Dirasat: Human and Social Sciences, Volume 51, No. 5, Special Issue 1, 2024

Deanship of Scientific Research

Estimating Long-term Trends in Elements and Some Phenomena of Iraq's Climate

Zeyad Frayeh Mutar [1*], ***Natheer Sbar Hamad*** [2]

[1]Department of Geography, College of Arts, University Of Anbar, Iraq.

[2]Department of Geography, College of Education for Humanities, University Of Anbar, Iraq.

Received: 12/7/2024
Revised: 10/10/2024
Accepted: 23/10/2024
Published online: 20/11/2024

* *Corresponding author:*
ZeyadFrayeh@uoanbar.edu.iq

Citation: Mutar, Z. F., & Hamad, N. . S. (2024). Estimating Long-term Trends in Elements and Some Phenomena of Iraq's Climate. *Dirasat: Human and Social Sciences*, *51*(1), 33–54. https://doi.org/10.35516/hum.v51i5.10018

© 2024 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Abstract

Objective: This study aims to assess the changes and trends in the elements and phenomena of Iraq's climate and analyze the trends in each climatic element in light of global climate change caused by global warming. Iraq is among the countries affected by climate changes, and this research highlights the impact of these changes on the variation and direction of each climatic element in Iraq.

Methods: The researcher employed quantitative and statistical methods to study climate and hydrological changes, utilizing the Mann-Kendall trend test to achieve the desired results. This involved collecting climate data from seven meteorological stations across Iraq over fifty years (1972-2022). The Mann-Kendall test is regarded as one of the best tests for determining the trend of climatic elements.

Results: The study found a downward trend in solar radiation, with the highest recorded value at -0.29 in Sulaymaniyah. It observed a significant temperature increase, particularly starting in the 1990s, with changes of 3.75°C for minimum and 3.85°C for maximum temperatures. Wind speeds decreased at most stations, and rainfall declined in many areas. The study also noted an increase in the intensity and frequency of dust phenomena in Iraq.

Conclusions: Climate change represents one of the most significant challenges facing the world today, characterized by rising emissions from human activities, resulting in increased temperatures and reduced rainfall, leading to drought. Therefore, we recommend intensifying global and regional efforts to reduce emissions to control the escalating rise in temperatures.

Keywords: Climate Change, Elements, Statistical Significance of the Change, Estimation Trends.

تقدير الاتجاهات طويلة المدى في عناصر وبعض ظواهر مناخ العراق

زياد فريح مطر [1*]، ***نظير صبار حمد*** [2]

[1]قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق

[2] قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق

ملخّص

الأهداف: تهدف الدراسة إلى تقدير التغير والاتجاه في عناصر وظواهر مناخ العراق وتحليل اتجاه التغير لكل لعناصر مناخ العراق ، في ظل التغيرات المناخية التي يشهدها العالم والناتجة عن ظاهرة الاحتباس الحراري، فإن العراق يعد من ضمن الدول المتأثرة بالتغيرات المناخية، وما دراستنا هذه إلا لتسليط الضوء حول أثر التغيرات المناخية على تغير واتجاه كل عنصر في مناخ العراق .

المنهجية: استخدم الباحث أساليب كمية وإحصائية لدراسة التغيرات المناخية والهيدرولوجية ومن بين تلك الأساليب اختبار الاتجاه (Mann Kendall trend test) للوصول إلى النتائج المرجوة من هذا البحث بعد جمع البيانات المناخية لسبع محطات مناخية موزعة حسب أقسام سطح العراق لخمسون عام للمدة (1972- 2022) يعتبر هذا الاختبار واحدًا من أفضل الاختبارات في تحديد اتجاه التغير لعناصر المناخ .

النتائج: أظهرت نتائج الدراسة أن التغير في السطوع الشمسي الفعلي يتجه نحو الانخفاض وأعلى قيمة سجلت (-0.29) في السليمانية. ولاحظنا زيادة واضحة في درجات الحرارة وكانت فترة التسعينيات نقطة بداية واضحة لارتفاع درجات الحرارة في العراق وأعلى قيمة للتغير لدرجة الحرارة خلال مدة الدراسة (3.75، 3.85) مْ لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى على التوالي. بالنسبة لسرعة الرياح فقد لاحظنا انخفاضًا في معظم المحطات. أما الأمطار فسجلت انخفاضًا في معظم المحطات، بالنسبة للظواهر الغبارية، فقد توصلت الدراسة إلى زيادة حدة وتكرار الظواهر الغبارية في العراق .

الخلاصة: تعتبر التغيرات المناخية من أهم المشكلات التي تواجه العالم اليوم وتتمثل بزيادة الانبعاثات والناتجة عن النشاطات البشرية وما نتج عنها من ارتفاع درجات الحرارة وتناقص كميات الأمطار وبالتالي الجفاف لذلك نوصي بتكثيف الجهود العالمية والإقليمية لتقليل الانبعاثات، وذلك على الأقل للسيطرة ارتفاع درجات الحرارة المتزايد .

الكلمات الدالة: التغير المناخي ، العناصر ، المعنوية الإحصائية للتغير، تقدير الاتجاهات

المقدمة:

إن موضوع التغير المناخي من المواضيع التي شغلت اهتمام العلماء والباحثين و المجتمع الدولي لاسيما بعد منتصف القرن العشرين الماضي ، يحدث الاحتباس الحراري بشكل متسارع تفوق كل التوقعات، وفقًا لتقرير التقييم السادس (AR6) الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) فإن متوسط درجة الحرارة العالمية خلال العقدين الأولين من القرن الحالي (2000 – 2020) قد ارتفعت بحدود 0.99 درجة مئوية (0.84 إلى 1.10 درجة مئوية) (IPCC, 2021) . فضلا عن ذلك فقد أشار التقرير نفسه إلى أن العقود الأربعة الأخيرة كانت الأكثر دفئا على التوالي من أي عقد سبقها منذ عام 1850. هذه الزيادة في درجات الحرارة وما رافقها من زيادة في حدة ووتيرة الأحداث المتطرفة كانت قد نسبت إلى الزيادة في نشاطات الإنسان (Seneviratne et al 2021). وتشير جميع الدراسات إلى أن التغير الذي يتعرض له مناخ الكرة الأرضية سببه عامل واحد وهو العامل البشري ولم تسبب العوامل الطبيعية إلا نسبة قليلة جدا في إحداث هذه التغيرات (الدزيي،2010) لهذا نتج عن إطلاق الإنسان للكميات الكبيرة من غازات الاحتباس الحراري تغيرات مناخية حديثة(الهذال ،2014)على سبيل المثال بدأت الجليديات في جبال الألب الأوروبية بالذوبان بسرعة متزايدة، حيث فقدت أكثر من نصف حجمها منذ عام 1850(موسى، 2022).

إقليم الشرق الأوسط وفقا لنتائج العديد من الدراسات قد صنف واحدا من أكثر مناطق العالم عرضة لآثار التغير المناخي (Zittis et al., 2018; 2022; Price et al 2021) . كما حدد كونه عرضة لزيادة شدة موجات الحر التي من المرجح أن تصبح "الشديدة" و"المتطرفة" و"المتطرفة للغاية" منها هي السائدة بحلول عام 2050- 2070 في ظل المسار الحالي للاحترار العالمي (Zittis et al., 2021) .

شدة هذه التغيرات المناخية ستفاقم الآثار المرتبطة بها مما يؤدي إلى آثار مؤسفة على الإنسان وصحته ورفاهيته عالميا وإقليم الشرق الأوسط خصوصا. ومن ضمن تلك الآثار : زيادة معدلات الإصابة بالأمراض وارتفاع معدلات الوفيات ، كما وتشمل القائمة الشاملة للقطاعات الاجتماعية والاقتصادية المتأثرة في هذه التغيرات إدارة موارد المياه والطلب على الطاقة والزراعة وإنتاجية العمل والنظم البيئية والسياحة وغيرها (Hochman et al., 2022; Muslih, 2022)

في حالة العراق، فكانت حدة التغيرات المناخية كبيرة جدا وخصوصا الارتفاع الكبير في درجات الحرارة والتي تزايدت بمعدل أسرع مرتين إلى سبع مرات من الزيادة في درجة الحرارة العالمية، وان اكبر قدر من الزيادة في درجات الحرارة كان قد لوحظ في أشهر الصيف مقارنة بأشهر الشتاء (Muslih and Błażejczyk 2017; Salman et al 2017). ومما يزيد الوضع سوء هو ان العراق حدد كونه من اكثر بلدان المنطقة عرضة لتأثيرات التغيرات المناخية واقلها قدرة على مواجهة اثارها نتيجة لضعف البنية التحتية ونقص الهياكل والآليات التي يمكنها الاستجابة بفعالية ومن ثم التخفيف من آثار تغير المناخ (Berghof Foundation & PPO, 202) .

مشكلة البحث : يمكن صياغة مشكلة الدراسة في وجود اتجاه عام لتغير عناصر مناخ العراق نحو التطرف ويعزى ذلك إلى تأثير عوامل ومسببات التغير المناخي الإقليمي والعالمي، وظهور مؤشرات واضحة لهذا التغير التي تتسبب في تدهور البيئة وتأثيرها الخطير على الإنسان وموارده وتتفاقم خطورة هذه المؤشرات في البيئات الجافة وشبه الجافة سيما واذا كانت هذه ضمن الدول النامية بما فيها العراق لذا تكون أكثر عرضة للتأثيرات السلبية لهذه التغيرات وبالتالي يصبح من الضروري وضع خطط استراتيجية شاملة ومشاريع تنموية متكاملة لمكافحة هذه التغيرات وتقليل تأثيرها.

- **فرضية البحث :** تعتمد على مجموعة من الفروض التي يمكن أن تصاغ بشكل أجوبة استنتاجية أولية، إذ يشهد العراق تغيرًا في عناصر مناخه حيث تظهر ظواهر تطرف مناخي مثل ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض كميات الأمطار وزيادة في التبخر والجفاف. ويتسبب التغير المناخي في تأثيرات خطيرة على تدهور البيئة في المنطقة التي تمت دراستها. و أن اتجاهات التغير لعناصر مناخ العراق تجلت بشكل أكثر وضوحًا خلال العقدين الأخيرين من فترة الدراسة. H0 تعني أن قيم السلاسل الزمنية مستقلة وموزعة بشكل عشوائي متطابق بينما HA تعني أن هناك رتابة في القيم وزيادة أو نقصان في الاتجاه.
- **أهداف البحث :** تحليل التغيرات المناخية ونسبتها وتحديد اتجاهات هذه التغيرات في عناصر وظواهر مناخ العراق وتحديد مسارها الزمني خاصة خلال الخمسين سنة الأخيرة. وتقييم الآثار الخطيرة التي قد تنجم عن استمرار هذه التغيرات المناخية في المستقبل. وضع الخطط والاستراتيجيات اللازمة لمواجهة التدهور البيئي والآثار السلبية للتغيرات المناخية في العراق.
- **حدود البحث :** الحدود المكانية : تتمثل بموقع العراق الذي يقع جغرافيا في الجزء الجنوبي الغربي من قارة آسيا فلكيا تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 29.5 °- 37.22° درجة شمالا وخطي طول 38.45° - 48.45° شرقا خريطة (1).

– **الحدود الزمانية:** تتمثل بالمدة الزمنية التي شملتها بيانات المحطات المناخية فقد اعتمدنا على بيانات العناصر المناخية للمعدلات الشهرية من عام (1972 – 2022) .

- **المنهجية:** استخدم الباحث المنهج الوصفي لوصف وتحليل البيانات والمعلومات الصادرة عن المؤسسات والجهات المختلفة كما يستخدم هذا المنهج أيضًا لوصف الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة بالإضافة إلى ذلك، قام الباحث بتطبيق المنهج الكمي لتحليل المتغيرات الداخلة في الدراسة واستخدام

الأساليب الإحصائية لدراسة التغيرات المناخية والهيدرولوجية ومن بين تلك الاساليب اختبار الاتجاه (Mann Kendall trend test) للوصول الى النتائج المرجوة من هذا البحث بعد جمع البيانات المناخية لسبع محطات مناخية هي (السليمانية ، الموصل ، الرطبة ، بغداد ، الحي ، الناصرية ، البصرة) موزعة حسب أقسام سطح العراق خريطة (1) لخمسون عاما للمدة (1972- 2022) وبعد اختبار مان كاندل من الأساليب التي توفر اختبار الاتجاه، وأداة قيمة لاختبار فيما اذا كانت هناك اتجاهات في البيانات ، وقد أقرتها IPCC واقترحته أيضًا المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO لتحديد الاتجاهات ذات الدلالة الإحصائية في السلسلة الزمانية للبيانات المناخية والهيدرولوجية ، حيث يستخدم أسلوب مان كاندل في تحليل الاتجاه والحصول على الاتجاهات المكتشفة بقيم الميل Sen's Slope واهميته الإحصائية عند مستويات مختلفة ويعد من الاختبارات اللابارامترية وهو من أفضل الاختبارات في تحديد اتجاه التغير لدراسة التغيرات المناخية لأنه يفرض نمط محدد للبيانات ويكون اقل تأثرا بالقيم المتطرفة(KARMESHU، 2012).

هيكلية البحث : من أجل الوصول إلى هدف البحث تضمن البحث ثمانية محاور كل محور يشتمل على دراسة التغير والاتجاه لكل عنصر من العناصر والظواهر المناخية في العراق .

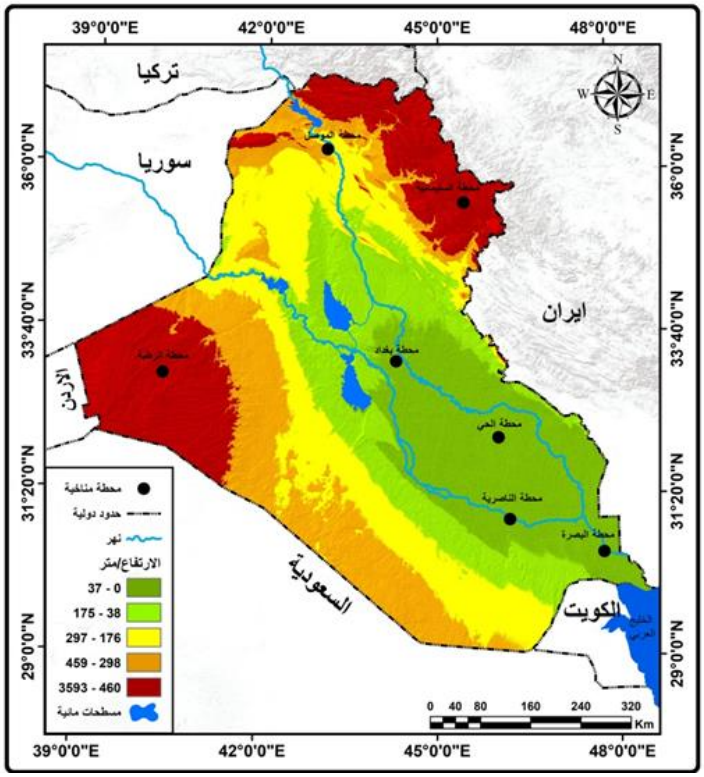
ونتيجة لذلك تم تطبيق اختبار مان كاندل (S) للسلاسل الزمنية لعناصر المناخ باستخدام المعادلات التالية: (KARMESHU، 2012)

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} \operatorname{sgn}(x_j - x_k) \qquad (1)$$

حيث إن (xj - xk) تمثل القيم السنوية أو الشهرية في السنوات (ji) ، X= قيمة البيانات ، K و j = التكرارات n = إعداد البيانات Sgn = هي دالة لمعرفة قيمة (xj - xk) ان كانت 1+ او 0 او 1-

$$\operatorname{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 \text{ if } x_j - x_k > 0 \\ 0 \text{ if } x_j - x_k = 0 \\ -1 \text{ if } x_j - x_k < 0 \end{cases} \qquad (2)$$

من قيمة S الموجب والسالب تدل على الارتفاع أو الانخفاض(SALMI ، 2002) . اذا كانت $n \geq 10$ فإن القيمة الإحصائية لـ S يتم توزيعها بشكل طبيعي كمتوسط . أما تباين قيمة S يمكن حسابها بالطريقة الآتية : (GILBERT ، 1987)



خريطة (1) موقع منطقة الدراسة والموقع الجغرافي والفلكي لمحطات الدراسة وارتفاعها عن مستوى سطح البحر

المصدر : بالاعتماد على وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية .

$$VAR(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \qquad (3)$$

إذ أن m هو عدد المجموعات المرتبطة ، ti هو حجم المجموعة المرتبطة بالقيمة i ، n الاعداد المرتبطة ، tp = عدد البيانات في المجموعة pth

يتم استخدام قيمة S و (VAR) S لحساب المتغير العادي القياسي Z باستخدام المعادلة التالية :

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if} \quad S > 0 \\ 0 & \text{if} \quad S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if} \quad S < 0 \end{cases} \qquad (4)$$

تشير القيمة الإيجابية او (السلبية) لـ Z إلى اتجاه تصاعدي أو (تنازلي). لقد تحقق هذا الاختبار من الفرضية الصفرية H0 مقابل الفرضية البديلة HA اذ ان H0 تعني أن قيم السلاسل الزمنية مستقلة وموزعة بشكل عشوائي متطابق بينما HA تعني أن هناك رتابة في القيم وزيادة أو نقصان في الاتجاه.

- مقدار متوسط انحدار قيمة Sen's إنه تقدير غير معلمي يستخدم لتحديد حجم الاتجاه في السلاسل الزمنية عند قبول H0

وفقا لطريقة Sen's يتم تقدير قيمة الوسيط (Qmed) لقيمة N مرتبة تصاعديا من الأصغر إلى الأكبر، ويتم حسابها على النحو التالي :

$$Q_{med} = \begin{cases} Q_{[(N+1)/2]}, & \text{if N is odd} \\ \frac{1}{2}\, Q_{[N/2]} + Q_{[(N+2)/2]} & \text{if N is even} \end{cases}$$

اولا:- التغير والاتجاه في السطوع الشمسي الفعلي:

أ- التغيرات الشهرية :- يتضح من الجدول (1) أن اتجاهات التغير للسطوع الشمسي الفعلي تباينت مكانيا وزمانيا حسب أشهر السنة **محطة السليمانية** سجلت معظم الشهور اتجاها نحو الانخفاض منها أشهر (مايس ،اب ،أيلول، تشرين الأول) ذات معنوية إحصائية عند مستوى ثقة بين (90 - 95%) أما شهر كانون الأول سجل ارتفاعا وبدون دلالة إحصائية . **اما محطة الموصل** فقد سجل شهر نيسان اتجاها نحو الارتفاع بمقدار (0.07%) للعقد وبدون دلالة إحصائية اما شهر اذار كان خاليا من أي اتجاه ، اما بقية الشهور فقد سجلت اتجاها نحو الانخفاض وكانت اشهر الصيف (مايس، حزيران، تموز، اب) ذات دلالة إحصائية عالية تباينت بين بين (95 – 99.99 %) كما سجل شهر تشرين الأول اتجاها نحو الانخفاض مع دلالة إحصائية بلغت (99%) . بينما **محطة الرطبة** فقد سجلت اشهر (كانون الثاني ،شباط، مايس ،حزيران ، تموز، تشرين الأول ،تشرين الثاني) اتجاها نحو الانخفاض منها أشهر (كانون الثاني، شباط ، تشرين الثاني) ذات دلالة إحصائية بين (90- 95 %) بينما سجل شهر نيسان فقط اتجاها نحو الارتفاع بمقدار (0.07) للعقد ودون دلالة إحصائية ، أما أشهر (آذار ، آب ، كانون الأول)فكانت خالية من أي اتجاه. **اما محطة بغداد** فقد سجلت اتجاها نحو الانخفاض وفي جميع اشهر السنة والاشهر التي سجلت دلالة إحصائية ومعنوية هي ممتدة من شهر (مايس – كانون الأول)وتباينت الدلالة الإحصائية والمعنوية فيها بين (90 – 99.99%). **اما محطة الحي** فسجل فيها شهر كانون الثاني فقط اتجاها نحو الارتفاع بمقدار (0.03) للعقد وبدون دلالة إحصائية اما بقية الشهور سجلت اتجاها نحو الانخفاض منها اشهر (حزيران ، تموز ، أيلول ، تشرين الثاني) ذات دلالة معنوية وإحصائية بين (95 – 99 %) في حين شهر كانون الأول قد خلى من اي اتجاه للتغير. **اما محطة الناصرية** سجلت اشهر (اذار ،حزيران ، تموز ، آب) اتجاها نحو الارتفاع منها شهر آب فقط سجل دلالة معنوية وإحصائية بلغت (95%) اما اشهر (شباط ،نيسان ، مايس، أيلول .تشرين الأول ، تشرين الثاني، كانون الأول) فقد سجلت اتجاها نحو الانخفاض فقط شهري (تشرين الأول وتشرين الثاني)سجلت دلالة إحصائية نحو (99%) في حين ان بقية الشهور كانت دون دلالة إحصائية أما شهر كانون الثاني كان خاليا من أي اتجاه . **محطة البصرة** سجل شهر اذار فقط اتجاها نحو الارتفاع بمقدار (0.08) للعقد ومن دون دلالة إحصائية ومعنوية ، اما شهري (آب وأيلول)فكانت خالية من أي اتجاه ، أما بقية الشهور فقد سجلت اتجاها نحو الانخفاض منها أشهر (شباط ، نيسان، تشرين الأول، تشرين الثاني) ذات دلالة معنوية وإحصائية بين (90- 95%).

من ذلك نستنتج أن الاتجاه العام للسطوع الفعلي في العراق للمدة (1972 – 2022) يتجه إلى الانخفاض في معظم المحطات المدروسة إذ بلغت النسبة للاتجاهات السالبة (76%) ، (47%) منها بدلالة إحصائية ، في حين بلغت الاتجاهات الموجبة (24%) منها (5%) فقط ذات دلالة إحصائية أما النسبة المتبقية فقد خلت من أي اتجاه .

جدول(1)معدل التغير والاتجاه الشهري للسطوع الشمسي الفعلي(ساعة/يوم)للعقد لمحطات الدراسة للمدة(1972 – 2022)

المحطات	السليمانية	معنوية	الموصل	معنوية	الرطبة	معنوية	بغداد	معنوية	الحي	معنوية	الناصرية	معنوية	البصرة	معنوية
الاشهر	(Q)	الاتجاه	(Q)	الاتجاه	(Q)	الاتجاه	(Q)	الاتجاه	(Q)	الاتجاه	(Q)	الاتجاه	(Q)	الاتجاه
كانون /2	-0.11		-0.14		-0.15	+	-0.01		0.03		0.00		-0.04	
شباط	0.00		-0.08		-0.25	*	-0.07		-0.06		-0.03		-0.15	+
اذار	-0.12		0.00		0.00		-0.10		-0.02		0.07		0.08	
نيسان	-0.19		0.07		0.07		-0.14		-0.11		-0.10		-0.20	*
مايس	-0.37	*	-0.22	*	-0.17		-0.22	+	0.00		-0.16		-0.10	
حزيران	-0.25		-0.12	*	-0.10		-0.35	***	-0.21	**	0.03		-0.12	
تموز	-0.18		-0.24	***	-0.06		-0.29	**	-0.13	*	0.11		-0.03	
اب	-0.25	*	-0.21	**	0.00		-0.21	***	-0.05		0.22	*	0.00	
أيلول	-0.26	*	-0.07		0.03		-0.07	+	-0.11	*	-0.08		0.00	
تشرين 1/	-0.30	+	-0.25	**	-0.01		-0.28	**	-0.06		-0.26	**	-0.16	+
تشرين 2/	-0.08		-0.07		-0.18	+	-0.24	*	-0.21	**	-0.22	**	-0.20	*
كانون /1	0.03		-0.03		0.00		-0.14	+	0.00		-0.10		-0.09	

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

ملاحظة اين ما ورد في الجداول بهذا المبحث :

+ معناها ان اتجاه التغير ذو معنوية (دلالة إحصائية) عند مستوى ثقة (90%) / ** معناها أن اتجاه التغير ذو معنوية (دلالة إحصائية) عند مستوى ثقة (99%) (Salmi،2002).

* معناها أن اتجاه التغير ذو معنوية (دلالة إحصائية) عند مستوى ثقة (95%) /*** معناها أن اتجاه التغير ذو معنوية (دلالة إحصائية) عند مستوى ثقة (99.99%)

- معناها تغير غير معنوي .

ب- التغيرات السنوية :- يتبين من خلال الجدول (2) والشكل (1) أن اتجاه السطوع الشمسي الفعلي في العراق للمدة (1972 – 2022) بالاتجاه نحو الانخفاض لجميع المحطات المدروسة ست محطات منها ذوات دلالة معنوية إحصائية وهي (السليمانية ، الموصل ، الرطبة ، بغداد ، الحي، البصرة) وأعلى قيمة للتغير السنوي بلغت (-0.29 ، -0.19) ساعة / يوم في محطتي(السليمانية و بغداد) عند مستوى ثقة (95%) و (99.99%)، أما اقل مقدار للتغير السنوي كان (-0.5) ساعة / يوم للعقد في محطة الناصرية وبدون دلالة إحصائية معنوية .

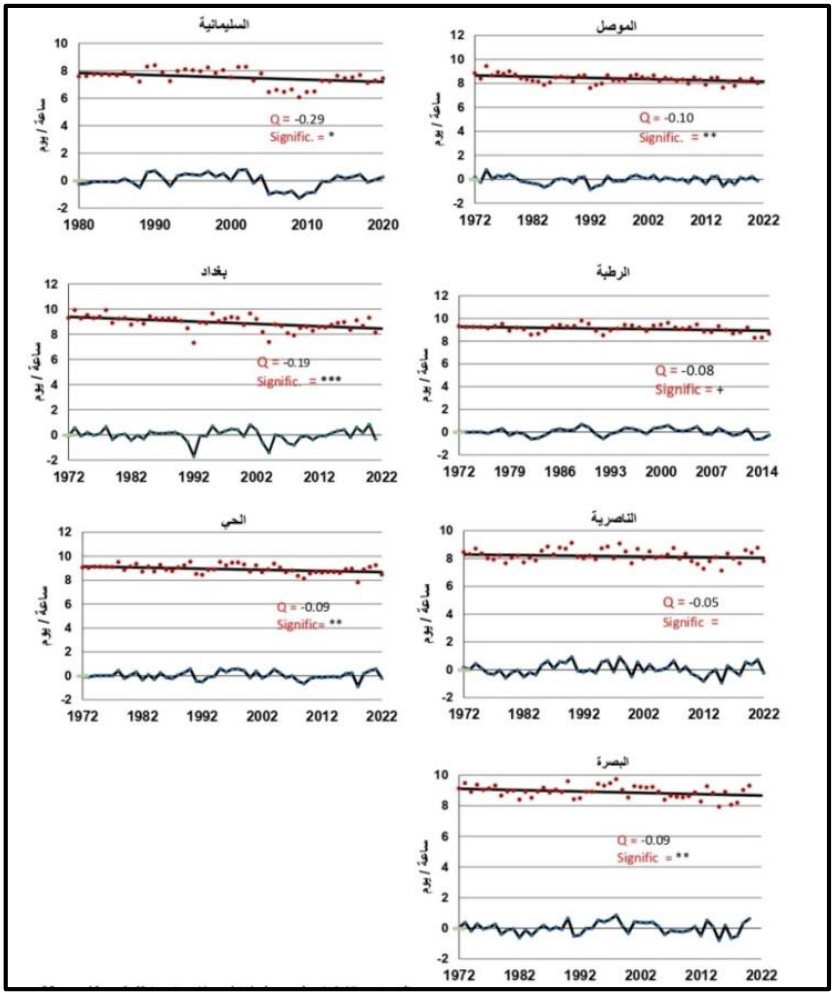
نستنتج مما سبق أن الانخفاضات تبدو هي السمة السائدة في التغيرات الشهرية والسنوية للسطوع الشمسي الفعلي في العراق ويُعزى هذا الانخفاض بشكل رئيس إلى زيادة مستويات التلوث وتزايد تكرار العواصف الغبارية، فضلاً عن زيادة نسبة تشكل السحب.

جدول (2) معدل التغير والاتجاه السنوي للسطوع الشمسي الفعلي (ساعة/يوم) لمحطات العراق للمدة (1972 – 2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد(Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	0.29-	*	1.45-
الموصل	0.10-	**	0.5-
الرطبة	0.08-	+	0.4-
بغداد	0.19-	***	0.95-

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد(Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
الحي	0.09-	**	0.45-
الناصرية	0.05-		0.25-
البصرة	0.09-	*	0.45-

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test



شكل(1) الاتجاه العام والتغير للسطوع الشمسي الفعلي السنوي(ساعة/يوم) للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

المصدر : بالاعتماد على جدول (2) وبرنامج Mann Kendall test

ثانيا :- التغير والاتجاه في درجات الحرارة :

أ- التغير والاتجاه في درجات الحرارة الصغرى:

1. التغيرات الشهرية :- يتضح من معطيات الجدول (3) أن الاتجاه العام لدرجات الحرارة الصغرى يتسم بالارتفاع في جميع المحطات المدروسة للمدة (1972- 2022) حيث بلغت نسبة الاتجاهات الموجبة (100%) ولم تسجل أي اتجاهات سالبة إذ تباينت الاتجاهات للتغير الشهري زمانيا ومكانيا .

سجل شهر كانون الثاني اتجاها نحو الارتفاع في جميع المحطات وجميعها كانت ذوات دلالة معنوية إحصائية فيما عدا محطة الموصل كان شهر كانون الثاني فيها دون دلالة معنوية إحصائية .وسجل أعلى مقدار ارتفاع للتغير لهذا الشهر في محطة السليمانية بلغ (0.54) للعقد وأقل مقدار ارتفاع للتغير في محطة الموصل بمقدار (0.25) للعقد. أما شهر تموز فقد سجل أيضا اتجاها نحو الارتفاع مع دلالة معنوية إحصائية مرتفعة تراوحت بين (99 – 99.99 %) وهذا يعني أن مستوى الثقة لاتجاه التغير شبه تام . سجل أدنى مقدار ارتفاع للتغير في شهر تموز بلغ (0.27) للعقد في محطة السليمانية وأعلى مقدار ارتفاع للتغير خلال هذا الشهر بلغ (1.1) للعقد في محطة البصرة .سجل أعلى ارتفاع للتغير الشهري للعقد خلال مدة الدراسة في شهر آب بلغ (1.17) للعقد في محطة البصرة.

2. **التغيرات السنوية :**من خلال معطيات الجدول (4) والشكل (2) يتضح ان الاتجاه العام لتغير درجات الحرارة الصغرى السنوي يتجه نحو الارتفاع وذات دلالة إحصائية مرتفعة عند مستوى ثقة (99.99%) أي أن اتجاه التغير عند مستوى ثقة شبه تام . إذ بلغ اقل مقدار للتغير السنوي في شمال العراق المتمثل في محطة السليمانية ضمن المنطقة الجبلية لسطح العراق ومحطة الموصل ضمن المنطقة المتموجة بلغ (0.40) للعقد لكل منهما ، بينما أعلى مقدار للتغير السنوي كان في جنوب العراق الممثل بمحطة البصرة بلغ (0.75) للعقد .

ومن خلال ملاحظة بيانات درجات الحرارة اتضح ان عقد التسعينات ارتفعت فيه درجات الحرارة الصغرى والعظمى بشكل واضح مما يدل أن هذه التغيرات لها ارتباط بالتغيرات الأقليمية وحتى العالمية.

جدول (3) معدل التغير والاتجاه لدرجات الحرارة الصغرى الشهرية(مْ) للعقد للمحطات المدروسة للمدة (1972 – 2022)

المحطات / الاشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	0.54	**	0.25		0.44	*	0.43	*	0.43	*	0.36	*	0.48	**
شباط	0.46	*	0.38	*	0.42	**	0.72	***	0.67	***	0.54	***	0.52	**
اذار	0.66	**	0.47	**	0.55	***	0.61	***	0.76	***	0.56	***	0.45	**
نيسان	0.47	**	0.33	**	0.50	***	0.43	**	0.59	***	0.56	***	0.50	***
مايس	0.50	***	0.43	**	0.64	***	0.67	***	0.97	***	0.77	***	0.90	***
حزيران	0.62	***	0.34	**	0.62	***	0.79	***	0.90	***	0.90	***	0.96	***
تموز	0.27		0.38	**	0.55	***	0.81	***	0.79	***	1	***	1.1	***
اب	0.43	*	0.48	***	0.72	***	1	***	0.95	***	1.08	***	1.17	***
أيلول	0.31	*	0.69	***	0.74	***	0.90	***	0.73	***	0.83	***	0.96	***
تشرين /1	0.28	+	0.65	***	0.57	***	0.86	***	0.91	***	0.87	***	0.95	***
تشرين /2	0.33	*	0.58	**	0.63	***	0.70	***	0.35	***	0.58	+	0.50	**
كانون /1	0.44	**	0.32	+	0.49	**	0.59	**	0.50	**	0.64	**	0.52	***

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

جدول (4) معدل التغير والاتجاه السنوي لدرجات الحرارة الصغرى(مْ) للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	0.40	***	2
الموصل	0.40	***	2
الرطبة	0.57	***	2.85
بغداد	0.71	***	3.55
الحي	0.73	***	3.65
الناصرية	0.70	***	3.5
البصرة	0.75	***	3.75

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

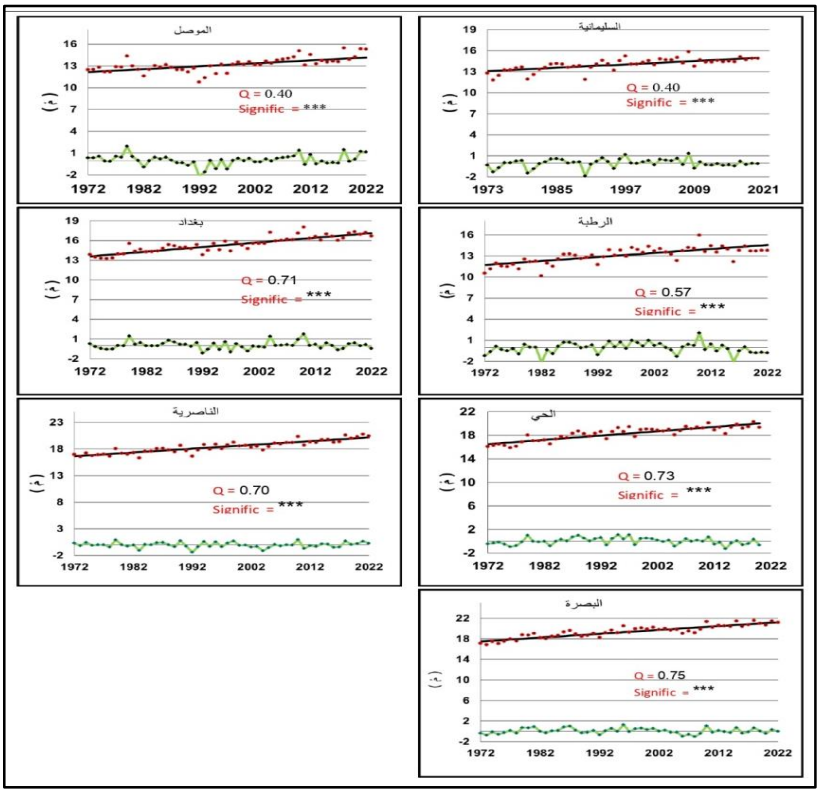
ب- **التغير والاتجاه في درجات الحرارة العظمى:-**

1. **التغيرات الشهرية :-** يتضح من خلال الجدول (5) ان التغير والاتجاه العام لدرجات الحرارة العظمى الشهرية يتجه نحو الارتفاع لجميع المحطات المدروسة ولجميع الشهور باستثناء شهر تشرين الثاني لمحطة الحي حيث سجل اتجاها نحو الانخفاض (اتجاها سالبا) ودون دلالة معنوية إحصائية . سجل شهر كانون الثاني اتجاها نحو الارتفاع لجميع المحطات وبدلالة معنوية إحصائية تراوحت بين (95 – 99.99 %) وكان أعلى مقدار ارتفاع للتغير في محطة السليمانية بلغ (0.82) للعقد أما محطة الحي في هذا الشهر فقد سجلت ارتفاعا دون دلالة معنوية وإحصائية .

أما شهر تموز فسجل اتجاها نحو الارتفاع في كل المحطات وأعلى معدل ارتفاع للتغير الشهري لكل المحطات كان في هذا الشهر حيث بلغ (1.39) للعقد وذو دلالة إحصائية (99.99%) اي ان التغير ذو دلالة معنوية شبه تام . في حين بلغ اقل معدل تغير بمقدار (0.22) للعقد وذو دلالة إحصائية خلال شهر أيلول في

محطة الحي .أما بقية الشهور فقد سجلت ارتفاعا في معدل التغير الشهري مع دلالة معنوية إحصائية تراوحت بين (90- 99.99%). باستثناء شهر تشرين الأول لمحطتي (الرطبة والحي) وشهر تشرين الثاني لمحطات (السليمانية ،الرطبة ، بغداد، الناصرية ،البصرة) فسجلت ارتفاعا دون دلالة معنوية إحصائية .

2. **التغيرات السنوية :-** يتبين من الجدول (6) والشكل (3) أن التغير في درجات الحرارة العظمى السنوي يتج نحو الارتفاع مع دلالة معنوية إحصائية عالية بلغت (99.99%) اي ان التغير ذو دلالة معنوية شبه تام وفي جميع المحطات المدروسة للمدة (1972-2022) وقد تباين مقدار التغير بين (0.38 – 0.77) للعقد ، وكان أعلى مقدار للتغير في المحطات الجنوبية من العراق (البصرة والناصرية) حيث سجلت ارتفاعا مقداره (0.77 ، 0.72) للعقد لكل منهما على التوالي.



شكل(2) معدل التغير والاتجاه السنوي لدرجات الحرارة الصغرى للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (4) وبرنامج Mann Kendall test

جدول (5) معدل التغير والاتجاه لدرجات الحرارة العظمى الشهرية(مْ) للعقد لمحطات الدراسة للمدة (1972 – 2022)

المحطات / الاشهر	السليمانية(Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	0.82	**	0.54	**	0.40	*	0.57	**	0.25		0.80	***	0.63	**
شباط	0.71	**	0.60	**	0.50	*	0.63	**	0.40	+	0.80	***	0.69	**
اذار	0.78	**	0.47	*	0.48	*	0.70	***	0.46	**	0.88	***	0.64	**
نيسان	0.67	**	0.57	**	0.36	*	0.39	*	0.38	*	0.63	***	0.54	***
مايس	0.53	**	0.36	*	0.38	*	0.48	**	0.55	**	0.71	***	0.92	***
حزيران	0.55	***	0.43	***	0.45	***	0.47	***	0.50	***	0.83	***	1.37	***
تموز	0.48	**	0.33	**	0.52	**	0.50	***	0.60	***	0.83	***	1.39	***
اب	0.50	***	0.51	***	0.59	***	0.59	***	0.67	***	0.92	***	1.36	***
أيلول	0.44	**	0.33	*	0.23	+	0.29	*	0.22	+	0.56	***	0.83	***
تشرين /1	0.31	*	0.57	*	0.29		0.44	**	0.19		0.68	***	0.79	***
تشرين /2	0.33		0.38	+	0.29		0.26		-0.06		0.31		0.17	
كانون /1	0.77	***	0.65	**	0.44	+	0.53	**	0.40	+	0.67	**	0.44	+

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

جدول (6) معدل التغير والاتجاه السنوي لدرجات الحرارة العظمى(مْ) للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	0.60	***	3
الموصل	0.47	***	2.35
الرطبة	0.40	***	2
بغداد	0.48	***	2.4
الحي	0.38	***	1.9
الناصرية	0.72	***	3.6
البصرة	0.77	***	3.85

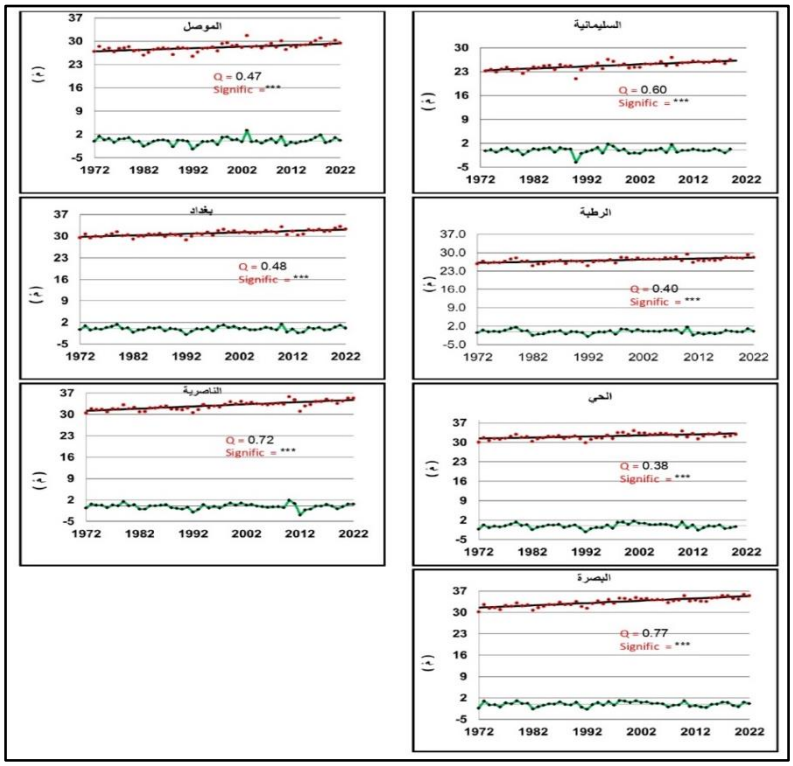
المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

نلاحظ كما ذكرنا سابقا أن ارتفاع درجات الحرارة كان واضحا في عقد التسعينات وهذا يتطابق مع جميع البحوث التي تشير إلى ارتفاع درجات الحرارة على مستوى الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وحتى على المستوى الإقليمي والعالمي فارتفاع درجات الحرارة في العراق لم تكن بعيدة عن الارتفاعات العالمية .

ونتيجة لما تقدم يمكن القول إن درجات الحرارة الصغرى والعظمى تسير في الاتجاه إلى الارتفاع ولجميع المحطات على مدار الشهر والفصل والسنة ويلاحظ أن الزيادة في درجات الحرارة العظمى أكبر مما هي عليه في درجات الحرارة الصغرى، واستنادًا إلى هذه النتائج يُلاحَظ أن العراق يشهد زيادة واضحة على المستوى المحلي وهذا يتوافق مع الاتجاهات الإقليمية والعالمية الحالية وقد تجاوزها في بعض الحالات وهذا يؤكد أن العالم يشهد زيادة واضحة في درجات الحرارة ويُعزى ذلك إلى الاتجاهات العالمية للاحترار العالمي ولاسيما في منطقة الشرق الأوسط اذ يُلاحَظ وجود تشابه واضح بين العالم والعراق فيما يتعلق بالاتجاه وحجم التغيرات.

أوضحت الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) تميزت منطقة الشرق الأوسط بتغيرات في درجات الحرارة خلال العقود الأخيرة، حيث تراوحت بين (0.5 و 0.6) درجة مئوية (IPCC) . أما التغيرات في درجات الحرارة الصغرى والعظمى في العراق فكانت (3.75 و 3.85) درجة مئوية خلال المدة من (1972 – 2022) بالإضافة إلى ذلك أجرى الدكتور عبد الله عبد الرحمن المسند دراسة في المملكة العربية السعودية لفترة تمتد من 1971 إلى 2000 أظهرت نتائج هذه الدراسة أن معدل درجة الحرارة في منطقة القصيم يزداد بمعدل قدره(0.55) درجة مئوية لكل عقد.

وعلينا أن ندرك حقيقة ان الكرة الأرضية ترتفع حرارتها يوما بعد يوم وأن مستوى سطح البحر في ارتفاع كذلك . ووفقا للتقرير الصادر من قبل الإدارة الوطنية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة عام 2013 فإن عام 2012 من أكثر عشر سنوات سخونة أو احترار منذ عام 1880 . يليها عام 2016 كما أن 2023 كانت الأكثر حرارة عالميا منذ بدء التسجيل المناخي وكان شهر أيلول وشهر تشرين الأول لعام 2023 الأكثر ، أيضا أشهر الصيف الشمالي (حزيران وتموز وآب) هي أكثر اشهر صيف حرارة مر على الكرة الارضية منذ بدء التسجيل المناخي . كما أن العقد الأول من القرن الحادي والعشرين أكثر دفئا مما كان عليه الأمر في التسعينات من القرن الماضي ، وكانت التسعينات أكثر دفئا من الثمانينات ، وكانت الثمانينات أكثر دفئا من السبعينات ، فحرارة الأرض تزداد يوما بعد يوم(G.Thomas Farmer ، 2021).



شكل(3) معدل التغير والاتجاه السنوي لدرجات الحرارة العظمى للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (6) وبرنامج Mann Kendall test

ثالثاً :- التغيروالاتجاه في قيم الضغط الجوي:

1- التغيرات الشهرية: من خلال ملاحظة الجدول (7) يتضح لنا أن قيم الضغط الجوي في محطة السليمانية تتجه نحو الارتفاع ولجميع الشهور وذات دلالة معنوية إحصائية عالية سجل أعلى اتجاه للتغير فيها خلال شهر كانون الأول (0.85) للعقد . أما محطة الموصل فسجلت معظم أشهرها اتجاها نحو الانخفاض أربعة أشهر منها ذات دلالة إحصائية هي (تموز، آب، أيلول، تشرين الثاني) أما بقية الشهور فسجلت انخفاضا دون دلالة معنوية إحصائية ، أما شهري (شباط ، كانون الأول)فسجلا اتجاها نحو الارتفاع بدون دلالة معنوية إحصائية . محطة الرطبة سجلت 6 أشهر فيها اتجاها نحو الارتفاع وهي أشهر (كانون الثاني ، شباط ، اذار ، نيسان ، تشرين الثاني، كانون الأول) شهر كانون الثاني فقط سجل دلالة معنوية إحصائية وبمقدار تغير بلغ (0.37) للعقد ، أما اشهر (مايس ، حزيران ، تموز ، اآلول) سجلت اتجاها نحو الانخفاض شهر تموز منها فقط سجل معنوية إحصائية وبمقدار تغير (- 0.30) للعقد . اما شهري (اب ، تشرين الأول) فلم يسجلا أي تغير . أما محطة بغداد سجلت معظم الشهور اتجاها نحو الانخفاض وبدون اي دلالة معنوية وإحصائية اما شهري (نيسان، اب) فلم يسجلا أي اتجاه للتغير. محطة الحي سجلت معظم الشهور فيها اتجاها نحو الارتفاع في قيم الضغط الجوي وأعلى اتجاه للتغير سجل خلال شهر نيسان بمقدار (0.30)للعقد وبدلالة معنوية إحصائية بلغت (99%) أما شهري (كانون الثاني، مايس) لم يسجلا أي اتجاه للتغير.

جدول (7) التغيروالاتجاه للمعدلات الشهرية لقيم الضغط الجوي(مليبار)للعقد للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

المحطات / الأشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	0.76	**	-0.11		0.37	+	-0.06		0		0.06		-0.09	
شباط	0.66	*	0.04		0.24		-0.06		0.17		0.05		0.18	
اذار	0.62	**	-0.20		0.11		-0.16		0.08		0.08		0.05	
نيسان	0.61	***	-0.10		0.08		0		0.30	**	0		0.10	
مايس	0.54	***	-0.14		-0.14		-0.08		0		-0.14	+	-0.13	
حزيران	0.52	**	-0.04		-0.22		-0.07		0.09		-0.11	+	-0.12	
تموز	0.68	***	-0.17	+	-0.30	*	-0.08		0.08		-0.17	*	0.02	
اب	0.78	***	-0.17	+	0		0		0.26	**	0		0	
أيلول	0.71	***	-0.31	**	-0.05		-0.13		0.15		-0.13	+	-0.13	
تشرين /1	0.61	***	-0.11		0		-0.04		0.12		0.04		-0.03	
تشرين /2	0.58	*	-0.27	**	0.06		-0.12		0.15	+	0.03		-0.01	
كانون /1	0.85	***	0.01		0.28		0.13		0.18		0.21		0.20	+

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

محطة الناصرية تباينت الشهور فيها بين الارتفاع والانخفاض الشهور التي سجلت اتجاها نحو الارتفاع من دون دلالة إحصائية هي أشهر (كانون الثاني، شباط، اذار، تشرين الأول، تشرين الثاني، كانون الأول) أما الشهور التي سجلت اتجاها نحو الانخفاض مع تسجيل دلالة معنوية إحصائية هي شهور (مايس، حزيران، تموز، أيلول) أعلى انخفاض سجل خلال شهر تموز هو (-0.17) للعقد أما شهري (نيسان، اب) فلم يسجلا أي اتجاه للتغير.

اما محطة البصرة فقد تباينت الشهور في اتجاه التغير بين الانخفاض والارتفاع الشهور التي سجلت انخفاضا وبدون دلالة معنوية إحصائية هي اشهر (كانون الثاني، مايس، حزيران، أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) أعلى قيمة انخفض سجلت في شهر مايس (-0.13)، اما الشهور التي سجلت اتجاها نحو الارتفاع هي أشهر (شباط، اذار، نيسان، تموز، كانون الأول) سجل شهر كانون الأول فقط دلالة إحصائية بمقدار تغير بلغ (0.20) للعقد.

2- التغيرات السنوية : يتبين من خلال الجدول (8) والشكل (4) أن محطات (الموصل، بغداد، الناصرية) سجلت اتجاها نحو الانخفاض في قيم الضغوط الجوي السنوية سجلت محطة الموصل فقط دلالة معنوية إحصائية بمقدار تغير بلغ (-0.13) للعقد. اما محطات (السليمانية، الرطبة، الحي، البصرة) فسجلت اتجاها نحو الارتفاع، محطتين منها فقط سجلت دلالة معنوية إحصائية عالية هي محطتي (السليمانية، الحي) بمقدار تغير بلغ (0.56 ، 0.14) للعقد.

يعتقد الباحث أن سبب ارتفاع قيم الضغط الجوي في المناطق الواقعة شرق العراق ممثلة بمحطتي السليمانية الواقعة شمال شرق العراق ومحطة الحي الواقعة جنوب شرق العراق ناتج عن انخفاض تكرار المنخفضات الجهوية حيث تعتبر هذه المنطقة واحدة من الممرات المهمة للمنخفضات الجهوية والتي تنحدر مع السلاسل الجبلية اذ تمنعها الأخيرة من سرعة التقدم لتبقى مدة أطول، انخفاض تكرار المنخفضات الجهوية ساهم في فسح المجال للسيطرة اطول للمنظومات ذات الضغط المرتفع، بالمقابل انخفاض قيم الضغط الجوي في المحطات الوسطى والجنوبية من العراق هو سبب وصول المنخفضات الحرارية ممثلة بالمنخفض السوداني خلال أشهر الربيع والخريف. والمنخفض الهندي الموسمي خلال الصيف (الساعدي ، 2022).

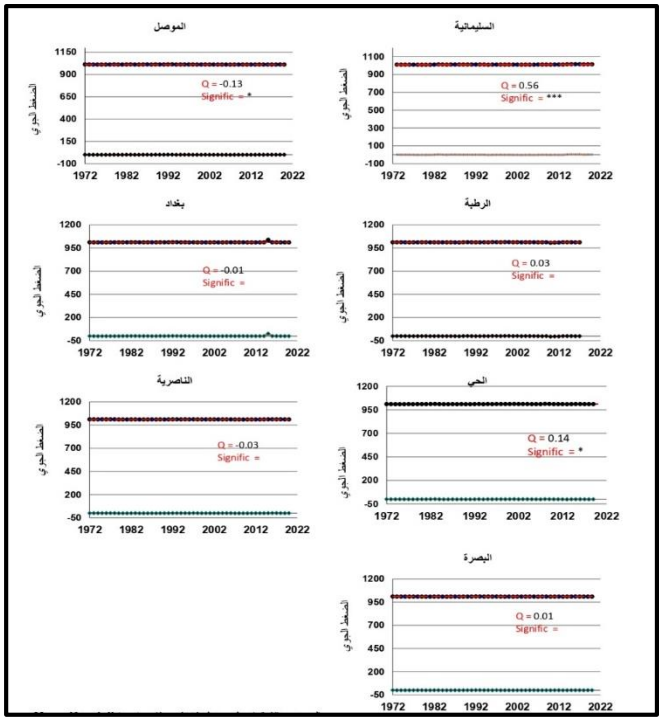
جدول (8) التغيروالاتجاه للمعدلات السنوية لقيم الضغط الجوي(مليبار) للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوى/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	0.56	***	2.8
الموصل	0.13-	*	0.65-
الرطبة	0.03		0.15
بغداد	0.01-		0.05-
العي	0.14	*	0.7
الناصرية	0.03-		0.15-
البصرة	0.01		0.05

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

رابعاً :- التغيروالاتجاه في سرعة الرياح :

1. **التغيرات الشهرية :** من خلال الجدول (9) يتبين ان الاتجاه العام لسرع الرياح في المحطات المدروسة للمدة من (1972- 2022) يتجه نحو الانخفاض وقليل منها نحو الارتفاع، وتتباين هذه الاتجاهات مكانيا وزمانيا حسب أقسام سطح العراق. ففي المنطقة الجبلية الممثلة بمحطة السليمانية شمال شرق العراق اتجهت سرع الرياح نحو الانخفاض في جميع أشهر السنة وذات دلالة معنوية إحصائية عالية تتباين بين(90 - 99.99) باستثناء شهر كانون الأول فقد سجل انخفاضا بلغ (- 0.10) وبدون دلالة معنوية إحصائية. اما محطة الموصل فقد تباين فيها التغير في سرع الرياح حسب اشهر السنة بين الارتفاع والانخفاض فالأشهر التي سجلت ارتفاعا في اتجاه التغير هي خمسة أشهر (كانون الثاني، أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني، كانون الأول) ثلاثة أشهر منها ذوات دلالة معنوية إحصائية بلغ أعلى مقدار ارتفاع للتغير (0.11) في شهر كانون الثاني مع دلالة إحصائية بلغت (95%) أما شهري تموز واب فقد سجلا انخفاضا في اتجاه التغير بلغ (- 0.07، - 0.05) للعقد فقط شهر تموز كان ذو دلالة معنوية إحصائية في حين شهر آب كان خاليا من أي دلالة إحصائية. أما بقية الشهور فلم تسجل اي اتجاه للتغير. سجلت محطة الرطبة اتجاها نحو الانخفاض لجميع الشهور مع دلالة معنوية إحصائية بلغت (99.99%) اي ان التغير في محطة الرطبة شبه تام وتباين مقدار الانخفاض بين (-0.43، -0.71) للعقد. اما محطة بغداد فقد تباينت فيها الشهور بين الارتفاع والانخفاض في اتجاه التغير فقد سجلت فيها الشهور (كانون الثاني، أيلول، تشرين الأول، كانون الأول) اتجاها نحو الارتفاع من غير دلالة إحصائية باستثناء شهر تشرين الأول فقد سجل دلالة معنوية إحصائية بلغت (95%) اذ بلغ مقدار الارتفاع فيه (0.07) للعقد، اما اشهر (حزيران، تموز، اب، تشرين الثاني) فقد سجلت اتجاه للتغير نحو الانخفاض وبدون دلالة إحصائية، اما بقية الشهور فلم تسجل اي اتجاه للتغير. اما محطتي العي والناصرية فقد سجلت جميع اشهر السنة فيها تغيرا نحو الانخفاض وذات دلالة معنوية إحصائية مرتفعة تراوحت بين (95 - 99.99) فقد تباينت قيم التغير فيها بين (0.22، 0.66) للعقد. اما محطة البصرة الواقعة في أقصى جنوب العراق فقد سجلت جميع اشهر السنة اتجاها نحو الارتفاع اربعة اشهر فيها سجلت ارتفاع ذو دلالة إحصائية وهي اشهر (كانون الثاني، اذار، مايس، حزيران) بلغت أعلى قيمة ارتفاع فيها (0.27) للعقد في شهر حزيران، اما بقية الشهور سجلت ارتفاعا بدون معنوية إحصائية، اما شهري (اب وتشرين الثاني) فلم يسجلان اي تغير.



شكل (4) المعدل السنوي لتغيرو اتجاه قيم الضغط الجوي(مليبار) للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (8) وبرنامج Mann Kendall test

جدول (9) معدل التغيروالاتجاه في سرعة الرياح الشهرية م/ثا للعقد للمحطات المدروسة للمدة (1972- 2022)

المحطات / الاشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	-0.14	*	0.11	*	-0.44	***	0.03		-0.43	***	-0.28	***	0.21	**
شباط	-0.27	***	0		-0.53	***	0		-0.50	***	-0.29	**	0.12	
اذار	-0.18	*	0		-0.56	***	0		-0.42	***	-0.33	***	0.020	*
نيسان	-0.14	**	0		-0.65	***	0		-0.50	***	-0.34	***	0.16	
مايس	-0.25	***	0		-0.50	***	0		-0.47	***	-0.33	***	0.17	+
حزيران	-0.36	***	0		-0.61	***	-0.04		-0.44	*	-0.66	***	0.27	*
تموز	-0.25	**	-0.07	+	-0.67	***	-0.08		-0.65	***	-0.63	***	0.09	
اب	-0.33	***	-0.05		-0.71	***	-0.11		-0.62	***	-0.59	***	0	
أيلول	-0.11	+	0.04		-0.52	***	0.03		-0.38	**	-0.33	**	0.19	
تشرين /1	-0.18	**	0.08	*	-0.43	***	0.07	*	-0.44	***	-0.25	**	0.13	
تشرين /2	-0.11	+	0.04		-0.45	***	-0.02		-0.57	***	-0.30	***	0	
كانون /1	-0.10		0.07	*	-0.45	***	0.07		-0.52	***	-0.22	**	0.07	

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

2. التغيرات السنوية : إن اتجاه التغير السنوي في سرعة الرياح بشكل عام يتجه نحو الانخفاض مع دلالة إحصائية عالية في معظم المحطات كما يبدو ذلك واضحا من خلال الجدول (10) والشكل (5) اذ تباين مقدار التغير بين (-0.26) للعقد في محطة السليمانية و (-0.56) للعقد في محطة الحي ، أما محطة البصرة فقد سجلت ارتفاعا في سرعة الرياح ودون دلالة معنوية إحصائية .

جدول (10) معدل التغيروالاتجاه لسرعة الرياح السنوية (م/ثا) للمحطات المدروسة للمدة (1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	0.26-	***	1.3 -
الموصل	0.02		0.1
الرطبة	0.52-	***	2.6 -
بغداد	0.01-		0.05 -
الحي	0.56-	***	2.8 -
الناصرية	0.40-	***	2 -
البصرة	0.07		0.35

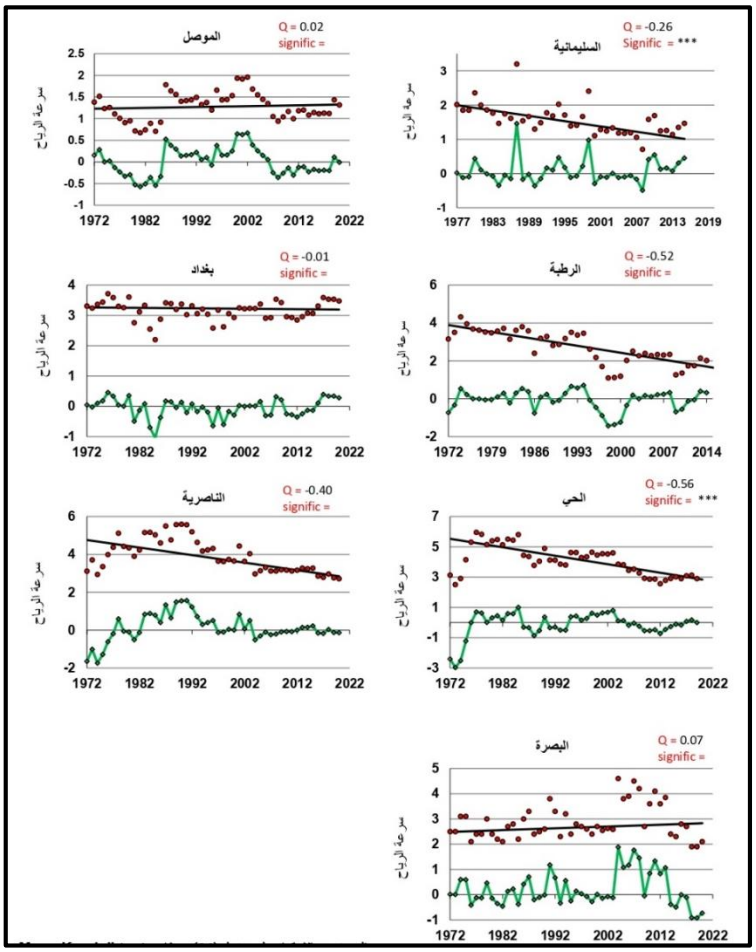
المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

من خلال ما سبق من تحليل التغير الشهري والسنوي في سرعة الرياح نلاحظ ان المدن الكبرى المتمثلة بمدن (بغداد، الموصل، البصرة) هي مدن ذات كثافة سكانية عالية وتتميز بالتوسع العمراني وارتفاع المباني فيها كل ذلك يؤثر في سرع الرياح فالمباني العالية وارتفاع التضاريس تعدل من سرعة الرياح لذلك نجد صعوبة في تحليل التغير في سرعة الرياح، على العكس من ذلك نلاحظ في محطة الرطبة الواقعة ضمن الهضبة الغربية في منطقة صحراوية واسعة ومنبسطة لذلك لا يوجد أي تعديل يجري على سرعة الرياح وان أي تغير في سرعة الرياح تظهر مباشرة في التسجيل والتحليل (Mutar,2023)، كذلك الحال بالنسبة لمحطتي الحي والناصرية الواقعتان ضمن مناطق وسط وجنوب العراق فلا توجد فيهما تضاريس مرتفعة ممكن أن تؤثر في سرعة الرياح كذلك قلة المباني العالية فيها والتي ممكن ان تكون مصدات للرياح تؤثر على اتجاه التغير فيها.

خامساً: التغيروالاتجاه في الرطوبة النسبية :

1. التغيرات الشهرية : وفقًا للجدول (11) يمكن ملاحظة وجود تباين واضح في التغيرات والاتجاهات الشهرية للرطوبة النسبية حيث بلغت نسبة الاتجاهات السالبة (63.1 %) اما الاتجاهات الموجبة فبلغت نسبتها (27.4%) أما النسبة المتبقية والبالغة (9.5%) كانت خالية من أي اتجاه . في محطة السليمانية

كان الاتجاه العام للرطوبة النسبية يتجه نحو الارتفاع حيث سجلت 8 اشهر فيها اتجاها نحو الارتفاع مع دلالة معنوية إحصائية مرتفعة اذ سجل أعلى مقدار للارتفاع (2.68) العقد في شهر (تشرين الأول)، أما الأشهر التي سجلت اتجاها نحو الانخفاض فهي (كانون الثاني، اذار، كانون الأول) وبدون دلالة إحصائية، اما شهر شباط فلم يسجل اي اتجاه للتغير. اما محطة الموصل فسجلت معظم الشهور فيها اتجاها نحو الانخفاض منها فقط شهري (اذار، وكانون الأول) سجلا دلالة إحصائية أعلى مقدار للانخفاض سجل(-1.43) للعقد في شهر (كانون الأول) اما الشهور التي سجلت اتجاها نحو الارتفاع في اشهر الصيف (حزيران، تموز، اب) وكذلك شهر أيلول سجل ارتفاعا شهر تموز كان ذو دلالة معنوية إحصائية بلغت (90%) بمقدار ارتفاع (0.39) للعقد، في حين شهر مايس لم يسجل اي اتجاه. اما محطة الرطبة فسجلت اربع أشهر منها اتجاها نحو الانخفاض وهي اشهر (كانون الثاني، شباط، اذار، كانون الأول) اعلاها سجلت تغيرا بمقدار (-1.61) للعقد مع دلالة إحصائية بمقدار (90%). اما بقية الشهور فسجلت اتجاها نحو الارتفاع أعلى ارتفاع سجل في شهر أيلول بمقدار (2.67) للعقد وذو معنوية إحصائية بلغت (99.99%) اي ان التغير شبه تام. محطة بغداد سجلت اتجاها نحو لمعدل الرطوبة النسبية الشهري لعشرة شهور مع دلالة إحصائية لمعظمها سجل أعلى مقدار للانخفاض خلال شهر كانون بلغ (-2.78) للعقد وذات دلالة معنوية إحصائية بلغت (99.99%) اما شهر تشرين الثاني فسجل اتجاها نحو الارتفاع بمقدار (0.59) للعقد وبدون دلالة معنوية إحصائية في حين شهر تشرين الأول خلا من اي اتجاه. محطة الحي سجلت فيها 6 اشهر اتجاها نحو الانخفاض وهي اشهر(كانون الثاني، شباط، اذار، نيسان، مايس، كانون الأول) اربع أشهر منها ذات دلالة إحصائية أعلى مقدار للتغير سجل في كانون الأول بمقدار (-2.94) للعقد وذو دلالة إحصائية بلغت (99.99%) بمعنى ان التغير شبه تام، اما شهر تشرين الثاني فسجل اتجاها نحو الارتفاع وبدون دلالة معنوية إحصائية. محطة الناصرية سجلت معظم الشهور فيها انخفاضا ذو دلالة معنوية إحصائية عدا شهر تشرين الأول سجل انخفاضا دون دلالة إحصائية وأعلى انخفاض سجل في شهر اذار بمقدار (-2.56) للعقد مع دلالة إحصائية بلغت (99%) في حين سجل شهر تشرين الثاني فقط ارتفاعا بمقدار (0.79) للعقد دون دلالة معنوية إحصائية. اما محطة البصرة فسجلت جميع الشهور غيها اتجاها نحو الانخفاض مع دلالة معنوية إحصائية عالية، سجل أعلى انخفاض في شهر اذار بمقدار (-4) للعقد وبدلالة معنوية إحصائية بلغت (99.99%) اي ان التغير شبه تام.



شكل (5) التغير والاتجاه للمعدل السنوي لسرعة الرياح(م/ثا) للمحطات المدروسة للمدة (1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (10) وبرنامج Mann Kendall test

2- التغيرات السنوية :- من خلال الجدول (12) والشكل (6) يتضح ان التغير والاتجاه في قيم الرطوبة النسبية السنوية خلال مدة الدراسة (1972-2022) يتجه نحو الانخفاض في 5 محطات مناخية وهي (الموصل ، بغداد ، الحي ، الناصرية ، البصرة) أعلى مقدار للانخفاض سجل (-2.46) للعقد في محطة البصرة الواقعة جنوب العراق مع دلالة معنوية إحصائية بلغت (99.99%) اي بمعنى ان التغير السنوي شبه تام . اما محطة السليمانية الواقعة في شمال العراق فسجلت اتجاها نحو الارتفاع بلغ (1.25) للعقد وذو معنوية إحصائية بلغت (99%) اما محطة الرطبة فسجلت ارتفاعا بلغ (0.62) بدون دلالة إحصائية.

جدول (11)معدل التغيروالاتجاه الشهري للرطوبة النسبية(%) للعقد للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

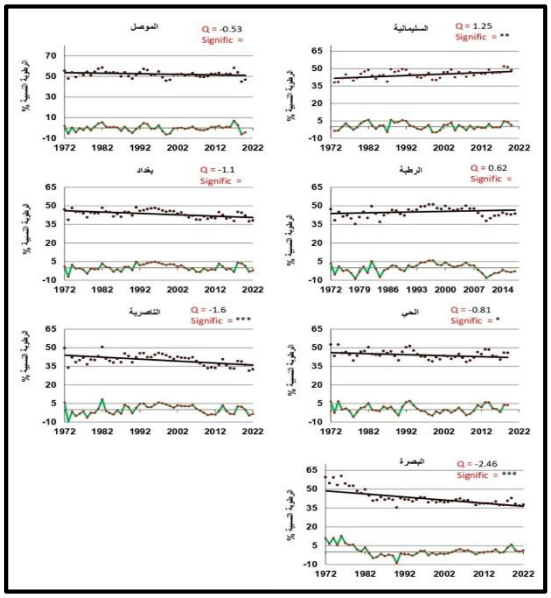
المحطات / الاشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	-1.01		-0.34		-1.61	+	-2.78	***	-2.41	**	-2.50	**	-3.24	***
شباط	0		-0.71		-1.25		-1.71	**	-1.90	**	-1.88	**	-3.09	***
اذار	-0.60		-1.18	+	-1.13		-2.38	**	-1.93	*	-2.56	**	- 4	***
نيسان	1		-1.20		0.83		-1.07	+	-0.77		-1.78	*	-3.49	***
مايس	1.57	+	0		0.67		-1	*	-0.36		-1.67	***	-3.50	***
حزيران	1.67	***	0.51		1.25	*	-0.32		0		-1.38	**	-3.33	***
تموز	2.08	***	0.39	+	1.60	***	-0.31	+	0		-1.25	***	-2.11	***
اب	2	***	0.30		1.20	***	-0.63	*	0		-1.25	**	-2.22	***
أيلول	2.50	***	0.22		2.67	***	-0.30		0		-1.05	**	- 2	***
تشرين /1	2.68	**	-0.80		1.21		0		0		-0.83		-2.50	***
تشرين /2	2.54	*	-0.95		1.34		0.59		0.76		0.79		-1.43	*
كانون /1	-0.17		-1.43	*	-0.70		-1.36	*	-2.94	***	-1.25	+	-2.50	***

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

جدول (12) معدل التغيروالاتجاه للمعدل السنوي للرطوبة النسبية(%) لمحطات الدراسة للمدة(1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	1.25	**	6.25
الموصل	0.53-		2.65-
الرطبة	0.62		3.1
بغداد	1.1-	***	5.5-
الحي	0.81-	*	4.05-
الناصرية	1.6-	***	8-
البصرة	2.46-	***	12.3-

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test



شكل (6) التغير والاتجاه السنوي لمعدل الرطوبة النسبية (%)للمحطات المدروسة للمد(1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (16) وبرنامج Mann Kendall test

سادساً : التغيروالاتجاه في الأمطار:

1. التغيرات الشهرية : حسب الجدول (13) يتضح أن هناك اتجاهًا عامًا نحو الانخفاض في المعدلات الشهرية للأمطار في معظم المحطات المدروسة للمدة (1972- 2022) إذ بلغت نسبة الاتجاهات السالبة (62.5%) أما نسبة الاتجاهات الموجبة كانت (17.9%) أما النسبة المتبقية والبالغة (19.6%) فقد خلت من أي اتجاه .وهذه الاتجاهات تباينت زمانيا ومكانيا حسب محطات الدراسة . في محطة السليمانية شمال العراق سجلت اشهر (كانون الثاني، تشرين الأول، تشرين الثاني، كانون الأول) اتجاها نحو الارتفاع فقط شهر تشرين الأول سجل دلالة معنوية إحصائية بمقدار تغير بلغ (4.49) ملم للعقد فيما سجل شهر تشرين الثاني(7.08) ملم للعقد أعلى قيمة تغير ارتفاع في العراق دون دلالة إحصائية .اما بقية الشهور (شباط ، اذار ، نيسان ، مايس) فسجلت اتجاها نحو الانخفاض وبدون دلالة إحصائية . اما محطة الموصل فسجل شهر (تشرين الأول) فقط اتجاها نحو الارتفاع بمقدار(0.33) ملم للعقد بدون دلالة معنوية إحصائية ، أما بقية الشهور جميعها سجلت اتجاها نحو الانخفاض منها فقط شهر (شباط) سجل انخفاضا بمقدار (-7.06) ملم للعقد مع دلالة معنوية إحصائية اما بقية الشهور دون دلالة إحصائية. اما محطة الرطبة سجلت اتجاها نحو الانخفاض للأشهر (كانون الثاني ، شباط ، اذار، نيسان، كانون الأول) منها شهور (اذار، نيسان كانون الأول) ذات دلالة إحصائية سجل أعلى انخفاض خلال شهر(اذار) بمقدار(-2.8) ملم للعقد ،أما اشهر (مايس، تشرين الأول، تشرين الثاني) فلم تسجل اي اتجاه.

جدول (13) معدل التغيروالاتجاه لمجموع الأمطار الشهرية(ملم)للعقد للمحطات المدروسة للمدة (1972-2022)

المحطات / الاشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	3.36		-0.75		-0.67		-2.77		-3.71	+	-4.11	**	-6.94	**
شباط	- 4.54		-7.06	*	-0.82		-10		-0.69		-1.06		-1	
اذار	- 3.77		-4.32		-2.8	*	-1.5		-2		-1.33		-2.37	*
نيسان	- 4.36		-1.37		-1.23	*	0		-0.14		0.03		-0.1	
مايس	- 2.1		-0.14		0		0		0		-0.12	*	0	
حزيران														
تموز														
اب														
أيلول														
تشرين /1	4.49	+	0.33		0		0		0		0		0	
تشرين /2	7.08		-1.67		0		0.33		1.29		1.15		2.74	*
كانون /1	0.24		-0.25		-2.2	*	-3.11	*	-1.12	*	-1.04		-1.96	

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

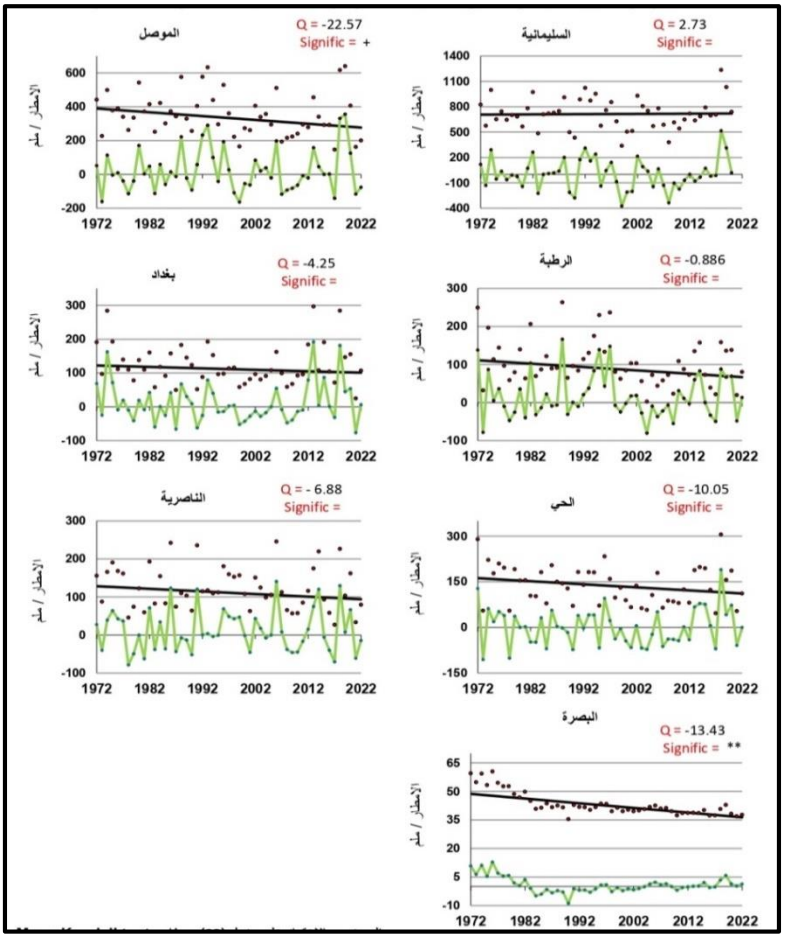
اما محطة بغداد فسجلت الشهور (كانون الثاني ، شباط ، آذار ،كانون الأول) اتجاها نحو الانخفاض منها شهري (كانون الثاني وكانون الأول) ذات دلالة إحصائية وسجل شهر (شباط) أعلى اتجاه للانخفاض في العراق خلال المدة المدروسة بلغ (-10) ملم للعقد دون دلالة معنوية إحصائية ، في حين سجل شهر (تشرين الثاني) اتجاها نحو الارتفاع بلغ(0.33) ملم للعقد بدون دلالة إحصائية ، فيما خلت اشهر (نيسان ، مايس ، تشرين الأول) من أي اتجاه . أما محطة الحي فسجل شهر (تشرين الثاني) فقط اتجاها نحو الارتفاع بمقدار(1.29) للعقد وبدون دلالة معنوية إحصائية ، اما اشهر(كانون الثاني ، شباط، اذار، نيسان، كانون الأول) فسجلت اتجاها نحو الانخفاض منها شهر (كانون الثاني) فقط ذو دلالة إحصائية بلغت (95%) وبمقدار تغير بلغ(-3.71) ملم للعقد .بينما شهري (مايس وتشرين الأول) لم يسجلا اي اتجاه للتغير. اما محطة الناصرية فسجلا شهري (نيسان وتشرين الثاني) اتجاها نحو الارتفاع دون دلالة إحصائية ، اما بقية الشهور سجلت اتجاها نحو الانخفاض منها شهر (كانون الأول) فقط ذو دلالة إحصائية مرتفعة بلغت(99%) وبمقدار انخفاض بلغ(-4.11) ملم للعقد بينما خلا شهر تشرين الأول من اي اتجاه. اما محطة البصرة فسجل شهر(تشرين الثاني) اتجاها نحو الارتفاع بمقدار(2.74) ملم للعقد ودلالة إحصائية بلغت (95%) اما بقية الشهور (كانون الثاني ، شباط ، اذار ، نيسان كانون الأول) فسجلت اتجاها نحو الانخفاض أعلى قيمة للانخفاض سجلت في شهر كانون الثاني بمقدار (-6.94) ملم للعقد بدلالة معنوية إحصائية عالية بلغت (99%). اما شهري (مايس وتشرين الأول) فلم يسجلا اي اتجاه .

2. التغيرات السنوية : يتضح من معطيات الجدول (14) والشكل (7) ان اتجاه الأمطار في العراق للمدة (1972-2022) يتجه نحو الانخفاض في معظم المحطات المدروسة وكانت ثلاث محطات منها ذات دلالة معنوية إحصائية هي (الموصل، الحي ، البصرة) وسجل أعلى مقدار للتغير بالانخفاض في محطة الموصل بمقدار (-22.57) ملم للعقد وأقل مقدار للتغير بالانخفاض في محطة الرطبة بلغ(-0.886) ملم للعقد ، أما محطة السليمانية فسجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع بلغ بمقدار (2.73) ملم للعقد دون دلالة إحصائية .

جدول (14) التغير والاتجاه لمجموع الامطار السنوي(ملم)للمحطات المدروسة للمدة(1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوى/ للعقد(Q)	معنوية الاتجاه	التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	2.73		13.65
الموصل	22.57-	+	112.85-
الرطبة	0.886-		4.43-
بغداد	4.25-		21.25-
الحي	10.05-	+	50.25-
الناصرية	6.88-		34.4-
البصرة	13.43-	**	67.15-

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test



شكل (7) التغير والاتجاه في مجموع الامطار السنوية (ملم) لمحطات الدراسة للمدة (1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (14) وبرنامج Mann Kendall test

على الرغم من انخفاض كميات الأمطار في العراق بشكل عام فإن الاتجاهات في المنطقة الجنوبية للبلاد غير واضحة وشهدت تقلبات كبيرة من ناحية أخرى سجلت محطتي السليمانية والموصل (في المناطق الشمالية) أعلى مقدار للتغير في هذه المنطقة هذا التغير الملحوظ في الشمال يتطابق مع ما جاء في التقرير الخامس للهيئة الدولية (IPCC) (IPCC ، 2013) الذي أفاد أن كميات الأمطار قد انخفضت في منطقة الشرق الأوسط خلال المدة من عام 1951 إلى 2010 بمقدار يتراوح بين (-5 و-25) ملم في العقد الواحد وذلك على مستوى التغيرات السنوية، وبالرغم من اختلاف فترة الدراسة فإن النتائج تتفق فيما يتعلق في الاتجاه ومقدار التغير والتوزيع المكاني. ويشير التقرير ايضا إلى أنه على المدى الطويل اختلفت الاتجاهات الموجبة والسالبة في نصف الكرة الشمالية ولكن بثقة منخفضة وينطبق هذا التباين على التغيرات في المناطق الغربية والوسطى والجنوبية من العراق ولكن دون وجود دلالة إحصائية في محطات (الرطبة، بغداد، الناصرية، والبصرة) (البديري،2018) .

سابعاً: التغيروالاتجاه في التبخر:

1. التغيرات الشهرية : يتضح من خلال الجدول (15) ان قيم التبخر تتباين مكانيا وزمانيا حسب المحطات المدروسة نلاحظ بشكل عام أن محطات شمال العراق المتمثلة بمحطتي (السليمانية والموصل) تسجيل اتجاه للتغير نحو الارتفاع في كل اشهر السنة بالنسبة لمحطة السلمانية 7 اشهر فيها ذات دلالة إحصائية عالية ، أما محطة الموصل فسجلت اشهر الشتاء اتجاه للتغير نحو الارتفاع فقط شهر كانون الثاني سجل دلالة إحصائية اما اشهر الصيف فسجلت اتجاه للتغير نحو الانخفاض ومعنوية إحصائية عالية بلغت اعلاها في شهر تموز بمقدار (-22.14) ملم للعقد . ويعتقد الباحث أن تسجيل هذا الاتجاه نحو الارتفاع خلال الشتاء يعود الى ان هاتين المحطتين سجلتا أعلى معدل سنوي للأمطار في العراق ومع ارتفاع درجات الحرارة فمن الممكن أن تسجل اتجاها نحو الارتفاع ، ومما يلاحظ أيضا أن محطة البصرة سجلت بعض اشهر الشتاء فيها اتجاها للتغير نحو الارتفاع وذلك بسبب موقعها البحري الذي يرفع فيها نسبة الرطوبة النسبية ومع ارتفاع درجات الحرارة فيها ترتفع اتجاهات التغير في قيم التبخر فيها .

أما محطة الرطبة فسجل شهر (كانون الثاني) فقط تغيرا نحو الارتفاع بمقدار (0.88) ملم للعقد بدون دلالة إحصائية اما بقية الشهور سجلت جميعها اتجاها للتغير نحو الانخفاض فقط اشهر (حزيران ، تموز ،اب ،أيلول ،تشرين الأول) سجلت انخفاضا ذو دلالة معنوية إحصائية وأعلى مقدار للتغير سجل خلال شهر تموز بلغ (-72.87) ملم للعقد . أما محطة بغداد سجلا شهري (كانون الثاني وكانون الأول) اتجاها للتغير نحو الارتفاع سجل كانون الأول فقط دلالة إحصائية ، أما بقية الشهور سجلت جميعها اتجاها للتغير نحو الانخفاض ومعظمها ذات دلالة إحصائية عالية سجل أعلى مقدار للتغير نحو الانخفاض خلال شهر (اب) بمقدار (-23.33) ملم للعقد ودلالة إحصائية بلغت (99.99%) اي ان التغير شبه تام .

محطة الحي سجلت اتجاها للتغير نحو الانخفاض في جميع الشهور مع دلالة معنوية إحصائية عالية فقط شهر كانون الثاني كان من غير دلالة إحصائية وأعلى مقدار للتغير سجل خلال شهر (تموز) بمقدار (-66.03) ملم للعقد ودلالة إحصائية بلغت (99.99%).

أما محطة الناصرية فسجلت اربعة اشهر فيها اتجاها للتغير نحو الانخفاض دون دلالة إحصائية وهي اشهر (تموز، أيلول ،تشرين الثاني ، كانون الأول)، اما بقية الشهور فسجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع دون تسجيل أي دلالة معنوية إحصائية اما محطة البصرة فقد تباينت الشهور فيها بين الانخفاض والارتفاع ، أما الأشهر التي سجلت اتجاها للتغير نحو الانخفاض هي (نيسان ، مايس ، تموز ، اب) دون دلالة معنوية إحصائية اما بقية الشهور فسجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع منها 3 اشهر سجلت دلالة معنوية إحصائية وهي (كانون الثاني ، شباط ، اذار) أعلى ارتفاع سجل في شهر اذار بمقدار (6.5) ملم للعقد .

1. التغيرات السنوية : حسب الجدول (16) والشكل (8) يتضح أن اتجاه التغير لقيم التبخر تتجه نحو الانخفاض في معظم محطات العراق مع دلالة معنوية إحصائية باستثناء محطة الموصل سجلت انخفاضا دون دلالة إحصائية وسجل أعلى اتجاه للتغير نحو الانخفاض في محطة الحي بمقدار (-328.15) ملم للعقد وسجلت دلالة معنوية إحصائية بلغت (99.99%) اي ان التغير شبه تام .أما محطة السليمانية سجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع بلغ(78.67) ملم للعقد وسجلت دلالة معنوية إحصائية بلغت (90%).

جدول (15) معدل التغيروالاتجاه لقيم التبخر الشهري (ملم) للعقد للمحطات المدروسة للمدة (1972-2022)

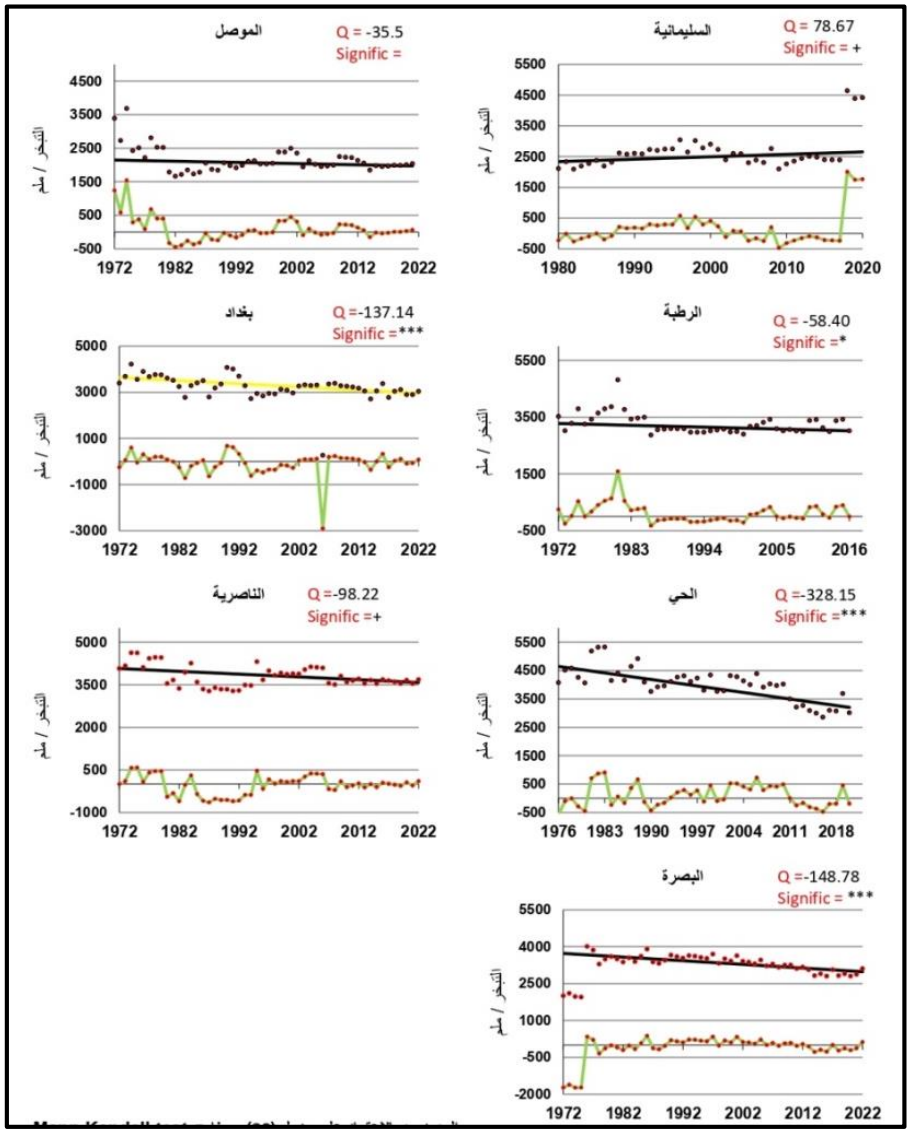
المحطات / الاشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	6.1	**	1.45	+	1.83		0.88		-4.28		0.240		3.83	*
شباط	8.75	**	0.94		-1.85		-1.53		-8	**	0.375		4.33	*
اذار	8.02	*	2.77		-11.50		-3.45		-9.83	+	0.518		6.5	+
نيسان	14.66	*	3.14		-12.89		-11.21	**	-19.95	***	0.578		-1.75	
مايس	15.87	*	4.68		-15.8		-14	**	-32.33	***	0.671		-9.09	
حزيران	0		-8.48	*	-61.28	***	-22.93	**	-41.32	***	0.523		1	
تموز	1.73		-22.14	***	-72.87	**	-22.19	***	-66.03	***	-0.396		-1.36	
اب	1.85		-12.81	*	-68.56	***	-23.33	***	-52.78	***	0.025		-12.24	
أيلول	0.67		-9.18	*	-58.81	***	-17.65	***	-51.1	***	-0.060		1.91	
تشرين /1	4.52		-1.54		-39.13	***	-9.6	**	-20.16	***	0.326		1.65	
تشرين /2	7	*	-0.51		-18.34		-7.28	**	-18.21	***	-0.239		0.42	
كانون /1	7	*	2.40	*	-3.99		2.27	+	-6.8	*	-0.022		1.22	

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

جدول (16) التغير والاتجاه لمجموع التبخر السنوي (ملم) لمحطات الدراسة للمدة (1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	78.67	+	393.35
الموصل	35.5-		177.5-
الرطبة	58.40-	*	292-
بغداد	137.14-	***	685.7-
الحي	328.15-	***	1640.75-
الناصرية	98.22-	+	491.1-
البصرة	148.78-	***	743.9-

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test



شكل (8) المجموع السنوي لتغير و اتجاه التبخر للمحطات المدروسة للمدة (1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (16) وبرنامج Mann Kendall test

ثامناً:- التغير والاتجاه في الظواهر الغبارية :

1. **التغيرات الشهرية :-** من خلال ملاحظة الجدول (17) يتضح أن التغير الشهري للظواهر الغبارية بشكل العام يتجه نحو الارتفاع في معظم المحطات المدروسة للمدة (1972-2022) عدا محطة السليمانية سجلا فيها شهري (اب وأيلول)اتجاها نحو الانخفاض أعلى مقدار للانخفاض سجل خلال شهر (آب)

بمقدار (-1.02) يوم للعقد اما بقية الشهور فلم تسجل اي اتجاه للتغير .أما محطة البصرة سجلت معظم الشهور فيها اتجاها نحو الانخفاض منها شهور (حزيران ، تموز ، آب، أيلول ،تشرين الأول ، تشرين الثاني) سجلت انخفاضا مع دلالة معنوية إحصائية عالية أعلى انخفاض سجل خلال شهر تموز بمقدار (-3.64) يوم للعقد ، أما اشهر (كانون الثاني ، شباط ،كانون الأول) لم تسجل أي اتجاه للتغير . محطة الموصل سجلت نحو الارتفاع في جميع اشهر السنة وذات دلالة معنوية إحصائية عدا أشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) كانت خالية من اي دلالة إحصائية وأعلى مقدار للارتفاع سجل (2.05) يوم للعقد في شهر (نيسان) ذو دلالة معنوية إحصائية عالية بلغت (99.99%) اي ان المعنوية شبه تامة .أما محطة الرطبة سجلت الشهور (اذار ، نيسان ، مايس) اتجاها للتغير نحو الارتفاع وذات دلالة معنوية إحصائية ، أما بقية الشهور فلم تسجل أي اتجاه للتغير.

جدول (17) التغير والاتجاه لمجموع الظواهر الغبارية الشهري (يوم) لمحطات الدراسة للمدة (1972-2022)

المحطات / الاشهر	السليمانية (Q)	معنوية الاتجاه	الموصل (Q)	معنوية الاتجاه	الرطبة (Q)	معنوية الاتجاه	بغداد (Q)	معنوية الاتجاه	الحي (Q)	معنوية الاتجاه	الناصرية (Q)	معنوية الاتجاه	البصرة (Q)	معنوية الاتجاه
كانون /2	0		0.56	***	0		0.77	+	0	*	0.83	**	0	
شباط	0		0.77	***	0		1.21	**	0.95	***	1	+	0	
اذار	0		1.67	***	0.48	+	1.5	**	1.43	**	1.74	**	-0.30	
نيسان	0		2.05	***	1.25	*	0.24		2	***	1.21	+	-0.56	
مايس	0		1.52	*	1.61	*	1.67	*	2.73	***	1.52	**	-0.77	
حزيران	0		0.98		0		0.56		2	**	0		-2.35	***
تموز	0		0.20		0		0		2	***	0		-3.64	***
اب	-1.04	**	0.91		0		0		1.16	**	-0.86		-2.5	***
أيلول	-0.29	*	2	**	0		1.4	+	1.11	***	0		-1.72	***
تشرين /1	0		3.23	***	0		1.74	*	0.63	*	0		-0.53	*
تشرين /2	0		1.67	***	0		1.11	*	0	*	0		-0.48	***
كانون /1	0		0.91	***	0		1.33	**	0	*	0		0	

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test

أما محطة بغداد كانا شهري (تموز واب) خاليان من أي اتجاه ، أما بقية الشهور جميعها سجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع وذات دلالة إحصائية عالية عدا شهر نيسان سجل ارتفاعا دون دلالة إحصائية وأعلى مقدار للارتفاع سجل خلال شهر (مايس) بلغ (1.67) يوم للعقد .محطة الحي كانت فيها ثلاثة أشهر خالية من اي اتجاه وهي (كانون الثاني ،تشرين الثاني ، كانون الأول) أما بقية الشهور جميعها سجلت تغير للارتفاع وذات دلالة معنوية إحصائية عالية أعلى ارتفاع سجل في شهر (مايس) بمقدار(2.73) يوم للعقد بدلالة معنوية بلغت (99.99%) أي أن المعنوية شبه تامة .اما محطة الناصرية سجل فيها شهر (آب) تغيرا للانخفاض بمقدار (-0.86) يوم للعقد وبدون دلالة إحصائية ، أما الشهور (كانون الثاني ،شباط ،اذار ، نيسان ، مايس) فسجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع وذات دلالة إحصائية اعلاها سجلت خلال شهر (مايس) بمقدار (1.52) يوم للعقد بدلالة إحصائية بلغت (99%).

2. التغيرات السنوية :- من ملاحظة الجدول (18) والشكل (9) يتضح أن الاتجاه العام لتغير الظواهر الغبارية السنوي للمدة (1972-2022) يتجه نحو الارتفاع بدلالة إحصائية عالية ، سجل أعلى اتجاه للارتفاع في محطة الموصل بمقدار (20.61) يوم للعقد بدلالة إحصائية بلغت (99.99%) أي أن المعنوية شبه تامة. اما محطتي السليمانية والبصرة سجلا اتجاها للتغير نحو الانخفاض بمقدار (-4.4 ، -15.33) لكل منها بدلالة إحصائية في البصرة بلغت (99.99%).

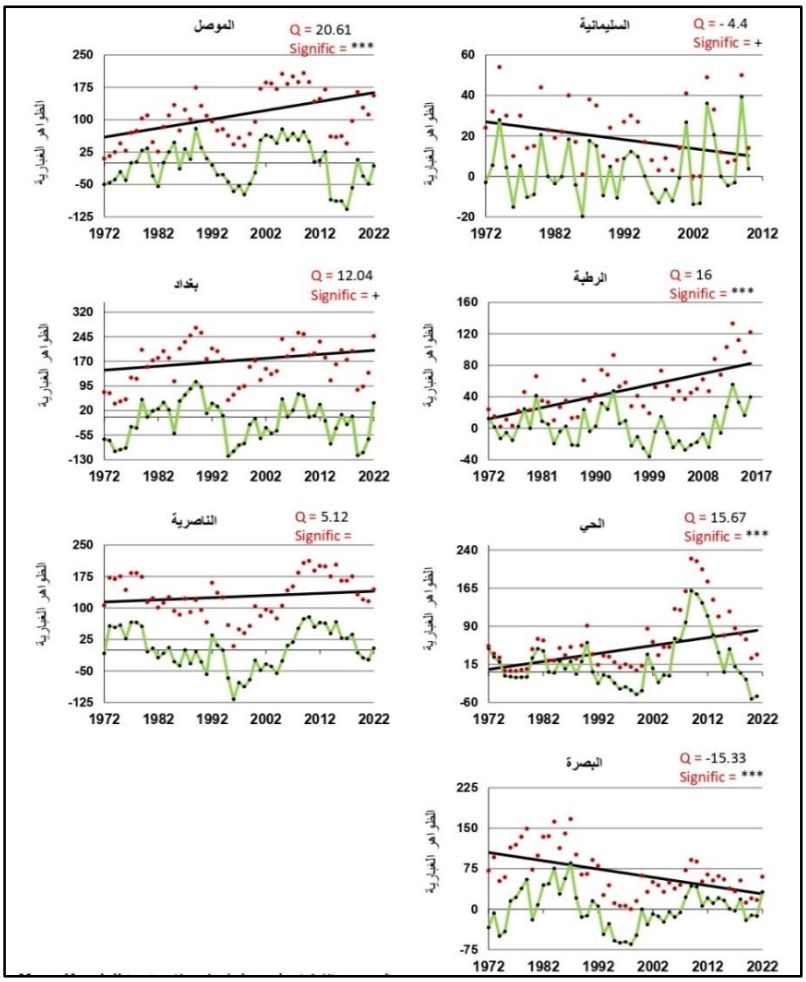
اشارت الكثير من البحوث والدراسات في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا على زيادة تكرار الظواهر الغبارية وهذا يتناسب مع نتائج الدراسات الحديثة التي اشارت بوضوح الى زيادة حدة وتكرار الظواهر الغبارية في كل إقليم الشرق الاوسط بما فيها العراق وشمال إفريقيا(الهذال ،2021) ، ويعتقد الباحث ان ارتفاع درجات الحرارة المستمر وانخفاض كمية الامطار والناتجة عن التغيرات المناخية اسهمت بشكل كبير في جفاف التربة وقلة الغطاء النباتي الذي يعمل على تماسك التربة وبالتالي اسهمت جميعها في زيادة حدة وتكرار الظواهر الغبارية في العراق .

جدول (18) التغير والاتجاه لمجموع الظواهر الغبارية السنوي (يوم) لمحطات الدراسة للمدة (1972-2022)

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
السليمانية	4.4-	+	22-
الموصل	20.61	***	103.05
الرطبة	16	***	80
بغداد	12.04	+	60.2
الحي	15.67	***	78.35

اسم المحطة	مقدار التغير السنوي/ للعقد (Q)	معنوية الاتجاه	مقدار التغير خلال مدة الدراسة
الناصرية	5.12		25.6
البصرة	15.33-	***	76.65-

المصدر : اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي وبرنامج Mann Kendall test



شكل (9) التغير والاتجاه لمجموع الظواهر الغبارية السنوي (يوم) لمحطات الدراسة للمدة (1972-2022)

المصدر :بالاعتماد على جدول (18) وبرنامج Mann Kendall test

الاستنتاجات

1.ان الاتجاه العام للسطوع الشمسي الفعلي في العراق للمدة (1972 – 2022) يتجه إلى الانخفاض في معظم المحطات المدروسة إذ بلغت النسبة للاتجاهات السالبة (76%) ، (47%) منها بدلالة إحصائية ، في حين بلغت الاتجاهات الموجبة (24%) منها (5%) فقط ذات دلالة إحصائية اما النسبة المتبقية فقد خلت من أي اتجاه .

2.ارتفاع درجات الحرارة كان واضحا في عقد التسعينات وهذا يتطابق مع جميع البحوث التي تشير إلى ارتفاع درجات الحرارة على مستوى الشرق الأوسط وشمال افريقيا وحتى على المستوى الإقليمي والعالمي فارتفاع درجات الحرارة في العراق لم تكن بعيدة عن الارتفاعات العالمية مما يؤشر تأثرها بشكل واضح بالتغيرات المناخية .

3. إن درجات الحرارة الصغرى والعظمى تسير في الاتجاه إلى الارتفاع ولجميع المحطات على مدار الشهر والفصل والسنة ويلاحظ أن الزيادة في درجات الحرارة العظمى أكبر مما هي عليه في درجات الحرارة الصغرى، واستنادًا إلى هذه النتائج يُلاحَظ أن العراق يشهد زيادة واضحة على المستوى المحلي وهذا يتوافق مع الاتجاهات الإقليمية والعالمية الحالية وقد تجاوزها في بعض الحالات وهذا يؤكد أن العالم يشهد زيادة واضحة في درجات الحرارة ويُعزى ذلك إلى الاتجاهات العالمية للاحترار العالمي ولاسيما في منطقة الشرق الأوسط اذ يُلاحَظ وجود تشابه واضح بين العالم

والعراق فيما يتعلق بالاتجاه وحجم التغيرات.

4. التغيرات في درجات الحرارة الصغرى والعظمى في العراق اتجهت نحو الارتفاع وكان مقدار التغير (3.75 و 3.85) درجة مئوية خلال المدة من (1972 – 2022).

5.إن اتجاه التغير السنوي في سرعة الرياح بشكل عام يتجه نحو الانخفاض مع دلالة إحصائية عالية في معظم المحطات كما يبدو ذلك واضحا من خلال الجدول (10) والشكل (5) اذ تباين مقدار التغير بين (-0.26) للعقد في محطة السليمانية و (-0.56) للعقد في محطة الحي ،أما محطة البصرة فقد سجلت ارتفاعا في سرعة الرياح ودون دلالة معنوية إحصائية.

6.إن التغير والاتجاه في قيم الرطوبة النسبية السنوية يتجه نحو الانخفاض في 5 محطات مناخية وهي (الموصل ، بغداد ، الحي ، الناصرية ، البصرة) أعلى مقدار للانخفاض سجل (-2.46) للعقد في محطة البصرة الواقعة جنوب العراق. أما محطتي السليمانية والرطبة فسجلتا اتجاها نحو الارتفاع بلغ (1.25) للعقد للسليمانية و (0.62) للعقد للرطبة .

7.اكدت مؤشرات التغير المناخي أن اتجاه الأمطار في العراق للمدة (1972-2022) يتجه نحو الانخفاض في معظم المحطات المدروسة وسجل أعلى مقدار للتغير بالانخفاض في محطة الموصل بمقدار (-22.57) ملم للعقد أما محطة السليمانية شمال العراق فسجلت اتجاها للتغير نحو الارتفاع بلغ بمقدار (2.73).

8.ظهرت كميات التبخير بانخفاض واضح في معظم محطات العراق وسجل أعلى اتجاه للتغير نحو الانخفاض في محطة الحي بمقدار (-328.15) ملم للعقد.

التوصيات :

1. تعزيز الوعي البيئي وإقامة مراكز بحوث بيئية للعناية بالموارد الطبيعية والحفاظ على جميع جوانب البيئة بما في ذلك التربة المياه والغلاف الجوي.
2. خفض انبعاثات الغازات الملوثة للغلاف الجوي والتحكم في تلوث البيئة بواسطة التخلص السليم من النفايات الملوثة للعناصر البيئية المختلفة والزام الدول الصناعية الكبرى بخفض الانبعاثات.
3. الاهتمام بالنباتات الطبيعية وتعزيز التنوع النباتي في العراق وتطوير أنواع النباتات والأشجار التي تتأقلم مع ظروف المناطق الجافة وزراعة الاحزمة الخضراء التي تساهم في مكافحة التغير المناخي.
4. استخدام مصادر الطاقة المتجددة والخالية من الانبعاثات الضارة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح للحد من الاعتماد على الوقود التقليدي وتقليل الانبعاثات الضارة للغازات الدفيئة..

المصادر والمراجع

Thomas، G. (2021). ترجمة تركي بن خلوفة بن احمد لب فرج، قاسم بن يحيى بن نعيم الطراونة، علم التغير المناخي الحديث نظرة عامة على علم التغير المناخي الحالي، دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض، ص3.

البديري، أ. (2018). *أثر التغيرات المناخية على على اتجاهات التبخر – نتح للممكن وسيناريوهاتها المستقبلية في العراق*، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية التربية ابن رشد، ص113.

تقرير الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، برنامج الامم المتحدة للبيئة، تغير المناخ (التقرير التجميعي) 2018.

الدزيي، س. والمحيميد، ع. (2010). مؤشرات التغير المناخي في العراق وأثرها على إنتاجية محاصيل القمح والشعير والقطن، *مجلة الجمعية الجغرافية العراقية*، 1(62)، 51.

الساعدي، م. (2022). *أثر التغير المناخي في الذبذبات الضغطية وانعكاساتها في خصائص المنظومات الضغطية فوق العراق*، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، 136- 152.

موسى، ع. (2022). *قضايا مناخية معاصرة*. دار الفكر المعاصر، 43.

الهذال، ي. (2021). تزايد تكرار ظاهرة الغبار في العراق هل يعد مؤشرا نحو تغير مناخي، *مجلة كلية التربية جامعة واسط*، 1190.

الهذال، ي. والجبوري، س. (2014). *التغير المناخي بين الماضي والحاضر والمستقبل*. دار أحمد للطباعة والنشر، بغداد، 99.

References

Berghof Foundation & Peace Paradigms Organisation (PPO). (2023). *Climate change effects on conflict dynamics in Iraq: Study of Makhmur, Tal Afar, and Al-Rifai districts*. Berlin: Berghof Foundation Operations.

Gilbert, O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. John Wiley & Sons.

Hochman, A., Marra, F., Messori, G., Pinto, J. G., Raveh-Rubin, S., Yosef, Y., & Zittis, G. (2022). Extreme weather and societal impacts in the eastern Mediterranean. *Earth System Dynamics, 13*(2), 749–777.

IPCC. (2013). *Climate change: The physical science basis*. (Op. cit., p. 8).

IPCC. (2013). *The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.)]. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Karmeshu, N. (2012). *Trend detection in annual temperature & precipitation using the Mann-Kendall test – A case study to assess climate change on select states in the northeastern United States* (Master's thesis, unpublished). Department of Earth & Environmental Science, University of Pennsylvania.

Muslih, K. D. (2022). Annual and monthly trends of cooling and heating degree-days in four different cities in Iraq as an index of energy consumption. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 58*(1), 33–43.

Muslih, K. D., & Błażejczyk, K. (2017). The inter-annual variations and the long-term trends of monthly air temperatures in Iraq over the period 1941–2013. *Theoretical and Applied Climatology, 130*(1–2), 583–596.

Mutar, Z. F., & Ramel, K. A. (2023). Sustainable planning for investing in natural resources in the Jazeera region in Al-Anbar Governorate. *Dirasat: Human and Social Sciences, 50*(6), 185–201. https://doi.org/10.35516/hum.v50i6.7051

Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Chung, E. S., & Al-Abadi, A. M. (2017). Long-term trends in daily temperature extremes in Iraq. *Atmospheric Research, 198*, 97–107.

Salmi, T. (2002). Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates: The Excel template application Makesens. *Ilmatieteen Laitos*, 8–11.

Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., Ghosh, S., Iskandar, I., Kossin, J., Lewis, S., Otto, F., Pinto, I., Satoh, M., Vicente-Serrano, S. M., Wehner, M., & Zhou, B. (2021). Weather and climate extreme events in a changing climate. In *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.)] (pp. 1513–1766). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.013

Zittis, G., Hadjinicolaou, P., & Lelieveld, J. (2021). Climate change projections for the eastern Mediterranean and the Middle East based on CORDEX-CORE simulations. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (pp. EGU21–1175).

Zittis, G., Hadjinicolaou, P., Fnais, M., & Lelieveld, J. (2016). Projected changes in heat wave characteristics in the eastern Mediterranean and the Middle East. *Regional Environmental Change, 16*, 1863–1876.Berghof Foundation & Peace Paradigms Organisation (PPO) (2023) Climate change effects on conflict dynamics in Iraq Study of Makhmur, Tal Afar, and Al-Rifai districts, Berlin: Berghof Foundation Operations.