مرتين في السنة، إذ تشكل هاتان الفئتان النسبة الأكبر من سنوات الدراسة، في حين تقل احتمالية التكرارات العالية (أربع موجات فأكثر)، مما يدل على أن حدوث موجات الحر بتكرارات كبيرة يعد أقل شيوعاً مقارنة بالتكرارات المنخفضة والمتوسطة خلال مدة الدراسة وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

$$P(x) = z^x \setminus (e^z * (x!))$$

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (2.2) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل.

ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.2) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 2.2 = 9.025

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.2^ (0) \9.025*0! = 0.110

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.2^ (1) \9.025*1! = 0.243

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.2^ (2) \9.025*2! = 0.268

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.2^ (3) \9.025*3! =0.196

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.2^ (4) \9.025*4! = 0.108

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.2^ (5) \9.025*5! =0.012

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا، وبضرب احتمالات

بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في بغداد (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (30.9) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (89) أدناه .

جدول (89)

احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في بغداد للمدة (1991 – 2023)

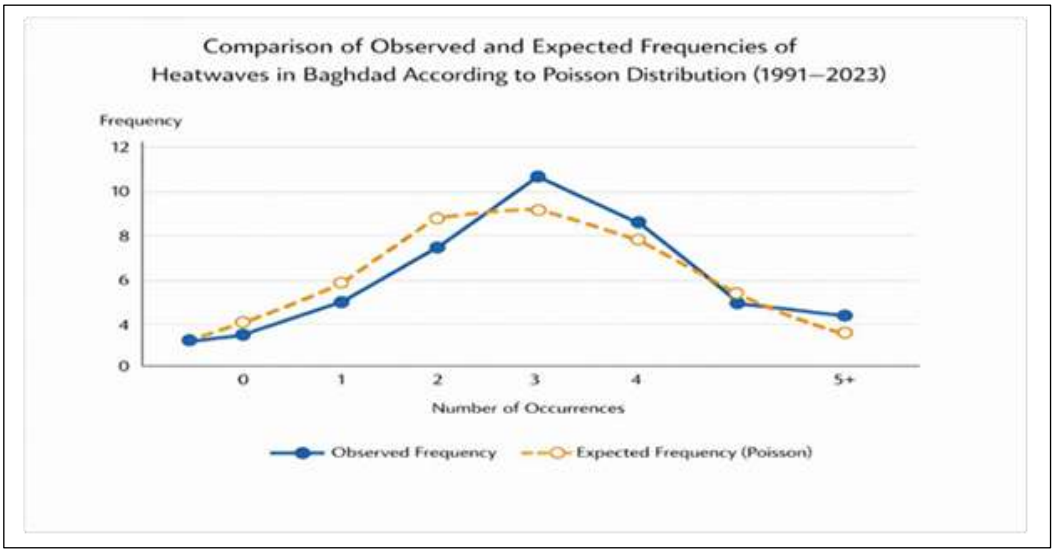
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	5	0.110	3.63
1	5	0.243	8.02
2	7	0.268	8.84
3	11	0.196	6.47
4	2	0.108	3.56
5فاكثر	3	0.012	0.40
المجموع	33	100	30.92

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (88) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الجدول(89) أعلاه والشكل(90) أدناه أعلى احتمال حسب توزيع بواسون حدوث موجتين حر في السنة باحتمال 0.268 والتكرار المتوقع ≈ 8.8 سنة، اما حدوث موجة حر واحدة احتمالها 0.243 بالتكرار المتوقع 8.0 سنة. وعدم حدوث موجة حر ان الاحتمال 0.110 والتكرار المتوقع 3.6سنة، بينما حدوث اربع موجات حر الاحتمال 0.108 التكرار المتوقع حوالي 3.5 سنوات خلال مدة الدراسة،الأحداث النادرة (5 موجات أو أكثر) احتمالها 0.012 فقط تكرار المتوقع حدوثها 4 سنة تقريباً خلال مدة الدراسة، يستنتج توزيع بواسون أن الأكثر شيوعاً في محطة بغداد هو حدوث موجة أو موجتين حر سنوياً، اما السنوات التي تشهد 5 موجات حر أو أكثر نادرة جداً. تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع يدل على أن البيانات تتبع تقريباً توزيع بواسون لموجات الحر.

شكل(90)

احتمالية بواسون والتكرار الملاحظ والمتوقع لموجات الحر في بغداد للمدة (1991 – 2023)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (89) باستخدام برنامج XL STAT

5-محطة النجف

يتضح من الجدول (90) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة النجف خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (81) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (81 / 33 يساوي (2.4) أي احتمالية حدوث (245) حالة من موجات الحر في المائة عام في النجف. وعند تحليل تكرار الحدوث تبين أن أكثر تكرار لموجات الحر في النجف هو 3 موجات في السنة باحتمال 0.333 وبنسبة (33.3%). يليه 2 موجة حر باحتمال 0.303 وبنسبة (30.3) ، أما حدوث 4 موجات حر أو أكثر فهو قليل نسبياً واحتمالها 0.060 أي بنسبة (6) سنوات هذا يعني أن السنوات في النجف غالباً ما تسجل بين موجتين إلى ثلاث موجات حر خلال مدة الدراسة. إذ تشكل هاتان الفئتان النسبة الأكبر من سنوات الدراسة.

جدول (90)

احتمالية تكرار موجات الحر في النجف للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	3	0	0.090
1	4	4	0.121
2	10	20	0.303
3	11	33	0.333
4	2	8	0.060
5 فاكثر	3	16	0.090
المجموع	33	81	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

$$P(x) = z^x \setminus (e^z * (x!))$$

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (2.4) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.4) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 2.4 = 11.023

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.4^ (0) \11.023*0! = 0.090

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.4^ (1) \11.023*1! = 0.217

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.4^ (2) \11.023*2! = 0.261

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.4^ (3) \11.023*3! =0.209

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.4^ (4) \11.023*4! =0.125

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.4^ (5) \11.023*5! = 0.060

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات

الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا، وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في بغداد (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (31.7) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (91) أدناه .

جدول(91)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في النجف للمدة (1991 – 2023)

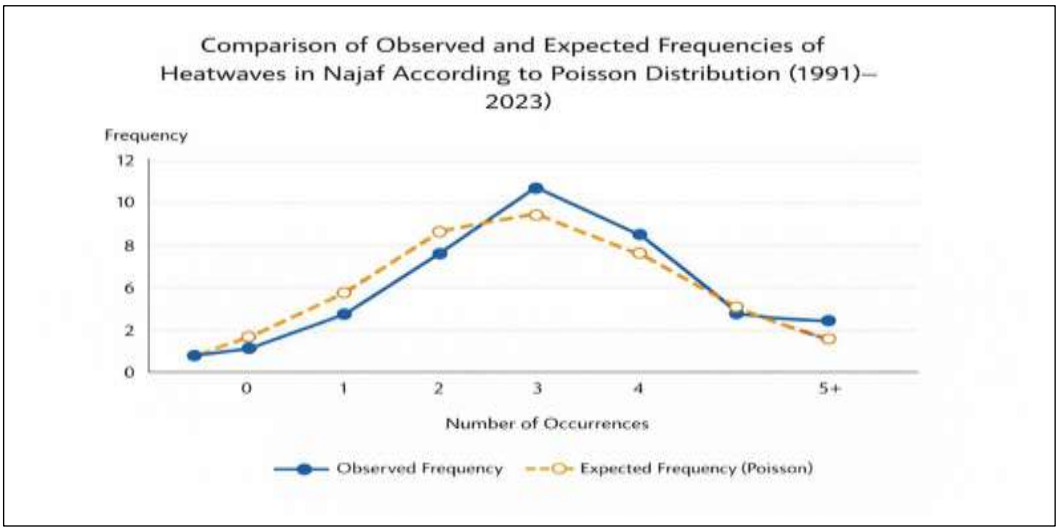
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	3	0.090	2.97
1	4	0.217	7.16
2	10	0.261	8.61
3	11	0.209	6.89
4	2	0.125	4.12
5فاكثر	3	0.060	1.98
المجموع	33	100	31.7

المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (90) باستخدام برنامج XL STAT.

يلاحظ من الجدول (91) أعلاه والشكل (91) أدناه أعلى احتمال حسب توزيع بواسون حدوث موجتين حر في السنة باحتمال 0.261 والتكرار المتوقع ≈ 8.6 سنة، اما حدوث موجة حر واحدة احتمالها 0.217 بالتكرار المتوقع 7.1سنة، و حدوث ثلاث موجات حر ان الاحتمال 0.209 والتكرار المتوقع 6.8 سنوات، بينما الأحداث النادرة (5 موجات أو أكثر) احتمالها 0.080 فقط تكرار المتوقع حدوثها 2.6 سنوات تقريباً خلال مدة الدراسة وعدم حدوث موجة حر احتمالها0.060 وتكرار المتوقع 1.9، يستنتج توزيع بواسون أن الأكثر شيوعاً في محطة النجف هو حدوث موجة واحدة او موجتين حر سنوياً، اما السنوات التي تشهد 5 موجات حر أو أكثر نادرة جداً. تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع يدل على أن البيانات تتبع تقريباً توزيع بواسون لموجات الحر. تشير النتائج إلى أن توزيع بواسون يصف نمط تكرار موجات الحر في النجف بشكل مقبول، خصوصاً عند التكرارات المنخفضة (0–2)، بينما تظهر بعض الفروقات عند التكرارات الأعلى، مما يدل على تأثير عوامل مناخية إضافية في زيادة موجات الحر في بعض السنوات.

شكل(91)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في النجف للمدة (1991 – 2023)



المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (91) باستخدام برنامج XL STAT

6–محطة الحي

يتضح من الجدول (92) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة الحي خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (92) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (92 / 33 يساوي (2.7) أي احتمالية حدوث (278) حالة من موجات الحر في المائة عام في الحي. وعند تحليل تكرار الحدوث تبين أن أكثر التكرارات شيوعاً هو حدوث موجتي حر في السنة واربع موجات، حيث تكرر ذلك في 7سنوات وباحتمالية ملاحظة بلغت 0.212 أي ما يعادل 21.2% من مجموع سنوات الدراسة.

جدول (92)

احتمالية تكرار موجات الحر في الحي للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	4	0	0.121

1	4	4	0.121
2	14	7	0.212
3	15	5	0.151
4	28	7	0.212
5 فاكثر	31	6	0.181
المجموع	92	33	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

في حين سجل عدم حدوث موجة وموجة واحدة موجات حر في 4 سنوات باحتمالية 0.121 أي ما نسبته 12.1%. وبالنسبة لحدوث ثلاث موجات حر فقد تكرر في 5 سنوات باحتمالية ملاحظة بلغت 0.151 أي نحو 15.1% من مجموع سنوات الدراسة. كما لوحظ أن حدوث 5 موجات حر فاكثر خلال السنة سجل في 6 سنوات وباحتمالية بلغت 00.181 أي ما يعادل 18.1%.

وبشكل عام تشير النتائج إلى أن القيم المتوسطة لتكرار موجات الحر تميل إلى الحدوث اربع مرات أو مرتين في السنة، إذ تشكل هاتان الفئتان النسبة الأكبر من سنوات الدراسة، في حين تقل احتمالية التكرارات العالية (عدم حدوث موجة وموجة واحدة)، مما يدل على أن حدوث موجات الحر بتكرارات أقل شيوعاً مقارنة بالتكرارات العالية والمتوسطة خلال مدة الدراسة وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (2.7) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.2) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 2.7 = 14.880

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.7^ (0) \14.880*0! = 0.067

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.7^ (1) \14.880*1! = 0.181

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.7^ (2) \14.880*2! = 0.244

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.7^ (3) \14.880*3! =0.220

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.7^ (4) \14.880*4! = 0.148

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.7^ (5) \14.880*5! =0.080

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في الحي (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (31.0) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (93) أدناه .

جدول (93)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات الحر في الحي للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	4	0.067	2.21
1	4	0.181	5.97
2	7	0.244	8.05
3	5	0.220	7.26

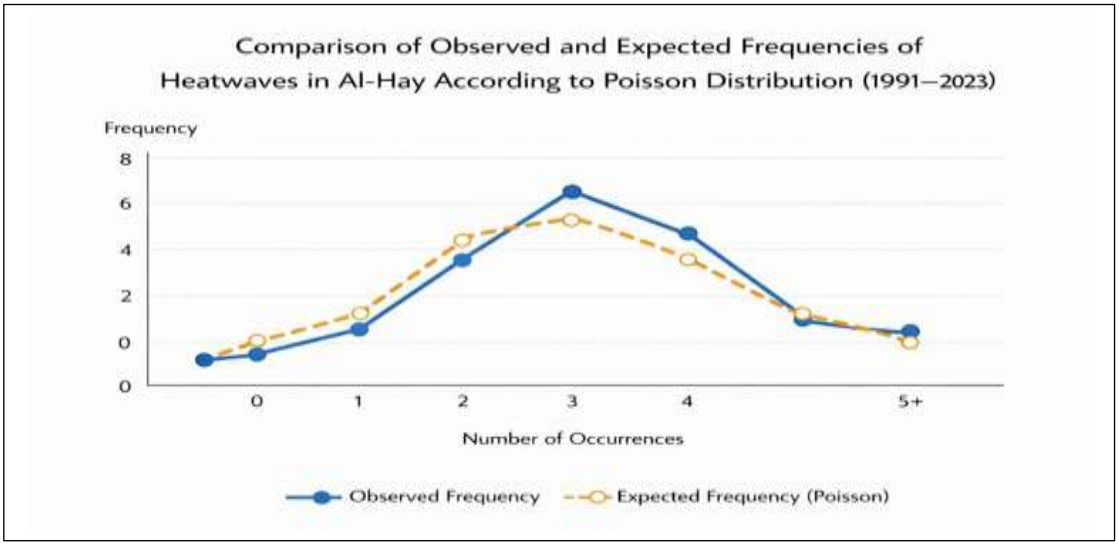
4	7	0.148	4.88
5فاكثر	6	0.080	2.64
المجموع	33	100	31.0

المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (92) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الجدول (93) أعلاه والشكل (92) أدناه أعلى احتمال حسب توزيع بواسون حدوث موجتين حر في السنة باحتمال 0.244 والتكرار المتوقع ≈ 8.0 سنة، اما حدوث ثلاث موجات حر احتمالها 0.220 بالتكرار المتوقع 7.2سنة. وحدوث موجة حر واحدة ان الاحتمال 0.181 والتكرار المتوقع 5.9 سنوات، بينما حدوث اربع موجات حر الاحتمال 0.148 التكرار المتوقع حوالي 4.8 سنوات خلال مدة الدراسة. الأحداث النادرة (5 موجات أو أكثر) احتمالها 0.080 فقط تكرار المتوقع حدوثها 2.6 سنوات تقريباً خلال مدة الدراسة وعدم حدوث موجة حر احتمالها0.067 وتكرار المتوقع 2.2، يستنتج توزيع بواسون أن الأكثر شيوعاً في محطة الحي هو حدوث موجتين حر او ثلاث موجات حر سنوياً، اما السنوات التي تشهد 5 موجات حر أو أكثر وعدم حدوث موجة حر نادرة جداً. تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع يدل على أن البيانات تتبع تقريباً توزيع بواسون لموجات الحر.

شكل(92)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في الحي للمدة (1991 - 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (93) باستخدام برنامج XL STAT

7-محطة العمارة

يتبين من الجدول (94) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة العمارة خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (57) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (57 / 33 يساوي (1.7) أي احتمالية حدوث (172) حالة من موجات الحر في المائة عام ،تشير البيانات لموجات الحر في العمارة للمدة (1991 – 2023)، ان التكرار (0) موجة حر عدد سنواتها = 7 والاحتمالية الملاحظة = 21.2% ، هذا يشير إلى أن حوالي7 السنوات لم تشهد أي موجات حر، أي أن غياب موجات الحر ليس نادراً في العمارة مقارنة بالمدن الأخرى ،اما تكرار موجة واحدة (1) عدد السنوات = 8، الاحتمالية = 24.2% معظم السنوات شهدت موجة حر واحدة، ما يمثل نمطاً شائعاً ومتوسط الشدة، و تكرار موجتين حر عدد السنوات = 11، الاحتمالية = 33.3% أكبر نسبة تكرار، أي أن معظم السنوات سجلت موجتين حر على الأقل، ما يعكس شيوع الظاهرة. وتكرار ثلاث موجات حر عدد السنوات = 2، الاحتمالية = 6% السنوات ذات التكرار المتوسط نادرة نسبياً. تكرار أربع موجات حر عدد السنوات = 4، الاحتمالية = 12.1% عدد قليل من السنوات سجلت تكرار عالي لموجات الحر. تكرار خمس موجات فأكثر عدد السنوات = 1، الاحتمالية = 3% نادراً ما تحدث موجات حر شديدة ومتكررة في العمارة.موجات الحر في العمارة معتدلة وغالباً ما تكون 1–2 موجة في السنة. التكرارات العالية (≤3) قليلة ونادرة، مما يشير إلى أن المدينة أقل تعرضاً لموجات الحر الشديدة مقارنة ببعض المدن الأخرى مثل الناصرية أو النجف. هذا النمط يشير إلى استقرار نسبي في موجات الحر مع وجود سنوات استثنائية قليلة فقط تشهد موجات حر شديدة ومتكررة .

جدول (94)

احتمالية تكرار موجات الحر في العمارة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	7	0	0.212
1	8	8	0.242
2	11	22	0.333
3	2	6	0.060
4	4	16	0.121
5 فاكثر	1	5	0.030
المجموع	33	57	100

المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

ولمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (1.7) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.7) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 1.7 = 5.474

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.7^ (0) \5.474*0! =0.182

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.7^ (1) \5.474*1! =0.310

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.7^ (2) \5.474*2! = 0.263

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.7^ (3) \5.474*3! = 0.149

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.7^ (4) \5.474*4! =0.063

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.7^ (5) \5.474*5! = 0.021

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في العمارة (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.57) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (95) أدناه .

جدول(95)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في العمارة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	7	0.182	6.00
1	8	0.310	10.23
2	11	0.263	8.67
3	2	0.149	4.91
4	4	0.063	2.07
5فاكثر	1	0.021	0.69
المجموع	33	100	32.57

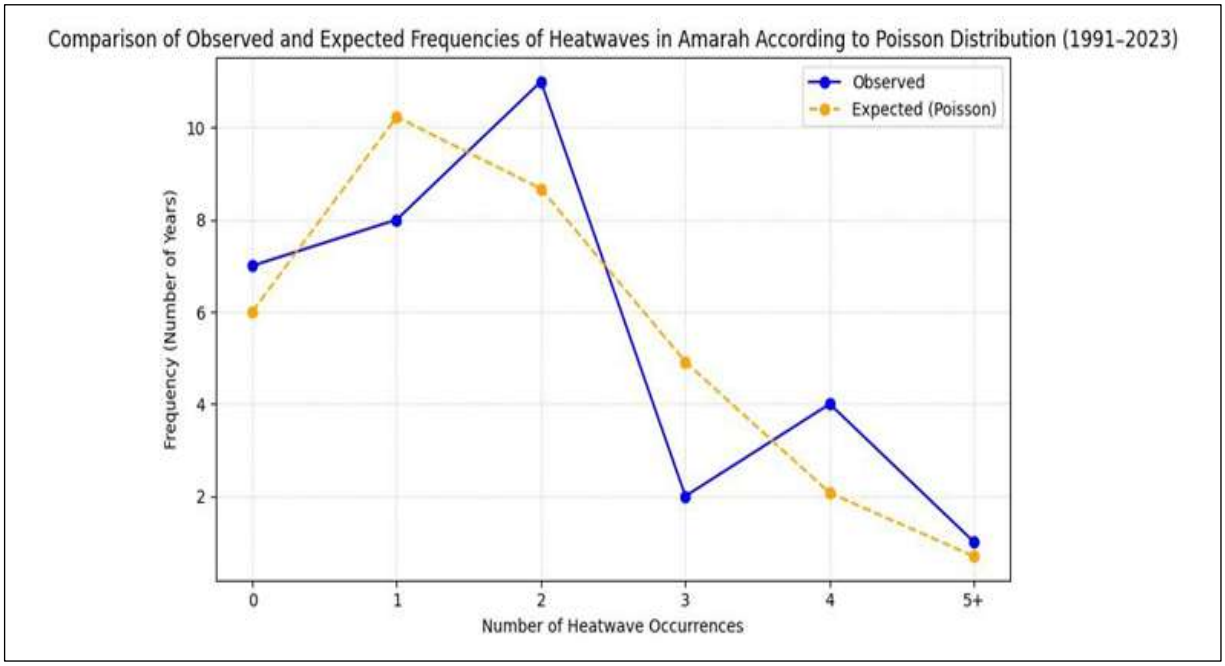
المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (94) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الجدول(95) أعلاه والشكل(93) أدناه التكرارات المنخفضة (0–1 موجة حر) والملاحظ = 7 و8 سنوات، اما التكرار المتوقع = 6 و10 سنوات الواقع قريب نسبياً من المتوقع، أي أن موجات الحر القليلة تتوافق مع نموذج بواسون. اما تكرار موجتين الملاحظ = 11 سنة والمتوقع = 8.67 سنة الواقع أعلى من المتوقع، أي أن موجتين حر غالباً ما تحدث في السنة أكثر من المتوقع إحصائياً. و تكرار ثلاث موجات الملاحظ = 2 سنة و المتوقع = 4.91 سنة ان الواقع أقل من المتوقع، أي أن السنوات ذات 3 موجات حر أقل شيوعاً. تكرار أربع موجات الملاحظ = 4 سنة والمتوقع = 2.07 سنة، ان الواقع أعلى من المتوقع، عدد قليل من السنوات شهدت تكرار عالي، بينما تكرار خمس موجات فأكثر الملاحظ = 1 سنة والمتوقع = 0.69 سنة نادراً ما تحدث موجات حر شديدة ومتكررة، والواقع قريب من المتوقع. يستنتج ان محطة العمارة تتميز بموجات حر معتدلة غالبية السنوات تسجل 1–2 موجة حر، النموذج الإحصائي

(Poisson) مناسب للتكرارات المنخفضة والمتوسطة، لكنه يقلل قليلاً من عدد السنوات التي تسجل 2 موجة حر، موجات الحر الشديدة والمتكررة نادرة، ما يعكس أن المدينة أقل تعرضاً للحرارة المتطرفة مقارنة ببعض المدن الأخرى مثل الناصرية أو النجف.

شكل(93)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في العمارة للمدة (1991 – 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (95) باستخدام برنامج XL STAT

8-محطة الناصرية

يتضح من الجدول (96) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة الناصرية خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (140) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي

هو (140 / 33 يساوي (4.2) أي احتمالية حدوث (424) حالة من موجات الحر في المائة عام ،تشير البيانات لموجات الحر في الناصرية للمدة (1991 – 2023)، ان موجات الحر المنخفضة (0–2 موجة في السنة) نادرة نسبيًا، حيث أن الاحتمالية الملاحظة تتراوح بين 6–15%. هذا يعني أن السنوات التي لا تسجل موجات حر أو تسجل واحدة أو اثنتين قليلة. موجات حر متوسطة (3–4 موجات) الاحتمالية الملاحظة حوالي 9–12%، أي أن هذه السنوات موجودة ولكن ليست الغالبية. موجات حر عالية (5 موجات فأكثر): الاحتمالية الملاحظة مرتفعة جدًا (48.4%)، أي أن نصف سنوات الدراسة تقريبًا شهدت خمس موجات حر أو أكثر.

جدول (96)

احتمالية تكرار موجات الحر في الناصرية للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	3	0	0.090
1	2	2	0.060
2	5	10	0.151
3	4	12	0.121
4	3	12	0.090
5 فاكثر	16	104	0.484
المجموع	33	140	100

المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

يستنتج ان الناصرية تتميز بشدة موجات الحر، حيث أن السنوات التي تسجل موجات حر كثيرة (5) فأكثر تشكل تقريبًا نصف المدة، بينما السنوات ذات التكرار المنخفض نادرة. هذا يشير إلى أن موجات الحر في الناصرية متكررة وشديدة نسبيًا بشكل مستمر خلال المدة المدروسة ، فإن الناصرية سجلت ارتفاعاً كبيراً في عدد موجات الحر، حيث أن نصف السنوات تقريباً تحتوي على 5 موجات حر أو أكثر. الاحتمالات الملاحظة عند التكرارات المنخفضة أقل بكثير من التكرارات العالية، ما يدل على تكرار موجات حر شديدة بشكل مستمر خلال السنوات، ولمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (4.2) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (4.2) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 4.2 = 66.688

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 4.2^ (0) \66.688*0! =0.014

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 4.2^ (1) \66.688*1! = 0.062

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 4.2^ (2) \66.688*2! = 0.132

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 4.2^ (3) \66.688*3! = 0.185

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 4.2^ (4) \66.688*4! = 0.194

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 4.2^ (5) \66.688*5! =0.163

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات

المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في الناصرية(عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (24.7) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (97) أدناه .

جدول(97)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في الناصرية للمدة (1991 - 2023)

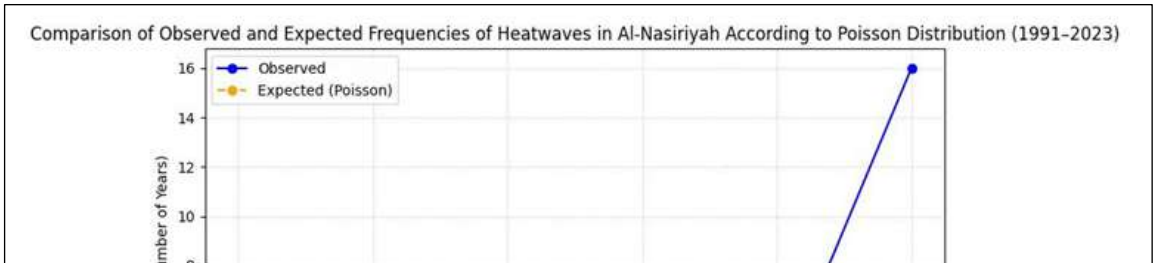
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	3	0.014	0.46
1	2	0.062	2.04
2	5	0.132	4.35
3	4	0.185	6.10
4	3	0.194	6.40
5فاكثر	16	0.163	5.37
المجموع	33	100	24.7

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (96) باستخدام برنامج XL STAT

يُظهر الجدول(97) أعلاه والشكل(94) أدناه أن أغلب السنوات (16 سنة) شهدت 5 موجات حر أو أكثر، وهي نسبة أعلى بكثير من المتوقع (5.37 سنة حسب نموذج بواسون)، مما يدل على أن موجات الحر الشديدة والمتكررة في الناصرية أكثر من المتوقع إحصائياً. السنوات ذات 3–4 موجات حر أقل من المتوقع، ما يعني أن التكرارات المتوسطة أقل شيوعاً في الواقع مقارنة بالنموذج الإحصائي. التكرارات المنخفضة (0–2 موجة حر) تتقارب مع توقعات نموذج بواسون، أي أن توزيع بواسون يعطي تفسيراً جيداً للتكرارات القليلة لكنه يقلل من احتمالية التكرارات العالية.

شكل (94)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في الناصرية للمدة (1991 - 2023)



الم

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (97) باستخدام برنامج XL STAT

9- محطة البصرة

يتبين من الجدول (98) أدناه أن توزيع تكرار موجات الحر لمحطة البصرة خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات الحر (172) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (172 / 33 يساوي (5.2) أي احتمالية حدوث (521) حالة من موجات الحر في المائة عام ،تشير البيانات لموجات الحر في البصرة للمدة (1991 – 2023)، ان سنوات بدون موجات حر أو قليلة (0–2 موجة) نادرة جداً، إذ تمثل حوالي 3% فقط لكل حالة، أي أن غياب موجات الحر أو قلة تكرارها قليل جداً، اما السنوات بموجات حر متوسطة (3–4 موجات) تمثل حوالي 9–18% من السنوات، أي أن التكرارات المتوسطة موجودة ولكنها ليست الغالبية. والسنوات بموجات حر عالية (5 موجات فأكثر) تمثل حوالي 64% من السنوات، أي أن معظم السنوات شهدت موجات حر شديدة ومتكررة، يستنتج ان محطة البصرة تتعرض لموجات حر شديدة ومتكررة بشكل أكبر من معظم المدن الأخرى، حيث أن نصف السنوات تقريباً وأكثر شهدت 5 موجات حر أو أكثر. هذا يشير إلى أن المناخ في البصرة شديد الحرارة ومستمر في توليد موجات حر قوية معظم السنوات.

جدول (98)

احتمالية تكرار موجات الحر في البصرة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات الحر	الاحتمالية الملاحظة
0	1	0	0.030

1	1	1	0.030
2	1	2	0.030
3	3	9	0.090
4	6	24	0.181
5 فاكثر	21	136	0.636
المجموع	33	172	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (8) ، (9) ، (10) باستخدام برنامج XL STAT

ولمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (5.2) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات حر في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (5.2) معدل تكرار موجات الحر وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 5.2 = 181.278

وهو معدل تكرار موجات الحر صيفا لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 5.2^ (0) \181.278*0! =0.005

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 5.2^ (1) \181.278*1! =0.028

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 5.2^ (2) \181.278*2! = 0.074

4–احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 5.2^ (3) \181.278*3! = 0.129

5– احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 5.2^ (4) \181.278*4! = 0.168

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 5.2^ (5) \181.278*5! = 0.174

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات الحر في البصرة (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (19.05) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (99) أدناه .

جدول(99)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات الحر في البصرة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	1	0.005	0.16
1	1	0.028	0.92
2	1	0.074	2.44
3	3	0.129	4.25
4	6	0.168	5.54
5فاكثر	21	0.174	5.74
المجموع	33	100	19.05

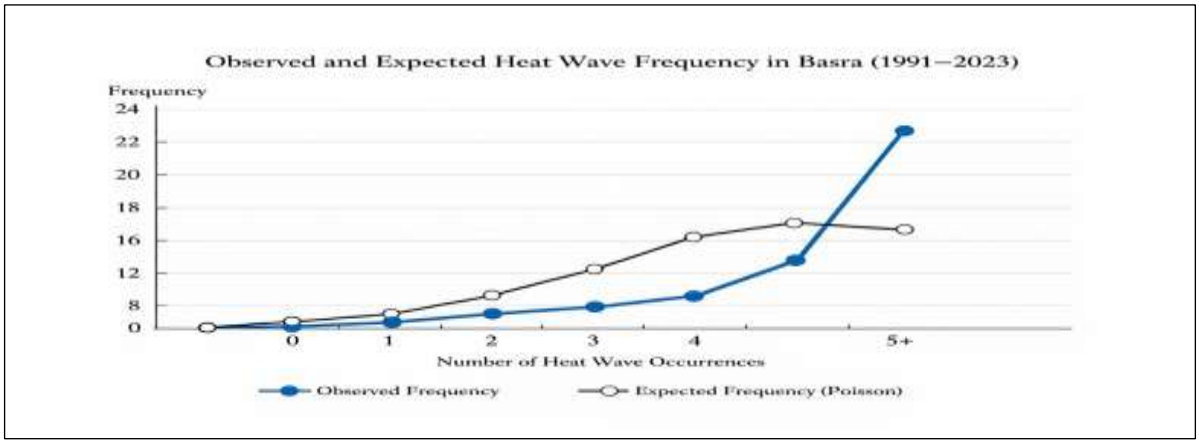
المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (98) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الجدول (99) أعلاه والشكل(95) أدناه ان موجات الحر في البصرة شديدة ومتكررة، حيث أن غالبية السنوات شهدت 5 موجات فأكثر ان احتمالية بواسون 0.174 و التكرار المتوقع 5.7سنة، اما السنوات ذات التكرار المنخفض (0–2 موجة) نادرة جداً، أقل من المتوقع حسب نموذج بواسون، و السنوات ذات التكرارات المتوسطة (3–4 موجة) قريبة من المتوقع. الفارق الكبير

بين الملاحظ والمتوقع عند 5 موجات فأكثر يعكس شدة وانتظام موجات الحر في البصرة على مدى مدة الدراسة 1991–2023.

شكل(95)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات الحر في البصرة للمدة (1991 . 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (99) باستخدام برنامج XL STAT.

احتمالات تكرارات موجات البرد في العراق

تُعدّ موجات البرد من الظواهر المناخية المتطرفة التي تؤثر في العديد من مناطق العالم، ومنها العراق، إذ تتمثل بانخفاض درجات الحرارة إلى مستويات أقل من المعدلات الطبيعية لعدة أيام متتالية خلال فصل الشتاء. وقد تؤدي هذه الموجات إلى تأثيرات مختلفة في الأنشطة الزراعية والاقتصادية والصحية، إضافة إلى تأثيرها في الموارد المائية والبيئة الطبيعية. لذلك أصبحت دراسة تكرار موجات البرد واحتمالات حدوثها من الموضوعات المهمة في الدراسات المناخية الحديثة.

إن تحليل تكرارات موجات البرد يساعد على فهم طبيعة التغيرات المناخية التي تشهدها المنطقة، كما يوضح مدى تذبذب درجات الحرارة وشدة الظواهر المناخية المتطرفة. وتعتمد الدراسات المناخية في هذا المجال على استخدام الأساليب الإحصائية لتحليل البيانات المناخية طويلة المدى، إذ تُستخدم التوزيعات الاحتمالية لدراسة عدد مرات حدوث الظاهرة خلال مدة زمنية محددة وتقدير احتمالات تكرارها في المستقبل.

ومن بين الأساليب الإحصائية المستخدمة في هذا المجال توزيع بواسون الذي يُعد من التوزيعات الاحتمالية المهمة في دراسة الأحداث التي تتكرر خلال فترة زمنية معينة. ويُستخدم هذا التوزيع

لتقدير احتمالية حدوث عدد معين من موجات البرد خلال سنة أو خلال مدة الدراسة، اعتماداً على المتوسط العام لتكرارها، مما يساعد على فهم نمط حدوث هذه الظاهرة المناخية.

وبناءاً على ذلك، تهدف دراسة احتمالات تكرار موجات البرد في العراق إلى تحليل البيانات المناخية المسجلة في عدد من المحطات الجوية، وتحديد مدى تكرار هذه الظاهرة واحتمالات حدوثها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، الأمر الذي يسهم في فهم سلوك موجات البرد وتقييم مخاطرها المناخية في العراق، وسيتم دراسة احتمال تكرارات موجات البرد لمحطات منطقة الدراسة باستخدام توزيع بواسون كالاتي: -

1-محطة الموصل

يتبين من الجدول (100) أدناه أن توزيع تكرار موجات البرد لمحطة الموصل خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات البرد (81) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (81 / 33 يساوي (2.4) أي احتمالية حدوث (245) حالة من موجات البرد في المائة عام ،تشير البيانات ان سنوات بدون موجات برد أو قليلة (0 موجة) نادرة جداً إذ تمثل حوالي 12.1% فقط لكل حالة ،لم تسجل 5 موجات برد فاكثر اي موجة خلال مدة الدراسة ، أي أن غياب موجات البرد أو قلة تكرارها قليل جداً، والسنوات بموجات برد عالية (2-3) تمثل حوالي 24-39% من السنوات، أي أن معظم السنوات شهدت موجات برد شديدة ومتكررة، يستنتج ان محطة الموصل تتعرض لموجات برد شديدة ومتكررة بشكل أكبر من معظم المدن الأخرى.

جدول (100)

احتمالية تكرار موجات البرد في الموصل للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	4	0	0.121
1	2	2	0.060
2	8	16	0.242
3	13	39	0.393
4	6	24	0.181
5 فاكثر	0	0	0
المجموع	33	81	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT

ولمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة، ولما كان المعدل يساوي (2.4) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.4) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن:

e^z 2.7183^ 2.4 =11.023

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.4^ (0) \11.023 *0! =0.090

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.4^ (1) \11.023 *1! =0.217

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.4^ (2) \11.023 *2! =0.261

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.4^ (3) \11.023 *3! =0.209

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.4^ (4) \11.023 *4! =0.125

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.4^ (5) \11.023 *5! =0.060

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات

الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا، وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في الموصل (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (31.7) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (101) أدناه .

جدول(101)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الموصل للمدة (1991 – 2023)

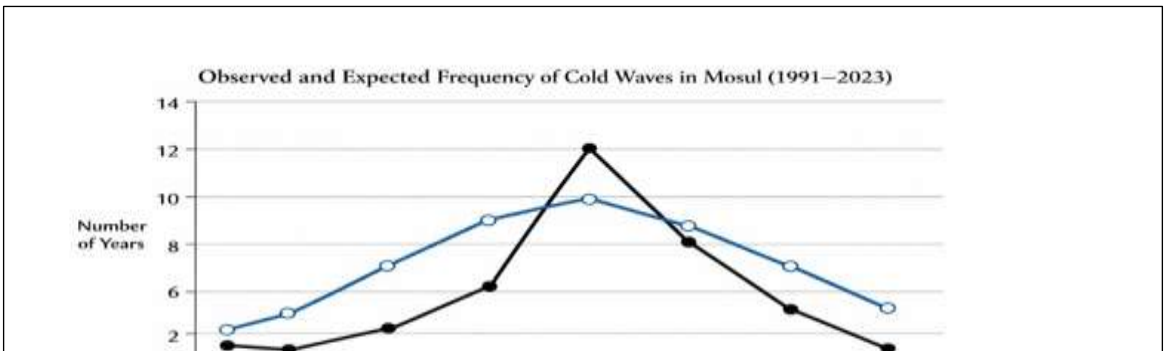
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	4	0.090	2.97
1	2	0.217	7.16
2	8	0.261	8.61
3	13	0.209	6.89
4	6	0.125	4.12
5فاكثر	0	0.060	1.98
المجموع	33	100	31.73

المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول (100) باستخدام برنامج XL STAT.

يتضح من الجدول (101) أعلاه والشكل (96) أدناه ان موجات البرد في الموصل شديدة ومتكررة، حيث أن أعلى احتمال لحدوث موجات البرد كان عند تكرار حدوث موجتين في السنة احتمالية بواسون 0.261 و التكرار المتوقع 8.61 سنة، اما السنوات ذات التكرار المنخفض (5 موجات فاكثر) نادرة جداً، أقل من المتوقع حسب نموذج بواسون، مدى مدة الدراسة1991–2023، يبين الشكل العلاقة بين التكرار الملاحظ لموجات البرد والتكرار المتوقع وفق توزيع بواسون في مدينة الموصل للمدة 1991–2023. يلاحظ أن أعلى قيمة للتكرار الملاحظ ظهرت عند ثلاث موجات برد في السنة حيث بلغت (13 سنة)، بينما تشير قيم توزيع بواسون إلى أن الاحتمال الأكبر يتركز بين موجتين وثلاث موجات برد سنوياً. كما يظهر وجود بعض الاختلاف بين القيم الملاحظة والمتوقعة، خاصة عند التكرار (1) و(3)، مما يدل على أن توزيع موجات البرد قريب من توزيع بواسون لكنه لا يتطابق معه بشكل كامل نتيجة تأثير العوامل المناخية المتغيرة.

شكل (96)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الموصل للمدة (1991 – 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (101) باستخدام برنامج XL STAT

2-محطة خانقين

يتبين من الجدول (102) أدناه أن توزيع تكرار موجات البرد لمحطة خانقين خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات البرد (66) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (66 / 33 يساوي (2.0) أي احتمالية حدوث (200) حالة من موجات البرد في المائة عام ،تشير البيانات ان أعلى تكرار ملاحظ كان عند موجتين في السنة (12 سنة من أصل 33 سنة) واحتمالية الملاحظة 0.363 تليها سنة واحدة بموجة واحدة (11 سنة) واحتمالية الملاحظة 0.333، موجات البرد الأكثر شدة (4 و5 فأكثر) نادرة جداً، الاحتمالية الملاحظة لكل منهما 0.030–0.060 يوضح الجدول أن توزيع موجات البرد في خانقين يميل لأن يكون متوسط إلى منخفض التكرار، حيث معظم السنوات سجلت 1–2 موجات برد فقط. عدد السنوات مع 3 أو أكثر من موجات البرد قليل، مما يشير إلى ندرة الفترات شديدة البرودة يستنتج ان معظم السنوات في خانقين شهدت موجتين أو أقل من البرد. موجات البرد الشديدة نادرة، مما يجعل تخطيط الموارد لمواجهة البرد الشديد أو الدراسة المناخية أسهل، مع التركيز على السنوات الأكثر شيوعا .

جدول (102)

احتمالية تكرار موجات البرد في خانقين للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	1	0	0.030
1	11	11	0.333
2	12	24	0.363
3	6	18	0.181
4	2	8	0.060
5 فاكثر	1	5	0.030

المجموع	33	66	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT

ولمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (2.0) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.0) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: -

e^z 2.7183^ 2.0 =7.389

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.0^ (0) \7.389 *0! =0.135

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.0^ (1) \7.389 *1! =0.270

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.0^ (2) \7.389 *2! =0.270

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.0^ (3) \7.389 *3! =0.180

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.0^ (4) \7.389 *4! = 0.090

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.0^ (5) \7.389 *5! =0.036

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في خانقين (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.3) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (103) أدناه .

جدول(103)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في خانقين للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	1	0.135	4.455
1	11	0.270	8.91
2	12	0.270	8.91
3	6	0.180	5.94
4	2	0.090	2.97
5فاكثر	1	0.036	1.188
المجموع	33	100	32.3

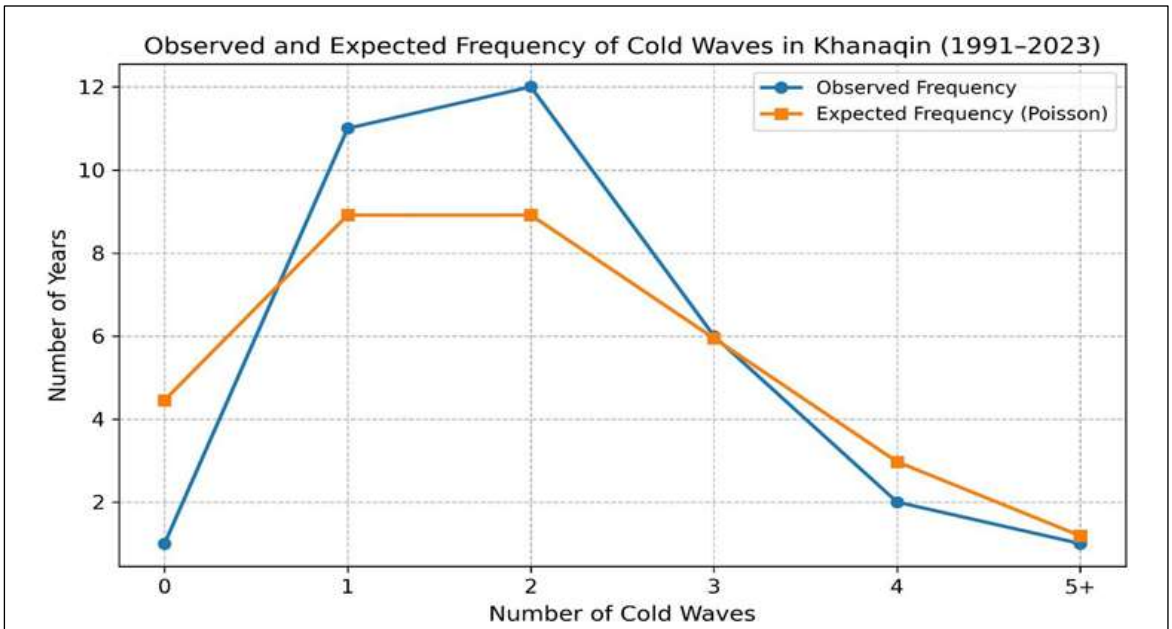
المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (102) باستخدام برنامج XL STAT

يبين الجدول (103) أعلاه التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لعدد موجات البرد في محطة خانقين للمدة (1991–2023) اعتماداً على توزيع بواسون، وهو أحد التوزيعات الاحتمالية

المتقطعة المستخدمة لدراسة عدد مرات حدوث ظاهرة معينة خلال فترة زمنية محددة عندما يكون معدل حدوثها ثابتاً تقريباً ،كما أن التكرار المتوقع يحسب من خلال العلاقة:–التكرار المتوقع = عدد السنوات × احتمالية بواسون وذلك لأن توزيع بواسون يعطي احتمال حدوث الحدث (مثل موجات البرد) عدد معين من المرات خلال فترة زمنية محددة. مقارنة التكرار الملاحظ والمتوقع من خلال بيانات الجدول يتضح عند عدم حدوث موجات برد التكرار الملاحظ = 1 سنة والتكرار المتوقع = 4.4 سنة وهذا يعني أن النموذج الإحصائي يتوقع حدوث هذه الحالة أكثر مما حدث فعلياً، عند حدوث موجة برد واحدة التكرار الملاحظ = 11سنة والتكرار المتوقع = 8.9 سنة وهذا يدل على أن التكرار الملاحظ أعلى قليلاً من المتوقع. وعند حدوث موجتين التكرار الملاحظ =12 سنة والتكرار المتوقع = 8.9 سنة وهذا يدل على أن موجتين من البرد حدثتا فعلياً أكثر مما يتوقعه النموذج، عند حدوث ثلاث موجات التكرار الملاحظ = 6 سنوات والتكرار المتوقع = 5.9 سنة يوجد تقارب كبير بين القيمتين، مما يدل على توافق جيد مع توزيع بواسون. عند حدوث أربع موجات التكرار الملاحظ = 2 سنة والتكرار المتوقع = 2.9 سنة الفرق بسيط ويشير إلى تقارب بين القيم. عند خمسة موجات فأكثر التكرار الملاحظ = 1 سنة والتكرار المتوقع = 1.1 سنة أيضاً الفرق بسيط جداً. وجود تقارب واضح بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع في معظم الفئات، أكبر اختلاف ظهر في الفئات الأولى (0 و2 موجة)، هذا التقارب يدل على أن توزيع بواسون مناسب نسبياً لتمثيل تكرار موجات البرد في محطة خانقين خلال مدة الدراسة، ويشير ذلك إلى أن موجات البرد تحدث بشكل عشوائي نسبياً لكن بمعدل ثابت تقريباً عبر الزمن، وهو أحد الشروط التي تجعل استخدام توزيع بواسون مناسباً لدراسة هذه الظاهرة.

شكل(97)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في خانقين للمدة (1991 – 2023)



المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول (103) باستخدام برنامج XL STAT

3–محطة الرطبة

يتبين من الجدول (104) أدناه توزيع تكرار موجات البرد في محطة الرطبة خلال مدة الدراسة البالغة 33 سنة، فإن المعدل السنوي هو (60 / 33 يساوي (1.8) أي احتمالية حدوث (181) حالة من موجات البرد في المائة عام ، حيث تم حساب الاحتمالية الملاحظة اعتماداً على عدد السنوات التي حدث فيها كل تكرار موجات البرد، ان أكثر حالات حدوث البرد هي موجتين في السنة، والتي حصلت في 12 سنة من أصل 33 سنة، أي 36.4% ، و متوسط عدد موجات البرد تقريبًا بين 1 و3 موجات في السنة، لأن الاحتمال الأكبر مركّز على 2 موجة، واحتمالية 1 و3 موجات متساوية تقريبًا، ندرة الحالات القصوى4 موجات فقط في سنتين، ولم تحدث أي سنة 5 موجات فأكثر يعني موجات البرد الشديدة نادرة جداً .

جدول (104)

احتمالية تكرار موجات البرد في الرطبة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	5	0	0.152
1	7	7	0.212
2	12	24	0.364
3	7	21	0.212
4	2	8	0.061
5 فاكثر	0	0	0.0
المجموع	33	60	100

المصدر :–الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT

ان غالبية السنوات في الرطبة تكون معتدلة من ناحية موجات البرد، ومحصورة بين 1–3 موجات، بينما السنوات الخالية من البرد ليست كثيرة، حوالي 15% ولذا في الغالبً هناك موجة برد واحدة

على الأقل كل سنة، إذا أردنا التنبؤ بالسنوات القادمة من المرجح أن تحدث سنتين من البرد أو أقل، بينما سنة بها 4 موجات أو أكثر نادرة جدًا، هذا يعطي فكرة عن تخطيط الزراعة أو الاستعداد لموجات البرد في الرطبة معظم السنوات تكون فيها موجتين أو أقل، لذلك الاحتياطات اللازمة ليست مطلوبة كل سنة.

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (1.8) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.8) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: –

e^z 2.7183^ 1.8 =6.049

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1–احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.8^ (0) \6.049 *0! = 0.165

2–احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.8^ (1) \6.049 *1! =0.297

3–احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.8^ (2) \6.049 *2! = 0.267

4–احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.8^ (3) \6.049 *3! = 0.160

5– احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.8^ (4) \6.049 *4! = 0.072

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.8^ (5) \6.049 *5! =0.026

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات

المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في الرطبة (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.5) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (105) أدناه .

جدول(105)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الرطبة للمدة (1991 – 2023)

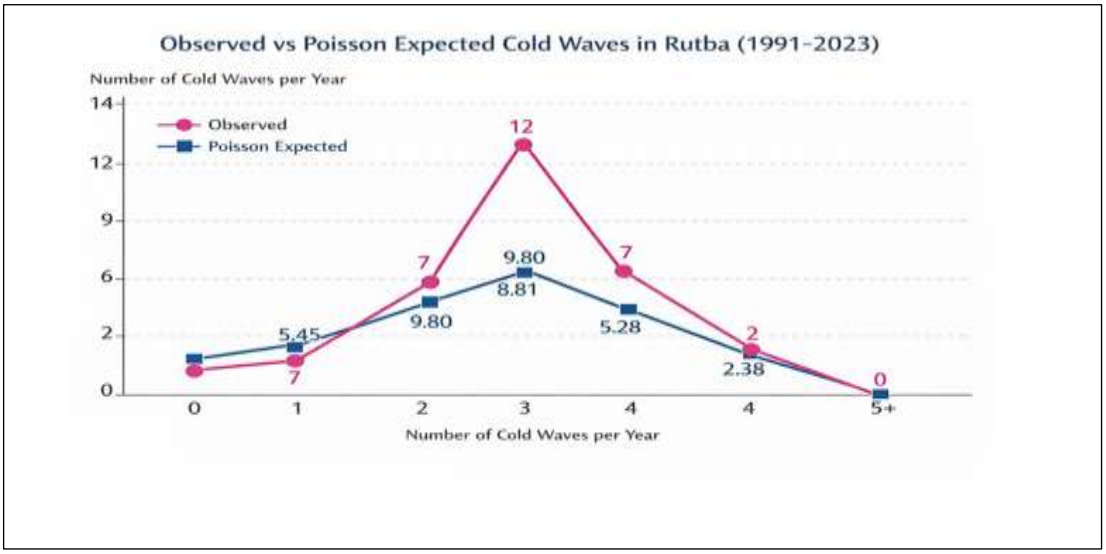
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	5	0.165	5.45
1	7	0.297	9.80
2	12	0.267	8.81
3	7	0.160	5.28
4	2	0.072	2.38
5فاكثر	0	0.026	0.86
المجموع	33	100	32.5

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (104) باستخدام برنامج XL STAT.

يتضح من الجدول(105) أعلاه ان أكثر الحالات حدوثاً موجتان من البرد هي الأكثر تكراراً (12 سنة)، بينما نموذج بواسون توقع حوالي 8.8 سنة، هذا يعني أن موجتين من البرد شائعة أكثر مما يتوقع نموذج بواسون، الحالات الشائعة الأخرى هي موجة واحدة حصلت 7 مرات، وفي توقع بواسون حوالي 9.8 النموذج يتوقعها أكثر من الواقع، اما في ثلاث موجات حصلت فعليًا 7 مرات، وتوقع بواسون ≈5.3 تقريبًا متوافق، اما الحالات القصوى (4 موجات أو أكثر) نادرة جدًا، 4 موجات حصلت مرتين، و 5 موجات فأكثر لم تحدث إطلاقًا، بواسون يتوقع أقل من سنة واحدة ندرة هذه الحالات واضحة، معظم السنوات في الرطبة تتراوح بين 1–3 موجات، نموذج بواسون مناسب للتنبؤ، لكنه يقلل التكرار المتوسط (2 موجة) ويزيد قليلاً من الحالات الأقل (1 موجة)، موجات البرد الشديدة نادرة، لذلك التأهب السنوي الكبير غير ضروري إلا في الحالات الاستثنائية.

شكل(98)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الرطبة للمدة (1991 – 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (105) باستخدام برنامج XL STAT

4-محطة بغداد

يبين الجدول(106) أدناه توزيع تكرار موجات البرد في محطة بغداد خلال مدة الدراسة البالغة 33 سنة، فإن المعدل السنوي هو (74 / 33 يساوي (2.2) أي احتمالية حدوث (224) حالة من موجات البرد في المائة عام ، حيث تم حساب الاحتمالية الملاحظة اعتماداً على عدد السنوات التي حدث فيها كل تكرار من موجات البرد، أن أكثر التكرارات حدوثاً هو حدوث موجتين من موجات البرد في السنة الواحدة، إذ بلغ عدد السنوات 13 سنة بنسبة احتمالية 0.394 (حوالي 39.4%)، مما يشير إلى أن هذا التكرار يمثل الحالة الأكثر شيوعاً في مناخ المنطقة خلال مدة الدراسة. أما حدوث ثلاث موجات برد فقد سجل 8 سنوات باحتمالية 0.242 (24.2%)، وهو ثاني أعلى تكرار، مما يدل على أن حدوث موجتين أو ثلاث موجات برد سنوياً يشكل النمط الغالب، في حين سجل عدم حدوث موجات برد وحدوث أربع موجات التكرار نفسه تقريباً، حيث بلغ عدد السنوات 4 سنوات لكل منهما وباحتمالية 0.121 (12.1%)، وهذا يدل على أن هذه الحالات أقل شيوعاً مقارنة بالفئات السابقة. أما حدوث موجة برد واحدة فقد ظهر في 3 سنوات فقط باحتمالية 0.091 (9.1%)، وهو تكرار منخفض نسبياً، بينما يعد حدوث خمس موجات برد أو أكثر حالة نادرة، إذ سجلت سنة واحدة فقط خلال مدة الدراسة باحتمالية 0.030 (3%). تشير النتائج إلى أن موجات البرد في بغداد تميل غالباً إلى التكرار بمعدل موجتين إلى ثلاث موجات في السنة، بينما تقل

احتمالية حدوث أعداد كبيرة من الموجات، مما يعكس نمطاً مناخياً متوسط الشدة لموجات البرد خلال مدة الدراسة.

جدول (106)

احتمالية تكرار موجات البرد في بغداد للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	4	0	0.121
1	3	3	0.091
2	13	26	0.394
3	8	24	0.242
4	4	16	0.121
5 فاكثر	1	5	0.030
المجموع	33	74	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة (تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (2.2) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (2.2) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: -

e^z 2.7183^ 2.2 =9.025

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 2.2^ (0) \9.025 *0! =0.110

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 2.2^ (1) \9.025 *1! =0.243

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 2.2^ (2) \9.025 *2! = 0.268

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 2.2^ (3) \9.025 *3! =0.196

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 2.2^ (4) \9.025 *4! =0.108

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 2.2^ (5) \9.025 *5! =0.047

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في بغداد (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.07) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (107) أدناه .

جدول(107)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في بغداد للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	4	0.110	3.63
1	3	0.243	8.02
2	13	0.268	8.84
3	8	0.196	6.47

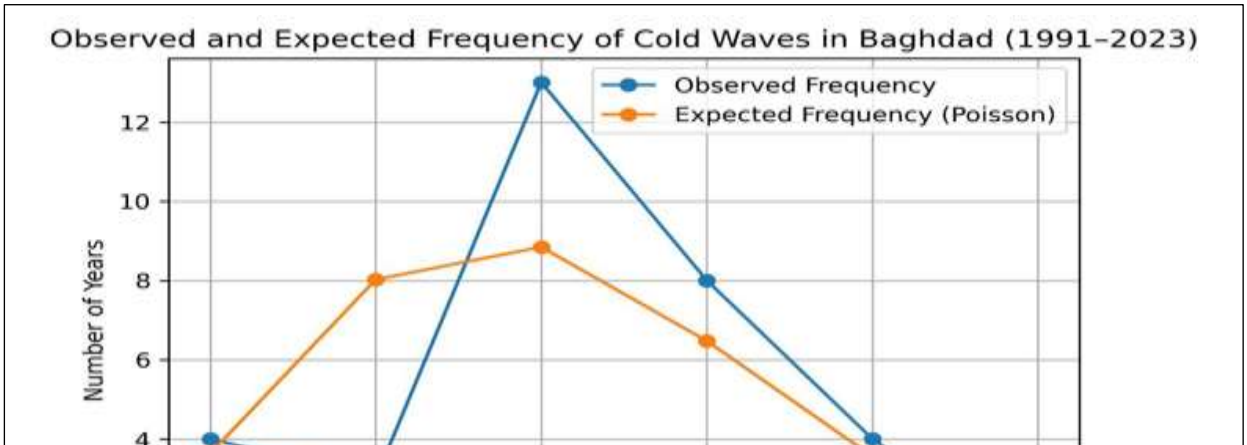
4	4	0.108	3.56
5فاكثر	1	0.047	1.55
المجموع	33	100	32.07

المصدر :-الباحث بالاعتماد على جدول (106) باستخدام برنامج XL STAT

يبين الجدول(107) أعلاه والشكل (99) أدناه مقارنة التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في بغداد خلال مدة الدراسة باستخدام توزيع بواسون الذي يستعمل لدراسة تكرار حدوث الظواهر المناخية، ان عدم حدوث موجات برد سجل تكراراً ملاحظاً بلغ 4 سنوات، وهو قريب من التكرار المتوقع 3.6، مما يدل على تقارب بين القيمتين، حدوث موجة برد واحدة بلغ التكرار الملاحظ 3 سنوات بينما التكرار المتوقع 8.0، أي أن النموذج يتوقع حدوثها أكثر مما حدث فعلياً، حدوث موجتين من موجات البرد يمثل أعلى تكرار ملاحظ 13 سنة، بينما التكرار المتوقع 8.8، وهذا يدل على أن هذه الحالة أكثر شيوعاً في الواقع مقارنة بما يتوقعه النموذج ،حدوث ثلاث موجات برد سجل 8 سنوات مقابل تكرار متوقع 6.4، وهو تقارب مقبول بين القيمتين، حدوث أربع موجات برد بلغ التكرار الملاحظ 4 سنوات مقابل 3.5 متوقع، وهو أيضاً تقارب واضح ،أما حدوث خمس موجات برد فأكثر فقد سجل سنة واحدة فقط مقابل 1.5 متوقع، مما يدل على أن هذه الحالة نادرة، بشكل عام يظهر تقارب نسبي بين التكرار الملاحظ والمتوقع في معظم الفئات، مما يشير إلى أن توزيع بواسون يمكن أن يمثل تكرار موجات البرد في بغداد بدرجة مقبولة، مع وجود اختلاف أكبر في فئة حدوث موجة واحدة وموجتين.

شكل(99)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في بغداد للمدة (2023 - 1991)



المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (107) باستخدام برنامج XL STAT.

5-محطة النجف

يتضح من الجدول (108) أدناه أن توزيع تكرار موجات البرد لمحطة النجف خلال مدة الدراسة ولما كان مجموع تكرارات موجات البرد (49) حالة وقعت خلال (33) سنة فإن المعدل السنوي هو (49/ 33 يساوي (1.4) أي احتمالية حدوث (148) حالة من موجات البرد في المائة عام في النجف. وعند تحليل تكرار الحدوث تبين أن أكثر تكرار لموجات البرد في النجف هو موجتين في السنة باحتمال 0.303 وبنسبة (30.3%). يليه 1 موجة حر باحتمال 0.121 وبنسبة (12.3) ، أما حدوث 4 موجات برد أو أكثر فهو قليل نسبياً واحتمالها 0.060 أي بنسبة (1) سنة هذا يعني أن السنوات في النجف غالباً ما تسجل بين موجتين إلى موجة واحدة برد خلال مدة الدراسة. إذ تشكل هاتان الفئتان النسبة الأكبر من سنوات الدراسة.

جدول (108)

احتمالية تكرار موجات البرد في النجف للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	5	0	0.090
1	11	11	0.121
2	14	28	0.303

3	2	6	0.333
4	1	4	0.060
5 فاكثر	0	0	0.090
المجموع	33	49	100

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT

وبمعرفة قيمة المعدل يتسنى اشتقاق الاحتمالية وتوزيعها حسب معادلة بواسون وهي كالآتي:

إذ إنَّ :

P(x) = z^x \ (e^z * (x!))

(X) = التكرار المطلوب لحساب الاحتمالية.

(z) = معدل حدوث الظاهرة قيد الدراسة.

(e) = النسبة الثابتة وهي (2.7183)

وفي توزيع بواسون تتطلب أن تكون النتائج بأعداد كاملة تكرار وليس نسب أو قيم متصلة وأن النتائج تمثل مختلف تكرارات الحدوث لكل سنة.

ولما كان المعدل يساوي (1.4) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا. لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (5) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.4) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن:-

e^z 2.7183^ 1.4 = 4.0552

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاءاً لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.4^ (0) \4.0552*0! = 0.246

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.4^ (1) \4.0552*1! = 0.345

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.4^ (2) \4.0552*2! = 0.966

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.4^ (3) \4.0552*3! =4.060

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.4^ (4) \4.0552*4! =22.736

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.4^ (5) \4.0552*5! = 159.1

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في النجف (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (89.3) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (109) أدناه .

جدول(109)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات البرد في النجف للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	5	0.246	8.1
1	11	0.345	11.3
2	14	0.966	31.8
3	2	4.060	13.8
4	1	22.7	15.2
5فاكثر	0	159.1	22.9
المجموع	33	100	89.3

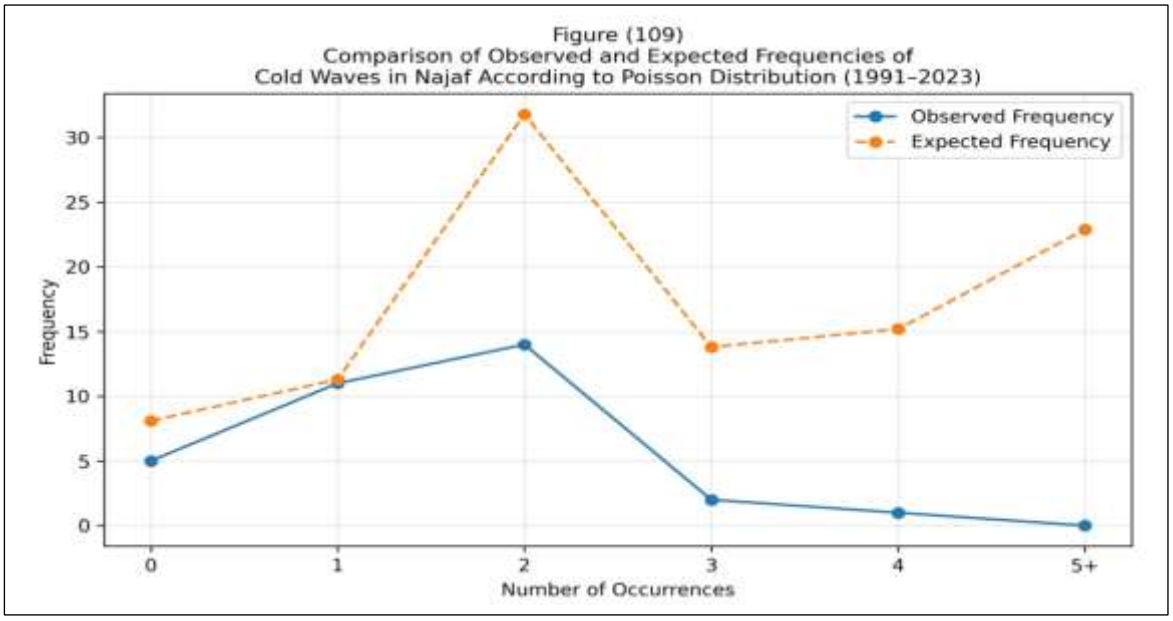
المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (108) باستخدام برنامج XL STAT.

يلاحظ من الجدول (109) أعلاه والشكل (100) أدناه أعلى احتمال حسب توزيع بواسون حدوث موجتين برد في السنة باحتمال 0.966 والتكرار المتوقع ≈ 31.8 سنة، اما حدوث موجة برد واحدة احتمالها 0.345 بالتكرار المتوقع 11.3سنة، و حدوث ثلاث موجات برد ان الاحتمال 4.060 والتكرار المتوقع 13.8 سنوات، بينما الأحداث النادرة (5 موجات أو أكثر) احتمالها 159.1 فقط تكرار المتوقع حدوثها 22 سنوات تقريباً خلال مدة الدراسة وعدم حدوث موجة برد احتمالها0.246 وتكرار المتوقع 8.1، يستنتج توزيع بواسون أن الأكثر شيوعاً في محطة النجف

هو حدوث موجة واحدة او موجتين برد سنوياً، اما السنوات التي تشهد 5 موجات برد أو أكثر نادرة جداً. تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع يدل على أن البيانات تتبع تقريباً توزيع بواسون لموجات البرد. تشير النتائج إلى أن توزيع بواسون يصف نمط تكرار موجات البرد في النجف بشكل مقبول، خصوصاً عند التكرارات المرتفعة (0–2)، بينما تظهر بعض الفروقات عند التكرارات الأعلى، مما يدل على تأثير عوامل مناخية إضافية في زيادة موجات البرد في بعض السنوات.

شكل(100)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ و التكرار المتوقع لموجات البرد في النجف للمدة (1991 – 2023)



المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (109) باستخدام برنامج XL STAT .

6–محطة الحي

تبين من الجدول (110) أدناه توزيع تكرار موجات البرد في محطة الحي خلال مدة الدراسة البالغة 33 سنة، فإن المعدل السنوي هو (55/ 33 يساوي (1.6) أي احتمالية حدوث (166) حالة من موجات البرد في المائة عام ان موجتان برد هي الأكثر حدوثًا، والتي حصلت في 14 سنة من أصل 33 سنة الاحتمالية 0.424 (حوالي 42%).هذا يعني أن معظم السنوات في الحي فيها موجتان من البرد، الحالات المتوسطة ثلاث موجات حصلت في6 سنوات واحتمالها ≈ 18%

، اما حدوث موجة واحدة في 5 سنوات واحتمالية ≈ 15% غالبية السنوات تقع بين 1–3 موجات، وهذا يشبه التوزيع المعتاد لموجات البرد المعتدلة، الحالات القصوى والنادرة اربع موجات: سنة واحدة فقط وبالاحتمالية ≈ 3% وخمس موجات فأكثر لم تحدث إطلاقًا موجات البرد الشديدة نادرة جدًا في الحي، السنوات بدون موجات برد7سنوات بدون أي موجة و الاحتمالية ≈ 21%يعني لا يحدث برد على الإطلاق، معظم السنوات في الحي تتراوح بين 1–3 موجات برد.

جدول (110)

احتمالية تكرار موجات البرد في الحي للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	7	0	0.212
1	5	5	0.152
2	14	28	0.424
3	6	18	0.182
4	1	4	0.030
5 فاكثر	0	0	0.0
المجموع	33	55	100

المصدر:–الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT

ولما كان المعدل يساوي (1.6) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.6) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: –

e^z 2.7183^ 1.6 =4.953

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1–احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.6^ (0) \4.953 *0! =0.201

2–احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.6^ (1) \4.953 *1! =0.323

3–احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.6^ (2) \4.953 *2! =0.258

4–احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.6^ (3) \4.953 *3! =0.137

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.6^ (4) \4.953 *4! =0.055

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.6^ (5) \4.953 *5! = 0.017

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في الحي (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.07) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (111) أدناه .

جدول(111)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الحي للمدة (1991 - 2023)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	7	0.201	6.63
1	5	0.323	10.66
2	14	0.258	8.51
3	6	0.137	4.52
4	1	0.055	1.82
5فاكثر	0	0.017	0.56
المجموع	33	100	32.70

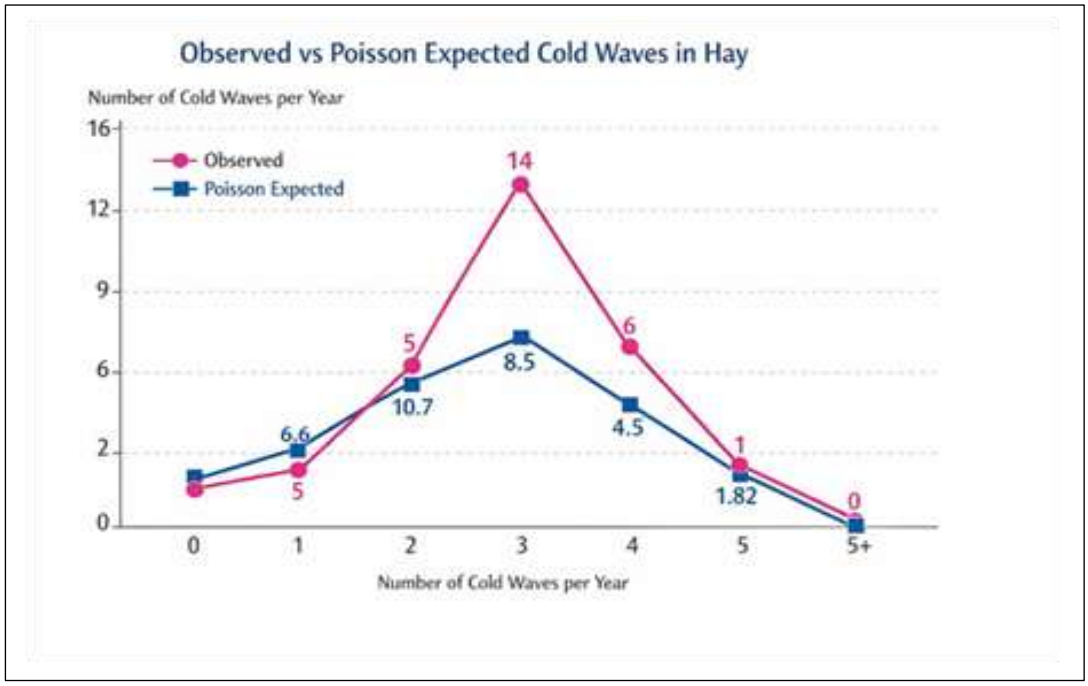
المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (110) باستخدام برنامج .XL STAT

يتضح من الجدول(111) أعلاه والشكل(101) أدناه ان أعلى تكرار 2 موجة برد في السنة، حصلت في 14 سنة، بينما نموذج بواسون توقع 8.5 سنة و الواقع يشير إلى أن موجتين هي النمط الأكثر تكرارًا، ان موجة واحدة حدثت 5 سنوات، والنموذج المتوقع 10.6 سنة وثلاث موجات حدثت 6 سنوات، والنموذج توقع حوالي 4.5 سنة واربع موجات حدثت سنة واحدة و توقع بواسون ≈ 1.8 سنة نادرة ، وخمس موجات فأكثر لم تحدث وتوقع بواسون 0.5 نادرة جدًا

،النموذج التوزيعي (Poisson) يعطي تقريب جيد، لكنه يميل لتقليل الحالات المتوسطة (2 موجة) وزيادة الحالات الأقل (1 موجة) ، موجات البرد الشديدة (4 أو أكثر) نادرة جدًا .

شكل(101)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الحي للمدة (1991 - 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (111) باستخدام برنامج XL STAT .

7-محطة العمارة

يبين الجدول (112) أدناه توزيع عدد موجات البرد خلال 33 سنة في محطة العمارة، لذلك يتم حساب الاحتمالية الملاحظة بقسمة عدد السنوات لكل تكرار على مجموع السنوات، وبلغ المعدل السنوي لها (1.5) أي احتمالية حدوث (151) حالة من موجات البرد خلال المائة عام، ويظهر مدى تكرار حدوثها واحتمالها، سجلت حالة عدم حدوث موجات برد في 7 سنوات باحتمالية 0.212 (21.2%)، وهذا يدل على أن بعض السنوات لم تتأثر بموجات برد واضحة، كذلك حدثت موجة برد واحدة في 7سنوات أيضاً وبنفس الاحتمالية 21.2%.أما حدوث موجتين من موجات البرد فقد كان الأكثر تكراراً، حيث سجل 15 سنة وباحتمالية 0.455 (45.5%)، مما يشير إلى أن معظم سنوات الدراسة شهدت موجتين من موجات البرد، سجلت ثلاث موجات برد في 3 سنوات فقط بنسبة 0.091 (9.1%)، وهو تكرار منخفض مقارنة بالحالات السابقة، بينما أربع موجات برد

حدثت في سنة واحدة فقط بنسبة 0.030 (3%)، مما يدل على ندرة هذا التكرار، لم تُسجل أي حالة لحدوث خمس موجات برد أو أكثر خلال مدة الدراسة، يتضح أن التكرار الأكثر شيوعاً لموجات البرد في العمارة هو موجتان في السنة، في حين أن تكرار ثلاث موجات أو أكثر يعد نادر الحدوث خلال فترة الدراسة.

جدول (112)

احتمالية تكرار موجات البرد في العمارة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	7	0	0.212
1	7	7	0.212
2	15	30	0.455
3	3	9	0.091
4	1	4	0.030
5 فاكثر	0	0	0.000
المجموع	33	50	100

المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT.

ولما كان المعدل يساوي (1.5) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (5) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.5) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: –

e^z 2.7183^ 1.5 =4.481

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.5^ (0) \4.481 *0! =0.224

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.5^ (1) \4.481 *1! =0.334

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.5^ (2) \4.481 *2! =0.251

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.5^ (3) \4.481 *3! = 0.125

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.5^ (4) \4.481 *4! =0.047

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.5^ (5) \4.481 *5! =0.014

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في العمارة (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.83) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (113) أدناه .

جدول (113)

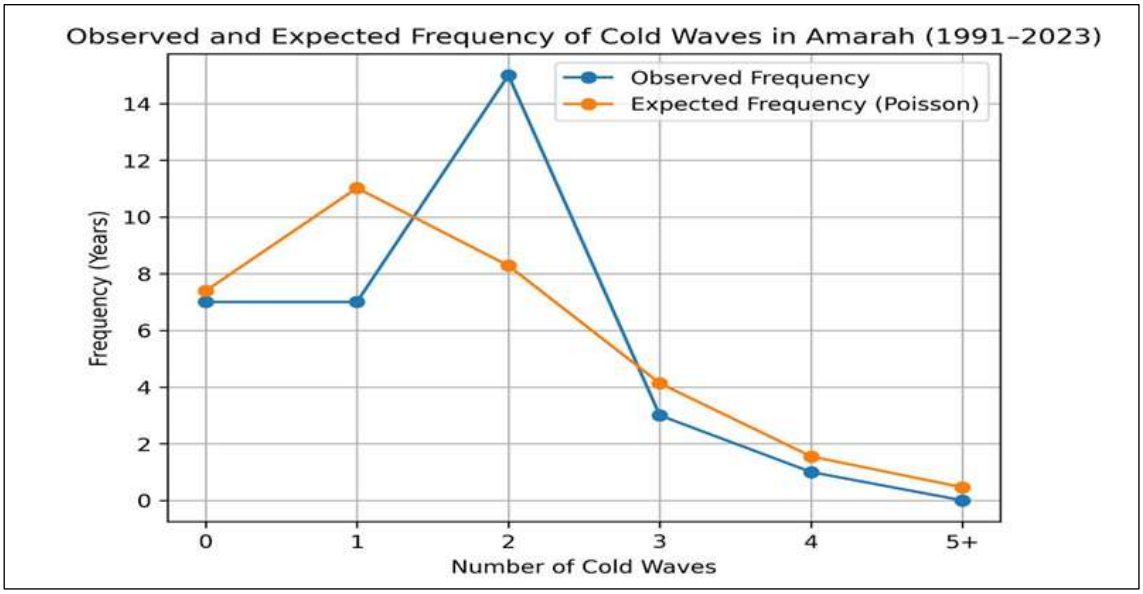
احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في العمارة للمدة (2023 - 1991)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	7	0.224	7.39
1	7	0.334	11.02
2	15	0.251	8.28
3	3	0.125	4.13
4	1	0.047	1.55
5فاكثر	0	0.014	0.46
المجموع	33	100	32.83

المصدر: -الباحث بالاعتماد على جدول (112) باستخدام برنامج XL STAT.

شكل (102)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في العمارة للمدة (2023 - 1991)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (113) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الجدول(113) أعلاه والشكل (102) أعلاه في حالة عدم حدوث موجة برد التكرار الملاحظ7 سنوات التكرار المتوقع 7.3سنة القيم متقاربة جداً، وهذا يدل على أن توزيع بواسون يصف هذه الحالة بشكل جيد، عند تكرار موجة برد واحدة التكرار الملاحظ: 7 سنوات والتكرار المتوقع: 11.2 سنة القيمة المتوقعة أعلى من الملاحظة، أي أن النموذج يتوقع حدوث موجة برد واحدة أكثر مما حدث فعلياً، عند تكرار موجتان موجات برد التكرار الملاحظ: 15 سنة و التكرار المتوقع: 8.28 سنة هنا التكرار الملاحظ أكبر من المتوقع، مما يدل على أن حدوث موجتين من موجات البرد هو الأكثر شيوعاً في العمارة خلال مدة الدراسة، عند تكرار ثلاث موجات برد التكرار الملاحظ 3 سنوات التكرار المتوقع: 4.1 سنة القيم متقاربة نسبياً، مع زيادة بسيطة في المتوقع، عند تكرار اربع موجات برد التكرار الملاحظ سنة واحدة التكرار المتوقع: 1.5 سنة التقارب واضح، مما يدل على أن حدوث أربع موجات برد نادر نسبياً، عند (5 موجات فأكثر) التكرار الملاحظ: لم يحدث التكرار المتوقع: 0.46 سنة هذا يعني أن احتمال حدوث خمس موجات برد أو أكثر ضعيف جداً .

8- محطة الناصرية

يُلاحظ من الجدول (114) أدناه احتمالية تكرار موجات البرد في الناصرية لمدة الدراسة خلال 33 سنة، والتي تم تسجيل 45 موجة برد في محطة الناصرية. لذلك يتم حساب الاحتمالية الملاحظة بقسمة عدد السنوات لكل تكرار على مجموع السنوات، وبلغ المعدل السنوي لها (1.3) أي احتمالية حدوث (136) حالة من موجات البرد خلال المائة عام، عدم حدوث موجات برد في 8 سنوات، والاحتمالية الملاحظة 0.242 أي حوالي 24.2٪ من السنوات، يعني أن حوالي ربع السنوات لم تشهد موجات برد، اما حدوث موجة برد واحدة والتي حدثت في 9 سنوات، والاحتمالية 0.273 أي 27.3٪. هذا يدل أن حدوث موجة برد واحدة في السنة هو من الحالات الشائعة، وحدوث موجتين برد في 12 سنة. واحتماليتها 0.364 أي 36.4٪. هذه أعلى قيمة في الجدول، لذلك أكثر تكرار لموجات البرد في الناصرية هو موجتان في السنة. وحدوث ثلاث موجات برد في 4 سنوات. باحتمالية 0.121 أي 12.1٪. يدل على أن حدوث ثلاث موجات أقل شيوعاً، اما حدوث أربع موجات أو أكثر لم تسجل أي حالة خلال مدة الدراسة، تشير النتائج إلى أن موجات البرد في العمارة غالباً ما تتكرر بمعدل موجتين في السنة، بينما تقل احتمالية حدوث ثلاث موجات، ويصبح حدوث أربع موجات أو أكثر نادراً جداً أو غير مسجل خلال مدة الدراسة.

جدول (114)

احتمالية تكرار موجات البرد في الناصرية للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	8	0	0.242
1	9	9	0.273
2	12	24	0.364
3	4	12	0.121
4	0	0	0.000
5 فاكثر	0	0	0.000
المجموع	33	45	100

المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT.

ولما كان المعدل يساوي (1.3) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (2) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.3) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: –

e^z 2.7183^ 1.3 = 3.669

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1-احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.3^ (0) \3.669*0! =0.272

2-احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.3^ (1) \3.669*1! =0.353

3-احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.3^ (2) \3.669*2! =0.230

4-احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.3^ (3) \3.669*3! =0.099

5- احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.3^ (4) \3.669*4! = 0.032

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.3^ (5) \3.669*5! =0.008

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في الناصرية (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.80) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (115) أدناه .

جدول(115)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الناصرية للمدة (2023 - 1991)

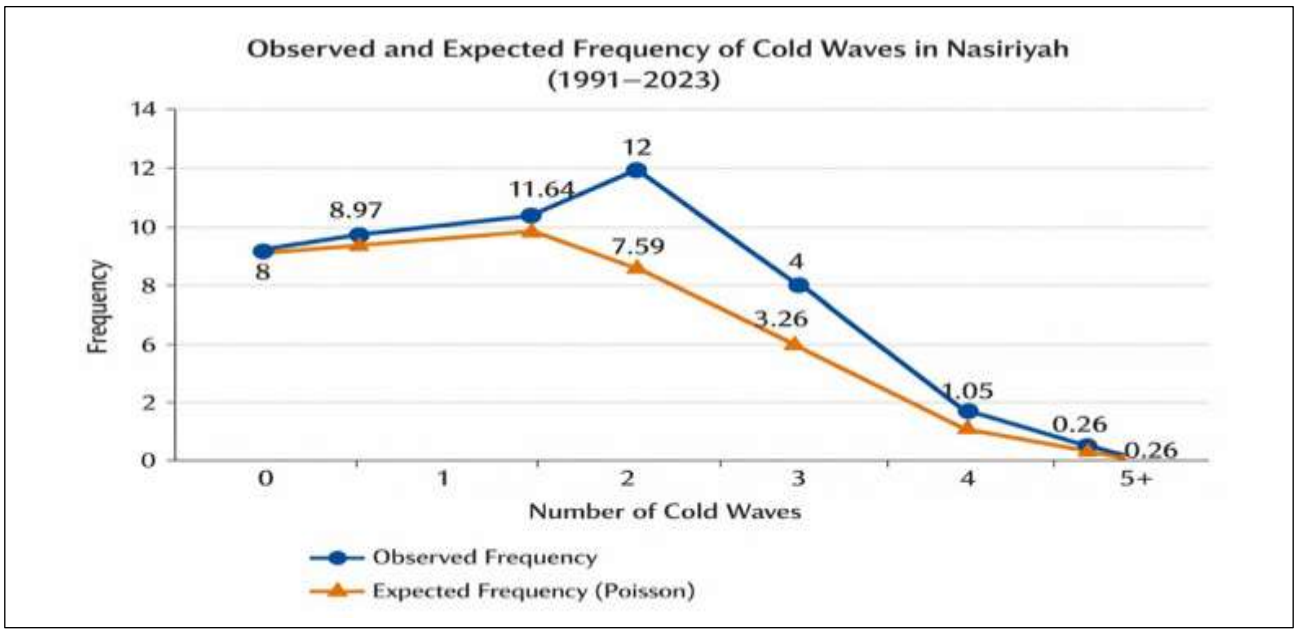
تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	8	0.272	8.97
1	9	0.353	11.64
2	12	0.230	7.59
3	4	0.099	3.26
4	0	0.032	1.05
5فاكثر	0	0.008	0.26
المجموع	33	100	32.80

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (114) باستخدام برنامج XL STAT

يبين الجدول مقارنة بين التكرار الملاحظ لموجات البرد في محطة الناصرية والتكرار المتوقع وفق توزيع بواسون خلال مدة الدراسة (33 سنة). الغرض من ذلك معرفة مدى توافق البيانات المناخية مع التوزيع الاحصائي. ان عدم حدوث موجات برد التكرار الملاحظ = 8 سنوات والتكرار المتوقع = 8.9 سنة القيمتان متقاربتان جداً، مما يدل على أن توزيع بواسون يمثل هذه الحالة بشكل جيد، وحدوث موجة برد واحدة التكرار الملاحظ = 9 سنوات والتكرار المتوقع = 11.6 سنة التكرار المتوقع أعلى قليلاً من الملاحظ، لكن الفرق ليس كبير، حدوث موجتين من موجات البرد التكرار الملاحظ = 12 سنة والتكرار المتوقع = 7.5 سنة التكرار الملاحظ أعلى من المتوقع، وهذا يشير إلى أن حدوث موجتين في السنة أكثر شيوعاً مما يتوقعه النموذج. حدوث ثلاث موجات برد التكرار الملاحظ = 4 سنوات والتكرار المتوقع = 3.2 سنة الفرق بسيط ويشير إلى تقارب بين القيمتين، أربع موجات برد التكرار الملاحظ = 0 والتكرار المتوقع = 1.0 التوزيع الاحصائي يتوقع حدوثها مرة تقريباً، لكنها لم تسجل فعلياً، خمس موجات فأكثر التكرار الملاحظ = 0 التكرار المتوقع = 0.26احتمالية حدوثها ضعيفة جداً، بشكل عام يوجد تقارب بين التكرار الملاحظ والمتوقع في أغلب القيم، مما يدل على أن توزيع بواسون مناسب نسبياً لدراسة تكرار موجات البرد في الناصرية خلال مدة الدراسة.

شكل(103)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في الناصرية للمدة (1991 - 2023)



المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدول (115) باستخدام برنامج XL STAT .

9-محطة البصرة

يتضح من الجدول (116) أدناه أن أغلب السنوات شهدت 1 أو 2 موجة برد، حيث كل منهما حدث في 12 سنة من أصل 33 سنة، أي حوالي 36% لكل تكرار، موجة برد حدث في 7 سنوات، أي حوالي 21% من السنوات، ما يدل على أن سنوات بدون برد ليست نادرة لكنها أقل شيوعًا .وعند حدوث ثلاث موجات برد حدثت فقط في سنتين، أي 6%، ما يشير إلى أن موجات البرد الشديدة نادرة جداً.و اربع موجات فأكثر لم تحدث إطلاقًا خلال هذه الفترة، مما يعكس ندرة موجات البرد القصوى في البصرة، مجموع موجات البرد خلال 33 سنة هو 42 موجة، أي متوسط حوالي 1.2 موجة برد في السنة، هذا الرقم يعطي مؤشر على شدة البرد في البصرة. معظم السنوات معتدلة أو منخفضة الموجات، الاحتمالية الأكبر هي لموجة واحدة أو موجتين (≈36% لكل منهما)، ما يعني أن البصرة عادة تشهد موجة برد أو اثنتين في أغلب السنوات، الاحتمالية لموجات برد أكثر من 2 منخفضة جدًا، ما يؤكد ندرة البرد الشديد، البصرة خلال 1991–2023 شهدت غالبًا موجة أو اثنتين من البرد في السنة، مع ندرة الموجات الشديدة (3 أو أكثر). السنوات

بـدون بـرد موجـودة لكنهـا أقـل شـيوعًا، ولا توجـد موجـات بـرد متطرفـة (4 فـأكثر). يمكـن القـول إن موجات البرد في البصرة معتدلة وشبه ثابتة بعددها.

جدول (116)

احتمالية تكرار موجات البرد في البصرة للمدة (1991 – 2023)

تكرار الحدوث	عدد السنوات	مجموع موجات البرد	الاحتمالية الملاحظة
0	7	0	0.212
1	12	12	0.364
2	12	24	0.364
3	2	6	0.061
4	0	0	0.0
5 فاكثر	0	0	0.0
المجموع	33	42	100

المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (27) ، (28) ، (29) باستخدام برنامج XL STAT.

ولما كان المعدل يساوي (1.2) وقيمة (e) و (z) ثابتتين لذا تحسب قيمتهما أولا، لأنها تتكرر في كل عملية حساب احتمالية مع هذا المعدل. ولغرض حساب الاحتمالية من (0) عدم الحدوث الى (5) حدوث حالة موجات برد في السنة الواحدة، سنحتاج الى رفع قيمة النسبة الثابتة (2.7183) الى قوة المعدل (1.2) معدل تكرار موجات البرد وبتطبيق المعادلة فإن: –

e^z 2.7183^ 1.2 =3.320

وهو معدل تكرار موجات البرد شتاء لكل سنة.

1–احتمالية عدم الحدوث

P (0) = 1.2^ (0) \3.320 *0! =0.301

2–احتمالية حدوث حالة واحدة

P (1) = 1.2^ (1) \3.320 *1! =0.361

3–احتمالية حدوث حالتين

P (2) = 1.2^ (2) \3.320 *2! =0.216

4–احتمالية حدوث ثلاث حالات

P (3) = 1.2^ (3) \3.320 *3! =0.086

5– احتمالية حدوث أربع حالات

P (4) = 1.2^ (4) \3.320 *4! = 0.026

٦. احتمالية حدوث أكثر من خمس

P (5) = 1.2^ (5) \3.320 *5! = 0.006

وعند المقارنة بين التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة تحسب التكرارات المحتملة طبقا لتوزيعات بواسون عند المقارنة مع النمط العشوائي عند تحليل الأنماط. ويتم الحصول على التكرارات المتوقعة بضرب احتمالات بواسون بمجموع سنوات الدراسة، وعندما يكون الفرق بين التكرارات الملاحظة والمتوقعة قليلا نستنتج حينها أن العملية المسببة للنمط قيد الدراسة عشوائياً. بالمقابل فإن الفرق الكبير بين التكرارين الملاحظ والمتوقع يعني أن النمط ليس عشوائيا.

وبضرب احتمالات بواسون بمجموع السنوات لوحظ أن العملية المنتجة للنمط المكاني لتكرار موجات البرد في البصرة (عشوائية) إذ بلغت قيمة التكرار المتوقع (32.86) والفرق هنا قليل جدا. وكما مبين في الجدول رقم (117) أدناه .

جدول (117)

احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في البصرة للمدة (2023 – 1991)

تكرار الحدوث	التكرار الملاحظ	احتمالية بواسون	التكرار المتوقع
0	7	0.301	9.933
1	12	0.361	11.913
2	12	0.216	7.128
3	2	0.086	2.838
4	0	0.026	0.858
5فاكثر	0	0.006	0.198
المجموع	33	100	32.86

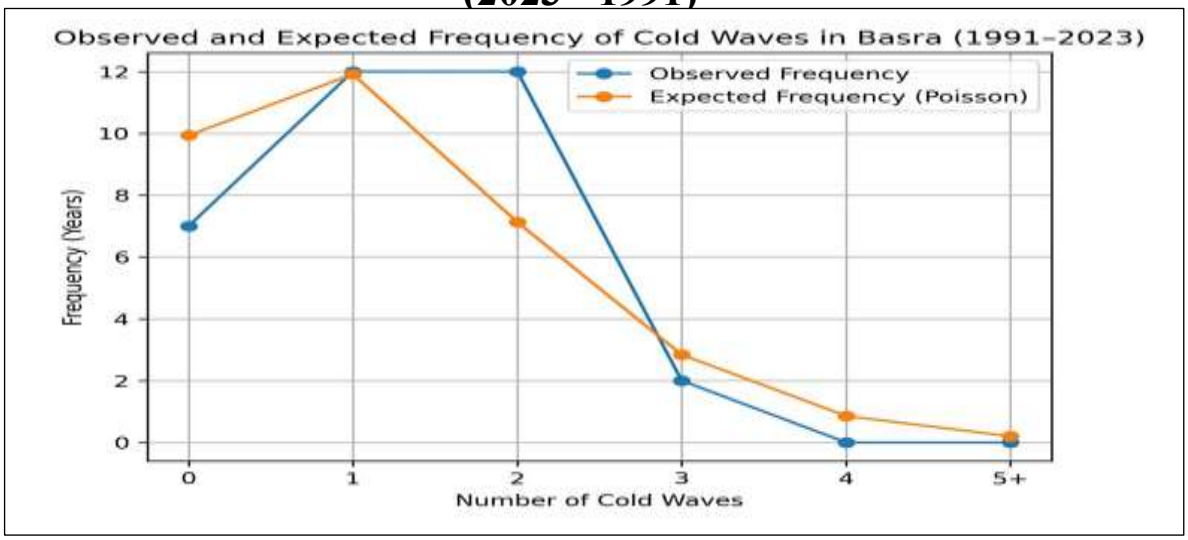
المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (116) باستخدام برنامج XL STAT

يتضح من الجدول (117) أعلاه والشكل(104) أدناه عندما تحدث موجة برد عشوائية (1.5) في السنة الواحدة فان احتمال عدم حدوثها سيكون (0.30) أي 30 سنة من مجموع مائة عام ليس فيها موجات برد في هذه المحطة ، وان احتمال حدوث موجة برد واحدة فقط في العام يكون في (36) سنة من كل مائة عام ،واحتمال حدوث موجتان في 21سنة من مجموع مائة عام ، بينما احتمال حدوث ثلاثة موجات برد سيكون (8) سنوات ، وان احتمالية حدوث اربع موجات برد

وصاعداً التوقع أقل من 1 نادر جدًا ولم يحدث .الاحتمالية الأعلى هي لموجة واحدة تليها موجتين .

وهذا يشير إلى أن السنوات العادية تحتوي على 1–2 موجة برد عادةً، محطة البصرة: غالبًا موجة أو اثنتين من البرد في السنة. موجات البرد الشديدة (3+) نادرة جدًا. التوزيع الملاحظ يتوافق إلى حد كبير مع التوزيع المتوقع حسب نموذج بواسون، مع بعض الانحراف عند موجتين برد حيث كانت أكثر من المتوقع.

شكل (104)
احتمالية بواسون التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع لموجات البرد في البصرة للمدة (1991 - 2023)



المصدر: –الباحث بالاعتماد على جدول (117) باستخدام برنامج XL STAT

خلاصة الفصل

بشكل عام أثبتت الدراسة أن توزيع بواسون مناسب لتحليل تكرار موجات الحر والبرد في مناخ العراق ، خاصة عند التكرارات المنخفضة والمتوسطة . وتوجد هنالك فروق مكانية واضحة بين المحطات في عدد وشدة موجات الحر والبرد ، وأن أغلب التكرارات في العراق تميل إلى النمط العشوائي (تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع) .

بالنسبة إلى أهم نتائج المبحث الأول هناك ازدياد مع شدة وتكرار موجات الحر باتجاه الجنوب مثل محطات الناصرية والبصرة حيث سجلت تكرارات عالية جداً (5 موجات فأكثر) ، ونسب مرتفعة تصل إلى نصف السنوات أو أكثر مما يدل على تطرف حراري واضح ، والمحطات الوسطى (مثل بغداد والحي والنجف) التكرار الشائع فيها (2 ـ 3) موجات سنوياً حيث تمثل الحالة المتوسطة للمناخ العراقي ، أما المحطات الشمالية والغربية مثل (الموصل والرطبة) التكرار فيها أقل وغالبا ما يكون (1 _2) موجة سنوياً أي أنها أقل تعرضاً للحر الشديد ، وبعض المحطات مثل (خانقين والناصرية والبصرة) سجلت قيم أعلى من المتوقع إحصائياً مما يدل على تزايد شدة موجات الحر .

أما فيما يخص المبحث الثاني نستنتج أن موجات البرد أقل شدة وانتشاراً مقارنة بالحر ، لكنها أكثر وضوحاً في المناطق الشمالية مثل الموصل والتكرارات الشائعة غالبا ما تكون (2 _ 3) موجات برد سنوياً ونادراً ما تتجاوز ذلك ، بشكل عام ليس هناك غياب لموجات البرد وهذا يعني أن البرد يحدث بشكل منتظم كل سنة تقريباً ، وأثبت الاستنتاج الإحصائي أن تقارب التكرار الملاحظ مع المتوقع في أغلب المحطات يدل على أن توزيع بواسون يمثل النمط العام بشكل جيد لكن عند التكرارات العالية يظهر انحراف واضح مما يشير إلى تأثير التغير المناخي أو عوامل مناخية غير عشوائية .

وبصورة عامة العراق يشهد زيادة في موجات الحر (شدة وتكرار) مقابل استقرار نسبي أو أقل شدة في موجات البرد وهناك تباين مكاني واضح حيث أن الأقسام الجنوبية ارتفاع شديد في درجات الحرارة ومتكرر أما الأقسام الوسطى تشهد تكراراً متوسطاً والأقسام الشمالية والشمالية الغربية غالباً ما تكون أقل حرارة وأكثر تأثراً بموجات البرد .

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

توصلت الدراسة الى مجموعة من الاستنتاجات هي: -

1. بلغ عدد موجات الحر في العراق خلال مدة الدراسة (1991 . 2023) لثلاث دورات مناخية في المحطات التسعة (الموصل ، خانقين ، الرطبة ، بغداد ، النجف ، الحي ، العمارة ، الناصرية ، البصرة) (876 موجة حر) .

2. بلغ عدد موجات البرد في العراق خلال مدة الدراسة (1991 . 2023) لثلاث دورات مناخية في المحطات التسعة (الموصل ، خانقين ، الرطبة ، بغداد ، النجف ، الحي ، العمارة ، الناصرية ، البصرة) (522 موجة برد) .

3. تشير النتائج إلى أن المنظومات الضغطية المسؤولة عن حدوث موجات الحر تمثلت أساساً بامتداد منخفض الهند الموسمي ومراكزه الثانوية ، إذ جاء في المرتبة الأولى من حيث التأثير تلاه في المرتبة الثانية المنخفض المندمج الناتج عن تداخل منخفض الهند الموسمي مع المنخفض السوداني ، في حين احتل المنخفض السوداني المرتبة الثالثة من حيث مساهمته في توليد هذه الموجات .

4. تُعزى غالبية موجات البرد إلى تأثير المرتفع السيبيري بالدرجة الأولى ، يليه في الأهمية المرتفع الأوروبي بالدرجة الثانية ، في حين يحتل المرتفع الجوي المندمج الناتج عن تداخل المرتفعين السيبيري والأوروبي المرتبة الثالثة من حيث التأثير في حدوث هذه الموجات .

5. يتسم تكرار موجات الحر والبرد في العراق بتباين مكاني وزماني واضح ، إذ يرتبط هذا التباين بمجموعة من العوامل الجغرافية والمناخية ، فمن جهة توجد عوامل ثابتة تشمل الموقع الفلكي بالنسبة لدوائر العرض وخطوط الطول ، سواء على مستوى العراق عامة أو محطات منطقة الدراسة ، فضلاً عن الموقع بالنسبة للمسطحات المائية والكتل اليابسة ، وطبيعة السطح . ومن جهة أخرى

، تتداخل عوامل متحركة ومتغيرة تتمثل في عناصر الدورة العامة للغلاف الجوي ، والتي تتجسد في تأثير المنظومات الضغطية والكتل الهوائية ، وما يترتب عنه تغيرات في الخصائص الحرارية .

6. اتضح من خلال الدراسة أن هناك اختلاف واضح ما بين محطات منطقة الدراسة وبحسب اشهر السنة بالنسبة للفصل الحار والفصل البارد للدورات المناخية الثلاث ، الذي اعتمد على درجة الحرارة والتي هي الحد الفاصل ما بين الفصل الحار والفصل البارد ، حيث نجد درجة حرارة (18 °م) هي الحد الفاصل ما بين الفصل الحار والفصل البارد في العراق .

7. لقد اوضحت الدراسة أن نتائج اختبار مان ـ كندال للاتجاه الزمني لسلسة تكرار موجات الحر لمحطة الموصل ما بين الدورات المناخية الدورة الاولى أدنى اتجاه بلغ (0.422−) وهو ما يوحي بوجود ميل تناقصي في تكرار موجات الحر خلال مدة الدراسة ، بينما سجل في الدورة المناخية الثالثة أعلى اتجاه قد بلغ (0.366,0−) وبحسب معامل الارتباط وهو ما يتوافق مع ميل خط الاتجاه وتذبذب واضح في القيم .

8. اتضح من خلال الدراسة ان محطة البصرة سجلت أعلى موجة حر فقد بلغ (172موجة) وبمعدل (57.3 موجة) للدورة الواحدة ، فقد سجلت الدورة المناخية الأولى (58 موجة) في حين سجلت الدورة المناخية الثانية (69 موجة) أما الدورة المناخية الثالثة فقد سجلت (45 موجة) وهي أقل مجموع سنوي لموجات الحر في العراق خلال مدة الدراسة .

9. أظهرت نتائج الدراسة أن معدل التغير والاتجاه في تكرار موجات البرد في العراق خلال مدة الدراسة أن هناك تباين ما بين محطات الدراسة وخلال الدورات المناخية الثلاث ، حيث سجل في الدورة المناخية الثالثة أعلى تكرار لموجات البرد قد بلغ (205 موجة) خلال مدة الدراسة ، بينما سجل في الدورة المناخية الأولى أدنى تكرار لموجات البرد قد بلغ (145 موجة) خلال المجموع الكلي لتكرار موجات البرد في العراق وخلال مدة الدراسة .

10. بينت نتائج الدراسة أن موجات البرد تباينت ما بين المحطات المناخية ، فقد سجلت محطة الموصل أعلى تكرار لموجات البرد بلغ (81 موجة) أي بمعدل (27 موجة) للدورة الواحدة ، بينما سجلت محطة البصرة أدنى تكرار لموجات البرد بلغ (42 موجة) أي بمعدل (14 موجة) للدورة الواحدة خلال مدة الدراسة في العراق .

11. اتضح من خلال الدراسة احتمالية تكرار موجات الحر في العراق ، تم ذلك من خلال تحليل استخدام توزيع بواسون الذي اعتمد على البيانات المناخية خلال مدة الدراسة المحددة ، كذلك اعتمد على تكرار الحدوث على عدد السنوات مع المجموع لموجات الحر في العراق خلال مدة الدراسة .

12. بينت نتائج الدراسة إلى احتمالية تكرار موجات البرد في العراق ، من خلال تحليل التكرار لموجات البرد من بيانات المحطات المناخية والاساليب الاحصائية المستخدمة لمجال توزيع بواسون الذي أعتمد على التوزيعات الاحتمالية للمتوسط العام لتكرارها خلال مدة الدراسة في العراق .

التوصيات: –

من خلال نتائج الدراسة التي توصل اليها الباحث يوصي بالأتي :

1 . إنشاء محطات ارصاد مناخية مع تزويد الباحثين بأجهزة الرصد الجوي لرصد وتسجيل البيانات المناخية والظواهر الجوية المتطرفة .

2 . استخدام وتطبيق الطرق العلمية والمعادلات الرياضية لرصد حالات موجات الحر وموجات البرد في منطقة الدراسة .

3 . لقد أكدت الدراسة على خطر الظواهر الجوية المتطرفة حيث يجب التكيف والتخفيف من حدة آثار موجات الحر وموجات البرد على منطقة الدراسة .

4 . توصلت الدراسة إلى إمكانية الحد من تأثير موجات الحر وموجات البرد من خلال الالتزام بمتابعة النشرات الجوية اليومية ، لما توفره من معلومات إستباقية تسهم في إتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة.

5 . دعم أجهزة الارصاد الجوي ومتابعة الاسباب التي تزيد من شدة وتكرار الحالات المتطرفة للظواهر المناخية من موجات الحر وموجات البرد المؤثرة في مناخ العراق .

6 . التوسع في إنشاء وزيادة المساحات الخضراء داخل المدن ولا سيما في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية لما لها من دور في التخفيف من آثار موجات الحر وخفض درجات الحرارة المحلية وتحسين البيئة الحضرية .

المصادر

-القرآن الكريم

أولاً/ المصادر العربية :

أ/ الكتب : -

1. الاسدي، كاظم عبد الوهاب حسن ، عبد العباس لفتة الوائلي ،المناخ الشمولي ، الطبعة الأولى ، مؤسسة الصادق الثقافية للطباعة والنشر والتوزيع ،2021.

2. البياتي، معتز محمد صالح مهدي ، موجات الحر التي أثرت على العراق في شهر تموز عام (1978) ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، شعبة الأبحاث ،1982 .

3. الدزيي، سالار علي خضر ، مناخ العراق القديم والمعاصر ، الطبعة الاولى ، بغداد ، من اصدارات بغداد عاصمة الثقافة العربية ، 2013.

4. الدزيي، سالار علي خضر ، مفاهيم علم المناخ الشمولي ونظرياته ، الطبعة الأولى ، دار الراية للنشر والتوزيع ، عمان . الأردن ، 2014.

5. الدزيي، سالار علي خضر ، التحليل العملي لمُناخ العراق ، الطبعة الأولى ، دار الفراهيدي للنشر والتوزيع ، بغداد ، 2010.

6. الزنكنه، ليث محمود ، موقع التيار النفاث وأثره في منخفضات وأمطار العراق ، مركز كردستان للدراسات الستراتيجية ، السليمانية ، 2007.

7. السامرائي، قصي عبد المجيد ، المناخ الشمولي ، مكتبة دلير للطباعة والنشر ، الطبعة الأولى 2020.

8. السامرائي، قصي عبد المجيد ، مبادئ الطقس والمناخ ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، عمان . الأردن ، 2008

9. السامرائي، قصي عبد المجيد ، وآخرون ، موجات الحر في العراق دراسة تطبيقية على مناخ العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية ، قسم المناخ ، 1995 .

10. شحادة، نعمان ، علم المناخ ، الطبعة الثانية ، مطبعة النور النموذجية ، عمان ، 1983

11. شرف، عبد العزيز طريح ، مناخ الكويت ، الطبعة الاولى ، الاسكندرية ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، 1980.

12. الشعراوي، سمير مصطفى ، مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية ، جامعة الملك عبد العزيز ، الطبعة الأولى ، الرياض ، 2005.

13. غانم، علي أحمد ، الجغرافية المناخية ، دار المسيرة للطباعة والنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، 2011.

14. غانم، علي احمد ، المناخ التطبيقي ، دار الميسرة للنشر والتوزيع ، عمان ' 2010.

15. كربل ،عبد الآله رزوقي ، ماجد السيد ولي محمد ، علم الطقس والمناخ ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، 1978.

16. المشهداني، محمود حمد ، اصول الاحصاء والطرق الاحصائية ، الطبعة السادسة ، مطبعة دار السلام ، بغداد ، 1985.

17. الموسوي، علي صاحب طالب ، عبد الحسن مدفون ابو رحيل ، مناخ العراق ، الطبعة الاولى ، مطبعة الميزان ، 2013.

18. موسى، علي حسن ، المناخ الاقليمي ، مطبعة الاتحاد ، دمشق ، 1990.

19. موسى، علي حسن ، المناخ التطبيقي ، كلية الاداب ، جامعة دمشق ، 2006 .

.ب: الرسائل و الاطاريح الجامعية : -

1. ابوحسين،علي صبري محمود ، موجات الحر في الأردن (1960 . 2000) ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الدراسات العليا ، الجامعة الأردنية ، 2001.

2. اسماعيل ، سليمان عبد الله ، التحليل الجغرافي لخصائص الأمطار في اقليم كردستان ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة صلاح الدين ، كلية الآداب ، 1994.

3. الباقي، فاتن خالد عبد ، ظواهر طبقات الجو العليا وأثرها في تشكيل وصياغة مناخ العراق ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد ، كلية الآداب ، 2001.

4. جورج، ماريا ، التطرف الحراري وأثره على الصحة البشرية في مدينة دمشق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة دمشق ، 2005 .

5. الجيزاني، بلسم شاكر شنيشل ، الأتجاهات العامة لتكرار الكتل الهوائية المؤثرة في مناخ العراق ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، 2015 .

6. الحسيناوي، عزيز كوطي حسين ، خصائص ظاهرة الركود الهوائي وأثرها في طقس العراق ومناخه ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية الآداب ، جامعة بغداد ، 2008 .

7. خليل، سلام عبد الوهاب ، طرق للتنبؤ بحركة بعض المنظومات الطقسية المؤثرة على القطر ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، قسم الأنواء الجوية ،كلية العلوم ، الجامعة المستنصرية ، 1988.

8. الربيعي، شهلاء عدنان محمود ، تكرار المرتفعات الجوية وأثرها في مُناخ العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، 2001.

9. زاده، زهراء هنكر ، تحليل شمولي لموجات البرد في ايران ، جامعة فردوسي ، كلية الآداب ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، 2011 .

10. الزبيدي، مجيب رزوقي فريح عبد ، التطرف في درجات الحرارة لمحطات مختارة من العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، 2013 .

11. السبهاني، خميس دحام مصلح ، العوامل المؤثرة في تكرار السنوات الجافة والرطبة في العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة بغداد ، كلية الآداب ، 2002.

12. شبر، مهند حطاب ، موجات الحر والبرد وآثارها البيئية في العراق ، جامعة الكوفة ،كلية التربية للبنات ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، 2016 .

13. شنيشل، بلسم شاكر ، الرياح الشمالية الغربية في العراق وأثرها في عنصري الحرارة وكمية الأمطار ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، 2010 .

14. صالح، بشرى أحمد جواد ، الجبهات الهوائية تكراراتها ومساراتها وآثارها الطقسية على مناخ العراق ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، كلية التربية (ابن رشد) ، 2000 .

15. عبد الرحمن، ميسرة عدنان ، المنظومات الضغطية المندمجة وتأثيرها على الظواهر الطقسية والمناخية في العراق ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، 2013.

16. عبد الرضا، حنين حاكم ، تأثير أمواج روسبي على مناخ العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، الجامعة المستنصرية ، كلية العلوم ، قسم علوم الجو ، 2005.

17. عبد المحسن، سعود عبد العزيز ، تكرار بعض الظواهر الجوية القاسية في العراق . دراسة في الجغرافية المناخية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، 1996.

18. العزاوي، عمار مجيد مطلك ، تحليل أثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة موجات الجفاف في العراق ، جامعة تكريت ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) 2019 .

19. العزاوي، عزيز ابراهيم علي عبيد ، النظام الحراري في العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، قسم الجغرافية ، جامعة تكريت ، 2001 .

20. العوابد، كريم دراغ محمد ، التحليل الموضعي للتباينات المناخية المكانية في العراق ، اطروحة دكتوراه ، (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، 1999 .

21. الفهداوي، ليث محمود ، التغيرات المناخية وأثرها على الخصائص الهيدرولوجية للخزانات المائية على نهر الفرات في العراق ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، جامعة الانبار ، 2017

22. القاضي، تغريد أحمد عمران عيسى ، أثر المنخفضات الحرارية في طقس العراق ومناخه ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، 2006 .

23. القاضي، تغريد أحمد عمران ، أثر المنظومات الضغطية السطحية والعليا في تكون العواصف الغبارية في العراق ، جامعة بغداد ، كلية الآداب ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، 2001 .

24. كاظم، أحلام عبد الجبار ، الكتل الهوائية تصنيفها خصائصها ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد ، كلية الآداب ، 1991 .

25. الكناني، نهاد خضير كاظم ، تحليل زماني ومكاني لخصائص الأمطار الساقطة وسلاسلها الزمنية في العراق للتنبؤ بسنوات الجفاف ، رسالة ماجستير ، جامعة الكوفة ،كلية التربية للبنات ، 2005.

26. المياحي، خلدون فليح حسن ، التغير المناخي وأثره في تغير منخفض الهند الموسمي وانعكاسه على موجات الحر في العراق ، كلية التربية ابن رشد للعلوم الإنسانية ، جامعة بغداد ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، 2019

ج: البحوث والدوريات والنشرات: –

1. السامرائي، قصي عبد المجيد ، وآخرون ، موجات البرد في العراق ، مجلة الجمعية العراقية ، العدد 29 ، 1995 .

2. جواد، بشرى احمد صالح جواد ، دراسة شمولية لحالات انخفاض درجات الحرارة دون الصفر المئوي في العراق ، مجلة كلية التربية ، ابن رشد ، جامعة بغداد ، العدد (9) ، 2008

3. شحادة، نعمان ، موجات الحر في الاردن خلال الصيف ، رسائل جغرافية ، الكويت ، 1990 .

4. الدزيي، سالار علي خضر ، بشرى احمد جواد صالح ، تحديد خصائص موجة البرد المربعانية في مناخ العراق ، مجلة كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، المجلد (21) ، العدد (1) ، 2010 م.

5. الدزيي، سالار علي خضر ، بشرى احمد جواد ، عبير احمد حسين ، الامطار الصيفية (الفُجائية) في العراق ـ دراسة في المناخ الشمولي ، مجلة الأستاذ ، جامعة بغداد ، كلية التربية ، العدد 61 ، 2007.

6. القشطيني، باسل احسان ، الكتل الهوائية التي تعترض منطقة بغداد في مواسم الأمطار ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد 24 . 25 ، بغداد ، 1990 .

د : التقارير والدوائر ومؤسسات الدولة:-

1.الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية ، قسم المناخ ، بيانات لعناصر المناخ للمدة (1991 . 2023) للمحطات المشمولة بالبحث .

ثانيا: المصادر الاجنبية:-

1. Scott Runyon 'Northeast United States Heat Waves ;Aststistical Analysis And synoptic Climarology' Master Of Science , Departnert of Arncospherice Envirormental Scinces, college of Arts And Sciences, University of Albany State Univeristy of new York,2001.

2. A. KrautmarnK ;Midwest Uriban Heat Wave Chirnatology ; What Consti tutes .

3. The Worst Events?'' M.A. Thesis, college of Arts and Sciences Departusert of Geography , Ohio University, 2012.

4. Polioptro Martinez, Erick R. Bandala, Heat Waves: A Growing Climate Change related Risk, Brief for GSDR – 2016 Update, 2016
5. Mesut DEMİRCAN, et al., A REVIEW OF THE TURKEY FEBRUARY)2(HEAT WAVE OF 2016, Turkish State Meteorological Service, Ankara, Turkey, 2017.

ثالثاً : موقع الأنترنيت

1. http://ar.wikipedia.org/wiki/

2000http://www

Abstract

The study aims to determine the likelihood of heat and cold waves recurring in the climate of Iraq due to their extreme importance. This was done by defining heat and cold waves, which are defined as relatively short periods of time characterized by a severe rise or fall in temperatures compared to normal climatic averages, lasting for several days, and resulting from changes in weather systems, air masses, and factors affecting their occurrence, such as fixed factors represented by the geographical and astronomical location, location in relation to water bodies, and topography, and moving (dynamic) factors represented by high and low pressure systems, air masses, and jet streams. The study

methodology employed a descriptive-analytical approach to describe the phenomenon of heat and cold waves in Iraq and analyze their temporal and spatial distribution. The study aimed to determine the general trend and variation in heat and cold waves and calculate their frequencies for the period 1991-2023, divided into three minor climatic cycles: the first cycle (1991-2001), the second cycle (2002-2012), and the third cycle (2013-2023). This was achieved by studying nine meteorological stations across Iraq: Mosul, Khanaqin, Rutba, Baghdad, Najaf, Al-Hayy, Amarah, Nasiriyah, and Basra. The Mann-Kendall test was used to calculate the frequency of heat and cold waves. The study also aimed to determine the probability of recurrence of heat and cold waves using Poisson's equation. The study revealed both spatial and temporal variations in the recorded frequency of heat and cold waves throughout the study period.

The total number of heat waves recorded during the study period was 876, while cold waves totaled 522. The second climate cycle (2002-2012) recorded the highest annual average frequency of heat waves at 361, representing the highest percentage of heat wave frequency in Iraq among the three climate cycles, at 41.2% of the total heat wave frequency during the study period. Conversely, the third climate cycle (2013-2023) recorded the highest annual average frequency of cold waves at 205, representing the highest percentage of cold wave frequency in Iraq among the three climate cycles, at 39.3% during the study period.

The third climatic cycle (2013-2023) recorded the lowest frequency of heat waves, with 219 waves, representing 25% of the total frequency of heat waves in Iraq during the study period. Conversely, the first climatic cycle (1991-2001) recorded the lowest frequency of cold waves, with 145 waves, representing 27.8% of the total frequency of cold waves in Iraq during the study period. The study also confirmed that the main reason for the increased frequency of heat waves, characterized by high

maximum temperatures at most stations in the study area (excluding Mosul and Rutba), is local environmental factors such as urban expansion, increased industrial activity, desertification, reduced vegetation cover, and decreased rainfall. Furthermore, the frequency of heat and cold waves varied across meteorological stations in Iraq. The Basra station recorded the highest annual frequency of heat waves, with 172 waves, constituting 19.63% of the total number of heat waves in Iraq. While the Amarah station recorded the lowest annual frequency of heat waves in Iraq, with 54 waves (6.2% of the total), the Mosul station recorded the highest annual frequency of cold waves, with 81 waves (15.5% of the total). The Basra station, on the other hand, recorded the lowest annual frequency of cold waves, with 42 waves (8.05% of the total). The study revealed that the observed changes in the frequency of heat and cold waves in Iraq across different climatic cycles are consistent with the increasing frequency of climatic phenomena recorded globally. This clearly indicates the impact of these changes on Iraq's climate, both in its fundamental climatic elements and in the associated weather phenomena. The most significant finding of the study is the clear temporal and spatial variation in the frequency of heat waves and the relatively low frequency of cold waves.

Ministry of Higher Education & Scientific Research
Wasit Uniiversity - Colleage of Education for Humanities
Geographical department

Probability of Recurrence of Heat and Cold Waves in the Climate of Iraq

A thesis submitted

to the Council of the College of Education for Humanities / University of Wasit as part of the requirements for obtaining a Master's degree in Education / General

Submitted by the student

Ali Sattar Abdul Wahid Yassin

supervision by prof

Dr. Nasser Wali Farih Al-Rikabi