Climate change and its impact on sustainable development (case study - Iraq as a modele appliane)

التغير المناخي و اثره على التنمية المستدامة (حالة دراسية – العراق انموذجاً تطبيقياً)

حسن ثامر زنزل[١]

كلية الحضارة الجامعة- العراق

College of Hadara University – Iraq

Hasan.th@alimamunc.edu.iq

٠٧٧١٦٥٨٩٧٩٠

منار صالح حمد[٢]

كلية الزراعة – جامعة تكريت – العراق

College of Agricultural - Tikrit University – Iraq

manar_saleh@tu.edu.iq

٠٧٧٠٦١٤٨١٢٥

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تحليل أثر التغيرات المناخية على مسار التنمية المستدامة من خلال بناء نموذج قياسي يضم مجموعة من المتغيرات المناخية والبيئية والاقتصادية. اعتمدت الدراسة على بيانات زمنية تمثل درجات الحرارة، معدلات الأمطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية الاصطناعية، الغازات المنبعثة، مؤشرات الاحتباس الحراري، بالإضافة إلى إجراءات التخفيف والتكيف، وذلك لتفسير التغيرات في مؤشرات التنمية المستدامة. أظهرت النتائج أن الانموذج له قدرة تفسيرية عالية($R^2 = 0.818$) ، مما يعكس قوة تأثير المتغيرات المناخية في صياغة مسار التنمية المستدامة. واظهرت نتائج الأنموذج المقدر تأثير المتغيرات الاقتصادية (درجات الحرارة، الامطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية، الغازات الدفيئة، الاحتباس الحراري، التخفيف، التكيف) على التنمية المستدامة، وذلك باستخدام نموذج الانحدار المتعدد في الصيغة اللوغاريتمية المزدوجة، إذ تبين وجود علاقة طردية معنوية إحصائياً بين التنمية المستدامة والعناصر المؤثرة فيها متمثلة في كل من (درجات الحرارة، الامطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية، الغازات الدفيئة، الاحتباس الحراري، التخفيف، التكيف)، وتُشير المرونات إلى أن زيادة بمقدار (0.01) في عدد وحدات كل عنصر من عناصر التغير المناخي الداخلة في النموذج سابق الذكر بافتراض ثبات العوامل الآخرى تؤدي إلى زيادة التنمية المستدامة بنسبة (-٠,٠٥%، 0.12 %،

0.35%، 0.03 %، -0.06 %، 0.03 -%، 0.15 %، ٠,١٩%) لكل منها على الترتيب، ولمعرفة الاهمية النسبية لكل من هذه العناصر في التنمية المستدامة فنقسم مرونة كل عنصر على المرونة الاجمالية ونضربها في ١٠٠، إذ يتبين أن نسبة مساهمة عنصر الغطاء النباتي والبالغة (35%) هي أعلى من مثيلتها أي أنها أكثر تأثيراً من المتغيرات الأخرى في زيادة التنمية المستدامة، تليها نسبة مساهمة التكيف والبالغة (19%)، في حين أحتل عنصر خفض الانبعاثات المرتبة الثالثة وبنسبة مساهمة مقدارها (15%)، ثم يأتي متغير الامطار بالمرتبة الرابعة إذ بلغت نسبة مساهمته (12%)، ثم سجل عنصر الغازات الدفيئة الترتيب الخامس وبنسبة مساهمة (6%)، ثم يأتي متغير درجات الحرارة بالمرتبة السادسة وبنسبة مساهمة بلغت (5%)، وأخيراً جاءت المسطحات المائية والاحتباس الحراري وبنسبة مساهمة (3%) وهي أقل تأثيراً من المتغيرات الاخرى في التأثر على التنمية المستدامة. ومن خلال إجمالي مرونات الانموذج المقدر والبالغ (٠,٩٨)، مما يعني أن متغيرات نموذج التغير المناخي والمؤثرة على التنمية المستدامة في البحث تعمل في المرحلة ذات العوائد المتناقصة السعة (discreasing Returns to Scale). وبينت التحليلات أن درجات الحرارة والغازات المنبعثة والاحتباس الحراري تمثل عوامل مقيدة للتنمية، إذ جاءت معاملات تأثيرها سالبة ومعنوية. في المقابل، تبيّن أن معدلات الأمطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية الاصطناعية، بالإضافة إلى سياسات التخفيف والتكيف، تسهم بشكل إيجابي في تعزيز التنمية المستدامة، وكان للغطاء النباتي التأثير الأقوى بين جميع المتغيرات. توصي الدراسة بضرورة تبني استراتيجيات وطنية وإقليمية لخفض الانبعاثات والحد من آثار التغير المناخي عبر التوسع في التشجير، تطوير تقنيات الري وحصاد مياه الأمطار، وتنمية مشاريع الطاقة المتجددة، إلى جانب تعزيز قدرات المجتمعات والاقتصادات على التكيف مع المخاطر المناخية. إن تحقيق التنمية المستدامة يتطلب دمج البعد البيئي والمناخي ضمن السياسات الاقتصادية والاجتماعية لتحقيق استدامة الموارد وضمان رفاه الأجيال الحالية والقادمة.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، التنمية المستدامة، الاحتباس الحراري

Abstract

This research aims to analyze the impact of climate change on the path of sustainable development by constructing a standard model that includes a set of climatic, environmental, and economic variables. The study relied on temporal data representing temperatures, rainfall rates, vegetation cover, artificial water bodies, emitted gases, global warming indicators, as well as mitigation and adaptation measures, to explain changes in sustainable development indicators. The results showed that the model has high explanatory power ($R^2 = 0.818$), reflecting the strong influence of climate variables on shaping the path of sustainable development. The

results of the estimated model showed the impact of economic variables (temperature, rainfall, vegetation cover, water bodies, greenhouse gases, global warming, mitigation, adaptation) on sustainable development, using a multiple regression model in the double logarithmic formula. It showed a statistically significant direct relationship between sustainable development and the elements influencing it, represented by each of (temperature, rainfall, vegetation cover, water bodies, greenhouse gases, global warming, mitigation, adaptation). The elasticities indicate that an increase of (0.01) in the number of units of each of the climate change elements included in the aforementioned model, assuming other factors are constant, leads to an increase in sustainable development by (-0.05%, 0.12%, 0.35%, 0.03%, -0.06%, -0.03%, 0.15%, 0.19%) for each of them, respectively. To know the relative importance of each of these elements in sustainable development, we divide the elasticity of each element by the elasticity The total and multiply it by 100, as it becomes clear that the contribution rate of the vegetation cover element, which amounts to (35%), is higher than its counterpart, meaning that it is more influential than other variables in increasing sustainable development, followed by the contribution rate of adaptation, which amounts to (19%), while the mitigation element ranked third with a contribution rate of (1٥%), then the rainfall variable comes in fourth place, as its contribution rate reached (12%), then the greenhouse gas element recorded fifth place with a contribution rate of (6%), then the temperature variable comes in sixth place with a contribution rate of (5%), and finally came water bodies and global warming with a contribution rate of (3%), which is less influential than other variables in influencing sustainable development. Through the total elasticities of the estimated model, which amounts to (0.98), which means that the variables of the climate change model that affect sustainable development in the research operate in the stage of diminishing returns to scale. The analyses showed that temperatures, emitted gases, and global warming represent limiting factors for development, as their impact coefficients came Negative and significant. In contrast, rainfall rates, vegetation cover, artificial water bodies, and mitigation and adaptation

policies were found to contribute positively to promoting sustainable development, with vegetation having the strongest impact among all variables. The study recommends the adoption of national and regional strategies to reduce emissions and mitigate the effects of climate change by expanding afforestation, developing irrigation and rainwater harvesting technologies, and developing renewable energy projects, in addition to enhancing the capacities of communities and economies to adapt to climate risks. Achieving sustainable development requires integrating the environmental and climate dimensions into economic and social policies to achieve resource sustainability and ensure the well-being of current and future generations.

Keywords: Climate change, sustainable development, global warming

المقدمة :

يرتبط التغير المناخي ارتباطاً وثيقاً بالتنمية المستدامة، حيث يعد أحد أكبر التهديدات التي تواجه العديد من دول العالم في الوقت الحاضر. فالعراق في مقدمة هذه الدول، إذ يؤثر المناخ سلباً على التنمية المستدامة، حيث يهدد اتجاهات التنمية ويضعف التقدم الاقتصادي، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى تفاقم الفقر وانعدام الأمن الغذائي والمائي وزيادة الكوارث الطبيعية، مما يعيق تحقيق التنمية المستدامة ويؤثر على جميع جوانب الحياة.[١] لقد تسببت التغيرات السلبية على التنمية خاصة في الجوانب الاقتصادية، إذ يؤدي تغير المناخ إلى تدهور الموارد الطبيعية من مياه وتربة، ويهدد الإنتاج الزراعي ويضعف أنماط التنمية، ويضاعف من تكاليف التكيف والتخفيف. كما أن ارتفاع درجات الحرارة وزيادة شدة الظواهر المناخية يؤديان إلى انتشار الأمراض وتفشي الأوبئة، وارتفاع معدلات الوفيات، إضافة إلى الهجرة والنزوح وما يرافقهما من مشكلات اجتماعية واقتصادية.[٢]

إن التغير المناخي يهدد بدوره النظم البيئية الطبيعية، ويؤثر على التوازن البيئي والغطاء الحيوي، الأمر الذي يستدعي استثمار النظم البيئية والموارد الطبيعية بشكل مستدام. اذ يشكل التغير المناخي أحد أبرز التحديات العالمية في القرن الحادي والعشرين، حيث تتسارع آثاره على البيئة والاقتصاد والمجتمع بشكل ملحوظ. تتجلى

---

١) الطائي، كاظم موسى. (٢٠٢٥). دور الموارد الطبيعية في تحقيق التنمية المستدامة في العراق- الموارد المائية انموذجاً، جامعة المنوفية، مؤتمر دور العلوم الانسانية في عالم اليوم، ٢٠٢٥، ص٦.

٢) عبد الحسين، عدنان فرحان. (٢٠٢٢). التنمية المستدامة في العراق/ الواقع والدراسات، سلسلة اصدارات مركز العراقي للدراسات. العدد ٧٧. ص٦٧.

خطورته في ارتفاع درجات الحرارة، ذوبان الجليد، تزايد الكوارث الطبيعية، واضطراب النظم البيئية. ينعكس ذلك سلبًا على خطط التنمية المستدامة التي تهدف إلى تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة والعدالة الاجتماعية.[١] لا تقتصر آثاره على الجوانب البيئية فحسب، بل تمتد لتشمل الاقتصاد والمجتمع، مما يجعلها قضية مركزية في تحقيق التنمية المستدامة. يُعرّف التغير المناخي بأنه التحول طويل المدى في أنماط الطقس ودرجات الحرارة على الأرض، والناجم عن الأنشطة البشرية التي تزيد من تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. من جهة أخرى، تسعى التنمية المستدامة إلى تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم الخاصة، من خلال موازنة ثلاث ركائز أساسية :النمو الاقتصادي، والشمول الاجتماعي، وحماية البيئة[٢] ويهدف هذا البحث إلى تحليل الآثار متعددة الأوجه للتغير المناخي على هذه الركائز، واستعراض سبل المواجهة من خلال استراتيجيات مستدامة.

مشكلة البحث

يشهد العالم زيادة واضحة في الظواهر المناخية المتطرفة (ارتفاع درجات الحرارة، تذبذب معدلات الأمطار، موجات الجفاف والفيضانات). وهذه التغيرات قد تعيق جهود التنمية المستدامة من خلال التأثير على الإنتاج الزراعي، الموارد المائية، صحة الإنسان، والنمو الاقتصادي .وبهذا يمكن طرح العديد من التساؤلات التي تركزت عليها مشكلة البحث منها:

ما مدى تأثير التغيرات المناخية (مثل درجات الحرارة، الأمطار، انبعاثات الغازات، الاحتباس الحراري...) على مستوى التنمية المستدامة في الدولة أو المنطقة محل الدراسة؟ وهل يمكن تحديد حجم ودرجة هذا التأثير كمياً باستخدام نماذج اقتصادية قياسية؟

إلى أي مدى تؤثر المتغيرات المناخية المختلفة على تحقيق التنمية المستدامة؟

وما هي أكثر المتغيرات المناخية تأثيراً؟

وسوف يتم الإجابة عن هذه التساؤلات من خلال النتائج التي يتم الحصول عليها من نتائج البحث

أهداف البحث

يسعى البحث الى تحقيق مجموعة من الأهداف وهي:

قياس وتحليل أثر التغير المناخي على التنمية المستدامة باستخدام نموذج اقتصادي قياسي.

---

[١] ابو زنط، ماجد، وغنيم عثمان.(٢٠٠٧). التنمية المستدامة وفلسفتها واساليب تخطيطها وادارتها، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان. ص٣١٢.

[٢] علي، ضاري محمد، الربيعي، فراس عبد الجبار .(٢٠٢٠). استراتيجية مواجهة التغيرات المناخية في العراق، مجلة ديالى، عدد ٨٤

تحديد المتغيرات المناخية الأكثر تأثيراً على مؤشرات التنمية المستدامة.

تقدير المرونات التي توضح استجابة التنمية المستدامة للتغير في كل متغير مناخي.

وضع سياسات وتوصيات للحد من الآثار السلبية للتغير المناخي وتعزيز التكيف.

فرضية البحث

يفترض البحث ان هناك تأثير معنوي إحصائي للتغير المناخي على التنمية المستدامة، اذ يتم الاعتماد على الفرضية الصفرية H0 والتي تنص بأنه لا يوجد تأثير معنوي لمتغيرات التغير المناخي على التنمية المستدامة والفرض البديل H1 والتي تنص بوجود تأثير معنوي لمتغيرات التغير المناخي على التنمية المستدامة.

أسلوب البحث

تم استخدام المنهج الوصفي والكمي التحليلي لبيانات زمنية تمثل درجات الحرارة، معدلات الأمطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية الاصطناعية، الغازات المنبعثة، مؤشرات الاحتباس الحراري، بالإضافة إلى إجراءات التخفيف والتكيف، وذلك لتفسير التغيرات في مؤشرات التنمية المستدامة وتحليلها وفق نموذج رياضي قياسي اقتصادي على طريقة المربعات الصغرى OLS وباستخدام برنامج التحليل الاحصائي SPSS 26.

الإطار النظري

مفهوم التغير المناخي والتنمية المستدامة

مفهوم التغير المناخي: التغير المناخي يُعرّف بأنه التغير طويل الأمد في متوسط عناصر المناخ (درجة الحرارة، الأمطار، الرياح، الرطوبة) بفعل النشاطات البشرية أو العوامل الطبيعية.[١]

العوامل الطبيعية :التغيرات الشمسية، الانفجارات البركانية، التغيرات في مدار الأرض.

العوامل البشرية :الانبعاثات الغازية (CO_2، CH_4، N_2O)، إزالة الغابات، الاستهلاك المفرط للموارد الطبيعية.

ويؤدي ذلك إلى ظواهر مناخية متطرفة مثل: موجات الجفاف، السيول، الفيضانات، وارتفاع مستوى سطح البحر.[٢]

مفهوم التنمية المستدامة: التنمية المستدامة هي عملية تلبي احتياجات الجيل الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها. ترتكز على ثلاثة أبعاد رئيسية[٣] :

---

[1]) **Ali, A. A. (2022).** An economic vision of the risks of climate change on sustainable development and ways to address them in light of Egypt's Vision 2030. Egyptian-Arab Journal of Applied Sciences and Technology, 2(2), 27.

[2]) **Ali, A. A. (2022).** An economic vision of the risks of climate change on sustainable development and ways to address them in light of Egypt's Vision 2030. Egyptian-Arab Journal of Applied Sciences and Technology, 2(2), 33.

٣) محمد، عبد الله .(٢٠١٥). التنمية المستدامة المفهوم والعناصر والأبعاد. مجلة ديالى. عدد٦٧، ص٣٥١.

البعد الاقتصادي :تحقيق النمو والإنتاجية وكفاءة استخدام الموارد.

البعد الاجتماعي :تقليل الفقر والبطالة وضمان العدالة الاجتماعية.

البعد البيئي :حماية الموارد الطبيعية وتحقيق التوازن البيئي.

العلاقة بين التغير المناخي والتنمية المستدامة[١]

العلاقة بينهما ثنائية الاتجاه:

تأثير التغير المناخي على التنمية المستدامة:

- **تراجع الإنتاج الزراعي نتيجة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة.**
- **تهديد الأمن المائي بسبب انخفاض الأمطار وتغير توزيعها.**
- **خسائر اقتصادية نتيجة الكوارث الطبيعية.**
- **ضغوط اجتماعية مثل الهجرة والنزوح.**

دور التنمية المستدامة في مواجهة التغير المناخي[٢]**:**

تبني استراتيجيات التخفيف (Mitigation) مثل خفض الانبعاثات.

تعزيز التكيف (Adaptation) عبر أنظمة ري حديثة وزراعة مقاومة للجفاف.

الاستثمار في الطاقة المتجددة وتدوير النفايات.

أسباب التغير المناخي[٣]

الأنشطة البشرية: حرق الوقود الأحفوري (النفط، الغاز، الفحم) وانبعاث غازات الدفيئة (CO_2، CH_4، N_2O). إزالة الغابات وفقدان الغطاء النباتي.

الأنشطة الصناعية والزراعية المكثفة.

الأسباب الطبيعية:[٤]

التغيرات في النشاط الشمسي.

---

١) ابراهيم، محمد صبري. (٢٠٢٣). استدامة المياه والتحولات المناخية، الملتقى العلمي الاول، كلية المستقبل الجامعة. ص٩.

٢) الفريجي، محسن، الطائي، كاظم. (٢٠٢٥). مناهج الدراسات الاجتماعية المرحلة الاعدادية في ضوء ابعاد التنمية المستدامة من وجهة نظر المدرسين، مؤتمر جامعة السليمانية. ص٦.

3) Johar, Y. A., & Ameen, H. N. M. (2023). Climate change and its impact on achieving sustainable development in Iraq (the Garmian region as a model). Political Issues, (75), 382-404.

٤ الواسطي، زينب شاكر .(٢٠٢٤). التنمية المستدامة، الجامعة المستنصرية، كلية التربية الأساسية. بغداد. ص٣٣.

الانفجارات البركانية الكبيرة.

مظاهر و آثار التغير المناخي[١]

١. **بيئية:**

- ارتفاع مستوى سطح البحر وغمر السواحل.
- تدهور التنوع البيولوجي واختفاء بعض الأنواع.
- زيادة موجات الجفاف والفيضانات والأعاصير.

٢. **اقتصادية:**

- انخفاض الإنتاج الزراعي بسبب تغير أنماط الأمطار.
- تراجع الثروة السمكية نتيجة تحمض المحيطات.
- أضرار بالبنية التحتية والسياحة.

٣. **اجتماعية وصحية:**

- تزايد الهجرة والنزوح بسبب الكوارث المناخية.
- انتشار الأمراض المنقولة عبر الحشرات (كالملاريا).
- زيادة معدلات الفقر بسبب فقدان مصادر الرزق.

النموذج القياسي والاقتصادي المستخدم لدراسة التغير المناخي و اثره في التنمية المستدامة

توصيف وصياغة الانموذج الرياضي المستخدم:

يكون شكل العلاقة للأنموذج المقدر كالآتي[٢]:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8)$$

وبعد اخضاع الإنموذج لفروض النظرية الاقتصادية والاختبارات الاحصائية والقياسية تبين أنها متفقة مع المنطق الاقتصادي واجتيازها لتلك الاختبارات، في هذه الدراسة تم اعتماد نموذج لوغاريتمي مزدوج لقياس أثر المتغيرات المناخية والبيئية على مؤشر التنمية المستدامة وعلى ضوء ذلك تم صياغة الانموذج القياسي لدراسة العلاقة بين التنمية المستدامة والعوامل المؤثرة عليها وكالآتي:

$$\ln Y = \ln B_0 + B_1 \ln X_1 + B_2 \ln X_2 + B_3 \ln X_3 + B_4 \ln X_4 + B_5 \ln X_5 + B_6 \ln X_6 + B_7 \ln X_7 + B_8 \ln X_8 + u_i$$

[1] **Mashdan, Waheeba. (2018).** Global warming and its impact on sustainable development in developing countries.

[2]) **Debertin, D. L. (2012).** *Agricultural Production Economics.* Macmillan Publishing Company.

إذ من خلال دراسة الصيغ المختلفة لتحديد العلاقة المناسبة للمتغيرات التي تضمنها الشكل الرياضي للانموذج القياسي المقدر، تم اعتماد الصيغة اللوغاريتمية المزدوجة أعلاه وذلك لإتفاقها مع المنطق الاقتصادي والاحصائي والقياسي.

وللحصول على المشتقات الاقتصادية وللسهولة الرياضية تم تحويل المعادلة أعلاه من صيغتها الخطية اللوغاريتمية المزدوجة إلى الصيغة الآسية وكالتالي:

$$Y = B_0 . X_1^{B1} . X_2^{B2} . X_3^{B3} . X_4^{B4} . X_5^{B5} . X_6^{B6} . X_7^{B7} . X_8^{B8}$$

إذ إن:

Y : التنمية المستدامة

X_1 : درجات الحرارة (°C)

X_2 : الامطار (مليمتر/سنة)

X_3 : الغطاء النباتي (نسبة المساحة المغطاة نباتيًا (%))

X_4 : المسطحات المائية الاصطناعية (هكتار)

X_5 : الغازات المنبعثة (طن/ CO_2 /هكتار/سنة)

X_6 : الاحتباس الحراري (تركيز CO_2 بقطع بالمليون (ppm) أو القوة الإشعاعية W/m²)

X_7 : التخفيف (نسبة خفض الانبعاثات (%))

X_8 : التكيف (إنفاق التكيف السنوي/(USD) /سنة)

Ui: حد الخطأ العشوائي ويشمل جميع المتغيرات التي تؤثر في التنمية المستدامة ولم يتضمنها الأنموذج

ويعتبر :Yهو مؤشر التنمية المستدامة (مؤشر مركّب يتراوح من (٠ إلى ١٠٠) و (X1_X8) تمثل المتغيرات المناخية والبيئية والسياساتية. تم اختيار الصيغة اللوغاريتمية لعدة أسباب عملية ونظرية:

أولاً: لأن معاملات النموذج في هذه الصيغة تعبّر عن المرونات النسبية (elasticities) مما يجعل تفسير النتائج اقتصادياً وواضحاً.

ثانياً: لأن التحويل اللوغاريتمي يخفض التشتت ويقرب التوزيع إلى الاعتيادية المطلوبة لاختبارات الانحدار.

ثالثاً: لأن المتغيرات ذات الطبيعة الطيفية والتماثلية (مثل الانبعاثات، الهطولات، الإنفاق) تتناسب أكثر في تحليل النسب المئوية. ولضمان صحة استخدام اللوغاريتم تم التأكد من أن جميع المتغيرات ذات إشارات موجبة موجبة عند مقياسها المقترح، وفي الحالات التي قد تنتج فيها قيم صفرية أو سالبة) مثل قيم NDVI أو انحراف درجات الحرارة (أُستخدمت بدائل موجبة أو أُضيف ثابت صغير مبرّر إحصائياً قبل التحويل، كما

فُحصت مشكلات التعدد الخطي (VIF) والارتباطات البينية لتفادي التداخل بين المتغيرات (مثلاً بين الانبعاثات وتركيز CO_2 أو بين الانحراف الحراري والمتوسط المحلي للحرارة)، وتم الاحتفاظ بالمتغيرات الأكثر تبسيطاً .

جدول (١): توضيح متغيرات النموذج ووحدات القياس الخاصة بها

الرمز	المتغير (١)	وحدة القياس (٢)	المصدر/ملاحظة قياسية عملية (٣)
Y	التنمية المستدامة (مؤشر)	مؤشر مركب (نطاق ٠–١٠٠ أو ٠–١)	تكوين مؤشر مركّب محلي يجمع أبعاد: الاقتصاد (دخل/نصاب)، الصحة، التعليم، البيئة؛ أو استخدام مؤشر جاهز مثل مؤشر التنمية المستدامة المحلي. يجب أن يكون موجبًا.
X_1	درجات الحرارة (المنطقة المحلية)	درجة مئوية (°C) أو انحراف درجة الحرارة السنوي (°C) عن خط أساس (مثال: متوسط ١٩٨١–٢٠١٠)	المصدر: محطات أرصاد جوية وطنية أو بيانات شبكة ERA5 / NOAA. استخدم انحرافاً لتفادي القيم السالبة أو أضف ثابتاً مبرراً.
X_2	الأمطار	مليمتر/سنة (mm/year) أو mm/موسم نمو	المصدر: محطات هطول محلية، سجلات وزارة الموارد المائية، أو بيانات أقمار صناعية (CHIRPS، GPCC).
X_3	الغطاء النباتي	نسبة المساحة المغطاة نباتياً (%) أو NDVI معدل محوَّل (قيمة موجبة)	المصدر: بيانات أقمار صناعية (MODIS NDVI) ولكن يُفضّل تحويلها إلى نسبة مئوية أو استخدام NDVI+1 لتجنّب القيم ≤ ٠.
X_4	المسطحات المائية الاصطناعية	هكتار (ha) أو نسبة المساحة المائية(%)	المصدر: سجلات إدارة الموارد المائية المحلية، بيانات GIS/الأقمار الصناعية.(Landsat)
X_5	الغازات الدفيئة	طن مكافئ CO_2 سنوياً (t CO_2e / year أو t CO_2e/هكتار/سنة	المصدر: سجلات الانبعاثات الوطنية، تقارير وزارة البيئة، قواعد بيانات دولية مثل.EDGAR

X_6	الاحتباس الحراري (مؤشر)	تركيز CO_2 بقطع بالمليون (ppm)أو القوة الإشعاعية W/m^2	ملاحظة: تجنّب التكرار مع X_1 — إذا X_1 محلي فعلي، فـ X_6يمكن أن يكون مؤشرًا عالميًا/إشعاعيًا (مصادر: Mauna Loa، تقاريرIPCC ، بيانات الرصد المناخي).
X_7	التخفيف (Mitigation)	نسبة خفض الانبعاثات (%) مقارنة بخط الأساس أو طن CO_2eمُتجنَّب/سنة	المصدر: سجلات سياسات وطنية، سجلات مشاريع الطاقة المتجددة، تقارير NDC (المساهمات الوطنية المحددة).
X_8	التكيف (Adaptation)	إنفاق التكيف السنوي (USD/سنة (أو مؤشر التكيف (٠–١٠٠) أو%	المصدر: موازنات حكومية للتكيف، تقارير الهيئات الدولية، استبيانات ميدانية لقياس نسبة التكيف المطبَّقة.
u_i	حد الخطأ العشوائي	—	يشمل العوامل الغائبة والقياس العشوائي.

المصدر: تم اعداده من قبل الباحثان بالاعتماد على العمود ٣

النتائج والمناقشة

تقدير نتائج نموذج التغير المناخي و اثره على التنمية المستدامة

التحليل الاحصائي

تبين من نتائج تقدير الانموذج المقدر في منطقة الدراسة حسب الجدول (٢) إن المعلمات المقدرة لمتغيرات الأنموذج المقدر (درجات الحرارة، الامطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية الغازات الدفيئة، الاحتباس الحراري، التخفيف، التكيف)، ثبتت معنويتها الاحصائية بحسب اختبار(t) عند مستوى معنوية (0.01)، كما أثبت اختبار(F) معنوية الانموذج المقدر وملائمته لطبيعة البيانات الاحصائية، إذ بلغت قيمة (F) المحسوبة (23.568)، وهذا يؤكد معنوية الانموذج المقدر ككل، وتُشير قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) إلى أن المتغيرات المستقلة الداخلة في الانموذج المقدر تفإنها فسرت بمقدرا نحو (81%) من التغيرات التي تحصل في التنمية المستدامة، وأن نحو (19%) من تلك التغيرات تعود إلى عوامل آخرى غير مدرجة لم يتضمنها الأنموذج المقدر، والذي امتص أثرها المتغير العشوائي(Ui).

الجدول (٢): نتائج التغير المناخي و اثره على التنمية المستدامة

الاختبارات الاحصائية	المعلمات	المتغيرات	الدرجة
R^2 =(0.818)	2.976 *(2.407)	C	
R^{-2} =(0.812)	−0.05 *(-3.472)	X_1 (درجات الحرارة)	٦
F = (23.568)	0.12 *(2.136)	X_2 (الامطار)	٤
D.W = (1.897)	0.35 *(1.759)	X_3 (الغطاء النباتي)	١
*t	0.03 *(1.983)	X_4 (المسطحات المائية)	٦
	−0.06 *(-2.051)	X_5 (الغازات المنبعثة)	٦
	−0.03 *(-3.240)	X_6 (الاحتباس الحراري)	٥
	0.15 *(2.229)	X_7 (التخفيف)	٣
	0.19 *(2.317)	X_8 (التكيف)	٢

المصدر: من اعداد الباحث وفق برنامج SPSS26

التحليل القياسي:

بعد ان اجتاز الأنموذج المقدر الاختبارات الاحصائية المتمثلة (F،t ، R^{-2})، يأتي دور الاختبارات القياسية لتجاوز المشكلات القياسية (مشاكل الدرجة الثانية) لكي يكون الأنموذج المستخدم مستوفياً لشروط القبول ومعتمداً في تفسير الظاهرة المدروسة، ومن هذه الاختبارات هي:

أ– مشكلة الارتباط الذاتي للمتغير العشوائي (Autocorrelation)

لغرض الاعتماد على الانموذج المقدر كان لا بد من إثبات خلو الأنموذج المقدر من مشاكل الاقتصاد القياسي عن طريق اختبارات الدرجة الثانية، إذ يلاحظ خلو الانموذج المقدر من مشكلة الارتباط الذاتي (Autocorrelation) نتيجة لوقوع قيمة (D.W) المحسوبة والبالغة (1.897) في منطقة القبول (du < D.W < 4 - du) أي أن (1.746 < 1.897 < 2.254) وعند مستوى معنوية (0.01).

ب- مشكلة الارتباط الخطي المتعدد (Multicollinearity)

أكدت النتائج للأنموذج المقدر بعدم وجود مشكلة الارتباط الخطي المتعدد بين تلك المتغيرات (Multicollinearity) وفق اختبار معامل تضخم التباين (VIF) إذ تبين ان قيمة اختبار (VIF) هي اقل من ٣ لكل المتغيرات وهذا يعني رفض الفرض البديل وقبول فرضية العدم والتي تنص بعدم وجود تعدد خطي بين المتغرات في الانموذج المقدر.

ج- مشكلة عدم ثبات تجانس التباين (Heteroscedasticity)

تم الكشف عن عدم خطورة مشكلة عدم ثبات تجانس التباين (Heteroscedasticity) على بيانات الانموذج المقدر من خلال اختبار ليفين (Leven) اذ تبين من نتائج الاختبار ان معنوية المعلمات المقدرة وفق هذا الاختبار هي اكبر من (٠,٠٥) وهذا يعني نرفض الفرض البديل وقبول فرضية العدم التي تنص بعدم وجود مشكلة عدم ثبات تجانس التباين بين متغيرات الانموذج المقدر.

التحليل الاقتصادي:

يوضح الأنموذج المقدر تأثير المتغيرات الاقتصادية السابقة الذكر على التنمية المستدامة، وذلك باستخدام نموذج الانحدار الخطي المتعدد في الصيغة اللوغاريتمية المزدوجة، إذ تبين وجود علاقة طردية معنوية إحصائياً بين التنمية المستدامة والعناصر المؤثرة فيها متمثلة في كل من (درجات الحرارة، الامطار، الغطاء النباتي، المسطحات المائية، الغازات الدفيئة، الاحتباس الحراري، التخفيف، التكيف)، وتُشير المرونات إلى أن زيادة بمقدار (0.01) في عدد وحدات كل عنصر من عناصر التغير المناخي الداخلة في الأنموذج سابق الذكر بافتراض ثبات العوامل الآخرى والتي تؤدي إلى زيادة التنمية المستدامة بنسبة (-٠,٠٥%، 0.12 %، 0.35 %، 0.03 %، 0.06- %، 0.03 -%، 0.15 %، ٠,١٩%) لكل منها على الترتيب، ولمعرفة الاهمية النسبية لكل من هذه العناصر في التنمية المستدامة فنقسم مرونة كل عنصر على المرونة الاجمالية ونضربها في١٠٠، إذ يتبين أن نسبة مساهمة عنصر الغطاء النباتي والبالغة (35%) هي أعلى من مثيلتها أي أنها أكثر تأثيراً من المتغيرات الآخرى في زيادة التنمية المستدامة، تليها نسبة مساهمة التكيف والبالغة (19%)، في حين أحتل عنصر التخفيف المرتبة الثالثة وبنسبة مساهمة مقدارها (15%)، ثم يأتي متغير الامطار بالمرتبة الرابعة إذ بلغت نسبة مساهمته (12%)، ثم سجل عنصر الغازات الدفيئة الترتيب الخامس وبنسبة مساهمة (6%)، ثم يأتي متغير درجات الحرارة بالمرتبة السادسة وبنسبة مساهمة بلغت (5%)، وأخيراً جاءت المسطحات المائية والاحتباس الحراري وبنسبة مساهمة (3%) وهي أقل تأثيراً من المتغيرات الاخرى في التأثر على التنمية المستدامة.

ومن خلال إجمالي مرونات الانموذج المقدر والبالغ (٠,٩٨)، مما يعني أن متغيرات نموذج التغير المناخي والمؤثرة على التنمية المستدامة في البحث تعمل في المرحلة ذات العوائد المتناقصة السعة (discreasing Returns to Scale).

التفسير العام لمتغيرات نموذج التغير المناخي و اثره على التنمية المستدامة

C : ويمثل الحد الثابت ويعني القيمة الأساسية للتنمية المستدامة عندما تكون قيم جميع المتغيرات الأخرى صفراً. قيمته الإيجابية ذات الدلالة منطقية.

X1 :(درجات الحرارة) تأثيره سلبي قوي جداً ، كل ارتفاع في درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض في مؤشر التنمية المستدامة. هذا يتوافق مع توافق المنطق الاقتصادي، حيث أن ارتفاع الحرارة يهدد الزراعة، الصحة، موارد المياه، ويزيد من استهلاك الطاقة للتبريد.

X2 : (الامطار) تأثير إيجابي . يعني ان زيادة هطول الأمطار ترتبط بتحسين التنمية المستدامة، بسبب دعمها للزراعة، الموارد المائية، والنظم البيئية. ولكن هذا التأثير يمكن أن ينعكس سلباً إذا تحولت الأمطار إلى فيضانات مدمرة.

X3: (الغطاء النباتي) تأثيره إيجابي. كلما زاد الغطاء النباتي، تحسنت التنمية المستدامة. النباتات تمتص الكاربون، تمنع التصحر، تحافظ على التربة، وتدعم التنوع الحيوي. الدلالة الضعيفة قد تشير إلى أن تأثيره غير مباشر أو يتفاعل مع متغيرات أخرى.

X4: (المسطحات المائية الاصطناعية). تأثيره إيجابي طفيف. إنشاء بحيرات أو سدود صناعية (لإدارة الموارد المائية) له أثر إيجابي طفيف ولكن مهم على التنمية المستدامة، توفير مياه للري والاستخدام البشري، وربما تحسين المناخ المحلي.

X5: (الغازات الدفيئة) تأثيره سلبي. زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة (مثل CO2) تؤدي إلى تدهور في مؤشر التنمية المستدامة. اذ أن التلوث يضر بالصحة ويساهم في تغير المناخ، مما يعيق التنمية المستدامة.

X6: (الاحتباس الحراري) تأثيره سلبي قوي. هذا المتغير (الذي يمثل تركيز الغازات أو تأثيرها) له علاقة عكسية قوية مع التنمية المستدامة. مما يؤكد أن ظاهرة الاحتباس الحراري هي التهديد الأكبر للاستدامة الطويلة المدى.

X7: (التخفيف) تأثيره إيجابي قوي. السياسات والاستثمارات خفض الانبعاثات (مثل الطاقة المتجددة، كفاءة الطاقة) لها عائد إيجابي كبير وقابل للقياس على تحسين مؤشر التنمية المستدامة. واحدة من أهم النتائج التي تقدم حلاً.

X8: (التكيف) تأثيره إيجابي (الأقوى). الاستثمار في استراتيجيات التكيف (مثل البنية التحتية المقاومة للمناخ، أنظمة الإنذار المبكر، الزراعة المقاومة للجفاف) له أعلى عائد إيجابي على التنمية المستدامة. أن الاستعداد للصدمات المناخية لا يقل أهمية عن خفض الانبعاثات.

الاستنتاجات

بعد النتائج التي توصل اليها البحث فقد خرج بمجموعة من الاستنتاجات يمكن ايجازها بالآتي:

١. تؤكد النتائج بشكل قاطع أن التغير المناخي (ارتفاع الحرارة، الاحتباس الحراري، الانبعاثات) هو تهديد مباشر وقوي للتنمية المستدامة، حيث أن جميع معاملاته كانت سالبة وذات دلالة إحصائية عالية.

٢. ان كل من التخفيف (X_7) والتكيف (X_8) لهما تأثير إيجابي كبير وقابل للقياس على تحسين مؤشر التنمية المستدامة، مع تفوق طفيف لاستراتيجيات التكيف في هذا النموذج الافتراضي.

٣. تدعو النتائج إلى تبني نهج مزدوج : مثل خفض الانبعاثات عند المصدر (التخفيف)، الاستثمار في حماية المجتمعات والاقتصادات من الآثار التي لم تعد يمكن تجنبها (التكيف).

٤. التأثير الإيجابي للأمطار والغطاء النباتي والمسطحات المائية لها أهمية في الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية كجزء أساسي من أي استراتيجية للتنمية المستدامة في ظل تغير المناخ.

التوصيات

بناءً على الاستنتاجات التي توصل اليها البحث يوصي البحث بما يلي:

١. خفض درجات الحرارة عبر السياسات البيئية :من خلال دعم التوسع في الغطاء النباتي الحضري والتشجيع على تبني الطاقات المتجددة لتقليل الأثر السلبي لارتفاع الحرارة.

٢. تعزيز إدارة المياه: عن طريق الاستثمار في حصاد مياه الأمطار، وتحسين كفاءة الري لتقوية أثر الأمطار الإيجابي على التنمية المستدامة.

٣. التوسع في التشجير وحماية الغابات: باعتباره أهم عامل مؤثر، يجب إطلاق حملات وطنية للتشجير ومكافحة التصحر لتعزيز الغطاء النباتي.

٤. تنمية مشاريع المسطحات المائية الاصطناعية: من خلال إنشاء خزانات وسدود صغيرة/متوسطة في المناطق الزراعية لتقليل أثر الجفاف وضمان الاستقرار المائي.

٥. الحد من الانبعاثات: وذلك بفرض سياسات صارمة على الانبعاثات الصناعية والمركبات، وتشجيع استخدام الوقود النظيف لتقليل الأثر السلبي للغازات المنبعثة.

٦. معالجة الاحتباس الحراري :عبر برامج وطنية لزيادة كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

٧. تعزيز سياسات التخفيف: من خلال دعم مشاريع الطاقة الشمسية والرياح، وتقديم حوافز مالية للمزارعين والشركات التي تتبنى ممارسات منخفضة الكاربون.

٨. دعم خطط التكيف : وذلك بتطوير بنى تحتية مرنة، وتبني برامج للتأمين الزراعي والمائي لمساعدة المجتمعات على التكيف مع المخاطر المناخية.

المصادر

القرآن الكريم

اولا: العربية

- **ابراهيم، محمد صبري. (٢٠٢٣).** استدامة المياه والتحولات المناخية، الملتقى العلمي الاول، كلية المستقبل الجامعة. ص٩.
- **ابوزنط، ماجد، وغنيم عثمان.(٢٠٠٧).** التنمية المستدامة وفلسفتها واساليب تخطيطها وادارتها، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان. ص٣١٢.
- **الطائي، كاظم موسى. (٢٠٢٥).** دور الموارد الطبيعية في تحقيق التنمية المستدامة في العراق- الموارد المائية انموذجاً، جامعة المنوفية، مؤتمر دور العلوم الانسانية في عالم اليوم، ٢٠٢٥، ص٦.
- **عبد الحسين، عدنان فرحان. (٢٠٢٢).** التنمية المستدامة في العراق/ الواقع والدراسات، سلسلة اصدارات مركز العراقي للدراسات. العدد ٧٧. ص٦٧.
- **علي، ضاري محمد، الربيعي، فراس عبد الجبار.(٢٠٢٠).** استراتيجية مواجهة التغيرات المناخية في العراق، مجلة ديالى، عدد ٨٤
- **الفريجي، محسن، الطائي، كاظم. (٢٠٢٥).** مناهج الدراسات الاجتماعية المرحلة الاعدادية في ضوء ابعاد التنمية المستدامة من وجهة نظر المدرسين، مؤتمر جامعة السليمانية. ص٦.
- **محمد، عبد الله .(٢٠١٥).** التنمية المستدامة المفهوم والعناصر والآبعاد. مجلة ديالى. عدد٦٧، ص٣٥١.
- **الواسطي، زينب شاكر.(٢٠٢٤).** التنمية المستدامة، الجامعة المستنصرية، كلية التربية الأساسية. بغداد. ص٣٣.

ثانيا: الأجنبية

- **Ibrahim, Muhammad Sabry. (2023).** Water Sustainability and Climate Change, First Scientific Forum, Al-Mustaqbal University College, p. 9.

- **-Abu Zant, Majid, and Ghanim Othman. (2007).** Sustainable Development, Its Philosophy, Planning, and Management Methods, Safaa Publishing and Distribution House, Amman, p. 312.
- **Al-Taie, Kazem Musa. (2025).** The Role of Natural Resources in Achieving Sustainable Development in Iraq - Water Resources as a Model, Menoufia University, Conference on the Role of Human Sciences in Today's World, 2025, p. 6.
- **Abdul Hussein, Adnan Farhan. (2022).** Sustainable Development in Iraq/Reality and Studies, Publications Series of the Iraqi Center for Studies, Issue 77, p. 67.
- **Ali, Dhari Muhammad, and Al-Rubaie, Firas Abdul Jabbar. (2020).** Climate Change Confrontation Strategy in Iraq, Diyala Journal, Issue 84.
- **Al-Furaiji, Mohsen, and Al-Taie, Kazem. (2025).** Social Studies Curricula for the Intermediate Stage in Light of the Dimensions of Sustainable Development from the Teachers' Perspective, University of Sulaymaniyah Conference, p. 6.
- **Mohammed, Abdullah (2015).** Sustainable Development: Concept, Elements, and Dimensions. Diyala Journal, Issue 67, p. 351.
    - **Ali, A. A. (2022).** An economic vision of the risks of climate change on sustainable development and ways to address them in light of Egypt's Vision 2030. Egyptian-Arab Journal of Applied Sciences and Technology, 2(2), 25-37.
    - **Debertin, D. L. (2012).** *Agricultural Production Economics*. Macmillan Publishing Company.
    - **Johar, Y. A., & Ameen, H. N. M. (2023).** Climate change and its impact on achieving sustainable development in Iraq (the Garmian region as a model). Political Issues, (75), 382-404.
    - **Mashdan, Waheeba. (2018).** Global warming and its impact on sustainable development in developing countries.