ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

Dr.Abdul kareem Abbas Kareem

Al-Qassim Green University

Email: Kareem.abbas@uoqasim.edu.iq

Keywords:

Climate change, temperature, relative humidity, DI, THI, Iraq

CC BY

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 20. Jan.2026

Accepted 13. Apr.2026

Published 10.May.2026

Analysis of seasonal temperature and relative humidity changes and their impact on human comfort in Iraq

A B S T R A C T

This research aims to analyze the temporal and spatial variations in temperature and relative humidity, and to demonstrate their impact on human comfort in Iraq. This is achieved through the analysis of long-term human-climatic data and the use of the Discomfort Index (DI Thom), which interprets temperature-humidity (THI). The study revealed a clear spatial variation across seasons. Basra recorded the highest temperatures in all seasons, particularly in summer (38.1°C), while Erbil recorded the lowest in winter (9.8°C). The trend of change was positive across all seasons, with Erbil recording the highest percentage change in winter (0.6787%) and the highest in summer (0.2512%). Conversely, humidity did not show a decreasing trend, especially in summer. Khanaqin recorded the highest annual change (-0.5958%), while Erbil exhibited a slight decrease in some seasons. The study focused on specific types of cat sunglasses, comparing them to other types of sunglasses. The average DI (Density Intensity) reached its highest value in Basra (32.0), while the THI (Total Intensity) index reached 28.0 in the same period, with a trend of increasing (except for 0.15%) at most stations. The results showed a clear increase in the "hot" and "very hot" temperatures, compared to the "comfortable" temperature, including a rise in stress levels, with the percentage of cats experiencing stress levels comparable to human comfort in Iraq.

© 2026 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol63.Iss1.5108

تحليل اتجاه تغيّر درجة الحرارة والرطوبة النسبية الفصلية وتأثيرها في راحة الانسان في العراق

م.د. عبد الكريم عباس كريم كهار
جامعة القاسم الخضراء

المستخلص:

يهدف البحث إلى تحليل اتجاهات التغير الزمني والمكاني لدرجتي الحرارة والرطوبة النسبية، وبيان انعكاساتها في راحة الإنسان في العراق، بالاعتماد على بيانات محطات مناخية مختارة ولمدة (٣٩ سنة)، وباستخدام مؤشري الإزعاج الحراري (DI Thom) ودليل الحرارة– الرطوبة (THI) . أظهرت النتائج وجود تباين مكاني واضح في المعدلات الفصلية، إذ سجلت محطة البصرة أعلى المعدلات الحرارية في جميع الفصول، ولاسيما في الصيف بـ(٣٨.١°م)، مقابل أدنى قيم في محطة أربيل شتاءً بـ(٩.٨°م). واتخذت اتجاهات التغير الحراري طابعاً موجباً في جميع الفصول، حيث بلغت أعلى نسبة تغير شتوية في أربيل (٠.٦٧٨٧٪ سنوياً)، وأعلى تغير صيفي في الرمادي (٠.٢٥١٢٪ سنوياً). في المقابل، أظهرت الرطوبة النسبية اتجاهاً تناقصياً عاماً، خاصة في الصيف، إذ سجلت خانقين أعلى انخفاض سنوي (–٠.٥٩٥٨٪)، بينما انفردت أربيل باتجاه موجب في بعض الفصول. وأكدت مؤشرات الراحة الحرارية تراجع الفئات المريحة وزيادة تكرار الفئات شبه المريحة وغير المريحة؛ إذ سجل مؤشر الازعاج الحراري أعلى قيمه صيفاً في البصرة بـ(٣٢.٠)، كما ارتفعت قيم THIإلى (٢٨.٠) في الفصل نفسه، مع اتجاهات تغير موجبة تجاوزت (٠.١٥٪ سنوياً) في معظم المحطات. وتشير نتائج تكرارات الأصناف الحيوية إلى تزايد واضح في فئات "الحار" و"الحار جداً"، مقابل انخفاض فئة "المريح"، بما يعكس تصاعد الإجهاد الحراري وتأثيره السلبي المتنامي في راحة الإنسان في العراق.

الكلمات المفتاحية :التغير المناخي، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، DI Thom، THI، العراق.

المقدمة:

يبرز تأثير التغير المناخي بصورة أوضح في المناطق ذات الأنظمة البيئية الهشة من حيث شدة التأثير واستمراريته، إذ يُعد من العوامل الرئيسة المؤثرة في راحة الإنسان، ولاسيما من خلال الارتفاع المتزايد في درجات الحرارة وتراجع نسب الرطوبة النسبية. وقد انعكس ذلك بوضوح على قيم مؤشري الإزعاج الحراري (DI Thom) ودليل الحرارة–الرطوبة (THI)، حيث اتخذت اتجاهات تغيرهما منحىً تصاعدياً، خاصة خلال فصلي الصيف والخريف، بما يشير إلى ازدياد حالات الإجهاد الحراري. وأسهمت هذه التغيرات في زيادة عدد الأيام ذات الخصائص المناخية الصيفية الجافة، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع تكرار الفئات غير المريحة والمزعجة ضمن تصنيفات DI وTHI، إلى جانب تصاعد حدّة هذه الفئات، مقابل تراجع الفئات المريحة، بما يعكس التأثير المتنامي لظواهر الاحترار العالمي والجفاف على الراحة الحرارية للإنسان.

– **مشكلة الدراسة:** تحدد مشكلة البحث بالشكل الاتي: (ما طبيعة تأثير أتجاه تغير درجات الحرارة والرطوبة النسبية الفصلية في راحة الانسان ضمن منطقة الدراسة؟).

– **فرضية الدراسة:** تحدد فرضية البحث بالشكل الاتي: (تأخذ درجات الحرارة والرطوبة النسبية اتجاهاً متزايداً ومتناقصاً على الترتيب، بشكل يأخذ الى تزايد التكرارات المزعجة والغير مريحة للأصناف البايومناخية في العراق).

– **حدود منطقة الدراسة:** تمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (٣٧°٢٣′ – ٥°٢٩′) شمالاً وخطي طول (٣٨°٤٥′ – ٥٧°٤٧′) شرقاً، ما يؤثر بشكل مباشر في الخصائص الحرارية اليومية والشهرية. يقع العراق في جنوب غرب آسيا، محاطاً باليابس من جميع الجهات ماعدا الجنوب المطل على الخليج العربي، مما يجعله منطقة التقاء للكتل الهوائية المختلفة والمنظومات الجوية، ويؤثر بذلك على التوزيع اليومي لدرجات الحرارة (الخريطة ١).

_ منهجية الدراسة: ستعتمد الدراسة على المنهج التجريبي والأسلوب الإحصائي في تعاملها مع البيانات المناخية المعتمدة في الدراسة، وهناك مجموعة من الخطوات المنهجية التي ستتبعها الدراسة وهي:

١_ الاعتماد على بيانات مناخية فصلية وسنوية لعنصري درجة الحرارة والرطوبة النسبية لسبعة محطات رصد جوي في العراق، الجدول(١)، ولمدة زمنية تكون مناسبة للكشف عن اتجاه التغير تبلغ (٣٩ سنة) تمتد من (١٩٨٦_٢٠٢٤) ما عدا محطة الرمادي (٣٤ سنة).

٢_ تحديد الاتجاه العام للسلسلة الزمنية لاتجاه التغيير درجات الحرارة والرطوبة النسبية في منطقة الدراسة، ومعرفة اتجاه السلسلة نحو الزيادة أو التناقص.

٣_ الكشف عن التغير السنوي والتغير خلال مدة الدراسة، من خلال الاعتماد على المعادلة الإحصائية الآتية: **(أبو زيد، ٢٠١٠، ص٣١١).**

$$C = (bi/y) * 100$$

C = معدل التغير ، bi = معامل الاتجاه، y = المتوسط الحسابي للعنصر

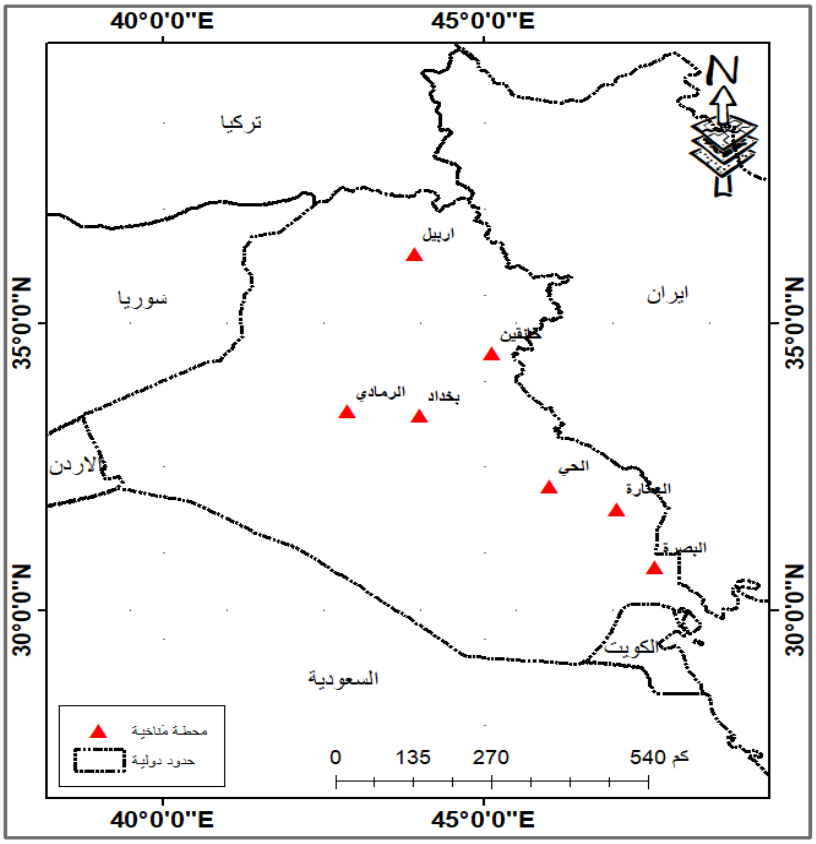
_ معدل التغير خلال مدة الدراسة = المعدل السنوي للتغير * عدد السنوات

جدول (١) محطات الرصد الجوي المشمولة بالدراسة

المحطة المناخية	دائرة العرض (شمالاً)	خط الطول (شرق)	الرقم الانوائي	الارتفاع عن سطح البحر (م)
اربيل	٣٦ ١١	٤٤ ٠٠	٦١٦	٤٢٠
خانقين	٣٤ ٢١	٤٥ ٢٣	٦٣٧	٢٠٢
بغداد	٣٣ ٢٣	٤٤ ٢٣	٦٥٠	٣١.٧
الرمادي	٣٣ ٢٥	٤٣ ١٨	٦٤٥	٤٥.١
الحي	٣٢ ١٧	٤٦ ٠٥	٦٦٥	١٧
العمارة	٣١ ٥١	٤٧ ١٠	٦٨٠	٩.٥
بصرة	٣٠ ٥٧	٤٧ ٤٧	٦٨٩	٢.٤

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقي، أطلس مناخ العراق (١٩٨٦ – ٢٠٢٤)، بغداد، ص ٥.

الخريطة (١) المحطات المناخية المعتمدة في منطقة الدراسة



أولاً: العناصر المناخية المعتمدة في الدراسة:

١ـ درجة الحرارة: أذ تعد من اهم العناصر المناخية التي بمكانها ان تؤثر في مظاهر الحياة كافة، فضلاً عن تأثيرها الواضح المعالم في العناصر المناخية الباقية من ضغط وتبخر ورطوبة وتكاثف وهطول، أذ أن الاختلافات المناخية بين منطقة وأخرى ما هي الا انعكاساً للتباينات الحرارية بين هذه المناطق **(موسى: ١٩٩٤: ٣٦)**. أذ أن المعدلات العامة لدرجة الحرارة خلال الفصول تختلف من فصل لأخر، فمعدلاتها خلال الصيف تختلف عن معدلاتها خلال الشتاء والربيع والخريف، وهذا ما ينطبق على محطات الدراسة كافة. وفيما يأتي استعراض الخصائص الفصلية لدرجة الحرارة الاعتيادية:

ـ اتجاه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الشتاء: أظهرت البيانات الرقمية للمحطات المناخية تبايناً في معدلات درجات الحرارة، إذ سجلت محطة البصرة أعلى معدل حراري بلغ (١٤.٢)°م، في حين بلغت المعدلات الحرارية في محطات الحي والعمارة وبغداد وخانقين والرمادي بـ(١٣.٢ و١٣.١ و ١١.٥ و١١.٤ و١١.٠) م°، أما أدنى معدل حراري فقد سُجل في محطة اربيل، إذ بلغ (٩.٨)°م. ويتضح إن جميع المعدلات الحرارية لهذا الفصل تتجه نحو الزيادة؛ ويؤكد ذلك جدول (٢) إذ سجلت محطة اربيل أعلى معدل تغير في درجات الحرارة، حيث بلغت نسبة التغير السنوي (٠.٦٧٨٧)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٢٦.٤٦٤٣) %. تلتها محطات خانقين وبغداد والرمادي والبصرة والعمارة، إذ بلغت نسب التغير السنوي لها (٠.٥٥٧٩ و٠.٤١٥٧ و٠.٣٨١٧ و٠.٣٤٨١) %، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٢٦.٤٦٤٣ و٢١.٧٥٧٩ و١٤.١٣٢٢ و١٤.١٤٦٤ و١٤.٨٨٥٩ و١٣.٥٧٥٦) % على التوالي، في حين بلغت ادنى نسبة تغير محطة الحي السنوية (٠.١٦٢٩) % ونسبة تغيرها خلال مدة الدراسة (٦.٣٥٢٣) %.

_ اتجاه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الربيع: تُظهر الخصائص الحرارية لفصل الربيع تبايناً مكانياً واضحاً بين محطات الدراسة، إذ سُجل أدنى معدل لدرجة الحرارة في محطة اربيل بواقع (٢٠.٣)°م، تلتها محطات الرمادي وخانقين وبغداد والعمارة والحي بمعدلات بلغت (٢٢.٥ و٢٢.٦ و٢٣.٤ و٢٥.٣ و٢٥.٤)°م على التوالي، في حين حققت محطة البصرة أعلى معدل حراري بـ(٢٦.٥)°م. كما شهدت جميع المحطات المناخية تغيرات ملحوظة في معدلات درجات الحرارة، إذ اتجهت القيم نحو الارتفاع، ويبين جدول (٢) أن محطة الحي سجلت أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.١١٦٥)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.٥٤)%. في حين بلغت نسب التغير السنوي في محطات البصرة وبغداد وأربيل والعمارة والرمادي (٠.١٥٠٩ و٠.١٩٤٩ و٠.٢١٨٢ و٠.٢٩٢٥ و٠.٣١١٦) %، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٥.٨٩ و٦.٦٣ و٨.٥١ و١١.٤١ و١٢.١٥) % على التوالي للمحطات ذاتها. في حين سجلت محطة خانقين أعلى نسب التغير الموجب، إذ بلغ معدل التغير السنوي فيها (٠.٣٢٨٣) %، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (١٢.٨٠) %.

_ اتجاه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الصيف: تسجل الخصائص الحرارية لفصل الصيف أعلى معدلاتها في محطات الدراسة، ولاسيما في محطة البصرة التي بلغ معدلها الحراري الفصلي (٣٨.١)°م، تلتها محطات العمارة والحي وخانقين والرمادي وبغداد بمعدلات متقاربة بلغت (٣٧.٥ و٣٧.٥ و٣٥.٧ و٣٤.٩)°م على التوالي، في حين سجلت محطة بغداد أدنى القيم الحرارية الفصلية بواقع (٣٤.٢)°م. ويبين جدول (٢) أن محطة الرمادي سجلت أعلى نسبة تغير في درجات الحرارة، إذ بلغت نسبة التغير السنوي (٠.٢٥١٢)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٩.٧٩٥٩)%، لتكون بذلك الأعلى من حيث معدل التغير بين محطات الدراسة. كما أظهرت بقية المحطات اتجاهاً عاماً نحو التغير الموجب في معدلات درجات الحرارة، إذ بلغت نسب التغير السنوي تصاعدياً (٠.٢١٥٧ و٠.٢١٤٩ و٠.٢٠١٨ و٠.١٩٢٣ و٠.١٨٤٨) % في محطات البصرة والعمارة وخانقين وبغداد وأربيل على التوالي، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٨.٤١٤٤ و٨.٣٨٤٤ و٨.١١٦٨ و٧.٦٨ و٦.٥٣٧٠ و٧.٢٠٧٠) % على التوالي. في المقابل، سجلت محطة الحي أدنى زيادة في معدل التغير السنوي بواقع (٠.١١٥٥) %، كما حققت أقل نسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.٥٠٦٤) % مقارنة ببقية المحطات.

_ اتجاه معدلات درجة الحرارة خلال فصل الخريف: أظهرت المعدلات الحرارية الفصلية لمحطات الدراسة خلال فصل الخريف تبايناً مكانياً واضحاً، إذ سُجل أدنى معدل حراري في محطة اربيل بواقع (٢٣.٣)°م، تلتها محطات الرمادي وبغداد وخانقين والعمارة والحي بمعدلات بلغت (٢٣.٦ و٢٤.٣ و٢٤.٧ و٢٦.٦ و٢٦.٨)°م على التوالي، في حين سجلت محطة البصرة أعلى معدل لدرجة الحرارة خلال هذا الفصل بلغ (٢٧.٧)°م. كما تختلف اتجاهات التغير في درجات الحرارة خلال فصل الخريف، إذ يوضح جدول (٢) أن محطة الحي سجلت أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٥١٥)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٢.٠١)%. في المقابل، بلغت معدلات التغير السنوي في محطات أربيل والبصرة وبغداد والعمارة وخانقين (٠.١٤٧٠ و٠.١٤٩٨ و٠.١٨٧٧ و٠.١٨٩١ و٠.١٩٩٦) %، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٥.٧٣ و٥.٨٤ و٦.٣٨ و٧.٣٧ و٧.٧٨) % على التوالي. بينما سجلت محطة الرمادي أعلى معدل تغير سنوي بواقع (٠.٢٥٧٦) %، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (١٠.٠٥) %.

جدول (٢): معاملات العلاقة الخطية لتحديد التغير قيم معدلات درجة الحرارة (م) للمدة (١٩٨٦-٢٠٢٤)

الفصل المناخي	المحطة المناخية	المعدل العام	عدد السنوات	الحد الثابت (ai)	معامل الاتجاه (bi)	قيمة الاتجاه (%)	معدل التغير خلال مدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير (C)
الشتاء	أربيل	9.8	39	8.4453	0.0665	11.0388	26.4643	0.6786
	خانقين	11.4	39	10.107	0.0636	12.5874	21.7579	0.5579
	بغداد	11.5	34	10.548	0.0478	12.1732	14.1322	0.4157
	الرمادي	11.0	39	10.293	0.0399	11.8491	14.1464	0.3627
	الحي	13.2	39	12.791	0.0215	13.6295	6.3523	0.1629
	العمارة	13.1	39	12.17	0.0456	13.9484	13.5756	0.3481
	البصرة	14.2	39	13.161	0.0542	15.2748	14.8859	0.3817
الربيع	أربيل	20.3	39	19.393	0.0443	21.1207	8.51	0.2182
	خانقين	22.6	39	21.12	0.0742	24.0138	12.80	0.3283
	بغداد	23.4	34	22.491	0.0456	24.0414	6.63	0.1949
	الرمادي	22.5	39	21.285	0.0701	24.0189	12.15	0.3116
	الحي	25.4	39	24.765	0.0296	25.9194	4.54	0.1165
	العمارة	25.3	39	23.815	0.074	26.701	11.41	0.2925
	البصرة	26.5	39	25.737	0.04	27.297	5.89	0.1509
الصيف	أربيل	34.2	39	32.999	0.0632	35.4638	7.2070	0.1848
	خانقين	35.7	39	34.177	0.0743	37.0747	8.1168	0.2081
	بغداد	34.9	34	33.537	0.0671	35.8184	6.5370	0.1923
	الرمادي	34.0	39	32.489	0.0854	35.8196	9.7959	0.2512
	الحي	37.3	39	36.414	0.0431	38.0949	4.5064	0.1155
	العمارة	37.5	39	35.919	0.0806	39.0624	8.3824	0.2149
	البصرة	38.1	39	36.462	0.0822	39.6678	8.4142	0.2157
الخريف	أربيل	23.2	39	22.692	0.0341	24.0219	5.73	0.1470
	خانقين	24.7	39	23.704	0.0493	25.6267	7.78	0.1996
	بغداد	24.3	34	23.403	0.0456	24.9534	6.38	0.1877
	الرمادي	23.6	39	22.522	0.0608	24.8932	10.05	0.2576
	الحي	26.8	39	26.528	0.0138	27.0662	2.01	0.0515
	العمارة	26.6	39	25.636	0.0503	27.5977	7.37	0.1891
	البصرة	27.7	39	26.863	0.0415	28.4815	5.84	0.1498

المصدر : الباحث بالاعتماد على :

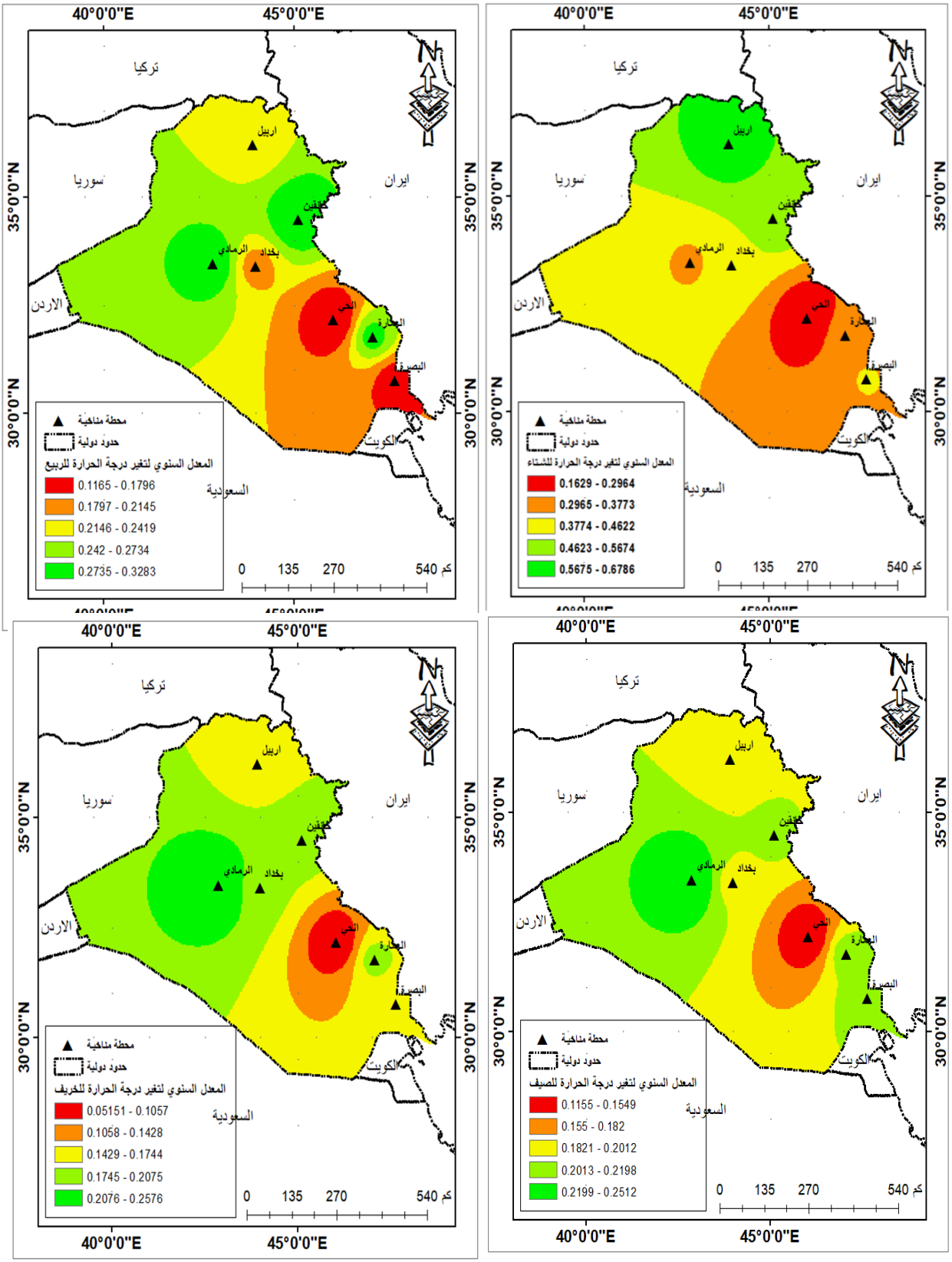
١ _ وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

٢ _ معادلة التغير الخطية $C = \left(\frac{bi}{y}\right) * 100$

٣ _ الاشكال البيانية (١) في الرابط الخاص بالملاحق:

https://drive.google.com/file/d/1Bkd7kNy9PcwauQdIH1Ci9uC-wrIn6ou0/view

الخريطة (٢ - ٥) المعدلات السنوية لاتجاه تغير درجات الحرارة الفصلية في العراق



المصدر: الباحث بالاعتماد على : الجدول (٢)، برمجيات (ArcGIS10.7.1)

٢_ الرطوبة النسبية: ويقصد بالرطوبة النسبية بكونها كمية بخار الماء الموجود فعلاً في الهواء أثناء درجة حرارة معينة نسبة للكمية القصوى التي يستطيع ان يحملها الهواء في نفس درجة الحرارة، ويعبر عن هذه الرطوبة بالنسبة المئوية،

وتتأثر بشكل مباشر بدرجات الحرارة، ولما كانت الرطوبة النسبية هي النسب المئوية لبخار الماء في الجو، وهذا يعني أن النسب ستتغير مع تغير درجة الحرارة **(السامرائي, ٢٠٠٨, ص٢١٠)**. تشهد معدلات الرطوبة النسبية الفصلية تبايناً مكانياً من محطة لأخر وزمانياً من فصل لأخر، فهي تتبع طبيعة الخصائص المناخية المؤثرة فيها من حيث الارتفاع والانخفاض، فهي ذات علاقة عكسية مع درجة الحرارة، ولأجل تتبع الخصائص الفصلية لها فأنه سيكون على الشكل الآتي:

- اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء:

أظهرت معدلات الرطوبة النسبية تبايناً مكانياً واضحاً بين محطات الدراسة، نتيجة لاختلاف تأثير العوامل المناخية المؤثرة فيها. إذ سجلت محطة الموصل أدنى معدل بلغ (٦٣٪)، تلتها محطات بغداد والحي والعمارة وأربيل بمعدلات تراوحت بين (٦٥-٦٩)%. في المقابل، حققت محطتا خانقين والرمادي أعلى المعدلات، إذ بلغت (٧٢٪) لكل منهما. كما يتضح أن معدلات الرطوبة النسبية خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الانخفاض، وهو ما يؤكده جدول (٣)، حيث سجلت محطة أربيل أدنى معدل تغير سنوي في الرطوبة النسبية بلغ (-٠.٠٤٢٦) %، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (-١.٦٦١٧)%. وتلتها محطات الحي والعمارة والبصرة والرمادي وخانقين، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (-٠.٠٦٣٢ و-٠.١١٠٧ و-٠.١١٤٠ و-٠.١٥٤٢ و-٠.١٨٤٠) %، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت

(-٢.٤٦٤١ و-٤.٣١٨٧ و-٤.٤٤٨ و-٦.٠١٢٥ و-٧.١٧٧١) % على التوالي. في حين سجلت محطة بغداد أعلى نسبة تغير سنوي بلغت (-٠.٢٤٩١)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى.%(8.4686-)

- اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع:

تُبيّن الخصائص المناخية للرطوبة النسبية خلال فصل الربيع وجود تباين مكاني واضح بين محطات الدراسة، إذ سُجل أدنى معدل للرطوبة في محطة البصرة بواقع (٤٠٪)، تلتها محطات بغداد والحي والعمارة بمعدلات بلغت (٤٣ و٤٤ و٤٥) % على التوالي، في حين سجلت محطتا أربيل وخانقين معدل رطوبة متقارباً بلغ (٤٨٪) لكل منهما. أما أعلى معدل للرطوبة النسبية فقد تحقق في محطة الرمادي بـ(51%) ، كما شهدت جميع المحطات المناخية تغيرات ملحوظة في معدلات الرطوبة النسبية، إذ اتجهت القيم بين التناقص والتزايد، ويُظهر جدول (٣) أن محطة أربيل سجلت تغيراً موجباً فريداً، بلغ معدل التغير السنوي فيها (٠.١٠٤٢)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٤.٠٦٢٥)%. وفيما يتعلق بالمحطات التي سجلت اتجاهاً تناقصياً، فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (-٠.١٥٦٦)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (-٥.٣٢٤١)%. في حين بلغت نسب التغير السنوي في محطات بغداد والعمارة وخانقين والرمادي (-٠.٢٨٥٦ و-٠.٣٩٤٧ و-٠.٤٢٤٩ و-٠.٤٣٧٣)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (-١١.١٣٧٧ و-١٥.٣٩٢٠ و-١٦.٧٣٧٥ و-١٧.٠٥٢٩)% على التوالي. في المقابل، سجلت محطة البصرة أعلى نسب التغير السالب، إذ بلغ معدل التغير السنوي فيها (-٠.٤٤٧٣)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى

. % (-17.4428)

- اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الصيف:

تُسجل الرطوبة النسبية خلال فصل الصيف أدنى معدلاتها في محطات الدراسة، ولاسيما في محطة الرمادي التي بلغ معدلها (٣٣٪)، تلتها محطات أربيل وخانقين والحي وبغداد والعمارة بمعدلات متقاربة بلغت (٢٧ و٢٦ و٢٥ و٢٥ و٢٤) % على التوالي. وقد اتخذت اتجاهات التغير في الرطوبة النسبية خلال هذا الفصل طابعاً سالباً في معظم المحطات، باستثناء محطة أربيل التي سجلت تغيراً موجباً، إذ بلغ معدل التغير السنوي فيها (٠.٥٢٠٧)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى(20.3089%) . أما فيما يتعلق بالتغير السالب، فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (-٠.١٢٢٠) %، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (-٤.٧٥٨٠) %، لتكون بذلك الأقل من حيث مقدار التغير بين محطات الدراسة. كما أظهرت بقية المحطات اتجاهاً عاماً نحو الانخفاض في معدلات الرطوبة النسبية، إذ بلغت نسب التغير السنوي تصاعدياً (-٠.١٥١٩ و-٠.٤١٣٩ و-٠.٤٩٢٠ و-٠.٥٢٥٤) % في محطات البصرة والرمادي وبغداد والعمارة على التوالي، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (-٦.٢٠٤٥ و-١٦.١٤٣٦ و-١٦.٧٢٨٠ و-٢٠.٤٩١٣) % على الترتيب. في المقابل، سجلت محطة خانقين أعلى انخفاض في معدل التغير السنوي بواقع (-٠.٥٩٥٨) %، كما حققت أعلى نسبة تغير سالب خلال مدة الدراسة بلغت (-٢٣.٢٣٥٠)% مقارنة ببقية المحطات.

- اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الخريف:

أظهرت المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية خلال فصل الخريف تبايناً مكانياً واضحاً بين محطات الدراسة، إذ سُجل أدنى مستوى للرطوبة في محطة البصرة بواقع (٥٢٪)، تلتها محطات الحي والعمارة وخانقين وأربيل وبغداد بمعدلات بلغت (٤٢ و٤٢ و٤٣ و٤٤ و٤٥)% على التوالي، في حين سجلت محطة الرمادي أعلى معدل للرطوبة النسبية خلال هذا الفصل، إذ بلغ(52%) كما تتباين اتجاهات التغير في الرطوبة النسبية بين المحطات خلال فصل الخريف، إذ يوضح جدول (٣) أن محطة خانقين سجلت أدنى معدل تغير سنوي بلغ (-٠.١٦٣٠)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (-٦.٣٥٧٩)%. في المقابل، بلغت معدلات التغير السنوي في محطات العمارة وبغداد والرمادي (-٠.١٩٨٨ و-٠.٢٤١١ و-٠.٤٠٤٥)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (-٧.٧٥٣٦ و-٨.١٩٧٨ و-١٥.٨١٠٠)% على التوالي. في حين سجلت محطتا أربيل والبصرة اتجاهاً موجباً في التغير، إذ بلغ معدل التغير السنوي فيهما (٠.٠٣٧٧ و٠.٠٣١٨)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (١.٤٧١٤ و١.٢٣٨٣)% على الترتيب.

جدول (٣): معاملات العلاقة الخطية لتحديد التغير قيم معدلات الرطوبة النسبية (%) للمدة (١٩٨٦-٢٠٢٤)

الفصل المناخي	المحطة المناخية	المعدل العام	عدد السنوات	الحد الثابت (ai)	معامل الاتجاه (bi)	قيمة الاتجاه (%)	معدل التغير خلال مدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير (C)
الشتاء	أربيل	69	39	69.802	-0.0294	68.6554	-1.6617	-0.0426
	خانقين	72	39	75.002	-0.1325	69.8345	-7.1771	-0.1840
	بغداد	65	34	68.72	-0.1619	63.2154	-8.4686	-0.2491
	الرمادي	72	39	67.525	-0.111	63.196	-6.0125	-0.1542
	الحي	66	39	67.274	-0.0417	65.6477	-2.4641	-0.0632
	العمارة	68	39	69.378	-0.0753	66.4413	-4.3187	-0.1107
	البصرة	63	39	64.628	-0.0718	61.8278	-4.4448	-0.1140
الربيع	أربيل	48	39	50.299	0.05	52.249	4.0625	0.1042
	خانقين	48	39	53.092	-0.206	45.058	-16.7375	-0.4292
	بغداد	43	39	42.661	-0.1228	37.8718	-11.1377	-0.2856
	الرمادي	51	39	51.313	-0.223	42.616	-17.0529	-0.4373
	الحي	44	34	44.798	-0.0689	42.4554	-5.3241	-0.1566
	العمارة	45	39	47.908	-0.1776	40.9816	-15.3920	-0.3947
	البصرة	40	39	40.478	-0.1789	33.5009	-17.4428	-0.4473
الصيف	أربيل	27	39	24.129	0.1406	29.6124	20.3089	0.5207
	خانقين	26	39	29.076	-0.1549	23.0349	-23.2350	-0.5958
	بغداد	25	34	27.279	-0.123	23.097	-16.7280	-0.4920
	الرمادي	33	39	35.483	-0.1366	30.1556	-16.1436	-0.4139
	الحي	25	39	25.386	-0.0305	24.1965	-4.7580	-0.1220
	العمارة	24	39	26.53	-0.1261	21.6121	-20.4913	-0.5254
	البصرة	22	39	22.726	-0.035	21.361	-6.2045	-0.1591
الخريف	أربيل	44	39	43.775	0.0166	44.4224	1.4714	0.0377
	خانقين	43	39	44.739	-0.0701	42.0051	-6.3579	-0.1630
	بغداد	45	34	45.628	-0.1085	41.939	-8.1978	-0.2411
	الرمادي	52	39	55.376	-0.2108	47.1548	-15.8100	-0.4054
	الحي	42	39	41.701	-0.0041	41.5411	-0.3807	-0.0098
	العمارة	42	39	43.832	-0.0835	40.5755	-7.7536	-0.1988
	البصرة	40	39	39.481	0.0127	39.9763	1.2383	0.0318

المصدر : الباحث بالاعتماد على :

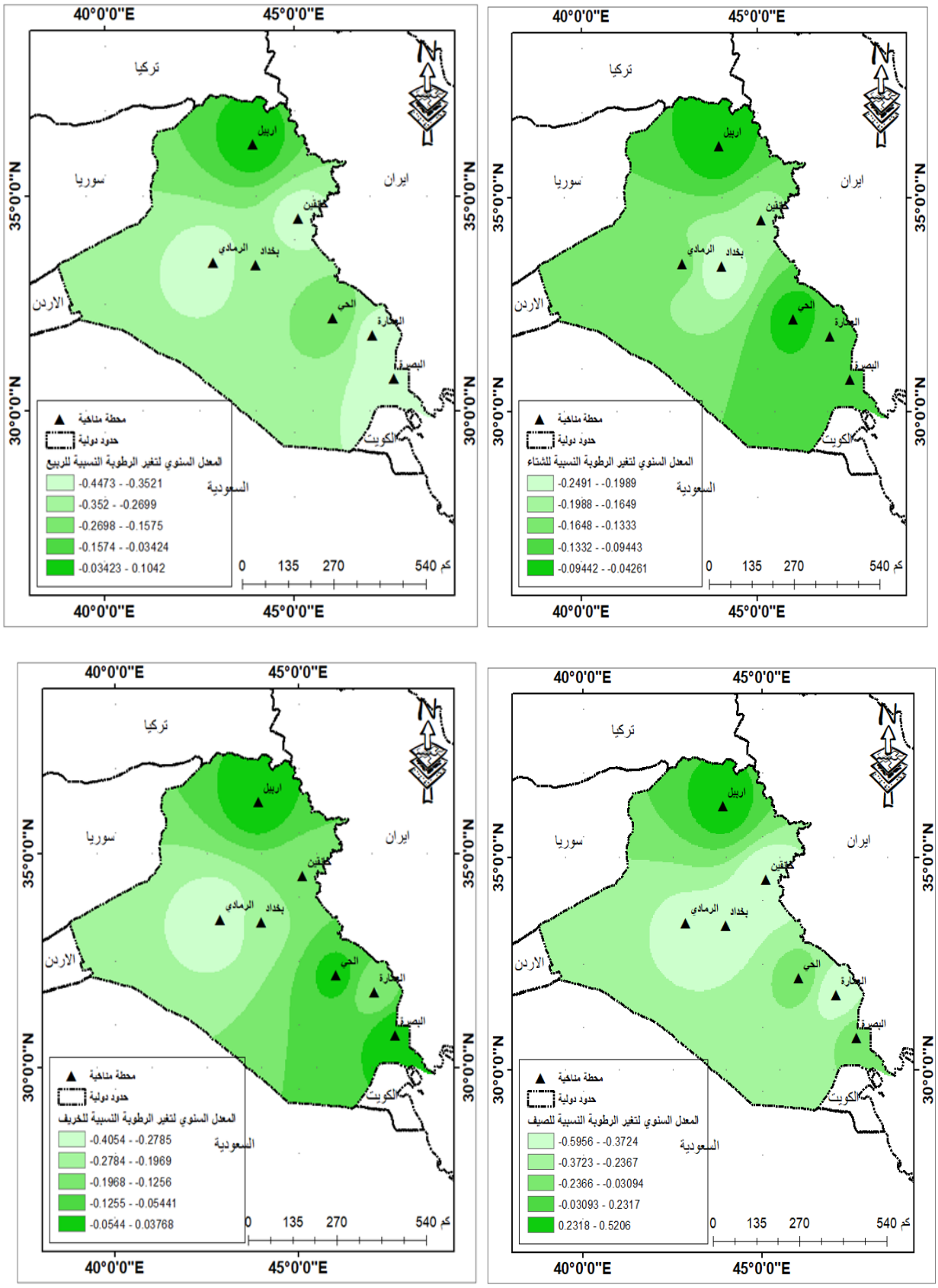
١_ وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

٢_ معادلة التغير الخطية $C = \left(\frac{bi}{y}\right) * 100$

٣_ الاشكال البيانية (٢) في الرابط الخاص بالملاحق:

https://drive.google.com/file/d/1Bkd7kNy9PcwauQdIH1Ci9uC-wrIn6ou0/view

الخريطة (٦ – ٩) المعدلات السنوية لاتجاه تغير الرطوبة النسبية الفصلية في العراق



المصدر: الباحث بالاعتماد على : الجدول (٣)، برمجيات (ArcGIS10.7.1)

ثانياً: المؤشرات البايومناخية المعتمدة في الدراسة:

١_ دليل الازعاج الحراري The Thom Discomfort Index(DI): تم اقتراح هذا الدليل من قبل Thom and Bosenعام 1959، ويُعدّ من أكثر المعايير كفاءة وتمثيلاً في تقييم درجة الحرارة المؤثرة، كونه يعبّر عن قيم دليل الإزعاج الحراري وعدم الراحة. كما يعكس التأثير المتكامل لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وديناميكية حركة الهواء في الإحساس الحراري الذي يدركه جسم الإنسان. ويمتاز هذا الدليل بقابليته للتطبيق ضمن نطاق واسع من الأقاليم المناخية، بما في ذلك المناطق التي تصل فيها درجات الحرارة إلى نحو °(47)م **(البهادلي، ٢٠٢١، ص٢٢)**. ويتم استخراجه وفقاً للمعادلة الاتية:

$$DI\ Thom = (0.8 * Tusc) + [(0.08 * (Ur - 3.2)]$$

Thom DI = دليل الازعاج الحراري ، $Tusc$ = معدل درجة الحرارة الاعتيادي (م)، Ur= معدل الرطوبة النسبية الشهرية %

الجدول (٤) حدود القيم واصنافها الحيوية وفق دليل الازعاج الحراري(DI)

ت	الاصناف الحيوية	حدود قيم الاصناف الحيوية
١	بدون ازعاج حراري	اقل من ٢١
٢	ازعاج حراري طفيف	٢١-٢٤
٣	ازعاج حراري متوسط	٢٤-٢٧
٤	زيادة الازعاج الحراري	٢٧-٢٩
٥	خطر التعرض لصدمة حرارية	اكثر من ٢٩

Source: Mihăilă، D.،Bistricean،P.I.،&Lazurca،L.G. (2016).Spatial and temporal relevance of some bioclimatic indexes for the study of the bioclimate of Moldova (west of the Prut river).Globe، 48(15)،43-329.

- اتجاه دليل الازعاج خلال فصل الشتاء:

يُظهر اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء تبايناً واضحاً في الاتجاهات الخطية لمؤشر(DI Thom) بين محطات الدراسة، إذ سُجل أدنى معدل في محطة أربيل بلغ (١٣.١)، تلتها محطات بغداد والرمادي وخانقين والحي والعمارة بمعدلات تراوحت بين (١٤.٢ و١٤.٣ و١٤.٦ و١٥.٦ و١٥.٧). في المقابل، حققت محطة البصرة أعلى معدل، إذ بلغ.(16.2) كما يتضح أن قيم مؤشر (DI Thom)خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، وهو ما يشير إلى الميل نحو ظروف مناخية أقل راحة، ويؤكد ذلك ما ورد في جدول (٥). فقد سجلت محطة الرمادي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٨٦٧) %، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٣.٣٨١٨) %. وتلتها محطات الحي وبغداد والعمارة والبصرة وخانقين، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.٠٨٨٥ و٠.١٧٨٢ و٠.٢١٢١ و٠.٢٣٢١ و٠.٢٧٥٣)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٣.٤٥٠٠ و٦.٠٥٧٧ و٨.٢٧٧٠ و٩.٠٥١٩ و١٠.٧٣٨٤)% على التوالي. في حين سجلت محطة أربيل أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.٣٨٨٥)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى.%(15.1534) .

- اتجاه دليل الازعاج النسبية خلال فصل الربيع:

يُظهر اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع تبايناً وتغيراً ملحوظين في الاتجاهات الخطية لمؤشر (DI Thom) بين محطات الدراسة، إذ سجلت محطة أربيل أدنى معدل بلغ (٢٠.١)، تلتها محطة الرمادي بمعدل (٢١.٥)، ثم محطتا خانقين وبغداد بمعدل متقارب بلغ (٢١.٧) لكل منهما، في حين سجلت محطتا الحي والبصرة معدلاً بلغ (٢٣.٥). وفي المقابل، حققت محطة العمارة أعلى قيمة للمؤشر، إذ بلغت (٢٤.٧). كما يتضح أن قيم مؤشر (DI Thom) خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، الأمر الذي يعكس ميلاً نحو ظروف مناخية أقل راحة، وهو ما يؤكده جدول (٥). فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٧٧٤)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٣.٠٢٠٤)%. تلتها محطات بغداد والرمادي وخانقين والعمارة، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.١٢٢٩ و٠.١٧٧٧ و٠.١٩٧٧ و٠.٢١٠٥)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.١٦٧٧ و٦.٩٢٩٣ و٧.٧١٠١ و٨.٢١٠٥)% على التوالي. في حين سجلت محطة البصرة أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.٣٩٥٣)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (١٥.٤١٧٤)%.

_ اتجاه دليل الازعاج خلال فصل الصيف:

يُظهر اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الصيف تبايناً وتغيراً ملحوظين في الاتجاهات الخطية لمؤشر (DI Thom) بين محطات الدراسة، إذ سجلت محطتا الرمادي وبغداد أدنى معدل بلغ (٢٩.٦)، تلتها محطات أربيل وخانقين والحي والعمارة بمعدلات بلغت (٢٩.٢ و٣٠.٤ و٣١.٥ و٣١.٧) على التوالي، في حين حققت محطة البصرة أعلى قيمة للمؤشر، إذ بلغت (٣٢.٠). كما يتضح أن قيم مؤشر (DI Thom) خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، الأمر الذي يشير إلى الميل نحو ظروف مناخية أقل راحة، وهو ما تؤكده نتائج جدول (٥). فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.١٠١٩)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٣.٩٧٤٣)%. وتلتها محطات بغداد وخانقين والعمارة والرمادي والبصرة، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.١٤٥٦ و٠.١٥٤٩ و٠.١٧١٦ و٠.١٩٣٩ و٠.١٩٦٦)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.٩٥٠٧ و٦.٠٤٢٤ و٦.٦٩٢٧ و٧.٥٦٢٨ و٧.٦٦٥٩)% على التوالي. في المقابل، سجلت محطة أربيل أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.٢١١٦)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٨.٢٥٤١)%.

_ اتجاه دليل الازعاج خلال فصل الخريف: يُظهر هذا الفصل تبايناً وتغيراً ملحوظين في الاتجاهات الخطية لقيم مؤشر (DI Thom) بين محطات الدراسة، إذ سجلت محطة أربيل أدنى معدل بلغ (٢٢.٠)، تلتها محطتا بغداد والرمادي بمعدل متقارب بلغ (٢٢.٧) لكل منهما، ثم جاءت محطات خانقين والعمارة والحي بمعدلات تصاعدية بلغت (٢٣.٠ و٢٤.٤ و٢٤.٥) على التوالي. وفي المقابل، حققت محطة البصرة أعلى قيمة للمؤشر، إذ بلغت (٢٥.١). كما يتضح أن قيم مؤشر (DI Thom) خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، وهو ما يشير إلى الميل نحو ظروف مناخية أقل راحة، ويؤكد ذلك في جدول (٥). فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٤٣٧)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (١.٧٠٣٣)%. وتلتها محطات بغداد وأربيل والعمارة والبصرة والرمادي، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.١٢٥٦ و٠.١٣٠٠ و٠.١٣٦٣ و٠.١٣٧٧ و٠.١٣٩٦)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.٢٦٧٨ و٥.٠٧٠٠ و٥.٣١٣٩ و٥.٣٧٠٥ و٥.٤٤٦٣)% على التوالي. في حين سجلت محطة خانقين أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.١٤٧٤)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٥.٧٤٨٣)%.

جدول (٥): معاملات العلاقة الخطية لتحديد التغير قيم معدلات (DI Thom) (%) للمدة (١٩٨٦-٢٠٢٤)

الفصل المناخي	المحطة المناخية	المعدل العام	عدد السنوات	الحد الثابت (ai)	معامل الاتجاه (bi)	قيمة الاتجاه (%)	معدل التغير خلال مدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير (C)
الشتاء	أربيل	13.1	39	12.084	0.0509	14.0691	15.1534	0.3885
	خانقين	14.6	39	13.83	0.0402	15.3978	10.7384	0.2753
	بغداد	14.2	34	13.68	0.0253	14.5402	6.0577	0.1782
	الرمادي	14.3	39	14.052	0.0124	14.5356	3.3818	0.0867
	الحي	15.6	39	15.359	0.0138	15.8972	3.4500	0.0885
	العمارة	15.7	39	14.991	0.0333	16.2897	8.2720	0.2121
	البصرة	16.2	39	15.443	0.0376	16.9094	9.0519	0.2321
الربيع	أربيل	20.1	39	19.282	0.0395	20.8225	7.6642	0.1965
	خانقين	21.7	39	20.887	0.0429	22.5601	7.7101	0.1977
	بغداد	21.7	34	21.15	0.0266	22.0544	4.1677	0.1226
	الرمادي	21.5	39	20.877	0.0382	22.3668	6.9293	0.1777
	الحي	23.5	39	23.14	0.0182	23.8498	3.0204	0.0774
	العمارة	24.7	39	22.599	0.052	24.627	8.2105	0.2105
	البصرة	23.5	39	23.43	0.0929	27.0531	15.4174	0.3953
الصيف	أربيل	29.2	39	27.994	0.0618	30.4042	8.2541	0.2116
	خانقين	30.4	39	29.412	0.0471	31.2489	6.0424	0.1549
	بغداد	29.6	34	28.756	0.0431	30.2214	4.9507	0.1456
	الرمادي	29.6	39	28.573	0.0574	30.8116	7.5628	0.1939
	الحي	31.5	39	30.906	0.0321	32.1579	3.9743	0.1019
	العمارة	31.7	39	30.601	0.0544	32.7226	6.6927	0.1716
	البصرة	32.0	39	30.731	0.0629	33.1841	7.6659	0.1966
الخريف	أربيل	22.0	39	21.396	0.0286	22.5114	5.0700	0.1300
	خانقين	23.0	39	22.286	0.0339	23.6081	5.7483	0.1474
	بغداد	22.7	34	22.116	0.0285	23.085	4.2687	0.1256
	الرمادي	22.7	39	22.192	0.0317	23.4283	5.4463	0.1396
	الحي	24.5	39	24.302	0.0107	24.7193	1.7033	0.0437
	العمارة	24.4	39	23.759	0.0336	25.0694	5.3705	0.1377
	البصرة	25.1	39	24.393	0.0342	25.7268	5.3139	0.1363

المصدر : الباحث بالاعتماد على :

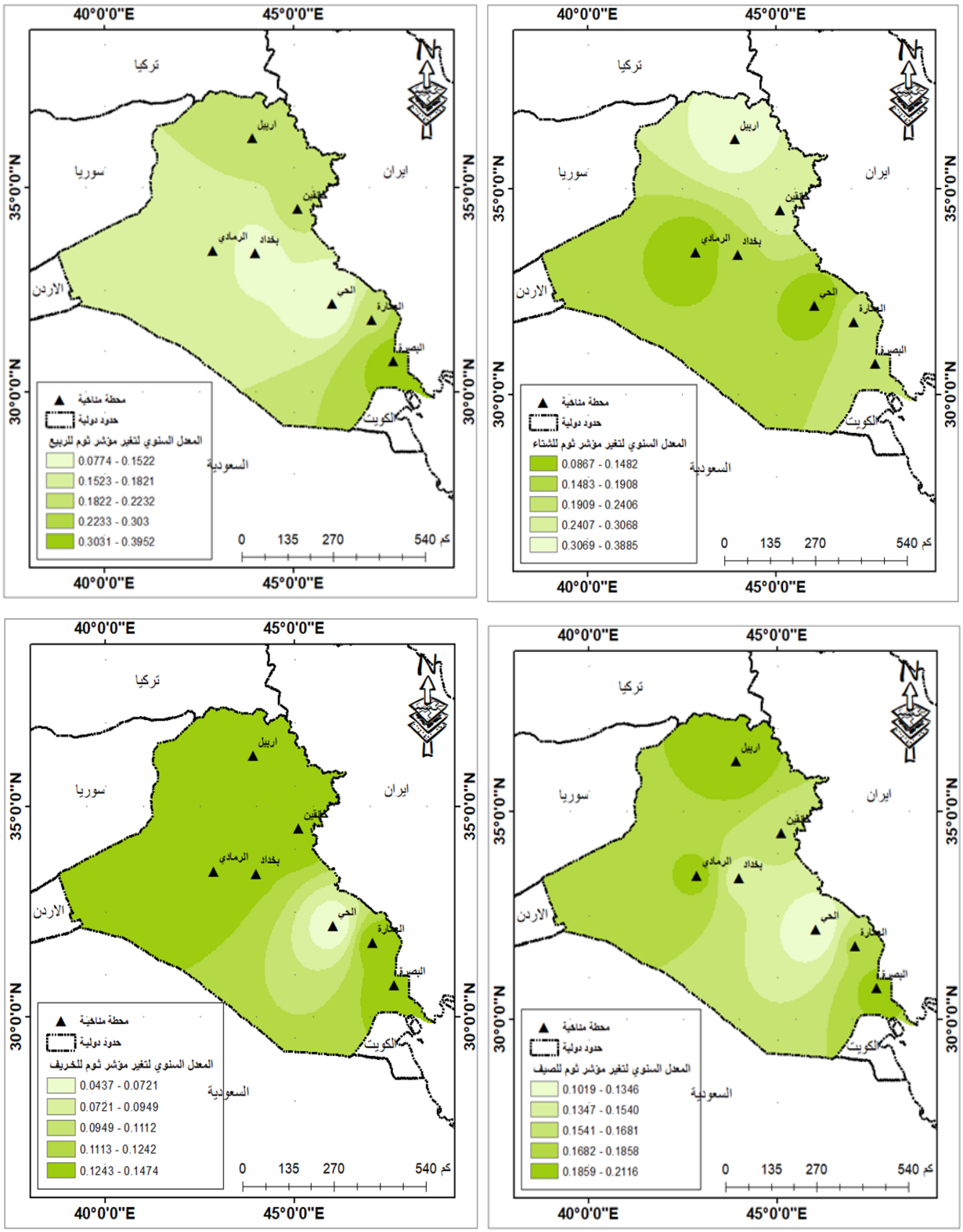
١_ وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

٢_معادلة التغير الخطية $C = \left(\frac{bi}{y}\right) * 100$

٣_ الاشكال البيانية (٤) في الرابط الخاص بالملاحق:

https://drive.google.com/file/d/1Bkd7kNy9PcwauQdIH1Ci9uC-wrIn6ou0/view

الخريطة (١٠ – ١٣) المعدلات السنوية لاتجاه تغير لمؤشر (DI Thom) الفصلية في العراق



المصدر: الباحث بالاعتماد على : الجدول (٥)، برمجيات (ArcGIS10.7.1)

٢- دليل الحرارة والرطوبة Thermo-Hygrometric Index(THI) : هو مؤشر يُعطي قيمة عددية واحدة تُجسّد التأثيرات المشتركة لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية المرتبطة بمستوى الإجهاد الحراري. إذ يعتمد على مفهوم درجة الحرارة الظاهرية، وهي درجة الحرارة التي يشعر بها جسم الإنسان فعلياً، والتي يَقل معدل تبريدها مع ارتفاع قيم الرطوبة النسبية نتيجة انخفاض كفاءة عملية التبخر. وبذلك فإن الإحساس الحراري لدى الإنسان لا يتحدد بدرجة الحرارة وحدها، بل يتأثر أيضاً بدرجة الرطوبة النسبية المصاحبة لها. **(السبهاني، ٢٠٢٢، ص١٤٢)**. ويتم استخراجه وفقاً للمعادلة الاتية:

$$THI = T - (0.55 - 0.0055 * RH) * (T - 14.5)$$

DI= دليل الحرارة والرطوبة

T= معدل درجة الحرارة (م)

RH= معدل الرطوبة النسبية %

الجدول (٦) حدود القيم واصنافها الحيوية وفق دليل الحرارة والرطوبة (THI)

ت	الاصناف الحيوية	حدود قيم الاصناف الحيوية
١	عدم راحة	اقل من ١٠
٢	انزعاج متوسط	١٠-١٥
٣	راحة نسبية	١٥-١٨
٤	راحة تامة	١٨-٢١
٥	راحة نسبية (١٠-٥٠٪) يشعرون بعدم الراحة	٢١-٢٤
٦	عدم الراحة	٢٤-٢٧
٧	انزعاج شديد	٢٧-٢٩
٨	اجهاد كبير وخطر على الصحة	اكثر من ٢٩

المصدر: علي حسن موسى، المناخ الحيوي، دمشق، سوريا، ٢٠٠٢، ص٥٩

- اتجاه معدلات مؤشر (THI) خلال فصل الشتاء:

يُظهر اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء تبايناً واضحاً في الاتجاهات الخطية لمؤشر (THI) بين محطات الدراسة، إذ سُجل أدنى معدل في محطة أربيل بلغ (١٠.٦)، تلتها محطات الرمادي وخانقين وبغداد والحي والعمارة بمعدلات تراوحت بين (١١.٥، ١١.٩، ١٢.١، ١٣.٤، ١٣.٥). في المقابل، حققت محطة البصرة أعلى معدل (١٤.٣)، كما يتضح أن قيم مؤشر (THI)خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، وهو ما يشير إلى الميل نحو ظروف مناخية أقل راحة، ويؤكد ذلك ما ورد في جدول (٧). فقد سجلت محطة البصرة أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٣٠٠٧) %، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (١١.٧٢٧٣) %. وتلتها محطات العمارة والرمادي وبغداد وخانقين، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.٣٠٦٧، ٠.٣٣٢٢، ٠.٣٤٤٦، ٠.٥٠٣٤)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (١١.٩٦١٩، ١١.٢٩٣٩، ١٣.٤٤٠٥، ١٩.٦٣١١)% على التوالي. في حين سجلت محطة أربيل أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.٥٢٩٢)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٢٠.٦٤٠٦)%.

- اتجاه معدلات مؤشر (THI) خلال فصل الربيع:

يُظهر اتجاه معدلات الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع تبايناً وتغيراً ملحوظين في الاتجاهات الخطية لمؤشر (THI) بين محطات الدراسة، إذ سجلت محطة أربيل أدنى معدل بلغ (18.7)، تلتها محطة الرمادي بمعدل (٢٠.٢)، ثم

محطتا خانقين وبغداد بمعدل متقارب بلغ (٢٠.٣، ٢٠.٥) لكل منهما، في حين سجلت محطتا الحي والبصرة معدلاً بلغ (٢٢.٠). وفي المقابل، حققت محطة العمارة أعلى قيمة للمؤشر، إذ بلغت (٢٣.٠). كما يتضح أن قيم مؤشر (THI) خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، ما عدا محطة البصرة باتجاه سالب بمعدل تغير سنوي بلغ(٠.٠٩٣٢-) وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٣.٦٣٤١-)، أما فيما يتعلق بالتغير الموجب، فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٧٥٩)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٢.٩٦٠٥)%. تلتها محطات بغداد واربيل والرمادي وخانقين والعمارة، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.١٢٢٠، ٠.١٨٠٧، ٠.٢٠٢٠، ٠.٢٢٢٢، ٠.٢٢٣٥)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.٧٥٦١، ٦.٨٦٧٣، ٧.٠٤٩٢، ٨.٦٦٤٥، ٨.٧١٥٧)% على التوالي.

_ اتجاه معدلات مؤشر (THI) خلال فصل الصيف: يُظهر الاتجاه خلال فصل الصيف تبايناً وتغيراً ملحوظين في الاتجاهات الخطية لمؤشر (THI) بين محطات الدراسة، إذ سجلت محطتا اربيل أدنى معدل بلغ (٢٦.٣)، تلتها محطات بغداد والرمادي وخانقين والحي والعمارة بمعدلات بلغت (٢٦.٤، ٢٦.٨، ٢٧.٠، ٢٧.٩، ٢٧.٩) على التوالي، في حين حققت محطة البصرة أعلى قيمة للمؤشر، إذ بلغت (٢٨.٠). كما يتضح أن قيم مؤشر (THI) خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، الأمر الذي يشير إلى الميل نحو ظروف مناخية أقل راحة، وهو ما تؤكده نتائج جدول (٧). فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٧٧٨)%، وبنسبة تغير تراكمية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٣.٠٣٣٣)%. وتلتها محطات بغداد وخانقين والعمارة والرمادي والبصرة، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.٠٩٢٠ و٠.٠٩٩٣ و٠.١١٢٢ و٠.١٤٦٦ و٠.١٥١٨)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٣.٥٨٩٨، ٣.٨٧١١، ٤.٣٧٥٣، ٤.٩٨٥٨، ٥.٩١٩٦)% على التوالي. في المقابل، سجلت محطة أربيل أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.١٩٩٢)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٧.٧٧٠٣)%.

_ اتجاه معدلات مؤشر (THI) خلال فصل الخريف: يُظهر هذا الفصل تبايناً وتغيراً ملحوظين في الاتجاهات الخطية لقيم مؤشر (DI Thom) بين محطات الدراسة، إذ سجلت محطة أربيل أدنى معدل بلغ (٢٠.٦)، تلتها محطتا الرمادي وبغداد بمعدل متقارب بلغ (٢١.٢، ٢١.٣)، ثم جاءت محطات خانقين والعمارة والحي بمعدلات تصاعدية بلغت (٢١.٥، ٢٢.٨، ٢٢.٩) على التوالي. وفي المقابل، حققت محطة البصرة أعلى قيمة للمؤشر، إذ بلغت (٢٣.٣). كما يتضح أن قيم مؤشر (THI) خلال هذا الفصل تتجه عموماً نحو الارتفاع، وهو ما يشير إلى الميل نحو ظروف مناخية أقل راحة، ويؤكد ذلك جدول (٧). فقد سجلت محطة الحي أدنى معدل تغير سنوي بلغ (٠.٠٤١٩)%، وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة وصلت إلى (١.٦٣٤٩)%. وتلتها محطات البصرة وبغداد واربيل والعمارة، إذ بلغت نسب التغير السنوي فيها (٠.١٢٤٥، ٠.١١٩٧، ٠.١١٨٠، ٠.١٢٥٩)%، وبنسب تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٤.٦٦٩٠، ٤.٦٠٠٥، ٤.٨٥٤١، ٤.٩٠٩٢)% على التوالي. في حين سجلت محطة الرمادي أعلى نسبة تغير سنوي موجب بلغت (٠.١٦١٣)%، وبنسبة تغير إجمالية خلال مدة الدراسة وصلت إلى (٥.٤٨٤٩)%.

جدول (٧): معاملات العلاقة الخطية لتحديد التغير قيم معدلات (THI) (%) للمدة (١٩٨٦-٢٠٢٤)

الفصل المناخي	المحطة المناخية	المعدل العام	عدد السنوات	الحد الثابت (ai)	معامل الاتجاه (bi)	قيمة الاتجاه (%)	معدل التغير خلال مدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير (C)
الشتاء	أربيل	10.6	39	9.4447	0.0561	11.6326	20.6406	0.5292
	خانقين	11.9	39	10.729	0.0599	13.0651	19.6311	0.5034
	بغداد	12.1	39	11.233	0.0417	12.8593	13.4405	0.3446
	الرمادي	11.5	34	10.863	0.0382	12.1618	11.2939	0.3322
	الحي	13.5	39	13.09	0.018	13.792	5.2000	0.1333
	العمارة	13.4	39	12.525	0.0411	14.1279	11.9619	0.3067
	البصرة	14.3	39	13.435	0.043	15.112	11.7273	0.3007
الربيع	أربيل	18.7	39	18.037	0.0338	19.3552	7.0492	0.1807
	خانقين	20.3	39	19.407	0.0451	21.1659	8.6645	0.2222
	بغداد	20.5	39	19.965	0.025	20.94	4.7561	0.1220
	الرمادي	20.2	34	19.465	0.0408	20.8522	6.8673	0.2020
	الحي	22.0	39	21.627	0.0167	22.2783	2.9605	0.0759
	العمارة	23.0	39	21.092	0.0514	23.0966	8.7157	0.2235
	البصرة	22.0	39	22.461	-0.0205	21.6615	-3.6341	-0.0932
الصيف	أربيل	26.3	39	25.209	0.0524	27.2526	7.7703	0.1992
	خانقين	27.0	39	26.495	0.0268	27.5402	3.8711	0.0993
	بغداد	26.4	39	25.936	0.0243	26.8837	3.5898	0.0920
	الرمادي	26.8	34	26.117	0.0393	27.4532	4.9858	0.1466
	الحي	27.9	39	27.414	0.0217	28.2603	3.0333	0.0778
	العمارة	27.9	39	27.269	0.0313	28.4897	4.3753	0.1122
	البصرة	28.0	39	27.127	0.0425	28.7845	5.9196	0.1518
الخريف	أربيل	20.6	39	20.153	0.0243	21.1007	4.6005	0.1180
	خانقين	21.5	39	20.907	0.0298	22.0692	5.4056	0.1386
	بغداد	21.3	39	20.758	0.0255	21.7525	4.6690	0.1197
	الرمادي	21.2	34	20.568	0.0342	21.7308	5.4849	0.1613
	الحي	22.9	39	22.656	0.0096	23.0304	1.6349	0.0419
	العمارة	22.8	39	22.199	0.0287	23.3183	4.9092	0.1259
	البصرة	23.3	39	22.743	0.029	23.874	4.8541	0.1245

المصدر : الباحث بالاعتماد على :

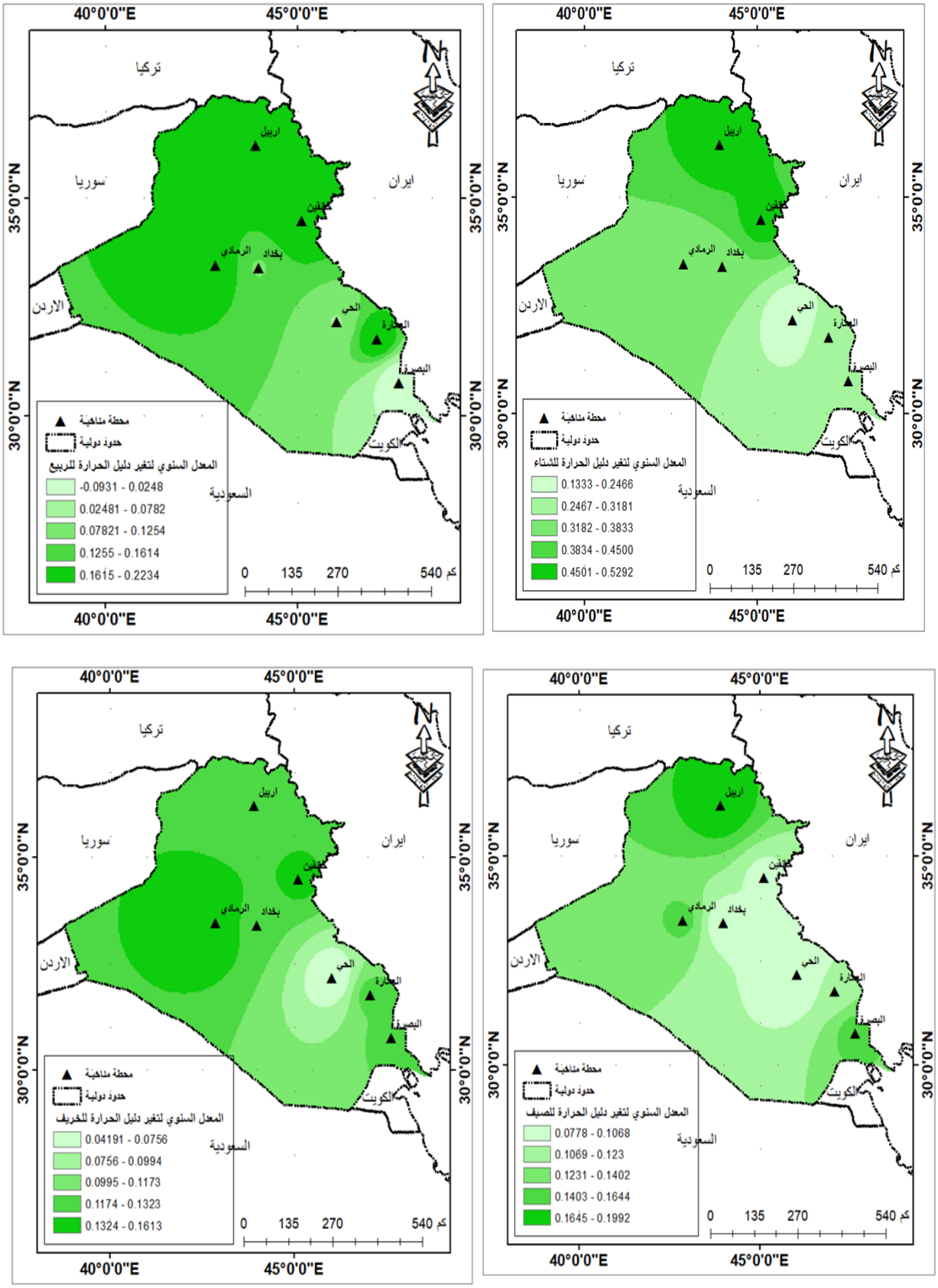
١ _ وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

٢ _ معادلة التغير الخطية $C = \left(\frac{bi}{y}\right) * 100$

٣ _ الاشكال البيانية (٣) في الرابط الخاص بالملاحق:

https://drive.google.com/file/d/1Bkd7kNy9PcwauQdIH1Ci9uC-wrIn6ou0/view

الخريطة (١٤ – ١٧) المعدلات السنوية لاتجاه تغير لمؤشر (THI) الفصلية في العراق



المصدر: الباحث بالاعتماد على : الجدول (٧)، برمجيات (ArcGIS10.7.1)

ثالثاً: تكرارات الأصناف البايومناخية للمؤشرات البايومناخية في منطقة الدراسة:

١- تكرارات الأصناف البايومناخية لمؤشر (DI Thom) في منطقة الدراسة:

رصد تكرارات الأصناف البايومناخية في منطقة الدراسة على مدار الفصول الأربعة، لتقييم مدى تباين الظروف المناخية الموسمية وتأثيرها على البيئة المحلية. ويتيح هذا التصنيف فهم توزيع الأصناف من الباردة والمعتدلة إلى الحارة والحارة جدًا، مما يساعد في استنتاج الفترات الزمنية التي تشهد الراحة الحرارية أو الإجهاد الحراري في مختلف المحطات، ولتحليل تكرارات الأصناف الخاصة بمؤشر الازعاج الحراري سيتم تفصيلها وفقاً لما يأتي: الجدول(٨):

- **فصل الشتاء:** خلال هذا الفصل سُجلت ٢٧٥ حالة لصنف مريح، بنسبة ١٠٠٪ من مجموع التكرارات الفصلية، هذا يعكس أن جميع محطات الدراسة كانت ضمن نطاق الراحة الحرارية المثلى، دون أي ظهور لحالات الإزعاج الطفيف أو المتوسط أو زيادة الإزعاج أو خطر التعرض للصدمة الحرارية (٠٪ لكل منها). وبالتالي، يمكن اعتبار الشتاء الفصل الأكثر ملاءمة للراحة الحرارية في العراق.

- **فصل الربيع:** ان هناك تحول واضح نحو درجات حرارة أقل راحة، حيث انخفضت حالات المريح إلى ٢٣ حالة، بنسبة ١١.٢٪، مع تركيز أغلبها في محطة حانقين (٣٩.١٣٪ من حالات المريح). بالمقابل، تصدّر صنف إزعاج طفيف المشهد الحراري بـ ٢٠٥ حالة، أي ٧٤.١٪، مع أعلى التكرارات في بغداد (١٧.٠٧٪) والحي (١٦.٥٩٪) وأربيل (١٦.١٠٪). كما سجل صنف إزعاج متوسط ٤٦ حالة، بنسبة ١٦.٦٪، وكانت النسبة الأعلى في البصرة (٥٠٪) والعمارة (٢٨.٢٦٪). لم تظهر أي حالات ضمن صنفي زيادة الإزعاج وخطر التعرض للصدمة الحرارية.

- **فصل الصيف:** يُعد الصيف الفصل الأكثر تطرفًا حراريًا، حيث اختفى كليًا صنف المريح وصنف الإزعاج الطفيف والمتوسط ، في المقابل، سجل صنف خطر التعرض للصدمة الحرارية ٢٥٨ حالة، بنسبة ١٠٠٪ من مجموع التكرارات الفصلية، موزعة بالتساوي تقريبًا بين المحطات (١٥-١٦٪ لكل محطة). كما سُجلت بعض الحالات ضمن صنف زيادة الإزعاج ١٧ حالة، أي ٦.٢٪، تركزت في بغداد (٥٢.٩٤٪) والرمادي (٤١.١٨٪). وتشير هذه النتائج إلى أن الصيف يمثل ذروة الإجهاد الحراري وخطر الصدمة الحرارية على الإنسان في جميع مناطق الدراسة.

- **فصل الخريف:** تحسنت الظروف الحرارية نسبياً بعد صيف شديد الحرارة، إذ كان صنف إزعاج طفيف ١٤٤ حالة، بنسبة ٦١٪، هو الصنف السائد، مع أعلى القيم في بغداد (٢٧.٠٨٪) وحانقين (٢٦.٣٩٪). تلاه صنف إزعاج متوسط ٨٩ حالة، بنسبة ٣٨٪، مع تركز الحالات في العمارة (٢٩.٢١٪) والحي (٣١.٤٦٪) وأربيل (٣٣.٧١٪). وسُجلت حالة واحدة فقط ضمن صنف مريح، بنسبة ٠.٤٪، في حين لم تظهر أي حالات ضمن خطر التعرض للصدمة الحرارية.

الجدول (٨) التوزيع العددي والنسبي لاصناف البايومناخية لمؤشر (DI Thom) في منطقة الدراسة

الصنف	المحطة	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف		المجموع	
		التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%
مريح	اربيل	40	14.55%	4	17.39%	0	0.00%	0	0.00%	44	14.72%
	حاتقين	40	14.55%	9	39.13%	0	0.00%	0	0.00%	49	16.39%
	بغداد	40	14.55%	5	21.74%	0	0.00%	0	0.00%	45	15.05%
	الرمادي	35	12.73%	5	21.74%	0	0.00%	1	100.00%	41	13.71%
	الحي	40	14.55%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	40	13.38%
	العمارة	40	14.55%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	40	13.38%
	البصرة	40	14.55%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	40	13.38%
المجموع		275	100.00%	23	100.00%	0	0.00%	1	100.00%	299	100.00%
ازعاج طفيف	اربيل	0	0.00%	33	16.10%	0	0.00%	8	5.56%	41	11.75%
	حاتقين	0	0.00%	30	14.63%	0	0.00%	38	26.39%	68	19.48%
	بغداد	0	0.00%	35	17.07%	0	0.00%	39	27.08%	74	21.20%
	الرمادي	0	0.00%	30	14.63%	0	0.00%	34	23.61%	64	18.34%
	الحي	0	0.00%	34	16.59%	0	0.00%	11	7.64%	45	12.89%
	العمارة	0	0.00%	26	12.68%	0	0.00%	14	9.72%	40	11.46%
	البصرة	0	0.00%	17	8.29%	0	0.00%	0	0.00%	17	4.87%
المجموع		0	0.00%	205	100.00%	0	0.00%	144	100.00%	349	100.00%
ازعاج متوسط	اربيل	0	0.00%	3	6.52%	0	0.00%	30	33.71%	33	24.44%
	حاتقين	0	0.00%	1	2.17%	0	0.00%	2	2.25%	3	2.22%
	بغداد	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	1.12%	1	0.74%
	الرمادي	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
	الحي	0	0.00%	6	13.04%	0	0.00%	28	31.46%	34	25.19%
	العمارة	0	0.00%	13	28.26%	0	0.00%	26	29.21%	39	28.89%
	البصرة	0	0.00%	23	50.00%	0	0.00%	2	2.25%	25	18.52%
المجموع		0	0.00%	46	100.00%	0	0.00%	89	100.00%	135	100.00%
زيادة الازعاج	أربيل	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	2	4.88%	2	3.45%
	حاتقين	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
	بغداد	0	0.00%	0	0.00%	9	52.94%	0	0.00%	9	15.52%
	الرمادي	0	0.00%	0	0.00%	7	41.18%	0	0.00%	7	12.07%
	الحي	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	2.44%	1	1.72%
	العمارة	0	0.00%	0	0.00%	1	5.88%	0	0.00%	1	1.72%
	البصرة	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	38	92.68%	38	65.52%
المجموع		0	0.00%	0	0.00%	17	100.00%	41	100.00%	58	100.00%
خطر التعرض للصدمة الحرارية	أربيل	0	0.00%	0	0.00%	40	15.50%	0	0.00%	40	15.44%
	حاتقين	0	0.00%	0	0.00%	40	15.50%	0	0.00%	40	15.44%
	بغداد	0	0.00%	0	0.00%	31	12.02%	0	0.00%	31	11.97%
	الرمادي	0	0.00%	0	0.00%	28	10.85%	0	0.00%	28	10.81%
	الحي	0	0.00%	0	0.00%	40	15.50%	0	0.00%	40	15.44%
	العمارة	0	0.00%	1	10000.00%	39	15.12%	0	0.00%	40	15.44%
	البصرة	0	0.00%	0	0.00%	40	15.50%	0	0.00%	40	15.44%
المجموع		0	0.00%	1	100.00%	258	100.00%	0	0.00%	259	100.00%

المصدر: وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

٢_ تكرارات الأصناف البايومناخية لمؤشر (THI) في منطقة الدراسة:

يهدف هذا التحليل إلى دراسة تكرارات الأصناف البايومناخية لمؤشر THI في منطقة الدراسة على مدار الفصول الأربعة، لتحديد مدى انتشار الظروف المريحة وشبه المريحة وغير المريحة وخطر التعرض للإجهاد الحراري. يساعد هذا التصنيف في فهم توزيع الأحوال المناخية الموسمية، وتحديد الفترات التي قد تشهد راحة حرارية مثلى أو إجهاد حراري محتمل في المحطات المختلفة. ولتحليل تكرارات الأصناف الخاصة بمؤشر الازعاج الحراري سيتم تفصيلها وفقاً لما يأتي: الجدول(٩):

_ فصل الشتاء: في الشتاء سادت الأصناف الباردة والمتوسطة، حيث سجل الصنف بارد ١٤٦ حالة (١٠٠٪)، مع أعلى التكرارات في حانقين، بغداد، والرمادي (٣٣ حالة لكل منها، ٢٢.٦٪)، ثم أربيل (٢١ حالة، ١٤.٣٨٪)، العمارة (١٤ حالة، ٩.٥٩٪)، الحي (٩ حالات، ٦.١٦٪)، والبصرة (٣ حالات، ٢.٠٥٪). أما الصنف بارد معتدل فسجل ١١٣ حالة (١٠٠٪)، مع أعلى التكرارات في الحي (٢٩ حالة، ٢٥.٦٦٪)، العمارة والبصرة (٢٦ حالة لكل منهما، ٢٣.٠١٪)، وأربيل (١٦ حالة، ١٤.١٦٪). وظهر الصنف مريح في ١٦ حالة (١٠٠٪)، بتركيز في البصرة (١١ حالة، ٦٨.٧٥٪)، أربيل (٣ حالات، ١٨.٧٥٪)، والحي (٢ حالة، ١٢.٥٠٪). لم تُسجل أي حالات للحار أو الحار جدًا.

_ فصل الربيع: خلال الربيع بدأ الانتقال نحو الدفء، حيث سجل مريح ٣٣ حالة (١٠٠٪)، الأعلى في حانقين (١٠ حالات، ٣٠.٣٠٪)، أربيل (٨ حالات، ٢٤.٢٤٪)، الرمادي (٧ حالات، ٢١.٢١٪)، بغداد (٦ حالات، ١٨.١٨٪)، والعمارة (٢ حالة، ٦.٠٦٪). وبرز الصنف حار بقوة بـ (٢٤٢) حالة (١٠٠٪)، مع أعلى التكرارات في الحي والبصرة (٤٠ حالة لكل منهما، ١٦.٥٣٪)، العمارة (٣٨ حالة، ١٥.٧٠٪)، أربيل (٣٢ حالة، ١٣.٢٢٪)، بغداد (٣٤ حالة، ١٤.٠٥٪)، حانقين (٣٠ حالة، ١٢.٤٠٪)، والرمادي (٢٨ حالة، ١١.٥٧٪). لم تُسجل حالات للبارد، البارد معتدل، أو الحار جدًا.

_ فصل الصيف: الصيف شهد ذروة درجات الحرارة، حيث هيمن الصنف حار جدًا ٢٤٠ حالة (١٠٠٪)، موزعًا بالتساوي بين الحي والبصرة (٤٠ حالة لكل منهما، ١٦.٦٧٪)، أربيل والعمارة (٣٨ حالة لكل منهما، ١٥.٨٣٪)، حانقين (٣٦ حالة، ١٥.٠٠٪)، الرمادي (٢٨ حالة، ١١.٦٧٪)، بغداد (٢٠ حالة، ٨.٣٣٪). وظهر الصنف حار في ٣٣ حالة (١٠٠٪)، بتركيز في بغداد (٢٠ حالة، ٦٠.٦١٪)، الرمادي (٧ حالات، ٢١.٢١٪)، وحانقين (٤ حالات، ١٢.١٢٪). لم تُسجل حالات للبارد أو البارد معتدل أو مريح.

_ فصل الخريف : في الخريف استمر الصنف حار ٢٧٤ حالة (١٠٠٪)، موزعًا على جميع المحطات، وأعلى التكرارات في أربيل، حانقين، بغداد، الحي، العمارة، البصرة (٤٠ حالة لكل منها، ١٤–١٤.٦٪)، والرمادي (٣٤ حالة، ١٢.٤١٪). بينما سجل مريح حالة واحدة فقط (١٠٠٪) في الرمادي، ولم تظهر أي حالات للبارد أو البارد معتدل أو الحار جدًا.

الجدول (٩) التوزيع العددي والنسبي لأصناف البايومناخية لمؤشر (THI) في منطقة الدراسة

الصنف	المحطة	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف		المجموع	
		التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	تكرار	%	التكرار	%
بارد	أربيل	21	14.38%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	21	14.38%
	حانقين	33	22.60%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	33	22.60%
	بغداد	33	22.60%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	33	22.60%
	الرمادي	33	22.60%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	33	22.60%
	الحي	9	6.16%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	9	6.16%
	العمارة	14	9.59%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	14	9.59%
	البصرة	3	2.05%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	3	2.05%
المجموع		146	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	146	100.00%
بارد معتدل	أربيل	16	14.16%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	16	14.16%
	حانقين	7	6.19%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	7	6.19%
	بغداد	7	6.19%	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	7	6.19%
	الرمادي	2	1.77%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	2	1.77%
	الحي	29	25.66%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	29	25.66%
	العمارة	26	23.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	26	23.01%
	البصرة	26	23.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	26	23.01%
المجموع		113	100.00%	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	113	100.00%
مريح	أربيل	3	18.75%	8	24.24%	0	0.00%	0	0.00%	11	22.00%
	حانقين	0	0.00%	10	30.30%	0	0.00%	0	0.00%	10	20.00%
	بغداد	0	0.00%	6	18.18%	0	0.00%	0	0.00%	6	12.00%
	الرمادي	0	0.00%	7	21.21%	0	0.00%	1	100.00%	8	16.00%
	الحي	2	12.50%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	2	4.00%
	العمارة	0	0.00%	2	6.06%	0	0.00%	0	0.00%	2	4.00%
	البصرة	11	68.75%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	11	22.00%
المجموع		16	100.00%	33	100.00%	0	0.00%	1	100.00%	50	100.00%
حار	أربيل	0	0.00%	32	13.22%	0	0.00%	40	14.60%	72	13.11%
	حانقين	0	0.00%	30	12.40%	4	12.12%	40	14.60%	74	13.48%
	بغداد	0	0.00%	34	14.05%	20	60.61%	40	14.60%	94	17.12%
	الرمادي	0	0.00%	28	11.57%	7	21.21%	34	12.41%	69	12.57%
	الحي	0	0.00%	40	16.53%	0	0.00%	40	14.60%	80	14.57%
	العمارة	0	0.00%	38	15.70%	2	6.06%	40	14.60%	80	14.57%
	البصرة	0	0.00%	40	16.53%	0	0.00%	40	14.60%	80	14.57%
المجموع		0	0.00%	242	100.00%	33	100.00%	274	100.00%	549	100.00%
حار جداً	أربيل	0	0.00%	0	0.00%	38	15.83%	0	0.00%	38	15.83%
	حانقين	0	0.00%	0	0.00%	36	15.00%	0	0.00%	36	15.00%
	بغداد	0	0.00%	0	0.00%	20	8.33%	0	0.00%	20	8.33%
	الرمادي	0	0.00%	0	0.00%	28	11.67%	0	0.00%	28	11.67%
	الحي	0	0.00%	0	0.00%	40	16.67%	0	0.00%	40	16.67%
	العمارة	0	0.00%	0	0.00%	38	15.83%	0	0.00%	38	15.83%
	البصرة	0	0.00%	0	0.00%	40	16.67%	0	0.00%	40	16.67%
المجموع		0	0.00%	0	0.00%	240	100.00%	0	0.00%	240	100.00%

المصدر: وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٥.

رابعاً: اتجاه تغير تكرارات المؤشرات البايومناخية في منطقة الدراسة:

١- **اتجاه تغير تكرار دليل الازعاج الحراري(DI):** يُظهر تكرار دليل الإزعاج الحراري (DI) في العراق اتجاهاً عاماً نحو التزايد خلال مدة الدراسة، ولا سيما في الفئات الدالة على الظروف شبه المريحة وغير المريحة، مقابل تراجع نسبي في تكرار الفئات المريحة دون إزعاج .ويعكس هذا الاتجاه التأثير المتنامي لارتفاع درجات الحرارة وتزايد الرطوبة النسبية، ولاسيما خلال فصلي الصيف والخريف، الأمر الذي يسهم في زيادة مستويات الإجهاد الحراري التي يتعرض لها الإنسان. وسيتم بيان اتجاه تغير تكرارات الأصناف الحيوية بصورة اكثر تفصيلاً:

- **مريح بدون ازعاج** : يتخذ اتجاه المعاملات الخطية لهذا الصنف منحىً تناقصياً في جميع محطات الدراسة، باستثناء محطات الحي والعمارة والبصرة التي سجلت اتجاهاً ثابتاً. إذ سجلت محطة أربيل أدنى معدل تغير سنوي سلبي بلغ (٠.٤٧٣٢-) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (١٨.٤٥٣٧-)، تلتها محطات بغداد وخانقين والرمادي بمعدلات سنوية سالبة (١.٢٧٤٣-، ١.٣٣٣٣-، ١.٥٢٥٤-) وبمعدلات تغير خلال مدة الدراسة (٤٩.٦٩٩١-، ٥٢.٠٠٠٠-، ٥١.٨٦٤٤-) على التوالي.

- **الازعاج الطفيف:** تتباين اتجاهات التغير لهذا الصنف بين محطات الدراسة المناخية بين القيم الموجبة والسالبة؛ إذ سجلت محطات أربيل والرمادي وخانقين وبغداد والحي اتجاهاً تصاعدياً بمعدل تغير سنوي بلغ (١.١٦٦٧، ٠.٩٣٧٥، ٠.٦٥٢٧، ٠.٥٣٣٠، ٠.١٧٧٠)%، وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة قدره (٤٥.٥٠٠٠، ٣١.٨٧٥٧، ٢٥.٤٥٥١، ٢٠.٧٨، ٦.٩٠٢٧)%، في حين سجلت محطتا العمارة والبصرة اتجاهاً تناقصياً بمعدل تغير سنوي بلغ (٢.٢٢٥٣-، ٥.٧٦٠٩-)%، وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٨٦.٧٠٨٧-، ٢٢٤.٦٧٣٩-).

- **الازعاج المتوسط:** يتضح أن اتجاهات التغير لهذا الصنف تتباين بين التزايد والتناقص في محطات الدراسة، مع كون الاتجاه المتزايد أشد وضوحاً مقارنة بالصنف البايومناخي السابق. إذ سجلت محطات بغداد وخانقين والعمارة والبصرة اتجاهاً سنوياً متزايداً بلغ (٩.٤٠٠٠، ٥.٥٠٠٠، ٢.٢٤٢١، ١.٧٢٠٨) وبمعدلات تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٣٦٦٦.٦٠٠، ٢١٤.٥٠٠٠، ٨٧.٤٤٢١، ٦٧.١١٠٤) % على التوالي. في المقابل، اتخذت محطتا الحي وأربيل اتجاهاً سالباً بمعدل تغير سنوي بلغ (٠.١٨٨٢-، ٢.٤٠٠٠-) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة بلغ (٧.٢٤١٢-، ٩٣.٦٠٠٠-) على التوالي.

- **زيادة الازعاج:** تبيّن أن اتجاهات التغير لمعدلات هذا الصنف البايومناخي اتجهت نحو التناقص في جميع محطات الدراسة، باستثناء محطة البصرة التي سجلت اتجاهاً ثابتاً طوال مدة الدراسة وبمعدل (٠٪). في المقابل، سُجّل تغير سالب في محطات الحي وخانقين والعمارة وأربيل وبغداد والرمادي، إذ بلغ معدل التغير السنوي فيها (١.٣٣٣٣-، ٣.٢٠٠٠-، ٤.٠٠٠٠-، ٨.٣٣٣٣-، ٨.٦٩٥٧-، ١٢.١٤٢٩-) %، بينما بلغ معدل التغير خلال مدة الدراسة (٥٢.٠٠٠٠-، ١٢٤.٨٠٠٠-، ١٥٦.٠٠٠-، ٣٥٠.٠٠٠-، ٣٣٩.١٣٠٤-، ٤١٢.٨٥٧١-) % على التوالي.

- **خطر التعرض للإصابة:** يأخذ هذا الصنف البايومناخي اتجاهاً موجباً لتغير معدلاتها السنوية بـ(٠.٣٧١١، ٠.٦٤٢١، ٢.٥٩٧٤، ٣.٢٢٧٨)% وبمعدل تغير خلال مدد الدراسة بلغ (١٤.٤٧٤٢، ٢٥.٠٤٢١، ١٠١.٢٩٨٧، ١٠٩.٧٤٦٨)% للمحطات ذاتها على التوالي، في حين جاء اتجاه التغير ثابتاً في كل من محطات الحي والبصرة بأعلى معدل سنوي طوال مدة الدراسة بلغ(١٪).

جدول (١٠): معاملات العلاقة الخطية لتحديد التغير قيم (Dl Thom) للمدة (١٩٨٥-٢٠٢٤)

الفصل المناخي	المحطة المناخية	المعدل العام	عدد السنوات	الحد الثابت (ai)	معامل الاتجاه (bi)	قيمة الاتجاه (%)	معدل التغير خلال مدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير (C)
مريح بدون ازعاج	أربيل	2.05	39	2.2456	-0.0097	1.8673	-18.4537	-0.4732
	خانقين	1.23	39	1.5578	-0.0164	0.9182	-52.0000	-1.3333
	بغداد	1.13	39	1.4157	-0.0144	0.8541	-49.6991	-1.2743
	الرمادي	1.18	34	1.492	-0.018	0.88	-51.8644	-1.5254
	الحي	1.00	39	-	1	-	-	-
	العمارة	1.00	39	-	1	-	-	-
	البصرة	1.00	39	-	1	-	-	-
الازعاج الحراري الطفيف	اربيل	0.90	39	0.6869	0.0105	1.0964	45.5000	1.1667
	خانقين	1.67	39	1.448	0.0109	1.8731	25.4551	0.6527
	بغداد	1.82	39	1.6262	0.0097	2.0045	20.7857	0.5330
	الرمادي	1.76	34	1.4759	0.0165	2.0369	31.8750	0.9375
	الحي	1.13	39	1.0877	0.002	1.1657	6.9027	0.1770
	العمارة	1.03	39	1.4831	-0.0229	0.59	-86.7087	-2.2233
	البصرة	0.46	39	0.9919	-0.0265	-0.0416	-224.6739	-5.7609
الإزعاج الحراري المتوسط	اربيل	0.05	39	0.9756	-0.0012	0.9288	-93.6000	-2.4000
	خانقين	0.10	39	-0.0067	0.0055	0.2078	214.5000	5.5000
	بغداد	0.05	39	0.0418	0.0047	0.2251	366.6000	9.4000
	الرمادي	0.06	34	0.0321	0.0015	0.0831	85.0000	2.5000
	الحي	0.85	39	0.8785	-0.0016	0.8161	-7.3412	-0.1882
	العمارة	0.95	39	0.5236	0.0213	1.3543	87.4421	2.2421
	البصرة	1.54	39	1.0081	0.0265	2.0416	67.1104	1.7208
زيادة الازعاج	اربيل	0.36	39	0.9582	-0.03	-0.2118	-325.0000	-8.3333
	خانقين	0.05	39	0.1727	-0.0016	0.1103	-124.8000	-3.2000
	بغداد	0.23	39	0.6316	-0.02	-0.1484	-339.1304	-8.6957
	الرمادي	0.21	34	0.6524	-0.0255	-0.2146	-412.8571	-12.1429
	الحي	0.03	39	0.0337	-0.0004	0.0181	-52.0000	-1.3333
	العمارة	0.05	39	0.0918	-0.002	0.0138	-156.0000	-4.0000
	البصرة	0.00	39	-	0	-	-	-
خطر التعرض للصدمة	اربيل	0.64	39	0.0337	0.0304	1.2193	185.2500	4.7500
	خانقين	0.95	39	0.8273	0.0061	1.0652	25.0421	0.6421
	بغداد	0.77	39	0.3684	0.02	1.1484	101.2987	2.5974
	الرمادي	0.79	34	0.3476	0.0255	1.2146	109.7468	3.2278
	الحي	1.00	39	-	١	-	-	-
	العمارة	0.97	39	0.9015	0.0036	1.0419	14.4742	0.3711
	البصرة	1.00	39	-	١	-	-	-

المصدر : الباحث بالاعتماد على :

.١2025_ وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد،

٢_ معادلة التغير الخطية $C = \left(\frac{bi}{y}\right) * 100$

٣_ الاشكال البيانية (٥) في الرابط الخاص بالملاحق:

https://drive.google.com/file/d/1Bkd7kNy9PcwauQdIH1Ci9uC-wrIn6ou0/view

٢- اتجاه تغير تكرار دليل الحرارة والرطوبة (THI):

تُظهر البيانات المناخية أن تكرار قيم (THI) شهد تغيرات زمنية واضحة مع ميل عام نحو الارتفاع في الفئات الدالة على الإجهاد الحراري وشبه المريح وغير المريح، مقابل استقرار أو تراجع نسبي في الفئات المريحة. ويعكس هذا الاتجاه زيادة تأثير درجات الحرارة المرتفعة وتغيرات الرطوبة النسبية على الإحساس الحراري لدى الإنسان، حيث تزداد حالات الإجهاد الحراري بشكل ملحوظ.

- بارد:

يتخذ اتجاه المعاملات الخطية لهذا الصنف البايومناخي منحىً تناقصياً في معظم المحطات، باستثناء محطة أربيل التي سجلت اتجاهاً ثابتاً بمعدل سنوي(١٪)، إذ سجلت محطة بغداد أدنى معدل تغير سنوي سلبي بلغ (٠.٥٤٨٨-) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٢١.٤٠٢٤-)، تلتها محطات الرمادي وخانقين والبصرة والحي والعمارة بمعدلات سنوية سالبة (٠.٦١٧٠-، ٠.٩٣٩٠-، ٢.٢٠٠٠-، ٣.٠٠٠٠-، ٥.١١١١-)، وبمعدلات تغير خلال مدة الدراسة (٢٠.٩٧٨٧-، ٣٦.٦٢٢٠-، ٨٥.٨٠٠٠-، ١٧٧.٠٠٠٠-، ١٩٩.٣٣٣٣-).

- معتدل:

تتباين اتجاهات التغير لهذا الصنف بين محطات الدراسة المناخية بين القيم الموجبة والسالبة. فقد سجلت محطات الحي وبغداد والعمارة وخانقين والرمادي اتجاهاً تصاعدياً بمعدل تغير سنوي (٠.٢٧٧٨، ٢.٨٧٥٠، ٣.٨٠٤٩، ٤.٢٧٧٨، ٩.٦٦٦٧)%، وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (١٠.٨٣٣٣، ٩٧.٥٠٠٠، ١١٢.١٢٥٠، ١٦٦.٨٣٣٣، ٣٢٨.٦٦٦٧)% على التوالي. في المقابل، اتجه التغير نحو السالب في محطة البصرة بمعدل سنوي (٢.٢١٨٨-) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٨٦.٥٣١٣-)، بينما سجلت محطة أربيل اتجاهاً ثابتاً طوال مدة الدراسة.

- مريح:

أن اتجاهات التغير لهذا الصنف تتباين بين التزايد والتناقص في محطات الدراسة المناخية. فقد سجلت محطات أربيل وخانقين والحي والرمادي والعمارة وبغداد اتجاه تغير سنوي سالب بمعدلات (٠.٩٤٢٩-، ١.٥٨٠٦-، ٨.٠٣٨٥-، ٩.٨٠٠٠-، ١٠.٨٣٣٣-، ١١.٠٠٠٠-، ١١.٢٠٠٠-) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٣٦.٧٧١٤-، ٦١.٦٤٥٢-، ٣١٣.٥٠٠٠-، ٣٨٢.٢٠٠٠-، ٣٦٨.٣٣٣-، ٤٣٦.٨٠٠٠-) % ، في حين جاء اتجاه التغير في البصرة موجباً بمعدل سنوي (٧.٣٢٢٦)% وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٢٨٥.٥٨٠٦)%.

- حار :

يتضح أن اتجاهات التغير لهذا الصنف تتباين بين التزايد والتناقص في محطات الدراسة المناخية، مع كون حد التناقص أقل حدة مقارنة بالصنف البايومناخي السابق. فقد سجلت محطات العمارة والبصرة وبغداد وأربيل اتجاه تغير سنوي سالب بمعدلات (٠.١٤٢١-، ٠.٣٢٣١-، ٠.٣٥١٧-، ٢.٠٣٧٦-) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٥.٥٤٣١-

، ١٢.٦٠٠٠-، ١٣.٧١٦١-، ٧٩.٤٦٦٢-) % على التوالي، في حين جاء اتجاه التغير في محطتي الرمادي وخانقين موجباً بمعدلات سنوية (٠.٠٢٥٤، ٠.٦١٠٨) وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة (٠.٨٦٢٩، ٢٣.٨٢١٦) على التوالي. أما محطة الحي فقد سجلت اتجاهاً ثابتاً طوال مدة الدراسة.

- حار جداً:

يتخذ اتجاه المعاملات الخطية لهذا الصنف البايومناخي منحىً متزايداً في جميع المحطات، ما عدا محطتي الحي والبصرة اللتين سجلتا اتجاهاً ثابتاً طوال مدة الدراسة بمعدل تكرار (٢). سجلت محطة العمارة أدنى معدل تغير سنوي موجب بلغ ٣٣.٣٧١١٪ وبمعدل تغير خلال مدة الدراسة ٠.٨٥٥٧٪، تلتها محطات خانقين والرمادي وأربيل وبغداد بمعدلات سنوية موجبة (٤١.١٦٦٧، ١٠٩.٧٤٦٨، ١٩٩.٧٧٥٥) وبمعدلات تغير خلال مدة الدراسة (١.٠٥٥٦، ٣.٢٢٧٨، ٤.٣٧١٠، ٥.١٢٢٤) على التوالي.

جدول (١١): معاملات العلاقة الخطية لتحديد التغير قيم (THI) للمدة (١٩٨٥-٢٠٢٤)

الفصل المناخي	المحطة المناخية	المعدل العام	عدد السنوات	الحد الثابت (ai)	معامل الاتجاه (bi)	قيمة الاتجاه (%)	معدل التغير خلال مدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير (C)
بارد	اربيل	1.00	39	-	1	-	-	-
	خانقين	0.82	39	0.9744	-0.0077	0.6741	-36.6220	-0.9390
	بغداد	0.82	39	0.9096	-0.0045	0.7341	-21.4024	-0.5488
	الرمادي	0.94	34	1.0428	-0.0058	0.8456	-20.9787	-0.6170
	الحي	0.23	39	0.3684	-0.0069	0.0993	-117.0000	-3.0000
	العمارة	0.36	39	0.7274	-0.0184	0.0098	-199.3333	-5.1111
	البصرة	0.10	39	0.1471	-0.0022	0.0613	-85.8000	-2.2000
بارد معتدل	اربيل	0.00	39	-	0	-	-	-
	خانقين	0.18	39	0.0256	0.0077	0.3259	166.8333	4.2778
	بغداد	0.18	39	0.0904	0.0045	0.2659	97.5000	2.5000
	الرمادي	0.06	34	0.0428	0.0058	0.24	328.6667	9.6667
	الحي	0.72	39	0.6775	0.002	0.7555	10.8333	0.2778
	العمارة	0.64	39	0.2726	0.0184	0.9902	112.1250	2.8750
	البصرة	0.64	39	0.9244	-0.0142	0.3706	-86.5313	-2.2188
مريح	اربيل	1.05	39	1.2497	-0.0099	0.8636	-36.7714	-0.9429
	خانقين	0.26	39	0.6734	-0.0209	-0.1417	-313.5000	-8.0385
	بغداد	0.15	39	0.4899	-0.0168	-0.1653	-436.8000	-11.2000
	الرمادي	0.24	34	0.6898	-0.026	-0.1942	-368.3333	-10.8333
	الحي	0.05	39	0.0459	-0.0049	-0.1452	-382.2000	-9.8000
	العمارة	0.05	39	0.1606	-0.0055	-0.0539	-429.0000	-11.0000
	البصرة	0.31	39	0.1457	0.0227	1.031	285.5806	7.3226
حار	اربيل	1.33	39	1.6775	-0.0271	0.6206	-79.4662	-2.0376
	خانقين	1.85	39	1.6194	0.0113	2.0601	23.8216	0.6108
	بغداد	2.36	39	2.525	-0.0083	2.2013	-13.7161	-0.3517
	الرمادي	1.97	34	1.9826	0.0005	1.9996	0.8629	0.0254
	الحي	2.00	39	-	2	-	-	-
	العمارة	1.97	39	2.031	-0.0028	1.9218	-5.5431	-0.1421
	البصرة	1.95	39	2.0742	-0.0063	1.8285	-12.6000	-0.3231
حار جداً	اربيل	0.62	39	0.0729	0.0271	1.1298	170.4677	4.3710
	خانقين	0.90	39	0.7072	0.0095	1.0777	41.1667	1.0556
	بغداد	0.49	39	0.0148	0.0251	0.9937	199.7755	5.1224
	الرمادي	0.79	34	0.3476	0.0255	1.2146	109.7468	3.2278
	الحي	1.00	39	-	1	-	-	-
	العمارة	0.97	39	0.8084	0.0083	1.1321	33.3711	0.8557
	البصرة	1.00	39	-	1	-	-	-

الاستنتاجات :

١_ سجلت محطة البصرة أعلى معدل حراري صيفي بلغ (٣٨.١°م)، مقابل أدنى معدل شتوي في محطة أربيل بلغ (٩.٨°م)، فقد اتجهت درجات الحرارة نحو الارتفاع في جميع المحطات، وسجلت أربيل أعلى تغير سنوي شتوي بلغ (٠.٦٧٨٧٪) وبنسبة تراكمية (٢٦.٤٦٪).

٢_ بلغت أدنى رطوبة نسبية صيفية في محطة الرمادي (٣٣٪)، مقابل أعلى معدلات شتوية بلغت (٧٢٪) في خانقين والرمادي، بينما اتخذت الرطوبة النسبية اتجاهاً تناقصياً عاماً، وسجلت بغداد أعلى تغير سنوي سالب شتوي بلغ (-٠.٢٤٩١٪) وبنسبة تراكمية (-٨.٤٧٪).

٣_ بلغت أعلى قيمة لدليل الإزعاج الحراري (DI) صيفاً في محطة البصرة (٣٢.٠)، مقابل أدنى قيمة شتوية في أربيل (١٣.١)، بينما اتجه مؤشر (DI) نحو الارتفاع زمنياً، وسجلت أربيل أعلى تغير سنوي شتوي بلغ (٠.٣٨٨٥٪) وبنسبة إجمالية (١٥.١٥٪).

٤_ تراوحت قيم مؤشر (THI) صيفاً بين (٢٦.٣-٢٨.٠)، وسجلت محطة البصرة أعلى قيمة ضمن هذا النطاق، بينما اتجه مؤشر (THI) نحو الارتفاع، وسجلت أربيل أعلى تغير سنوي صيفي بلغ (٠.١٩٩٢٪) وبنسبة تغير خلال مدة الدراسة بلغت (٧.٧٧٪)،

٥_ تناقص تكرار فئة مريح بدون إزعاج في معظم المحطات، إذ بلغ التغير السنوي في بغداد (-١.٢٧٪)، مقابل تزايد فئة خطر التعرض للإصابة بمعدل بلغ (٣.٢٣٪).

٦_ تراجعت فئات (البارد-المريح) لمؤشر (THI) مقابل تزايد فئة الحار جداً، إذ سجلت بغداد أعلى تغير سنوي موجب بلغ (١٩٩.٧٨) وبنسبة تغير (٥.١٢٪).

_ المصادر والمراجع:

١_ أبو زيد، محمد صدقة(٢٠١٠)، التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف، المملكة العربية السعودية، مجلة الأرصاد والبيئة والزراعة للمناطق، جامعة الملك عبد العزيز، ٢١– العدد٢.

٢_ موسى، علي حسن(١٩٩٤)، اساسيات علم المناخ، دار الفكر المعاصر، بيروت.

٣_ السامرائي، قصي عبد المجيد(٢٠٠٨)، مبادئ الطقس والمناخ، دار اليازوري للطباعة والنشر، عمان.

٤_ السبهاني، خميس دحام مصلح(٢٠٢٢)، المناخ الحيوي، مكتبة دجلة للطباعة والنشر والتوزيع، بغداد.

٥_ البهادلي، علي عبد الحسن عجيل(٢٠٢١)، تأثير التغير المناخي في راحة الانسان في محافظتي نينوى والبصرة، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة واسط.

6_ Mihăilă، D.،Bistricean،P.I.،&Lazurca،L.G. (2016).Spatial and temporal relevance of some bioclimatic indexes for the study of the bioclimate of Moldova (west of the Prut river).Globe، 48(15)، 43-329.