نمذجة التغيرات المناخية في محطتي الحي و دزفول (دراسة مقارنة)

Climate change modeling at Al-Hayy and Dezful stations (A comparative study)

ا. م. د. ناديه حاتم طعمه العتابي
Assistant Professor Nadia Hatem Tuma
قسم الجغرافية/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ جامعة واسط/العراق
Department of Geography, College of Education for Humanities, University of Wasit, Iraq
nadiah@uowasit.edu.iq

المستخلص

يهدف البحث إلى تحليل التغيرات المناخية في محطتي الحي ودزفول ومقارنتها من خلال تحليل الاتجاه العام ومعدل التغير السنوي والشهري لعناصر مناخية مختارة شملت: درجات الحرارة الصغرى، درجات الحرارة العظمى و الأمطار، اعتمادًا على السلاسل الزمنية السنوية والشهرية للمدة (1985–2020). اعتمد البحث الاتجاه العام (Trend Detection) لاستخراج معاملات الاتجاه، ومن ثم حساب معدل التغير السنوي ونسبة التغير، إضافة إلى التحليل الشهري لأبرد وأحرّ الشهور (كانون الثاني وتموز) للكشف عن التغيرات المناخية. أظهرت النتائج وجود اتجاهات موجبة لمعظم العناصر الحرارية، مع تباين مكاني واضح بين المحطتين، وتفوق محطة دزفول نسبيًا في انتظام التغيرات، في حين تميل محطة الحي إلى جفاف أشد، ولا سيما صيفًا، مما يؤكد أهمية الدراسات المقارنة في الجغرافيا المناخية والمورفومناخية. كون يقدم البحث تحليلًا مقارنًا طويل الأمد يبرز التباين المكاني في استجابة البيئات الجافة وشبه الجافة للتغير المناخي.

الكلمات الدالة

التغير المناخي، دراسة مقارنة، السلاسل الزمنية، الاتجاه العام، درجات الحرارة، الأمطار

Abstract

This research aims to analyze and compare climatic changes at the Al-Hayy and Dezful stations by analyzing the general trend and annual and monthly rate of change of selected climatic elements, including minimum temperatures, maximum temperatures, and rainfall, based on annual and monthly time series data for the period 1985–2020. The research employed trend detection to extract trend coefficients, then calculated the annual rate of change and percentage change, in addition to a monthly analysis of the coldest and warmest months (January and July) to reveal climatic variations. The results showed positive trends for most thermal elements, with clear spatial variation between the two stations. The Dezful station exhibited relatively more regular changes, while the Al-Hayy station tended towards greater aridity, particularly in summer. This underscores the importance of comparative studies in climatology and morphoclimatology. The research provides a long-term comparative analysis highlighting the spatial variation in the response of arid and semi-arid environments to climate change.

Keywords:

Climate change, comparative study, time series, general trend, temperature, rainfall

1-المقدمة

تُعد دراسة التغير المناخي من أبرز موضوعات الجغرافية والمناخ أهمية في الوقت الحاضر، وذلك لما تشهده عناصر المناخ من تغيرات ملحوظة في قيمها واتجاهاتها العامة على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية. وقد انعكست هذه التغيرات بصورة مباشرة على مختلف الأنظمة البيئية والأنشطة البشرية، ولا سيما في البيئات الجافة وشبه الجافة التي عادة تكون أكثر حساسية للتقلبات المناخية [1: 103] كما تعد منطقة الشرق الأوسط ومن ضمنها منطقة الدراسة اكثر المناطق تأثرا بتغير المناخ العالمي، إذ تعاني من ظروف الدفء والجفاف في نهاية القرن الحادي والعشرون، لذا نالت المنطقة الأثر الاوضح من التغير في درجات الحرارة وذلك بحكم موقعها المداري.

التغير المناخي كما يعرفه الفريق الدولي لخبراء المناخ هو "التغير الممكن تحديده من خلال متوسط التحولات وتباين خصائصها لحقبة زمنية طويلة غالباً تتجاوز العقد متضمنة كل تغير ناتج عن التقلبات الطبيعية او الأنشطة البشرية" [2 : 5]، وعليه فالتغير المناخي ظاهرة تراكمية طويلة الأمد، تتطلب تحليل السلاسل الزمنية الطويلة لعناصر المناخ [3 : 6]، واستخلاص الاتجاهات العامة التي تحكم سلوك هذه العناصر، إذ لا يمكن تشخيصها من خلال الملاحظات قصيرة المدى. ويُعد الاتجاه العام (Trend)أحد أهم الأدوات الكمية في دراسة التغيرات المناخية، وذلك لتحديد اتجاه التغير ومقداره خلال مدة زمنية محددة، فيكشف التحولات التراكمية طويلة الأمد بعيدًا عن التذبذب السنوي، كما ان درجات الحرارة الصغرى تُعد أكثر حساسية لتلك التحولات مقارنة بدرجات الحرارة العظمى، وذلك نتيجة ارتباطها بالتوازن الإشعاعي الليلي [4: 302]

تأتي هذه الدراسة في إطار المحاولات العلمية الهادفة إلى تشخيص طبيعة التغير المناخي في محطتي الحي ودزفول، من خلال تحليل عناصر مناخية مختارة تمثل المتغيرات الأكثر تأثيرًا في التوازن الحراري، وذلك بالاعتماد على بيانات رصد طويلة الأمد، وباستخدام أسلوب كمي دقيق ينسجم مع طبيعة البيانات المناخية.

1-1 مشكلة البحث

المشكلة الرئيسة: - هل هناك تغير مناخي في محطتي الحي ودزفول للمدة (1985–2020)؟

المشكلات الثانوية: - ما الاتجاه العام لهذا التغير وما مقداره؟

- هل تتباين مكانياً طبيعة الاستجابة المناخية بين المحطتين؟

2-1 فرضية البحث

يفترض البحث حدوث التغير المناخي في محطتي الحي ودزفول و باتجاهات موجبة أو سالبة، متباينة في مقدارها وانتظامها وفقًا للموقع الجغرافي للمحطتين والخصائص المناخية المحلية.

3-1 أهداف البحث

1. الكشف عن الاتجاه العام لعناصر المناخ في محطتي الدراسة.
2. حساب معدل التغير السنوي ونسبة التغير خلال مدة الدراسة.
3. تحليل التغيرات الشهرية في أبرد وأحرّ الشهور(كانون الثاني وتموز).
4. المقارنة التحليلية في طبيعة التغير المناخي بين محطتي الحي ودزفول.

4-1 أهمية البحث

تتجلى أهمية البحث في كونه يوضح طبيعة التغير المناخي في البيئات الجافة وشبه الجافة من خلال تحليل مقارن طويل الأمد لعناصر مناخية أساسية في محطتي الحي ودزفول، بما يكشف التباين المكاني في اتجاهات التغير ومقداره. كما يبرز البحث حساسية درجات الحرارة الصغرى بوصفها مؤشرًا مهمًا للاحترار الليلي، ويوفر أساسًا علميًا يمكن الاعتماد عليه في التخطيط البيئي وإدارة الموارد والتكيف مع آثار التغير المناخي.

5-1 منهجية البحث والأساليب الإحصائية

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، والأسلوب الكمي المتمثل بأسلوب الاتجاه العام الخطي ($y = ax + b$) لاستخراج معامل الاتجاه، كذلك المتوسط الحسابي، ومعامل التحديد (R^2) لقياس درجة الانتظام الزمني. كما تم إجراء تحليل شهري لأبرد واحر الشهور (كانون الثاني وتموز) لتمثيل اعلى قيم لدرجات الحرارة والامطار.

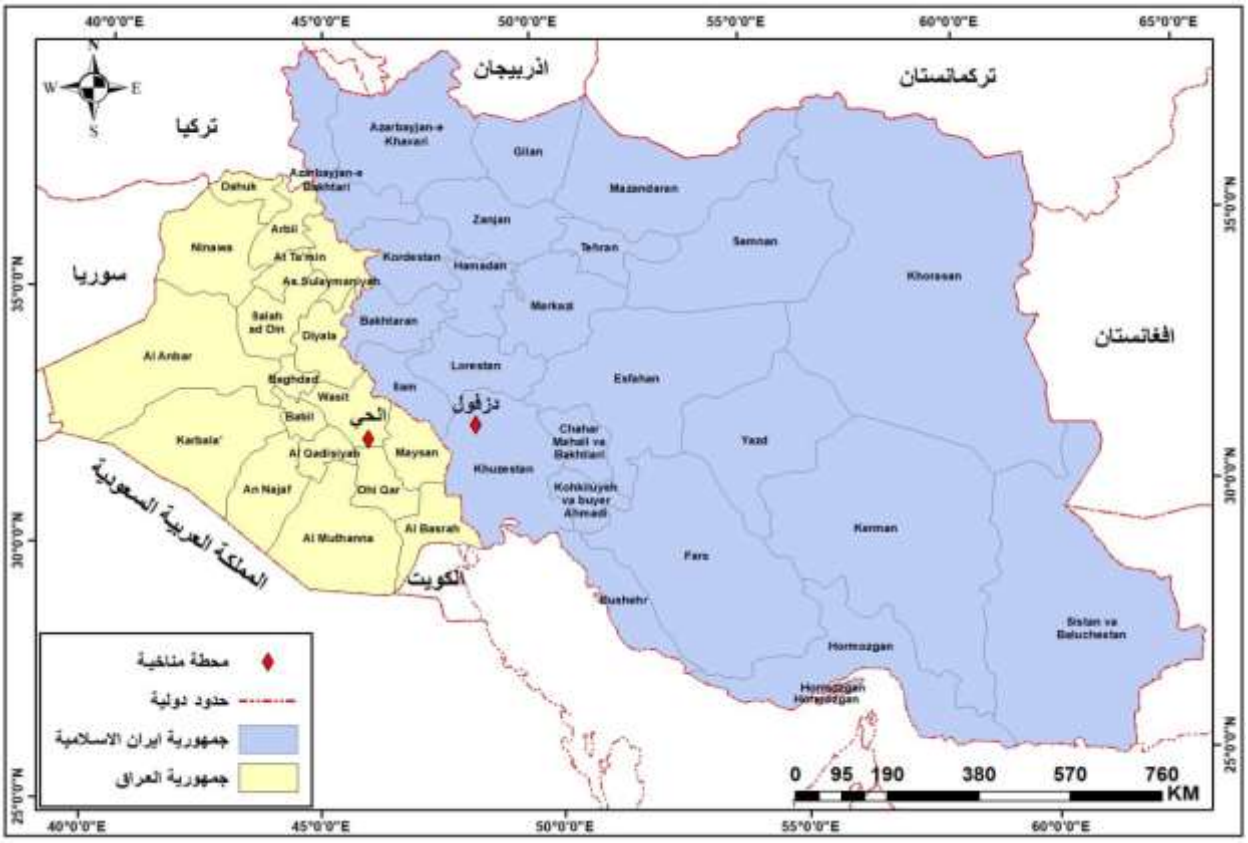
5-1 حدود البحث

تشتمل حدود البحث نطاقين ضمن دوائر العرض شبه المدارية الشمالية متقاربين مكانيًا ومتباينين في التأثيرات التضاريسية والخصائص المناخية، إذ لا يفسر الموقع العرضي وحده الخصائص المناخية للمكان، بل تتداخل معه عوامل جغرافية محلية أخرى، مثل الارتفاع والتضاريس والقرب من مصادر الرطوبة [5 : 75]

تضمنت محطات البحث محطة الحي (دائرة عرض 31.9°شمالًا) في جنوب شرق العراق، و محطة دزفول (32.4°شمالًا) في جنوب غرب إيران. ينظر خريطة (1).

تتسم محطة الحي بخصائص مناخية جافة وشبه جافة ضمن السهل الرسوبي العراقي، مع صيف حار وشتاء معتدل محدود الأمطار، مما يجعلها نموذجًا مناسبًا لدراسة استجابة البيئات السهلية الجافة للتغير المناخي. في المقابل، تقع محطة دزفول على اقدام جبال زاكروس الغربية، متأثرة نسبيًا بالارتفاعات المجاورة والكتل الهوائية الرطبة شتاءً، وهو ما يمنحها خصائص مناخية أكثر تنوعًا مقارنة بمحطة الحي.

خريطة (1)
موقع المحطات المدروسة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc map.

2- التحليل المناخي والاتجاه العام لبعض عناصر المناخ في محطتي الحي ودزفول

2-1 التحليل السنوي لتغير بعض عناصر المناخ

يكشف التحليل السنوي عن الاتجاه العام طويل الأمد لعناصر المناخ في المحطتين المدروسة، إذ يوضح طبيعة التغير ومقداره في مدة الدراسة الاجمالية، ويُعد خطوة ضرورية قبل الانتقال إلى التحليل الشهري الأكثر تفصيلًا.

2-1-1 درجات الحرارة الصغرى السنوية

تعد درجات الحرارة الصغرى والعظمى المحرك الأساس لبقية عناصر المناخ وظواهره والمؤثر في جميع المظاهر الحياتية فوق سطح الأرض [6: 36] ، يظهر من جدول (1) والاشكال (1) و(2) الاتي:-

2-1-1-1 محطة الحي

اظهرت السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى السنوية في محطة الحي للمدة(1985–2020)اتجاهًا عامًا موجبًا، إذ جاء معامل الاتجاه (0.0317°م/سنة)، والمتوسط الحسابي (13.1°م)، في حين بلغ معدل التغير السنوي (0.24%). كما ان انخفاض قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.134$) يعكس ضعف الانتظام الزمني للاتجاه، ما يشير إلى وجود تذبذب سنوي ملحوظ في قيم الحرارة الصغرى.

يشير ذلك الى ان ارتفاع درجات الحرارة الصغرى في محطة الحي يتقدم ببطء، ويتأثر بالعوامل المحلية والظروف الجوية المتقلبة، إلا أنه يمثل مؤشرًا واضحًا على تصاعد التأثيرات الحرارية للتغير المناخي، وخاصة في فصل الصيف.

2-1-1-2 محطة دزفول

تبين نتائج التحليل إلى أن درجات الحرارة الصغرى السنوية تتجه نحو الارتفاع باتجاه عام موجب في محطة دزفول أوضح مقارنة بمحطة الحي، إذ بلغ معامل الاتجاه (0.0483°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (12.55°م)، فيما سجل معدل التغير السنوي (0.36%). كما تعكس قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.332$) درجة انتظام مرتفع نسبيًا في السلسلة الزمنية.

مما يدل على تصاعد ظاهرة الاحترار الليلي بصورة أكثر وضوحًا في محطة دزفول، وهذا اشارة إلى استجابة مناخية أكثر انتظامًا للتغير المناخي مقارنة بمحطة الحي.

2-1-2 درجات الحرارة العظمى السنوية

هي أعلى درجة حرارة يتم تسجيها خلال اليوم. و تحدث عادة بعد الظهر خاصة في المناطق القارية [7 : 114]

يظهر من جدول (1) والاشكال (3) و(4) الاتي:-

2-1-2-1 محطة الحي

تظهر في محطة الحي درجات الحرارة العظمى السنوية اتجاهًا عامًا موجبًا ضعيفًا، إذ سجل معامل الاتجاه (0.022°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (34.6°م)، في حين سجل معدل التغير السنوي (0.06%). كما يشير انخفاض معامل التحديد ($R^2 = 0.098$) إلى عدم انتظام الاتجاه وارتفاع درجة التذبذب السنوي.

وتدل هذه النتائج على أن ارتفاع درجات الحرارة العظمى نهارا في محطة الحي أقل وضوحًا من ارتفاع درجات الحرارة الصغرى ليلاً، وذلك نتيجة خضوعه لمؤثرات آنية بدرجة كبيرة منها شدة الإشعاع الشمسي والعواصف الغبارية، وبالتالي وضوح الاتجاه طويل الأمد.

2-1-2-2 محطة دزفول

تبين السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة العظمى السنوية في محطة دزفول اتجاه عام موجب ضعيف أيضًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (0.0214°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (37.09°م)، فيما سجل معدل التغير السنوي (0.058%)، مع معامل تحديد منخفض.($R^2 = 0.078$)

ويعكس هذا الاتجاه أن التغير المناخي في درجات الحرارة العظمى بطيء وغير منتظم، على الرغم من ارتفاع القيم المطلقة للحرارة، وهو ما يؤكد أن القيم الحرارية النهارية العظمى أقل حساسية للتغير المناخي مقارنة بالقيم الحرارية الصغرى.

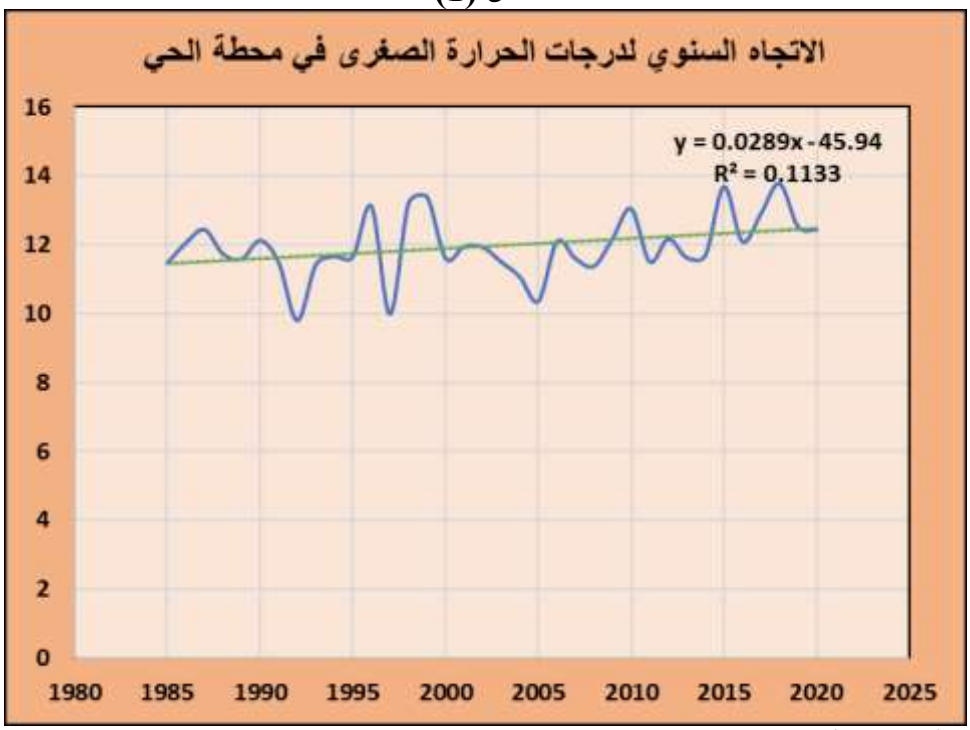
جدول (1)

الاتجاه السنوي العام لبعض عناصر المناخ في محطتي الحي ودزفول للمدة (1985–2020)

العنصر المناخي	المحطة	المتوسط السنوي	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي (%)	معامل التحديد (R^2)	طبيعة الاتجاه والدلالة المناخية
الحرارة الصغرى (°م)	الحي	13.1	+0.0317 °م/سنة	0.24	0.134	احترار ليلي ضعيف، اتجاه غير منتظم
	دزفول	12.55	+0.0483 °م/سنة	0.36	0.332	احترار ليلي واضح نسبيًا، انتظام أعلى
الحرارة العظمى (°م)	الحي	34.6	+0.022 °م/سنة	0.06	0.098	احترار نهاري ضعيف وغير منتظم
	دزفول	37.09	+0.0214 °م/سنة	0.058	0.078	احترار نهاري ضعيف جدًا، تذبذب عالٍ
الأمطار (ملم)	الحي	169.8	+2.34 ملم/سنة	1.38	0.108	اتجاه موجب ضعيف، تذبذب مطري عالٍ وعدم انتظام زمني
	دزفول	112.44	+7.06 ملم/سنة	22.41	0.447	اتجاه موجب أوضح، انتظام نسبي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الملاحق (1-2).

شكل (1)

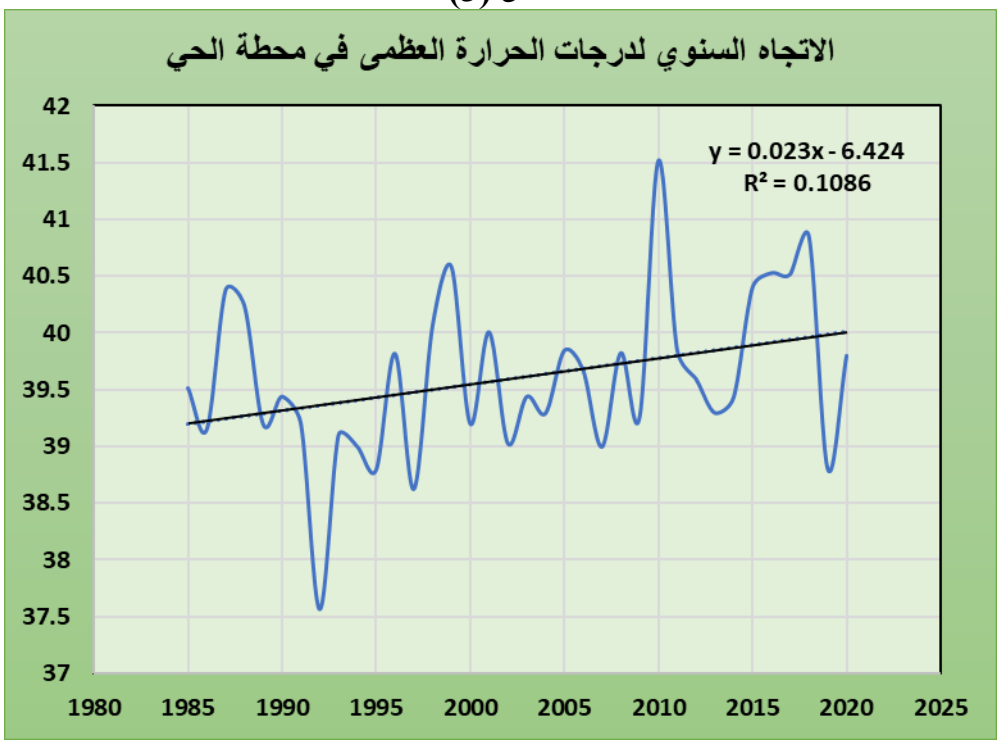


المصدر: ملحق (1).

شكل (2)

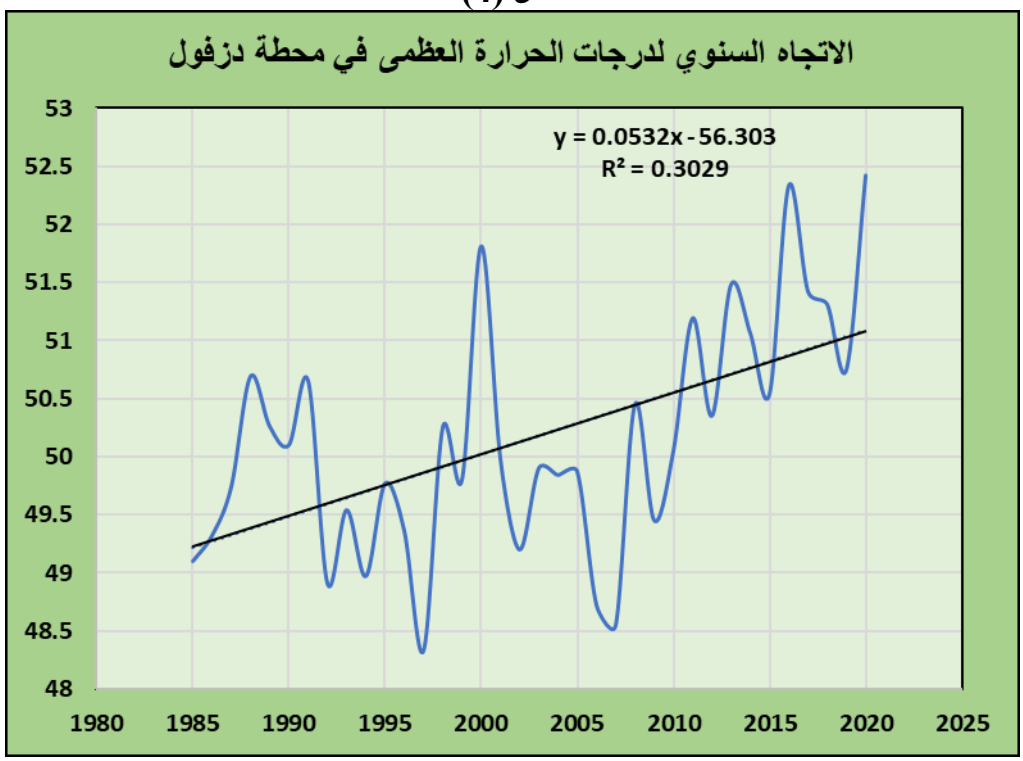
المصدر: ملحق (1).

شكل (3)



المصدر: ملحق (1).

شكل (4)



المصدر: ملحق (1).

3-1-2 الأمطار السنوية

يظهر من جدول (1) والاشكال (5) و(6) الاتي:-

1-3-1-2 محطة الحي

تتجه الأمطار السنوية في محطة الحي اتجاه عام موجب ضعيف، إذ سجل معامل الاتجاه (2.34 ملم/سنة)، والمتوسط السنوي (169.8 ملم)، ومعدل التغير السنوي (1.38%). إلا أن انخفاض قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.108$) يدل على تذبذب مطري عالٍ وعدم انتظام التغير خلال سنوات الدراسة.

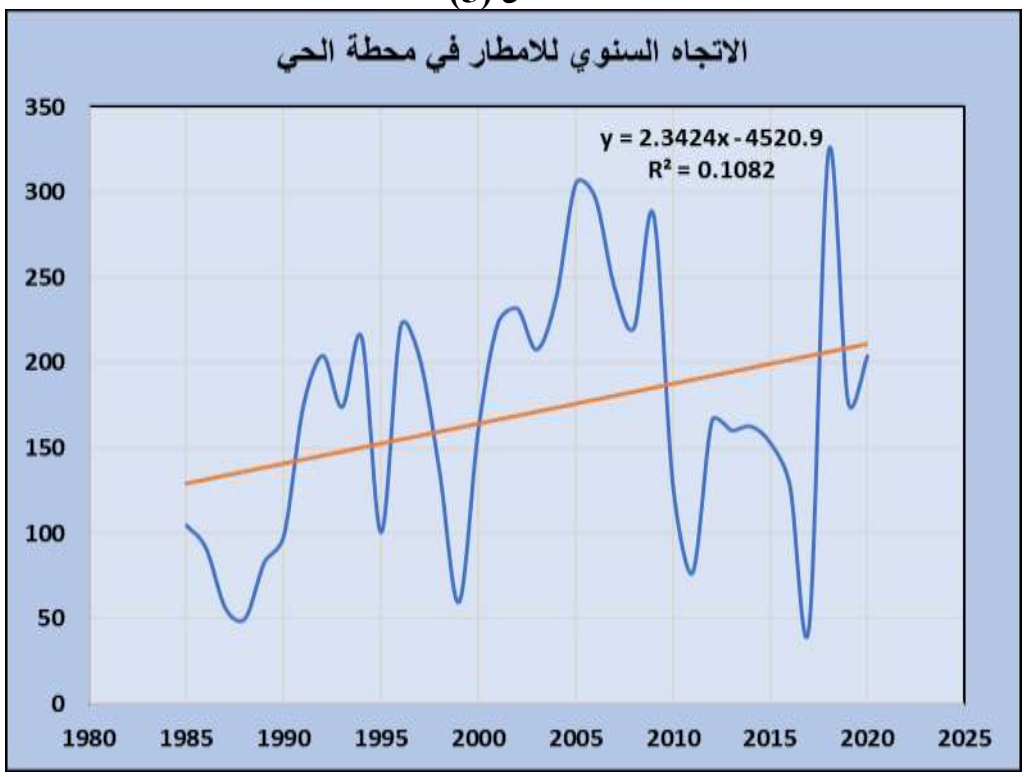
ويشير ذلك إلى أن التغير غير المستقر للامطار زمنيًا في محطة الحي نتيجة تأثيرات مناخية إقليمية متقلبة، مما يعكس تحولًا مناخيًا غير منتظم وغير واضح المعالم.

2-3-1-2 محطة دزفول

تتجه الأمطار السنوية في محطة دزفول اتجاه عام موجب واضح، إذ بلغ معامل الاتجاه (7.06 ملم/سنة)، والمتوسط السنوي (112.44 ملم)، وسجل معدل التغير السنوي (22.41%). كما أن قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.447$) مما يعكس درجة انتظام نسبي أعلى في السلسلة الزمنية.

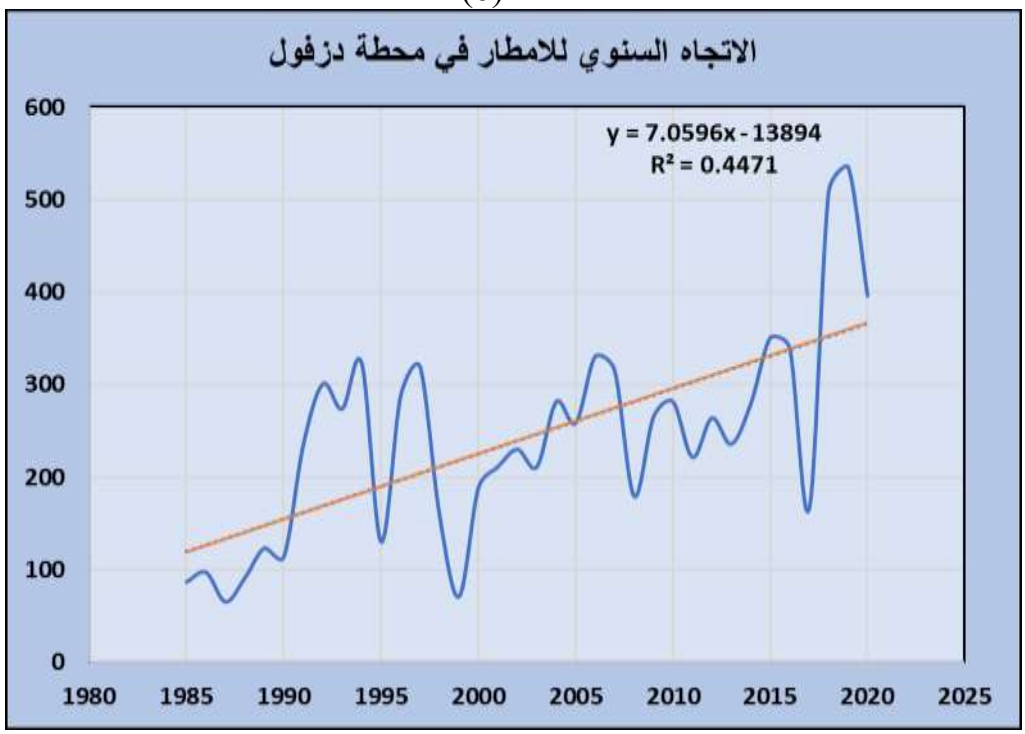
وهذا يدل على أن التغير المطري في محطة دزفول أكثر وضوحًا وانتظامًا مقارنة بمحطة الحي، مع تركّز هذا التغير في فصل الشتاء بصورة رئيسة.

شكل (5)



المصدر: ملحق (2).

شكل (6)



المصدر: ملحق (2).

كشف الاتجاه العام السنوي لبعض عناصر المناخ في محطتي الحي و دزفول أن التغير المناخي في منطقة الدراسة يتسم بعدم التجانس المكاني والزماني، سواء من حيث مقدار التغير أو درجة انتظامه. فقد كشفت العناصر الحرارية عن تفوق واضح لدرجات الحرارة الصغرى بوصفها المؤشر الأكثر حساسية للتغير المناخي، ولا سيما في محطة دزفول، إذ اتسم الاحترار الليلي باتجاه أكثر وضوحًا وانتظامًا مقارنة بمحطة الحي. ويؤكد ذلك أن التغير المناخي في المنطقة يأخذ طابعًا ليليًا أكثر منه نهاريًا، وهي سمة شائعة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة.

ومن جانب اخر أظهرت درجات الحرارة العظمى اتجاهات موجبة ضعيفة في المحطتين، مع انخفاض معاملات التحديد، مما يدل على أن ارتفاع درجات الحرارة العظمى في النهار بطيء وغير مستقر، ويتأثر بشدة بالعوامل الجوية الآنية، مثل الإشعاع الشمسي والعواصف الغبارية، دون أن يعكس تحولًا مناخيًا منتظمًا واضح المعالم.

أما من حيث الأمطار، فقد تبين أن محطة دزفول سجلت اتجاهًا موجبًا أكثر وضوحًا وانتظامًا مقارنة بمحطة الحي، وهو ما يعكس تأثير الموقع الجغرافي والقرب النسبي من مصادر الرطوبة، في حين اتسمت محطة الحي بتذبذب مطري مرتفع وعدم انتظام زمني، وبالتالي انخفاض فعالية الزيادة المطرية من منظور مناخي طويل الأمد.

وبشكل عام، تؤكد هذه النتائج أن محطة دزفول أكثر استجابة وانتظامًا في التغير المناخي، في حين تتسم محطة الحي بتغيرات أضعف وأكثر تذبذبًا، وهو ما يعكس دور العوامل الجغرافية المحلية في التحكم بمسار التغير المناخي، حتى ضمن نطاقات مناخية متقاربة.

3- التحليل الشهري للتغير المناخي لبعض عناصر المناخ لأبرد وأحر الشهور (كانون الثاني وتموز)

1-3 درجات الحرارة الصغرى

تُعدّ درجات الحرارة الصغرى مؤشرًا حساسًا للتغيرات الحرارية الليلية، ولاسيما خلال فصل الشتاء، ويسهم تحليل اتجاهها الزمني في الكشف عن طبيعة التغير المناخي والتباين المكاني بين المحطات المناخية.

1-1-3 شهر كانون الثاني (أبرد الشهور)

يتبين من جدول (2) والاشكال (7-8) الاتي:-

1-1-1-3 محطة الحي

تُظهر السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى لشهر كانون الثاني في محطة الحي خلال مدة الدراسة (1985–2020) اتجاهًا عامًا سالبًا ضعيفًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (−0.011°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (7.8°م)، فيما لم يتجاوز معامل التحديد($R^2 = 0.003$) ، مما يعكس ضعفًا شديدًا في انتظام الاتجاه الزمني. يشير ذلك إلى عدم وضوح الاتجاه المناخي لدرجات الحرارة الصغرى الشتوية ، مع سيادة التذبذب السنوي المرتفع الناتج عن تقلبات الكتل الهوائية الباردة في هذه المحطة، الأمر الذي يقلل من وضوح إشارة التغير المناخي شتاءا في محطة الحي.

2-1-1-3 محطة دزفول

يظهر أن درجات الحرارة الصغرى تتجه نحو ارتفاع طفيف باتجاه عام موجب في شهر كانون الثاني في محطة دزفول، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.027°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (8.3°م)، فيما سجل معامل التحديد.($R^2 = 0.020$) ، مما يعكس اعتدالًا شتويًا نسبيًا في درجات الحرارة الليلية، على الرغم من أن انتظام السلسلة الزمنية ما يزال ضعيفًا، إلا أن الاتجاه الموجب يشير إلى بداية تراجع درجات الحرارة الصغرى الشتوية مقارنة بمحطة الحي.

تُظهر المقارنة بين المحطتين أن محطة دزفول أكثر تأثرًا بارتفاع درجات الحرارة الصغرى شتاءا، في حين تسود في محطة الحي تقلبات حرارية صغرى شتوية دون اتجاه مناخي واضح، مما يعكس اختلاف الاستجابة المناخية بين الموقعين.

جدول(2)

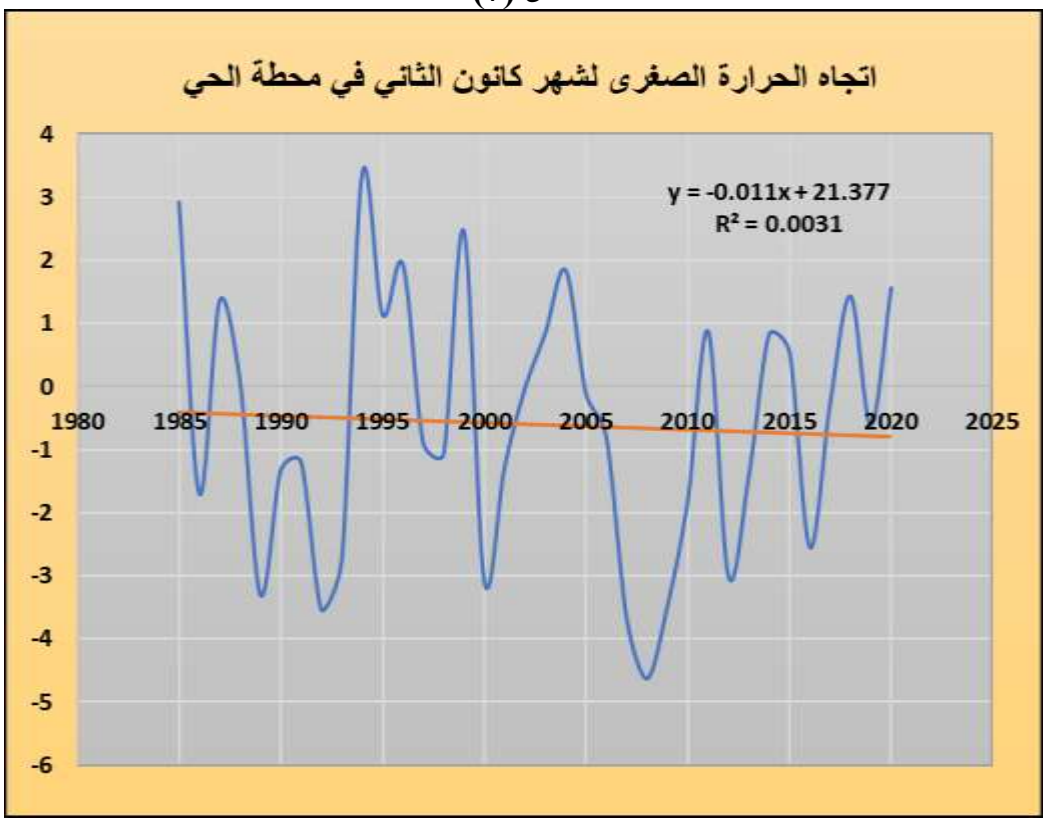
التحليل الشهري لدرجات الحرارة الصغرى لأبرد وأحرّ الشهور

في محطتي الحي ودزفول للمدة (1985–2020)

الشهر	المحطة	المتوسط (°م)	معامل الاتجاه (°م/سنة)	اتجاه التغير	R^2	الدلالة المناخية
كانون الثاني	الحي	7.8	−0.011	سالب ضعيف	0.003	تذبذب شتوي عالٍ
	دزفول	8.3	0.027	موجب ضعيف	0.02	اعتدال شتوي نسبي
تموز	الحي	26.4	0.06	موجب واضح	0.21	احترار ليلي صيفي
	دزفول	27.1	0.066	موجب واضح	0.201	إجهاد حراري ليلي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الملحق (1) .

شكل (7)



المصدر: ملحق (1).

شكل (8)

المصدر: ملحق (1).

2-1-3 شهر تموز (أحرّ الشهور)

يظهر من جدول (3) والاشكال (9-10) الاتي:-

1-2-1-3 محطة الحي

تُظهر السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى في شهر تموز في محطة الحي اتجاهًا عامًا موجبًا واضحًا خلال مدة الدراسة، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.060°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (26.4°م)، فيما سجل معامل التحديد($R^2 = 0.210$) ، ما يدل على درجة انتظام متوسطة للاتجاه الزمني.

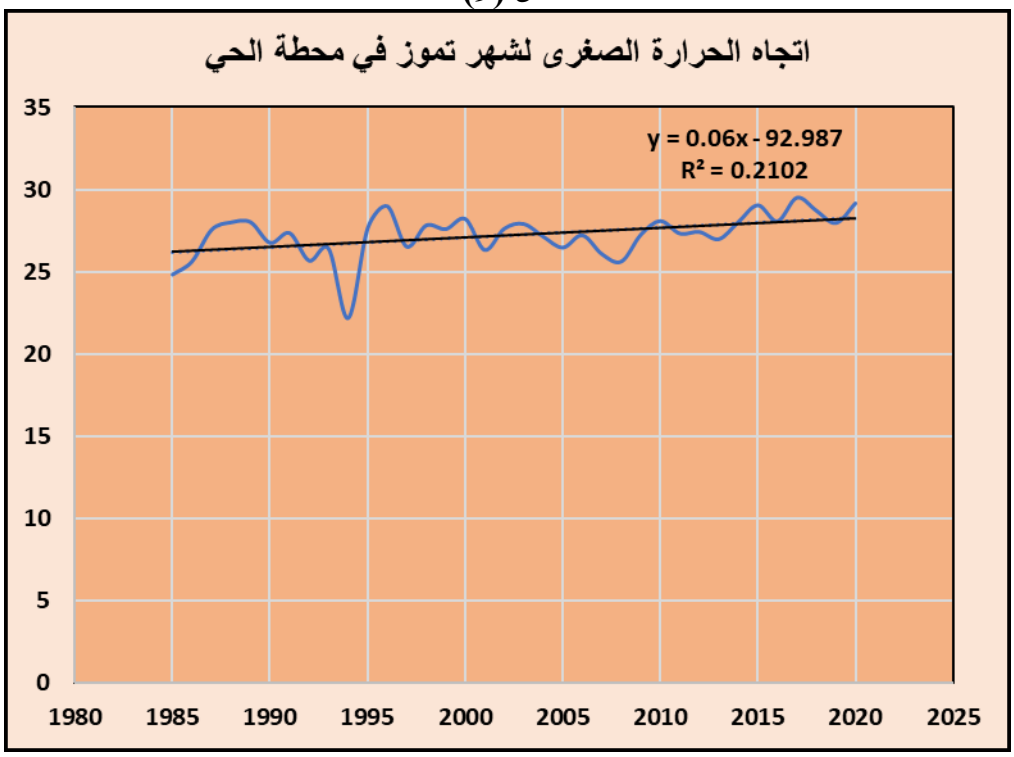
يدل ذلك على تصاعد واضح في ظاهرة ارتفاع درجات الحرارة الصغرى صيفا، بما يعكس تراجع قدرة الغلاف الجوي على التبريد الليلي، وهو ما يمثل مؤشرًا مناخيًا مباشرًا لتأثيرات التغير المناخي في المنطقة.

2-2-1-3 محطة دزفول

تشهد درجات الحرارة الصغرى بمحطة دزفول في شهر تموز اتجاهًا موجبًا قويًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.066°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (27.1°م)، فيما بلغ معامل التحديد.($R^2 = 0.201$)

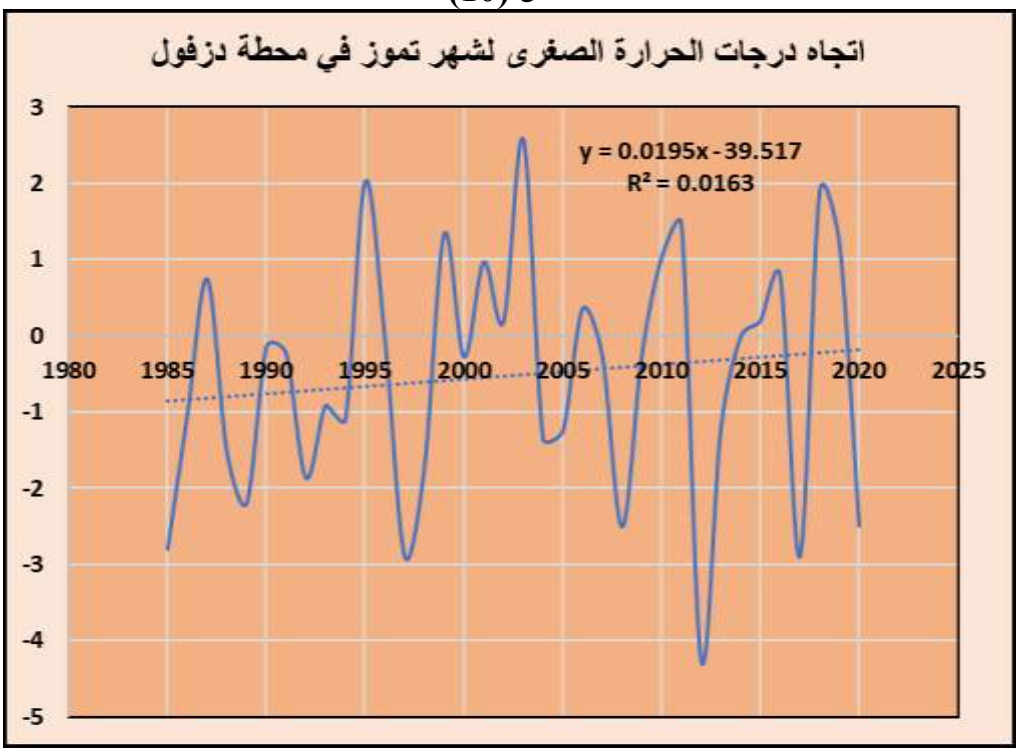
ويعكس هذا الاتجاه تصاعدًا ملحوظًا في درجات الحرارة الصغرى صيفاً، مع ارتفاع واضح في أدنى درجات الحرارة الصغرى ليلا، مما يشير إلى تفاقم ظاهرة الإجهاد الحراري الليلي وانخفاض فرص التبريد الطبيعي خلال ساعات الليل.

شكل (9)



المصدر: ملحق (1).

شكل (10)



المصدر: ملحق (1).

تُظهر المقارنة بين المحطتين أن ارتفاع درجات الحرارة الصغرى ليلاً ظاهرة مشتركة وواضحة، إلا أن شدته أعلى في محطة دزفول، سواء من حيث معدل الزيادة السنوية أو القيم الحرارية المطلقة، مما يعكس استجابة مناخية أكثر حدة في البيئة الحارة الجافة.

وفي خلاصة التحليل الشهري لتغير درجات الحرارة الصغرى يظهر في شهر كانون الثاني اتجاهات ضعيفة وغير منتظمة، وهذا لا يعد دليلًا على غياب التغير المناخي، بل يعكس في كثير من الأحيان سيادة التقلبات الطبيعية قصيرة المدى [8 : 28] ، اما في شهر تموز فتظهر اتجاهات موجبة واضحة تمثل إشارة قوية للتغير المناخي. كما يتبين ان الاحترار الليلي أكثر وضوحًا وتأثيرًا في محطة دزفول مقارنة في محطة الحي.

2-3 درجات الحرارة العظمى

تُعدّ درجات الحرارة العظمى مؤشرًا رئيسيًا للخصائص الحرارية النهارية، ويُسهم تحليل اتجاهها الزمني في إبراز طبيعة التغير المناخي والفروق الموسمية والمكانية بين المحطات، ولاسيما عند المقارنة بين أبرد وأحرّ شهور السنة.

1-2-3 شهر كانون الثاني (أبرد الشهور)

يظهر من جدول (3) والاشكال (11-12) الاتي:-

1-1-2-3 محطة الحي

تُظهر السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة العظمى لشهر كانون الثاني في محطة الحي اتجاهًا عامًا موجبًا ضعيفًا خلال مدة الدراسة، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.037°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (22.7°م)، في حين سجّل معامل التحديد(R^2 = 0.044) ، مما يدل على ضعف انتظام الاتجاه الزمني وسيطرة التذبذب الشتوي. وهذا يشير إلى أن التغيرات في الحرارة العظمى الشتوية ما تزال محدودة

الدلالة المناخية، وتخضع بدرجة كبيرة للتقلبات الجوية الطبيعية، مع إشارة ضعيفة لارتفاع درجات الحرارة العظمى.

2-1-2-3 محطة دزفول

تشهد درجات الحرارة العظمى لشهر كانون الثاني في محطة دزفول اتجاهًا موجبًا ضعيفًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.016°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (21.8°م)، فيما بلغ معامل التحديد (R^2 = 0.007)، وهو ما يعكس ضعفًا شديدًا في انتظام الاتجاه الزمني. ويعكس هذا النمط مناخًا شتويًا يتسم بالاعتدال النسبي نهارًا، مع غياب إشارة واضحة لتأثير التغير المناخي على درجات الحرارة العظمى في هذا الشهر.

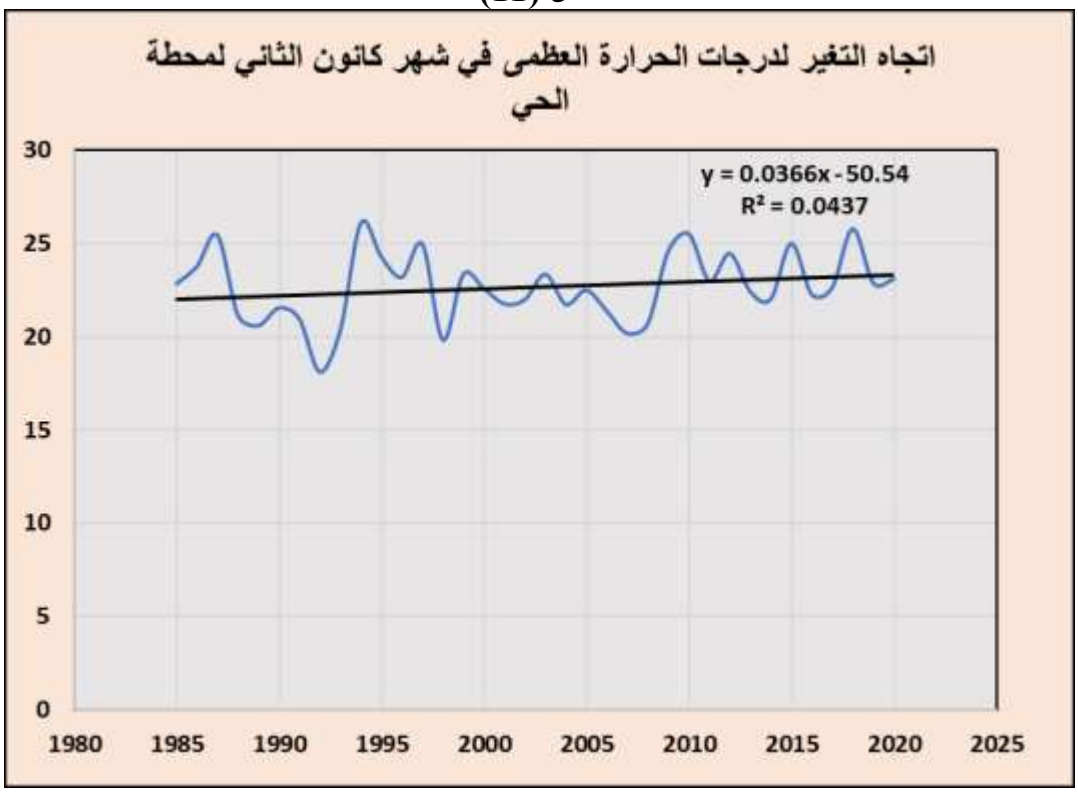
جدول (3)

التحليل الشهري لدرجات الحرارة العظمى في أبرد وأحرّ الشهور بمحطتي الحي ودزفول–1985) 2020)

الشهر	المحطة	المتوسط (°م)	معامل الاتجاه (°م/سنة)	اتجاه التغير	R^2	الدلالة المناخية
كانون الثاني	الحي	22.7	0.037	موجب ضعيف	0.044	ضعف انتظام الاتجاه الزمني، تذبذب شتوي، احترار نهاري ضعيف
	دزفول	21.8	0.016	موجب ضعيف	0.007	ضعف شديد في انتظام الاتجاه الزمني، مناخ شتوي معتدل، غياب تأثير واضح للتغير المناخي
تموز	الحي	50.1	0.056	موجب واضح	0.147	تصاعد الحرارة النهارية الصيفية، زيادة الإجهاد الحراري، تذبذب سنوي متوسط
	دزفول	49.7	0.069	موجب قوي وواضح	0.328	تصاعد مستمر في الحرارة النهارية، مؤشر على تفاقم موجات الحر، ارتفاع مخاطر الإجهاد الحراري

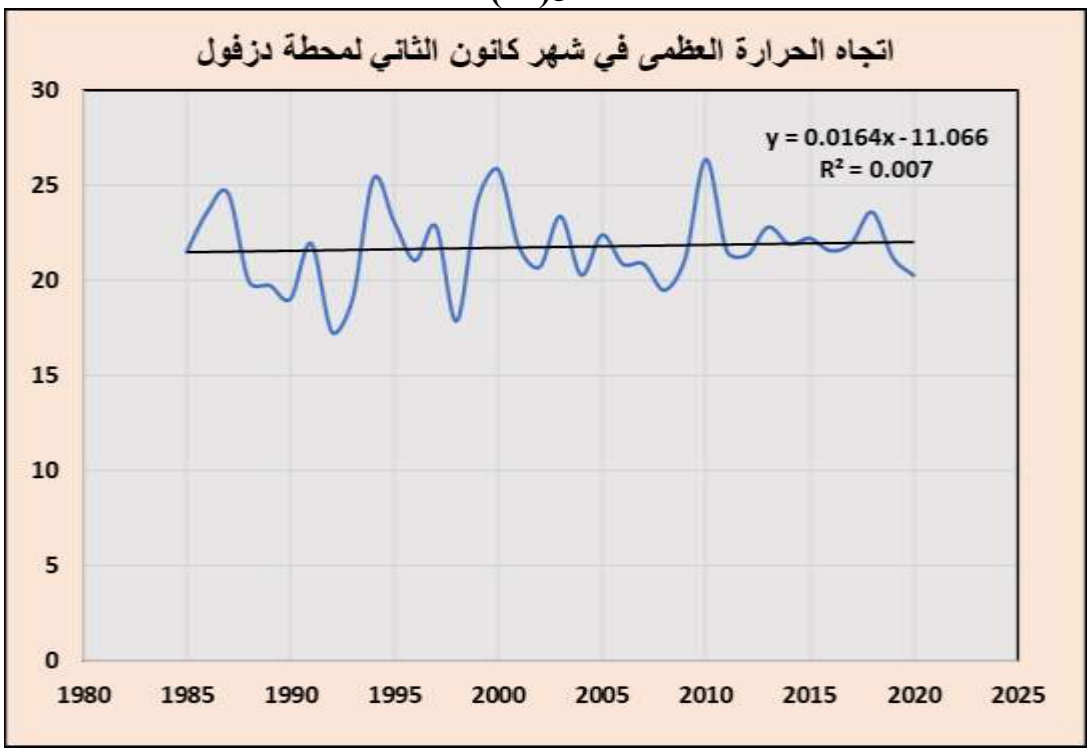
المصدر: الباحثة بالاعتماد على ملحق (1) .

شكل (11)



المصدر: ملحق (1).

شكل(12)



المصدر: ملحق (1) .

2-2-3 شهر تموز (أحرّ الشهور)

يتبين من جدول (3) والاشكال (13-14) الاتي:-

1-2-2-3 محطة الحي

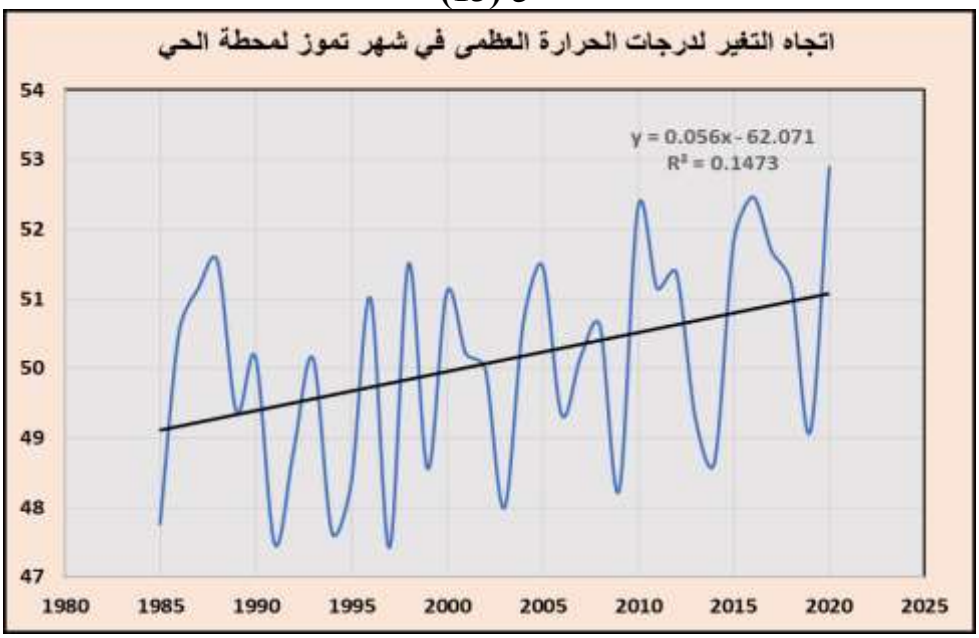
يتضح من السلسلة الزمنية لدرجات الحرارة العظمى لشهر تموز في محطة الحي اتجاهًا عامًا موجبًا واضحًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.056°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (50.1°م)، بينما سجّل معامل التحديد($R^2 = 0.147$) ، مما يدل على اتجاه حراري تصاعدي ذو انتظام متوسط نسبيًا. مما يعكس تصاعد ملموس في شدة درجات الحرارة العظمى صيفاً، وما يرافقه من زيادة في الإجهاد الحراري، مع تداخل واضح للتذبذب السنوي المرتبط بالظروف الجوية المحلية.

2-2-2-3 محطة دزفول

تشهد درجات الحرارة العظمى في شهر تموز في محطة دزفول اتجاهًا موجبًا قويًا وواضحًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.069°م/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (49.7°م)، في حين بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.328$)، وهذا يدل على درجة انتظام جيدة نسبيًا للاتجاه الزمني. ويعكس هذا الاتجاه تصاعدًا مستمرًا في درجات الحرارة العظمى، ويُعد مؤشرًا مناخيًا واضحًا على تفاقم موجات الحر في البيئة الحارة الجافة، وارتفاع مخاطر الإجهاد الحراري النهاري.

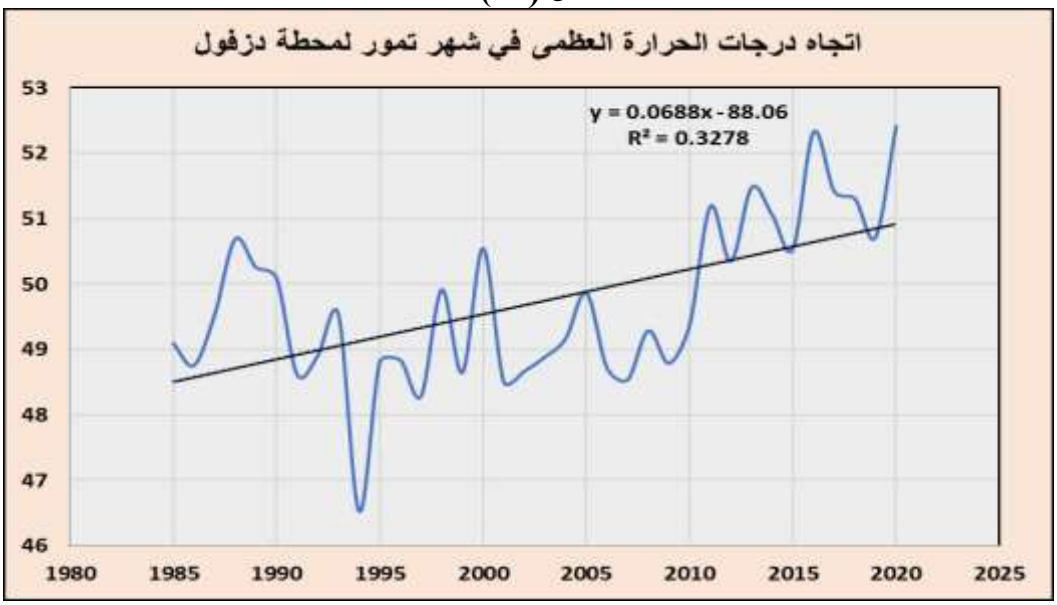
نستخلص مما تقدم ان درجات الحرارة العظمى في كانون الثاني تتسم باتجاهات ضعيفة جدًا في كلتا المحطتين، مع قيم منخفضة لمعامل التحديد، ما يشير إلى سيادة التذبذب الطبيعي وضعف إشارة التغير المناخي الشتوي. في المقابل، يُظهر شهر تموز اتجاهات موجبة واضحة في الحرارة العظمى، وبدرجة أقوى في محطة دزفول مقارنة بمحطة الحي . إذ يتكامل هذا النمط مع نتائج درجات الحرارة الصغرى ليؤكد أن التغير المناخي في المنطقة يتجلى بشكل أوضح خلال فصل الصيف، عبر تصاعد كلٍّ من الإجهاد الحراري النهاري والليلي.

شكل (13)



المصدر: ملحق (1).

شكل (14)



المصدر: ملحق (1).

3-3 معدلات الامطار :

تُعدّ الأمطار عنصرًا مناخيًا عالي التذبذب، ويُسهم تحليل اتجاهها الزمني في توضيح طبيعة التغير المطري والفروق الموسمية والمكانية بين المحطات، ولاسيما بين الموسمين الرطب والجاف.

3-3-1 شهر كانون الثاني (أبرد الشهور)

يتضح من جدول (4) والاشكال البيانية (15 – 16) الاتي:

1-1-3-3 محطة الحي

اظهرت السلسلة الزمنية للأمطار اتجاه موجب ضعيف جدًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.12 ملم/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (34.2 ملم)، فيما سجل معامل التحديد.($R^2 = 0.003$) ، يعكس هذا التذبذب المطري الشتوي المرتفع وعدم انتظام الاتجاه الزمني، مع تحسن محدود جدًا في كمية الأمطار، مما يدل على أن تأثير التغير المناخي في هذا الشهر قليل.

2-1-3-3 محطة دزفول

تظهر السلسلة الزمنية اتجاهًا موجبًا ضعيفًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.64 ملم/سنة)، وبلغ المتوسط الحسابي (41.6 ملم)، فيما بلغ معامل التحديد.($R^2 = 0.058$) يعكس هذا الاتجاه تحسنًا شتويًا محدودًا، مع تذبذبات مرتفعة في الأمطار وعدم انتظامها، مما يدل على أن زيادة كمية الأمطار محدودة وغير منتظمة.

كما يتبين ان شهر كانون الثاني أكثر مطراً في محطة دزفول مقارنة في محطة الحي، مع تحسن شتوي محدود في كلا المحطتين، لكن التذبذب العالي يجعل الاتجاه غير ثابت.

2-3-3 شهر تموز (أحر الشهور)

يتضح من جدول (4) والاشكال البيانية (17-18) الاتي:

1-2-3-3 محطة الحي

تتجه الأمطار اتجاها سلبيا ضعيف جدًا، إذ بلغ معامل الاتجاه (−0.02 ملم/سنة)، والمتوسط الحسابي (0.6 ملم)، في حين جاء معامل التحديد.($R^2 = 0.007$) تعكس هذه النتائج جفافًا صيفيًا شبه تام، مع استمرار قلة او ندرة الأمطار الصيفية وعدم وجود أي مؤشرات واضحة لتأثير التغير المناخي.

2-2-3-3 محطة دزفول

تظهر السلسلة الزمنية اتجاهًا موجبًا ضعيفًا جدًا للأمطار في محطة دزفول، إذ بلغ معامل الاتجاه (+0.04 ملم/سنة)، والمتوسط الحسابي (1.1 ملم)، و معامل التحديد.($R^2 = 0.003$) يعكس هذا تذبذب ضعيف جدًا وعدم انتظام الأمطار الصيفية، مع استمرار الجفاف شبه التام، وعدم وجود تأثير مناخي ملحوظ على المطر الصيفي.

يستدل من ذلك ان شهر تموز يشهد جفافًا شبه تام في كلا المحطتين، مع تذبذبات ضعيفة جدًا، مما يجعل تأثير التغير المناخي على المطر الصيفي غير واضح. وبالمقارنة مع التحليل الحراري، يظهر أن التغير المناخي أكثر وضوحًا في درجات الحرارة الصغرى والعظمى منه في كمية الأمطار.

جدول (4)

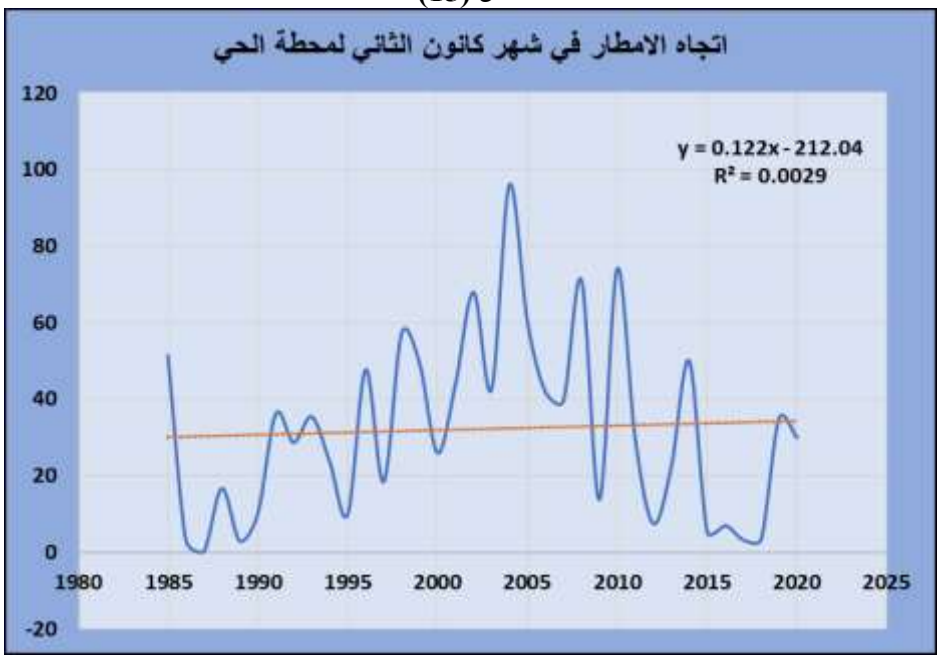
التحليل الشهري للأمطار في أبرد وأحرّ الشهور في محطتي الحي ودزفول للمدة (1985–2020)

الشهر	المحطة	المتوسط (ملم)	معامل الاتجاه (ملم/سنة)	اتجاه التغير	R^2	الدلالة المناخية
كانون الثاني	الحي	34.2	0.12	موجب ضعيف جدًا	0.003	تذبذب مطري شتوي
	دزفول	41.6	0.64	موجب ضعيف	0.058	تحسن شتوي محدود
تموز	الحي	0.6	−0.02	سالب ضعيف	0.007	جفاف صيفي شبه تام
	دزفول	1.1	0.04	موجب ضعيف جدًا	0.003	تذبذب غير مؤثر

المصدر: الباحثة بالاعتماد على ملحق (1).

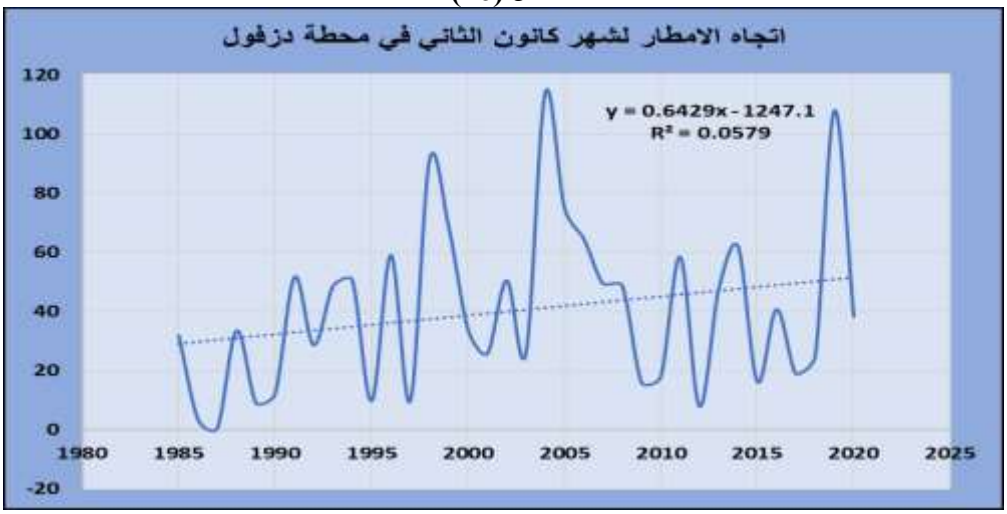
تظهر نتائج التحليل الشهري لأبرد وأحرّ الشهور وجود تباين مكاني واضح في طبيعة الاستجابة المناخية بين محطتي الحي ودزفول، ولا سيما في الاتجاهات الحرارية الصيفية، حيث اتسمت محطة دزفول بانتظام أعلى في اتجاهات التغير مقارنة بمحطة الحي التي أظهرت تذبذبًا أوضح في القيم الحرارية والمطرية. ويُعزى هذا التباين، على الرغم من تقارب الموقع العرضي للمحطتين، إلى اختلاف الخصائص الجغرافية المحلية، ولا سيما الارتفاع والتأثيرات التضاريسية ونوعية الكتل الهوائية السائدة؛ إذ تقع محطة دزفول على مقربة من السفوح الغربية لجبال زاكروس، مما يعزز تأثير الرفع التضاريسي للكتل الهوائية الرطبة شتاءً ويُسهم في زيادة انتظام التغيرات المناخية، في حين تقع محطة الحي ضمن السهل الرسوبي العراقي المنخفض، الأمر الذي يجعلها أكثر تأثرًا بالكتل الهوائية القارية الجافة والتقلبات الجوية السريعة، وهو ما يفسر ضعف انتظام الاستجابة المناخية فيها.

شكل (15)



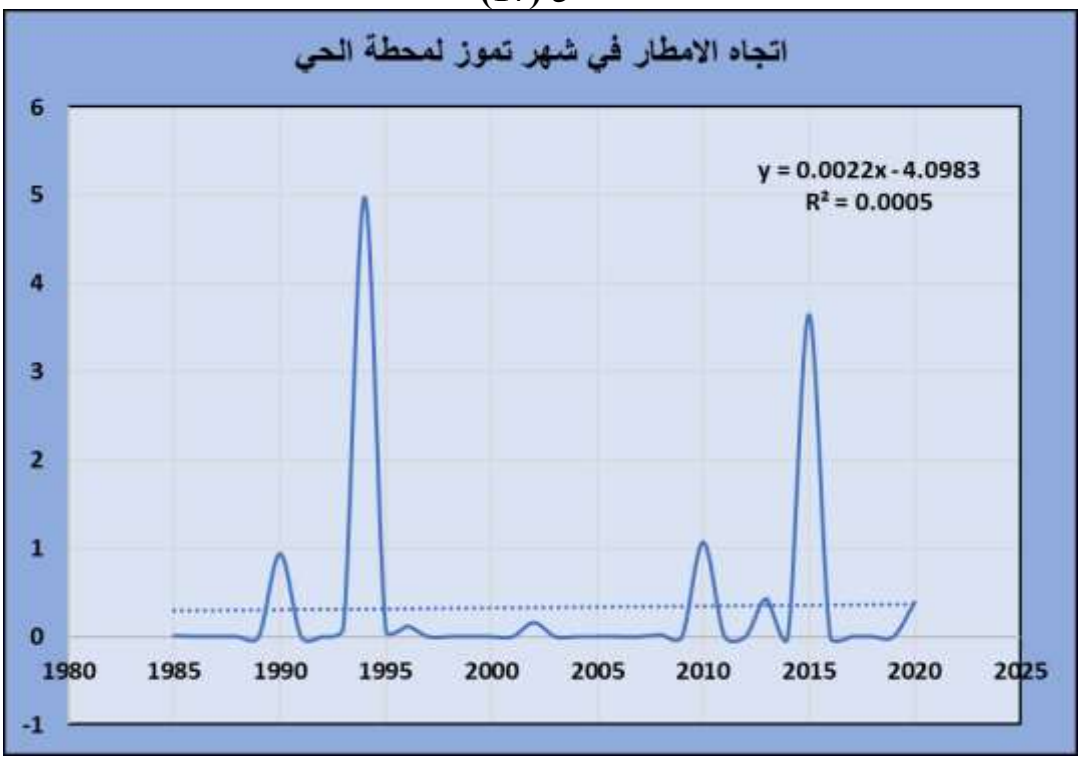
المصدر: ملحق (1).

شكل (16)



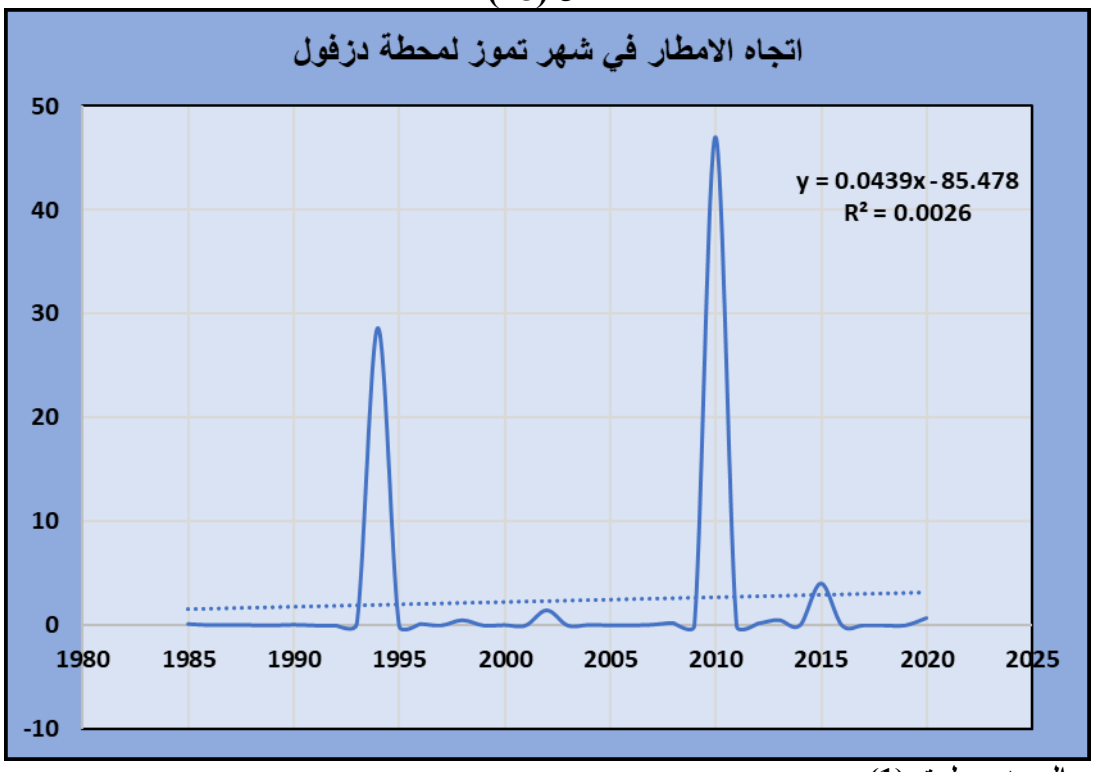
المصدر: ملحق (1).

شكل (17)



المصدر: ملحق (1).

شكل (18)



المصدر: ملحق (1).

4- الخاتمة والاستنتاجات

1. أثبتت نتائج التحليل السنوي والشهري لعناصر المناخ في محطتي الحي ودزفول للمدة (1985–2020) حدوث تغير مناخي واضح، تمثّل بظهور اتجاهات موجبة لعناصر الحرارة.
2. تبيّن أن درجات الحرارة الصغرى أكثر حساسية للتغير المناخي من درجات الحرارة العظمى، مما يعكس تصاعد ظاهرة الاحترار الليلي، ولا سيما خلال فصل الصيف.
3. أظهرت الدراسة وجود تباين مكاني في مقدار وانتظام التغير المناخي بين المحطتين، مع تفوق محطة دزفول مقارنة بمحطة الحي، نتيجة اختلاف الخصائص الجغرافية المحلية.
4. اتسم التغير المناخي بضعف واضح خلال فصل الشتاء، مقابل تركّزه بصورة أكبر في فصل الصيف (شهر تموز).
5. سجلت الأمطار اتجاهات ضعيفة وغير منتظمة، مع استمرار الجفاف الصيفي شبه التام في كلا المحطتين، مما يدل على سيادة الطابع الحراري للتغير المناخي.

5- المقترحات

1. تطوير شبكات الرصد المناخي ورفع دقة واستمرارية البيانات لدعم المتابعة العلمية واتخاذ القرار المبني على الأدلة.
2. دمج نتائج الدراسات المناخية في الخطط التنموية لقطاعات المياه والزراعة والطاقة على المديين المتوسط والطويل.
3. تعزيز برامج الوعي المناخي لترشيد استهلاك المياه والطاقة ودعم سلوكيات التكيّف المحلي.
4. اعتماد سياسات ترشيد الاستهلاك وتوسيع استخدام تقنيات الري الحديثة (الري بالتنقيط والري الذكي) لمواجهة الجفاف الصيفي وارتفاع الطلب المائي.
5. توجيه الخطط الزراعية نحو محاصيل متحملة للإجهاد الحراري، مع تعديل مواعيد الزراعة بما يتلاءم مع ارتفاع درجات الحرارة، ولا سيما الصغرى.
6. إدراج مخاطر الإجهاد الحراري ضمن برامج الصحة، وتفعيل أنظمة إنذار مبكر لموجات الحر خلال فصل الصيف.
7. زيادة المساحات الخضراء، وتشجيع استخدام مواد بناء عاكسة للحرارة، وتحسين التهوية الحضرية للحد من آثار الاحترار.

المصادر:

ر

[1]Cambridge University Press ،2014. ،Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability

[2] جبران ، محمد ونايفي الحسن، التأقلم مع التغير المناخي من المقاربة الى الممارسة، مركز البحر المتوسط للتعاون، جامعة عبد الملك السعدي، (2014).

[3] الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ – IPCC. (2007).

[4] عبد المولى، محمود محمد، مؤشرات التغير المناخي في منطقة الجفرة: تحليل اتجاهات درجات الحرارة للفترة 2010–2024 .مجلة الأبعاد العلمية والإنسانية، 1(2) ، (2025).

[5] السالك، بو شعيب المناخ وديناميةالسطح وعلاقتها بالتنمية المستدامة منطقة مليلة نموذجا مقاربة بنظريات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الاداب والعلوم الإنسانية، جامعة الحسن الثاني، المغرب، (2014).

[6] موسى، علي ، اساسيات علم المناخ، دار الفكر، دمشق، (2004).

[7] الموسوي، علي صاحب طالب، العلاقات المكانية بين الخصائص المناخية في العراق واختيار أسلوب وطريقة الري المناسب ،أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد، (1996).
[8] حميدان، عبد الرحمن، المناخ والتغيرات المناخية، عمّان، الأردن، دار المسيرة للنشر والتوزيع، (2010).

References

[1] Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Cambridge University Press, 2014[.
[2] Jabran, Muhammad and Nayfi Al-Hassan, Adapting to Climate Change: From Approach to Practice, Mediterranean Center for Cooperation, Abdelmalek Essaadi University.(2014) ،
[3]Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).(2007) ،
[4]Abdel-Mawla, Mahmoud Muhammad, Climate Change Indicators in the Jufra Region: An Analysis of Temperature Trends for the Period 2010–2024. Journal of Scientific and Human Dimensions, (2) 1 (2025) .
[5]Al-Salik, Bou Chaib, Climate and Surface Dynamics and Their Relationship to Sustainable Development: The Melilla Region as a Model – An Approach Using Remote Sensing Theories and Geographic Information Systems, Faculty of Arts and Humanities, Hassan II University, Morocco . .(2014)
[6]Moussa, Ali, Fundamentals of Climatology, Dar Al-Fikr, Damascus, (2004).
[7]Al-Mousawi, Ali Sahib Talib, Spatial Relationships Between Climatic Characteristics in Iraq and the Selection of Appropriate Irrigation Methods, Unpublished Doctoral Dissertation, College of Arts, University of Baghdad ، .(1996)
[8]Hamidan, Abdul Rahman, Climate and Climate Change, Amman, Jordan, Dar Al-Masirah for Publishing and Distribution.(2010) ،

ملحق (1)

السنة	درجة الحرارة العظمى				درجة الحرارة الصغرى				مجاميع الامطار			
	كانون الثاني		تموز		كانون الثاني		تموز		كانون الثاني		تموز	
	دزفول	الحي	دزفول	الحي	دزفول	الحي	دزفول	الحي	دزفول	الحي	دزفول	الحي
1985	21.51	22.82	49.1	47.77	3.54	2.92	24.98	24.81	31.8	51.46	0.15	0.01
1986	23.62	23.75	48.76	50.53	-1.04	-1.7	27.86	25.61	3.28	2.98	0.04	0
1987	24.59	25.41	49.53	51.15	1.9	1.36	27.18	27.53	0.44	0.07	0.06	0
1988	19.97	21.14	50.69	51.55	-0.96	0.07	26.67	27.98	33.41	16.61	0.03	0
1989	19.76	20.59	50.26	49.38	-2.2	-3.3	28.34	27.99	8.9	2.82	0	0
1990	19.05	21.53	50.1	50.16	-0.15	-1.33	26.06	26.73	12.13	9.98	0.07	0.94
1991	21.96	20.94	48.62	47.48	-0.24	-1.2	27.27	27.33	51.58	36.15	0	0
1992	17.3	18.11	48.91	48.84	-1.87	-3.54	26.6	25.65	28.5	28.65	0	0
1993	19.06	20.36	49.54	50.15	-0.92	-2.74	26.81	26.37	48.53	35.4	0.18	0.1
1994	25.37	26.06	46.53	47.64	3.79	3.37	22.87	22.16	50.4	23.6	28.7	4.98
1995	23.08	24.26	48.81	48.36	2.02	1.14	25.81	27.62	9.58	9.83	0	0.07
1996	21.06	23.17	48.84	51.02	1.82	1.93	29.62	28.96	58.94	47.72	0.15	0.12

1997	22.87	24.94	48.29	47.43	2.14	-0.9	26.11	26.51	9.46	18.39	0	0
1998	17.88	19.82	49.92	51.51	-1.72	-1.07	26.47	27.8	91.19	57.25	0.51	0
1999	24.16	23.33	48.65	48.56	3.49	2.46	28.23	27.57	68.36	49.39	0	0
2000	25.85	22.57	50.55	51.1	-0.28	-3.08	29.81	28.19	33.7	25.91	0.04	0
2001	21.78	21.75	48.51	50.21	0.96	-1.28	27.29	26.3	25.61	44.02	0	0
2002	20.72	21.97	48.67	50.01	1.47	-0.03	26.56	27.6	50.4	68	1.47	0.16
2003	23.39	23.33	48.89	48	3.3	0.85	27.08	27.88	25.73	42.5	0	0
2004	20.3	21.72	49.17	50.66	3.73	1.84	28.09	27.11	114	96.15	0.06	0
2005	22.41	22.48	49.87	51.48	1.56	-0.12	25.74	26.45	74.93	60.17	0.02	0
2006	20.88	21.36	48.72	49.34	1.42	-0.81	27.75	27.2	64.48	41.93	0	0
2007	20.89	20.17	48.54	50.17	-0.27	-3.68	26.51	26.06	49.27	39.53	0.07	0
2008	19.5	20.69	49.29	50.62	-2.51	-4.63	27.53	25.6	48.51	71.19	0.25	0.02
2009	21.15	24.58	48.79	48.24	-0.26	-3.48	27.99	27.23	15.73	13.66	0	0
2010	26.39	25.49	49.38	52.32	1.02	-1.8	25.39	28.06	17.9	74.22	47	1.07
2011	21.58	22.98	51.19	51.15	2.52	0.87	26.59	27.3	58.36	29.47	0	0.01
2012	21.36	24.44	50.35	51.38	-4.27	-3.01	27.9	27.4	7.72	7.41	0.19	0
2013	22.83	22.4	51.48	49.28	-1.22	-1.42	26.49	26.96	47.56	22.25	0.53	0.43
2014	21.93	22.01	51.06	48.66	3.19	0.83	27.41	28.01	61.86	49.94	0	0
2015	22.23	24.97	50.54	51.83	1.74	0.54	29.47	29.02	16.15	5.19	4.05	3.65
2016	21.58	22.25	52.33	52.47	0.78	-2.55	28.85	28.04	40.62	6.95	0	0
2017	21.96	22.63	51.42	51.68	1.44	-0.26	30.55	29.48	18.75	3.16	0	0
2018	23.61	25.75	51.31	51.22	1.89	1.43	29.2	28.69	24.71	3.26	0	0
2019	21.22	22.86	50.72	49.09	1.2	-0.61	28.86	27.94	108	35	0.01	0
2020	20.28	23.07	52.42	52.89	3.8	1.56	29.32	29.14	38.2	29.9	0.72	0.39

المصدر: 1- جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للمناخ والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.
2- NASA POWER | Data Access Viewer (DAV)