السنة الثالثة والعشرون العدد 87/ شهر كانون الاول / سنة2025 تاريخ قبول النشر 2025/10/5

https://doi.org/10.31272/ijes.v23i87.1355

المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية
Iraqi Journal For
Economic Sciences

PISSN : 1812-8742 EISSE : 2791-092X Arcif : 0.375

Implications of Climate Change for Food Security in Erbil Governorate: An Analysis of Wheat and Barley Production (2003-2023)

تداعيات التغيرات المناخية على الأمن الغذائي فى محافظة أربيل: تحليل لإنتاجية القمح والشعير خلال الفترة [2003-2023]

أ.م.د.اسود قادر احمد
Asst. Prof. Dr. Aswad Qadir Ahmed
Aswad.Ahmed@su.edu.ked
كلية الادارة والاقتصاد، جامعة صلاح الدين

Abstract

This research quantitatively analyzed the impacts of climate change on wheat and barley productivity in Erbil Governorate for the period 2003-2023. Using statistical time-series models, the study aimed to measure the relationship between climatic variables and crop productivity within a rain-fed agricultural system. The results revealed a positive and significant relationship between rainfall amount and productivity, with a 1% increase in precipitation leading to a 0.48% rise in wheat yield and a 0.45% rise in barley yield. The Granger causality test confirmed rainfall as the primary causal variable for productivity, while other variables showed no significant effect. Furthermore, the analysis revealed a concerning upward trend in minimum temperatures, indicating a risk of future heat stress. These findings underscore the vulnerable nature of the agricultural system and its near-total dependence on rainfall. Accordingly, the study recommends enhancing water management, adopting drought-resistant varieties, and activating early warning systems to strengthen the adaptive capacity of farmers .

Keywords: Climate Change, Food Security, Wheat and Barley, Erbil Governorate.

الملخص

تناول هذه الدراسة بالتحليل القياسي تداعيات التغيرات المناخية على إنتاجية القمح والشعير في محافظة أربيل للفترة (2003-2023). باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الإحصائية، وهدفت إلى قياس العلاقة بين المتغيرات المناخية وإنتاجية المحاصيل في نظام زراعي بعلية. وقد أظهرت النتائج وجود علاقة موجبة وجوهرية بين كمية الأمطار والإنتاجية، إذ أنّ زيادة الهطول المطري بنسبة 1% ترفع إنتاجية القمح بـ0.48% والشعير بـ0.45%. وأكّد اختبار سببية جرانجر أنّ الأمطار هي المتغير المسبب الرئيسي للإنتاج، بينما لم تظهر بقية المتغيرات تأثيراً معنوياً. كما كشف التحليل عن ميل مقلق لارتفاع درجات الحرارة الصغرى، مما ينذر بإجهاد حراري مستقبلي. وتؤكّد النتائج

الطبيعة الهشة للنظام الزراعي واعتماده شبه الكلي على المطر. وبناءً عليه، يوصي البحث بتعزيز الإدارة المائية، وتبنِّي أصناف مقاومة للجفاف، وتفعيل أنظمة الإنذار المبكر لتعزيز قدرة المزارعين على التكيف.

الكلمات الرئيسية: التغيرات المناخية، الأمن الغذائي، القمح والشعير، محافظة أربيل.

المقدمة:

يعيش العالم اليوم في زمن تعاظمت فيه التحديات البيئية والمناخية لتصبح ضمن أولويات المشاكل الدولية إذ تمثل التغيرات المناخية واحدة من أكبر التحديات التى يواجهها الإنسان، فالبيئة تشهد تغييرات متسارعة ولا تقتصر تداعياتها على مجرد تشوهات في المناظر الطبيعية بل تتعداها لتمس جميع جوانب الحياة، بدءا من الاقتصاد وصولا إلى الأمن الغذائي، على اعتباره مفهوم شامل يُعبِّر عن قدرة المجتمعات على توفير الغذاء الكافي والمتوازن لسكانها، وتحقيق التوازن بين الإنتاج الزراعي واحتياجات الاستهلاك، وفى ظل الظروف الراهنة، يتضح أنّ الأمن الغذائي أصبح تحديا يتجاوز الحدود الوطنية ليؤثر على كل دول العالم بشكل مباشر أو غير مباشر، وفى هذا الإطار، حازت مشكلة التغيرات المناخية وتأثيرها على الأمن الغذائي على اهتمام المجتمع الدولي، وفى السنوات الأخيرة، لم تعد التغيرات المناخية مسألة بيئية فقط، بل صارت قضية اقتصادية واجتماعية، إذ أنّ تغير نمط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة يؤثران على إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية، مما يؤدى إلى تقليل موارد الغذاء وزيادة اعتماد الدول على واردات أغذية النظم الزراعية العالمية لا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة، بسبب الضغوط المتزايدة جرّاء التغيرات المناخية وتقلباتها، مما يضع الأمن الغذائي الإقليمي والوطني أمام تحديات هيكلية. وفي هذا السياق، يبرز العراق، وتحديداً إقليم كوردستان، واحدا من أكثر المناطق تأثراً بهذه التحولات بسبب اعتماده التاريخي على أنماط هطول مطري متغيرة بطبيعتها. هذا وقد تمثل محافظة أربيل، بما تمتلكه من أراضٍ خصبة وقدرات إنتاجية، نموذجاً حيوياً لدراسة هذه الظاهرة، حيث يشكل قطاعها الزراعي ركيزة أساسية للاقتصاد المحلي ومصدراً رئيسياً للمحاصيل الاستراتيجية.إنّ محصولي القمح والشعير لا يمثلان مجرد سلع غذائية أساسية في المحافظة، بل هما مكونان جوهريان في منظومة الأمن الغذائي، وترتبط زراعتهما، وخصوصاً في النظم البعلية(المعتمدة على المطر)، ارتباطاً وثيقاً بالمتغيرات المناخية. خلال العقدين الأخيرين، وقد شهدت المنطقة اتجاهاً واضحاً نحو تزايد تواتر وشدة موجات الجفاف، وارتفاعاً في متوسط درجات الحرارة، وتذبذباً حاداً في توزيع الأمطار الموسمية، وهي عوامل تؤثر بشكل مباشر على كافة مراحل نمو المحصول، بدءاً من الإنبات وانتهاءً بالحصاد، مما ينعكس سلباً على الإنتاجية الكلية واستدامة الموارد الزراعية. وبينما تتناول العديد من الدراسات تأثير المناخ على الزراعة على المستوى الوطني أو الإقليمي الواسع، تظل هناك حاجة ماسة لإجراء تحليلات مركزة على المستوى المحلي لتقديم فهم دقيق وملموس لمدى وحجم هذه التأثيرات.

اولا: مشكلة البحث: يعتبر نشاط الإنتاج الزراعي من أكثر الأنشطة حساسية وتأثرا بتغيرات المناخ لارتباطه بالظروف المناخية ارتباطا وثيقا، وتهتم هذه الدراسة بمحصولي القمح والشعير على اعتبارهما من المحاصيل الهامة والحساسة للتغيرات المناخية في إقليم كوردستان، وتبعا لذلك فإنّ المشكلة البحثية تتمثل في توقع تأثر إنتاج محصولي(القمح والشعير) بالتغيرات المناخية المستقبلية تأثرا سلبيا مما يؤثر على الأمن الغذائي للإقليم.

ثانيا: هدف البحث: يهدف البحث إلى تحليل أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في محافظة أربيل لإنتاج القمح والشعير للفترة(2003-2023) والتعرف على مدى تغير الإنتاجية بتأثير المناخ من خلال دراسة الأهداف الفرعية التالية:

1- تطور درجات الحرارة العظمى والصغرى والأمطار ودرجات الرطوبة وعدد العواصف الترابية خلال فترة الدراسة
2- تطور إنتاجية محصولي القمح والشعير في محافظة أربيل خلال فترة الدراسة.
3- قياس أثر العلاقة بين التغيرات المناخية وإنتاجية محصولي القمح والشعير في محافظة أربيل.

ثانيا: أهمية البحث: تكمن أهمية البحث في كون محصولي القمح والشعير من المحاصيل الاستراتيجية التي تشكّل إحدى الدعائم الأساسية للاقتصاد الوطني بشكل عام، وللإنتاج الزراعي بشكل خاص، كما يتأثر هذان المحصولان في منطقة الدراسة بالعوامل المناخية المختلفة وفي مقدمتها كميات الأمطار والحرارة والرطوبة والجفاف، والتي تؤثر في تذبذب كميات الإنتاج وفي توزيعها الجغرافي.

ثالثا: فرضية البحث: هل يوجد علاقة بين عوامل التغيرات المناخية(الامطار، درجات الحرارة والجفاف، الرطوبة) وإنتاج محصولي(القمح والشعير) في محافظة أربيل خلال الفترة(2003-2023)

خامسا: منهج البحث: لتحقيق أهداف البحث واختبار فرضياته، اتبع الباحث المنهج الوصفي التحليلي والمنهج الكمي. ويعتمد المنهج الوصفي على استعراض الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة بالتغيرات المناخية والأمن الغذائي. بينما يرتكز المنهج الكمي على الأسلوب القياسي في تحليل بيانات السلاسل الزمنية لاختبار العلاقة بين متغيرات الدراسة.

سادساً : الإطار الزماني والمكاني: امتدت فترة الدراسة لتغطي سلسلة زمنية سنوية من عام 2003 إلى عام 2023 واقتصرت حدود البحث المكانية على محافظة أربيل في إقليم كوردستان العراق.

سابعا: الدراسات السابقة :

1- في دراسة أجراها (الحسيناوي،2022) بعنوان "أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي.. إنتاج الحنطة والشعير في العراق 2019-2021 أنموذجاً"، هدفت الدراسة إلى تحليل تأثيرات التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في العراق، مع التركيز بشكل خاص على إنتاج محصولي الحنطة والشعير كونهما محصولين استراتيجيين. وقد اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة وتحليل البيانات والإحصاءات الصادرة عن وزارة التخطيط والجهاز المركزي للإحصاء وتقارير وزارة الزراعة ومنظمة الأغذية والزراعة(الفاو)، بالإضافة إلى استعراض الأدبيات والمصادر ذات الصلة. وقد توصلت الدراسة إلى عدة نتائج أبرزها أنّ التغيرات المناخية، المتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة وتذبذب هطول الأمطار، تشكل تهديداً خطيراً للأمن الغذائي في العراق، وقد أدت إلى تراجع إنتاجية محصولي الحنطة والشعير، وانخفاض غلتيهما بشكل ملحوظ، خاصة في الموسم الزراعي 2021 بسبب الجفاف. كما أشارت النتائج إلى تفاقم ظاهرة التصحر بسبب العوامل المتعددة منها العمليات العسكرية، إهمال شبكات الري، وسياسات دول الجوار المائية. وبناءً على ذلك، أوصت الدراسة بضرورة العمل على زيادة الإنتاج الزراعي باستخدام التقنيات الحديثة، والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، وتوجيه الأسر نحو أنماط غذائية أكثر عقلانية، بالإضافة إلى وضع خطط ناجعة لمواجهة آثار التغيرات المناخية وتأمين الأمن الغذائي.

2- في دراسة أجراها (نعمة و الموسوي 2024) بعنوان "التغير المناخي وأثره في زراعة محصول القمح في محافظات الفرات الأوسط للمدة(1973-2021)"، تم تسليط الضوء على المتغيرات المناخية وتأثيرها على زراعة القمح. وقد هدفت الدراسة إلى تحليل التغيرات في العناصر المناخية الرئيسية كالسطوع الشمسي، ودرجات الحرارة، والرطوبة في محافظات الفرات الأوسط(كربلاء، الحلة، النجف الديوانية، والسماوة) خلال الفترة المذكورة، وتقييم مدى تأثير هذه التغيرات على متطلبات محصول القمح. اعتمد الباحثان على المنهج الوصفي التحليلي، حيث تم حساب معامل الاتجاه العام ومعدل التغير السنوي والكلي للعناصر المناخية، ومقارنتها مع متطلبات نمو القمح. و توصلت الدراسة إلى نتائج هامة أبرزها وجود اتجاه سالب(انخفاض) في معدل السطوع الشمسي، واتجاه موجب(ارتفاع) في درجات الحرارة لجميع المحطات، بينما شهدت الرطوبة النسبية تبايناً في اتجاهها. كما أظهرت النتائج أنّ ساعات السطوع الشمسي النظرية كانت ملائمة بشكل جيد لزراعة القمح، في حين كانت درجات الحرارة تتراوح بين الملائمة المتوسطة والجيدة لمعظم أطوار النمو باستثناء طور النمو الخضري الذي كان غير ملائم. أمّا الرطوبة النسبية، فقد كانت غير ملائمة بشكل عام لمتطلبات المحصول، باستثناء محطة الديوانية التي سجلت ملاءمة متوسطة. وبناءً على ذلك، يمكن التوصية بضرورة تكييف الممارسات الزراعية مع التغيرات المناخية

المرصودة، مثل تعديل مواعيد الزراعة واختيار أصناف قمح أكثر مقاومة للحرارة والجفاف، بالإضافة إلى تحسين طرق الري لمواجهة انخفاض الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة.

3- في دراسة أجرتها(بهلول، واخرون ،2019) بعنوان "تقدير الآثار الاقتصادية للتغيرات المناخية على محصول القمح في مصر"، هدفت الدراسة إلى قياس الأثر الاقتصادي لتغير المناخ على محصول القمح في مختلف محافظات مصر. ولتحقيق هذا الهدف، اعتمدت الدراسة على نموذج "ريكاردو" لتقييم الآثار الاقتصادية للتغيرات المناخية على صافي عائد المحاصيل الزراعية، باستخدام بيانات من وزارة الزراعة، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، وهيئة الأرصاد الجوية خلال الفترة من 2000 إلى 2017. ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أنّ للتغيرات المناخية المستقبلية آثارا سلبية متوقعة على الزراعة والغذاء بشكل عام، حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة الصغرى والعظمى والرطوبة النسبية إلى آثار سلبية على صافي عائد القمح، بينما يؤدي انخفاضها إلى آثار إيجابية. وباستثناء ارتفاع الرطوبة بنسبة 5% الذي أظهر تأثيرًا إيجابيًا، فإنّ زيادة الرطوبة بنسب أعلى تؤثر سلبًا. وبناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة استنباط أصناف قمح جديدة تتحمل الحرارة والرطوبة المرتفعة، وتغيير مواعيد الزراعة لتتناسب مع الظروف المناخية الجديدة، بالإضافة إلى توعية وتدريب المزارعين على طرق أقلمة زراعة القمح مع المناخ المتغير لزيادة الإنتاجية والعائد.

4- في دراسة أجراها كل من(الهذال وياس، 2024) "دور أثر التغير المناخي على مساحات وإنتاج المحاصيل الزراعية في محافظة ديالى 2024. "، تم تحليل تأثير عناصر المناخ المختلفة على المحاصيل الزراعية وانعكاساتها في محافظة ديالى. هدف البحث إلى تحديد نسبة واتجاه التغير في مساحة وغلة وإنتاج المحاصيل الحقلية، والخضروات، وأشجار الفاكهة، معتمدًا على المنهج الوصفي التحليلي والكمي، حيث تم تحليل بيانات مناخية من ست محطات للفترة(1994-2021)، ومقارنة بيانات الإنتاج الزراعي بين سنة الأساس(2000 للمحاصيل الحقلية والخضروات و2002 لأشجار الفاكهة) وسنة المقارنة(2020). وكشفت النتائج عن وجود تباين في أثر التغيرات؛ فقد لوحظ تغير إيجابي في مساحة وإنتاج القمح والشعير بفضل الدعم الحكومي، بينما كان التغير سلبيًا للذرة الصفراء والسمسم بسبب المنافسة من محاصيل الخضر. كما أظهرت الدراسة توسعًا في إنتاج محاصيل الخضر.(الشتوية والصيفية)، في حين شهدت معظم أنواع الفاكهة والنخيل تراجعًا سلبيًا في المساحة والإنتاج، ويُعزى ذلك إلى توقف الدعم الحكومي بعد عام 2003، وتأثيرات التغير المناخي مثل ارتفاع الحرارة وشح المياه. وبناءً على ذلك، أوصت الدراسة بضرورة توجيه البحوث نحو التكيف مع التغير المناخي، خاصة في مجالي الموارد المائية والزراعة، واستنباط أصناف محاصيل مقاومة للجفاف والملوحة، وإنشاء محطات مناخية جديدة في ديالى، بالإضافة إلى زيادة التنسيق بين الجهات البحثية والحكومية ورفع مستوى الوعي المجتمعي بمخاطر التغير المناخي.

ثامنا :الإسلوب البحثي: اعتمد البحث على استخدام أدوات التحليل الاحصائي والاقتصاد القياسي حيث تم استخدام اختبار مصفوفة الارتباط بين المتغيراتMatrix Correlation، اختبار سببية جارنجر Granger Causality Test للتأكد من وجود علاقة سببية تبادلية بين المتغيرات من عدمه اختبار وحدة الجذور Unit Root Test للتأكد من وجود ارتباط ذاتي و التأكد من استقرار السلاسل الزمنية للمتغيرات منهجية الفجوات الزمنية المبطئة الموزعة(ARDL) لتقدير النموذج المقترح، إضافة إلى استخدام الاختبارات التشخيصية لمخرجات النموذج للتحقق من دقته حيث تمثلت تلك الاختبارات في اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي للكشف عن التوزيع الطبيعي لبواقي النموذج المقدرة باستخدام إحصائية جاركوبير ، اختبار (ARCH Test) للكشف عن مشكلة عدم ثبات تباين حد الخطأ، اختبار الارتباط الذاتي بين الأخطاء(LM Test) للكشف عن إمكانية وجود ارتباط تسلسلي بين أخطاء النموذج المقدر). نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المبطئة الموزعة(ARDL) Autoregressive Distributed lagged Model يستخدم البحث منهجية الفجوات الزمنية المبطئة الموزعة (ARDL) حيث تتميز تلك المنهجية بأنّها لا تتطلب أن تكون السلاسل الزمنية متكاملة من نفس الدرجة، حيث يرى Pesaran أنّ اختبار

الحدود (Pounds test) في منهجية(ARDL) يمكن تطبيقه بغض النظر عما إذا كانت السلاسل الزمنية مستقرة عند مستوى الصفر(0)I أو متكاملة من الدرجة الأولى 1) والشرط الوحيد لتطبيق هذا الاختبار هو الّا تكون السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة الثانية(2)I كما أنّ تلك المنهجية يمكن استخدامها في حالة السلاسل الزمنية القصيرة مقارنة بالطرق الأخرى المعتادة في اختبار التكامل المشترك مثل طريقة جرانجر (Engle-Granger)أو اختبار التكامل المشترك لجوهانسن (Johannsen Contegration Test)في نموذج (VAR) كما تتميز طريقة الفجوات الزمنية المبطئة الموزعة (ARDL)بأنّه يمكّن تطبيقها الحصول على تقديرات للأجلين الطويل والقصير معا الّا في نفس الوقت في معادلة واحدة بدل من معادلتين منفصلتين ، أي أنّه يمكن لنموذج (ARDL) من فصل تأثير الأجل القصير عن الأجل الطويل، حيث يمكن تحديد العلاقة التكاملية للمتغير التابع والمتغيرات المستقلة في الأجلين الطويل والقصير في نفس المعادلة، بالإضافة إلى تحديد حجم تأثير كل من المتغيرات المستقلة على المتغير التابع ، وتقدير معلمات المتغيرات المستقلة في الأجلين الطويل والقصير. ولاختبار مدى تحقق العلاقة بشكل متوازن بين المتغيرات في ظل نموذج تصحيح الخطأ الغير مقيد (UCEM) يُستخدم اختبار الحدود .(Bounds test) ويتضمن نموذج (ARDL)اختبار علاقة متوازنة طويلة الأجل بين متغيرات النموذج، فإذا تم التأكد من وجود تلك العلاقة، يتم تقدير معلمات الأجلين الطويل والقصير من خلال إحصائية(F) بإختبار(WALD Test)، حيث يتم اختبار فرضية العدم القائلة بعدم وجود تكامل مشترك بين متغيرات النموذج :

H0: β1= β2= β3= βn

في حين تتمثل الفرضية البديلة بوجود تكامل مشترك بين متغيرات النموذج في الأجل الطويل :

H0: β1≠ β2≠ β3 ≠ βn

وبالتالي يمكن تلخيص منهجية الفجوات الزمنية المبطئة الموزعة (ARDL) في عدة خطوات :

1- اختبار مدى استقرار السلاسل الزمنية من خلال اختبار وحدة الجذور(UnitRootTest) باستخدام(ADF)

2- تقدير نموذج الأجل الطويل باستخدام منهجية .(ARDL)

3-اختبار التكامل المشترك باستخدام منهجية .(Bounds Test)

4- تقدير نموذج تصحيح الخطأ .(Error Correction Model)

5- اختبار مدى استقرار بواقي النموذج .(Residuals Test)

حيث تكون صيغة العامة لنموذج (p,q1,q2……qn) (ARDL) مكون من متغير تابع وعدد من المتغيرات المستقلة التفسيرية (X1,X2……Xn)

=Cالحد الثابت

=D1الفروق عند الدرجة الأولى

=Kعدد المتغيرات المستقلة

فترة إبطاء المتغير التابع q1,q2……qn1

=Y فترة إبطاء المتغيرات التفسيرية P=

an……a1,a2معاملات الأجل الطويل

βn…… ,β1, β2 معاملات الأجل القصير

وبعد التأكد من استقرار وتكامل السلاسل الزمنية سواء عند الدرجة الصفرية أو الدرجة الأولى فيتم تقدير العلاقة المتوازنة في الأجل الطويل باستخدام منهجية الفجوات الزمنية المبطئة الموزعة(ARDL) واختيار النموذج المناسب

المحور الاول : الإطار النظري للتغير المناخي والأمن الغذائي:

اولاً- التغير المناخي: تمثل قضية تغير المناخ تحديا عالميا تنعكس خطورته من حيث شدة الأضرار التي قد تتسبب بها، وأكثرها صعوبة من ناحية المعالجة والتعامل معها، إذ أنّ " التغيرات المناخية التي برزت في هذا القرن أكثر بكثير من تلك التي حدثت في القرن العشرين، ومن المحتمل أن تكون تأثيراتها الإنسانية أكبر

بما يتناسب مع زيادتها، حيث يمثل تهديداً إضافيا للقضايا البيئية الأخرى من قبيل نوعية الهواء والماء والأنظمة البيئية بشكل كامل(المركز العالمي لدارسات العمل الخيرى، 2023، 5. وتعرف الهيئة الحكومية الدولية، التغيرات المناخية على أنّها(تغير حالة المناخ ويمكن تحديدها باستخدام الاختبارات الاحصائية من خلال تغير الوسط أو تبديل خصائصه وليستمر لفترة محددة بعامل زمنى عادة ما تكون عقود أو فترات أطول)، إذ أنّها تميّز بين التغير الطبيعي والتغير بسبب عوامل بشرية (جوهر، محمدأمين، 2023، 386) وتنقسم أسباب تغير المناخ إلى مايلي (السعدى 2015، 368) : -

أ - الأسباب الطبيعية(المركز العالمي لدارسات العمل الخيرى، 9):

- التورات البركانية، حيث تعد مصدرا للغازات الدفيئة بكميات هائلة.
- العواصف الترابية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة التي تعانى من تدهور الغطاء النباتي وقلة الزراعة والأمطار.
- ظاهرة البقع الشمسية، وهى ظاهرة تحدث كل 11 سنة تقريبا نتيجة اضطرابات المجال المغناطيسي للشمس، مما يزيد من الطاقة الحرارية للإشعاع الصادر عنها.
- الأشعة الكونية الناجمة عن انفجار بعض النجوم حيث تضرب الغلاف العلوي للأرض وتؤدي لتكوّن الكربون المشع.

ب- الأسباب البشرية :-

1- قطع الغابات: إذ يتسبب قطع الغابات بانبعاث غاز الكربون، لأنّ الأشجار عند قطعها تطلق الكربون الذي كانت تخزنه، وكل عام يتم تدمير ما يقارب 12 مليون هكتار من الغابات، ونظرا لأنّ الأشجار تمتص ثاني أكسيد الكربون، فإنّ قطعها يحد أيضا من قدرة الطبيعة على إبقاء الانبعاثات خارج الغلاف الجوي، كما تعد إزالة الغابات، إلى جانب الزراعة والتغيرات الأخرى في استخدام الأراضي، سببا رئيسيا لما يقارب ربع انبعاث الغازات الدفيئة العالمية(F A O:2014: 13-14) (بنود 2022، 158).

2- **استخدام وسائل النقل:** تعمل معظم السيارات والشاحنات والسفن والطائرات بالوقود الاحفوري، مما يجعل النقل مساهما رئيسيا في انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى، وخاصة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وتمثل مركبات الطرق الجزء الأكبر من احتراق المنتجات القائمة على البترول مثل البنزين في محركات الاحتراق الداخلي، في حين أنّ ما يقارب ربع انبعاثات ثاني أكسد الكربون العلمية المرتبطة بالطاقة مسؤول عنها النقل .

3- تصنيع البضائع: ينتج عن الصناعة بشكل عام والصناعات التحويلية انبعاثات معظمها يأتي من حرق الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة لصنع المنتوج النهائي أو نصف نهائي، ويمكن القول بأنّ الصناعات التحويلية من أكبر المساهمين في انبعاثات الغازات الدفيئة في جميع أنحاء العالم(وهبية 2018، 13-14).

- الغازات المنبعثة من مياه الصرف الصحي خاصة الميثان الذي يعتبر أكثر خطرا بعشرة أضعاف من ثاني أكسيد الكاربون.

4- **الغازات المنبعثة من الصناعات المختلفة،** كالنفط ونتاج الطاقة الكهربائية ومعامل إنتاج الإسمنت ومصانع البطاريات، إذ يتسبب توليد الكهرباء والحرارة عن طريق حرق الوقود الأحفوري في جزء كبير من الانبعاثات العالمية، حيث لايزال يستخدم الفحم أو الزيت أو الغاز لتوليد معظم الطاقة الكهربائية، وينتج عن ذلك ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز، وهى غازات دفيئة قوية تغطي الأرض وتحبس حرارة الشمس. حسب الدراسات فإنّ انبعاثات الغازات الدفيئة في الفترة التي سبقت جائحة كورونا بعام واحد، حيث وصلت إلى(49.8)جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون عام 2019، بينما انخفضت بنسبة(5%) عام 2020 لتصل الى (47.3) جيجا طن بسبب توقف القطاع الصناعي والتجاري وكثير من الأعمال بسبب الجائحة، وفى عام 2021زادت الانبعاثات العالمية بنسبة(4.6%)، مما أدى إلى إنتاج(49.5)جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون. على مستوى الدول، جاء ما يقارب من ثلثي الانبعاثات العالمية في عام 2021 من ثمانية اقتصادات رئيسية فقط(الهيئة الخيرية الاسلامية العالمية،2023 11) كما يبين الجدول رقم(1) نسبة صافى انبعاثات الغازات الدفيئة من أكبر بواعث الغاز في العالم على مستوى الدول خلال عام 20121 .

جدول رقم(1) يبين نسبة صافى انبعاثات الغازات الدفيئة لعام 2021

الدول	بقية العالم	الصين	امريكا	اتحاد اوروبي	الهند	روسيا	البرازيل	اليابان
% نسبة انبعاثات	%36	%27	%11	%7	%7	%4	%3	%2

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على(الهيئة الخيرية الاسلامية العالمية،2023، 9)

ج: آثار التغيرات المناخية على الصعيد العالمي(مجدى، 2023، 100-101):

1- زيادة الجفاف وندرة المياه: يؤدي تغير المناخ إلى اضطراب في أنماط توفر المياه، مما يجعلها أكثر ندرة في العديد من المناطق. ويترتب على ذلك تفاقم الظروف الجافة وزيادة الضغط على الموارد المائية، مما يؤثر سلباً على النظم الزراعية والبيئية التي تعتمد على استقرار هذه الموارد(طبر، واخرون، 2024، 29).

2- تدهور الإنتاج الغذائي: تعد التغيرات المناخية، بما تشمله من ظواهر جوية متطرفة، سبباً رئيسياً في تراجع الإنتاج الزراعي. حيث تتسبب موجات الحر الشديدة وتذبذب هطول الأمطار في إتلاف المحاصيل أو خفض إنتاجيتها، مما يهدد استقرار الإمدادات الغذائية ويؤثر على سبل عيش الملايين من المزارعين حول العالم (سيد، 2019، 5)

د : آثار التغيرات المناخية على الصعيد المحلي: لتحليل تداعيات هذه التغيرات على الأمن الغذائي في محافظة أربيل، وتحديداً فيما يخص إنتاج القمح والشعير، يمكن تفصيل الآثار كالتالي(حكومة اقليم كوردستان، 2024، 38-39):

1- تأثير ندرة المياه على إنتاج القمح والشعير في محافظة أربيل: تعتمد محافظة أربيل أجزاءً واسعة من سهولها على الزراعة الديمية (المطرية) لإنتاج القمح والشعير، لذا فإنّ تفاقم الجفاف يمثل تهديداً وجودياً لهذه الزراعة. كما أنّ تراجع معدلات هطول الأمطار وعدم انتظام توزيعها خلال موسم النمو يؤدي مباشرة إلى انخفاض حاد في إنتاجية الدونم الواحد. هذا الوضع يضع المزارعين أمام خيارين صعبين: إما تحمل تكاليف باهظة لحفر الآبار واستخدام الري التكميلي، مما يقلل من الجدوى الاقتصادية للمحصول، أو التخلي عن زراعة مساحات واسعة، الأمر الذي يترتب عليه تراجع المعروض المحلي من هذه الحبوب الاستراتيجية وتهديد الأمن الغذائي للمحافظة.

2- تداعيات الظواهر المناخية المتطرفة على منظومة الغذاء في المحافظة: يتجاوز أثر التغير المناخي مجرد نقص المياه، ليشمل الظواهر المتطرفة التي تضرب المنظومة الزراعية بأكملها. فالارتفاع الحاد في درجات الحرارة خلال مراحل نمو النبات، خاصة في فترات الإزهار وتكوين الحبوب، يسبب حالة من "الإجهاد الحراري" لنباتات القمح والشعير، مما يضعفها ويقلل من حجم وجودة المحصول النهائي. فضلاً عن ذلك، لا يقتصر الضرر على الحبوب الموجهة للاستهلاك البشري، بل يمتد ليشمل الثروة الحيوانية التي تعتمد على هذه المحاصيل، وبخاصة الشعير، كعلف أساسي. وبالتالي، فإنّ تدهور إنتاج هذه الحبوب يخلق تهديداً مركباً يطال الأمن الغذائي من جهة واستقرار قطاع الثروة الحيوانية من جهة أخرى، مما يزيد من هشاشة المنظومة الغذائية بأكملها في المحافظة ويرفع من درجة اعتمادها على الاستيراد.

ثانياً: الأمن الغذائي: ليس هناك تعريفا موحدا بالنسبة للأمن الغذائي فقد عرَّفته منظمة الزراعة والأغذية على أنّه(ضمان التمويل بالغذاء الكافي لكل الأفراد في كل وقت) و انطلاقا من هذا التعريف فإنّه يتم تحقيق الأمن الغذائي من خلال تموين الأفراد بالغذاء الكافي للعيش ويكون إمّا بالإنتاج المحلي أو عن طريق إتمام احتياجات الاستهلاك وصولا إلى السوق الدولية(عبد الحميد ،2023، 109).

ويُعرِّف البنك الدولي الأمن الغذائي على أنّه(إمكانية حصول كل الناس في كافة الأوقات على الغذاء الكافي اللازم لنشاطهم وصحتهم، ويتحقق الأمن الغذائي لقطر ما، عندما يصبح هذا القطر بنظمه التسويقية والتجارية قادرا على إمداد كل المواطنين بالغذاء الكافي في كل الأوقات- حتى في أوقات الأزمات- وتردي الإنتاج العالمي وظروف السوق الدولية) (محمد، 2020، 29).

1- أبعاد الأمن الغذائي: يحقق الأمن الغذائي عندما تكون لدى الفرد وفى جميع الأوقات الإمكانيات المالية، والاجتماعية، والاقتصادية اللازمة للوصول إلى كميات كافية نة الأغذية المأمونة والمغذية وذلك لتلبية احتياجاتهم الغذائية وتفصيلاتها. يهدف هذا الأمان إلى تفير حياة نشيطة وصحية للأفراد، وللحصول على رؤية أكثر دقة وشمولا حول جالة الأمان الغذائي فى بلد معين، يجب تحليل أبعاده المتمثلة فيما يلى) : (Ibrahim 2023- 144-145)، (الحمزة، 2024، 218.)، (الحسيناوي 2022 ،82) :-

أ - **توافر الأغذية:** يعتبر بعدا مهما من أبعاد الأمن الغذائي، فتوريد ما يكفى من الغذاء للسكان أكثر ضرورى، ولكن غير كافى كما أنه شرط لضمان ملائمة وصول الغذاء للأفراد، بمعنى غذاء كافى وبنوعية مناسبة.

ب - الحصول على الغذاء: وصول الموارد الغذائية بشكل ملائم ومستمر نحو الأفراد لأجل ان يكتسبوا أغذية مناسبة وفق نظام غذائي مغذ، أي أمكانية الحصول الغذاء الكافي للأفراد والأسر.

ج - الاستقرار : إمكانية الحصول على الغذاء الكافي في كافة الأوقات دون أن يكون أمام مخاطر فقدان هذه الإمكانية بسبب صدمة معينة مث ازمة اقتصادية أو بيئية أو دورة موسمية، أي لكي يصل السكان أوالأسر او الأفراد إلى مرحلة الأمن الغذائي فإن يجب ان يكون لهم القدرة الى الوصول إلى الغذاء الملائم في كل الأوقات، ولا يجب أن يكون هناك خطر فقدان الوصول الى الغذاء نتيجة لأحد الصدمات (الأزمات الاقتصادية أو المناخية) أو الأحداث الدورية(كانعدام الأمن الغذائي الموسمى) وبذلك فأن مفهوم الاستقرار يشير الى كل بعد الإتاحة وبعد الوصةل إلى الغذاء.

د - الانتفاع : طريقة استعمال الأفراد للغذاء يتوقف على نوعية الغذاء، وينقسم بعد الانتفاع إلى مجموعتين،تشمل الأولى المتغيرات التى تحدد القدرة على الانتفاع من الأغذية، وخصوصا توفرالتجهيزات المترلية المناسبة، الحصول على الميه والصرف تاصحي، في حين تشتمل المجموعة الثانية على نتائج الانتفاع من الأخذية وخاصة فيما يتعلق بالقصور التغذوي لدى الاطفال دون سن الخامسة كالهزال، هشاشة العظام ونقص الوزن، وقد أضيفت سنة 2013 من إصار تقرير حالة أنعدام الأمن الغذائي في العالم الربع مؤشرات أخرى لنقص المغذيات الدقيقة تتمثل في انتشار فقر الدم ونقص فيتامين(A) بين الأطفال دون سن الخامسة انتشار نقص اليود وفقر الدم عند الحوامل.

المحور الثاني : الجانب التطبيقي

التحليل القياسي لتأثير التغيرات المناخية على إنتاجية القمح والشعير يهدف هذا البحث الى إجراء تحليل قياسى للعلاقة بين المتغيرات المناخية والانتاجية لمحصولى القمح والشعير في محافظة أربيل خلال الفترة الزمنية الممتدة من 2003-2023. واتحقيق هذة الهدف، ثم الاعتماد على حزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية(SPSS) لتطبيق مجموعة من الاختبارات الاحصائية، وبدءا بالتحليل الوصفى لمتغيرات الدراسة، مرورا بتقدير نماذجالانحدار الخطى المتعدد لقياس حجم زاتجاه أثر المتغيرات المناخية على أنتاجية كل محصول على حدة. كما يتضمن إجراء الاختبارات التشخيصية اللازمة للتاكد من كفاءة النماذج القياسية وموثوقة النتائج المستخلصة منها .

أولا: تطور متغيرات الدراسة خلال الفترة 2003-2023 يكشف التحليل الوصفي لبيانات الدراسة خلال الفترة(2003-2023) عن السمات الرئيسية لنظام زراعي بعلي يتسم بالتقلب الحاد، حيث تعكس إنتاجية محصولي القمح والشعير حساسية مباشرة للظروف المناخية السنوية المتقلبة. يتضح هذا التذبذب بشكل واضح عند مقارنة السنوات المتطرفة؛ ففي عام 2008، الذي تزامن مع شح الأمطار (262.9 مم)، ورطوبة نسبية منخفضة(43.1%)، وأعلى عدد من العواصف الترابية المسجلة (119 عاصفة)، انهارت الإنتاجية إلى مستويات كارثية. وفي المقابل، تبرز الفترة الإنتاجية الاستثنائية في عامي 2019 و 2020 كدليل حي على التأثير الحاسم للعوامل المناخية. ومن اللافت للنظر أن هذه الذروة الإنتاجية، خاصة في موسم 2020، تزامنت مع فترة الإغلاقات العالمية بسبب جائحة كورونا والتي شهدت انخفاضاً مؤقتاً في الانبعاثات الصناعية وتحسناً ملحوظاً في جودة البيئة عالمياً. وبغض النظر عن أي علاقة سببية مباشرة محتملة، فإن البيانات المناخية المحلية تقدم تفسيراً قوياً لهذا النجاح؛ فسنة 2019 تميزت بهطول مطري غزير جداً (602.0 مم)، بينما شهدت سنة 2020 مزيجاً مثالياً من الظروف المواتية: هطول مطري جيد وأعلى من المتوسط (417.2 مم)، تزامن مع درجات حرارة عظمى معتدلة (26.8°م) ورطوبة نسبية هي الأعلى خلال فترة الدراسة (55.5%)، مما قلل من الإجهاد المائي والحراري على النباتات. هذا يؤكد أن نجاح الموسم الزراعي لا يعتمد فقط على إجمالي كمية المطر، بل أيضاً على توزيعه وتفاعله مع العوامل المناخية الأخرى. وبتقدير معادلة الاتجاه الزمنى لتطور درجات الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة(+ 0.146) درجة ،يمثل حوالى(0.90%) من متوسط فترة الدراسة البالغ حوالى(16،46).درجة.

جدول (1) تطور انتاجية محصولي القمح والشعير ودرجات الحرارة وكمية المطر والرطوبة والعواصف الترابية خلال الفترة 2003-2023

السنة	إنتاجية القمح (طن/دونم)	إنتاجية الشعير (طن/دونم)	درجة الحرارة العظمى (مْ)	درجة الحرارة الصغرى (مْ)	الرطوبة النسبية (%)	كمية الأمطار (مم)	عدد العواصف الترابية
2003	0.287	0.228	27.0	14.8	48.2	496.3	64
2004	0.236	0.234	27.3	15.0	46.8	451.3	44
2005	0.156	0.360	27.8	15.6	46.8	451.3	62
2006	0.264	0.175	27.7	15.5	48.2	510.7	59
2007	0.350	0.360	27.1	15.5	48.6	273.4	52
2008	0.020	0.004	27.5	16.5	43.1	262.9	119
2009	0.250	0.270	27.0	17.0	45.3	278.9	77
2010	0.276	0.139	28.6	17.9	45.9	212.4	107
2011	0.145	0.095	26.3	16.1	49.9	342.2	97
2012	0.161	0.106	26.3	17.1	48.8	390.8	104
2013	0.499	0.416	27.2	15.9	51.1	432.0	75*
2014	0.326	0.322	27.9	16.4	50.8	389.0	82*
2015	0.301	0.203	27.8	16.4	50.3	422.0	79*
2016	0.436	0.250	28.0	16.2	48.8	376.0	85*
2017	0.434	0.316	28.4	16.4	49.2	266.0	95*
2018	0.256	0.113	26.3	17.8	52.6	744.6	110*
2019	0.750	0.650	27.0	16.2	53.5	602.0	88*
2020	0.750	0.600	26.8	18.1	55.5	417.2	91*
2021	0.490	0.420	28.7	16.7	51.5	196.2	102*

ملاحظة: القيم التي تحمل علامة( )* هي تقديرات إحصائية تم حسابها بطريقة لتعويض بالانحدار(Regression Imputation)

المصدر: من اعداد الباحث بلاعتماد على البيانات: تقارير حكومة اقليم كوردستان، وزارة التخطيط، هيئة الاحصاءاقليم كودستان،

1- تقرير الاحصائي للانواء الجوية لمحافظات اقليم كوردستان لسنوات (2012-2020)، (2012-2024)،(2008-2013)،

2 - ملخص تقرير احصائيات الانتاج الزراعى من 1969-2023.

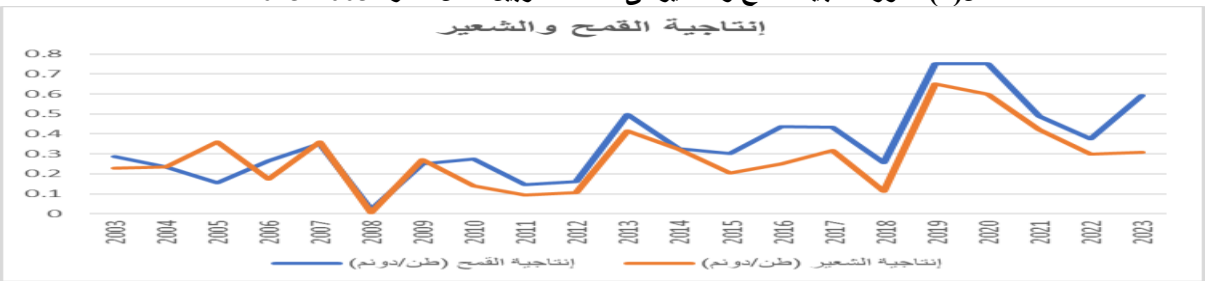
جدول(2): معادلات الاتجاه الزمني العام ومعدلات النمو لمتغيرات الدراسة 2003-2023

المتغير	المعادلة	R^2	F	المتوسط	(%) معدل النمو
إنتاجية القمح (طن/دونم)	$\hat{Y}t$= -18.7 + 0.009 T	0.231	5.71*	0.326	+2.76
إنتاجية الشعير (طن/دونم)	$\hat{Y}t$= -9.20 + 0.005 T	0.051	1.02	0.266	+1.88
درجة الحرارة العظمى (مْ)	$\hat{Y}t$= -35.1 + 0.031 T	0.027	0.53	27.46	+0.11
درجة الحرارة الصغرى (مْ)	$\hat{Y}t$= -276.1 + 0.146 T	0.401	12.72**	16.15	+0.90
الرطوبة النسبية (%)	$\hat{Y}t$= -345.9 + 0.197 T	0.108	2.31	49.23	+0.40
كمية الأمطار (مم)	$\hat{Y}t$= 10452 - 5.17 T	0.165	3.76	382.7	-1.35
عدد العواصف الترابية	$\hat{Y}t$= -2387 + 1.23 T	0.091	1.89	82.28	+1.50
إنتاجية القمح (طن/دونم)	$\hat{Y}t$= -18.7 + 0.009 T	0.231	5.71*	0.326	+2.76

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(1) باستخدام برنامج (SPSS)

يظهر تحليل الاتجاه الزمني ديناميكيات متباينة، إذ يتفوق أثر التقدم التكنولوجي والممارسات الزراعية المحسّنة على الضغوط المناخية في بعض الجوانب، وهو ما يتضح في النمو السنوي المتزايد والدال إحصائياً لإنتاجية القمح بنسبة(2.76%). وفي المقابل، ورغم نمو إنتاجية الشعير بنسبة(1.88 %)، إلّا أنّ هذا الاتجاه لم يكن ذا دلالة إحصائية، مما يعكس تذبذباً شديداً في الأداء بدلاً من حصول تحسن منهجي. وعلى الصعيد المناخي يتمثل التحدي الأبرز في الارتفاع المستمر والدال إحصائياً لدرجات الحرارة الصغرى بمعدل(0.90%) سنوياً الأمر الذي يعد مؤشراً قوياً على تأثر المنطقة بظاهرة الاحتباس الحراري. أمّا بالنسبة للأمطار، فإنّ المشكلة الجوهرية للزراعة البعلية لا تكمن في الاتجاه التناقصي الطفيف وغير الدال إحصائياً(-1.35%)، بل في التذبذب الحاد وغير المتوقع لكمياتها من عام لآخر، بينما لم تُظهر بقية المتغيرات المناخية اتجاهات عامة ذات دلالة إحصائية، مما يشير إلى غلبة سمة التقلب السنوي عليها.

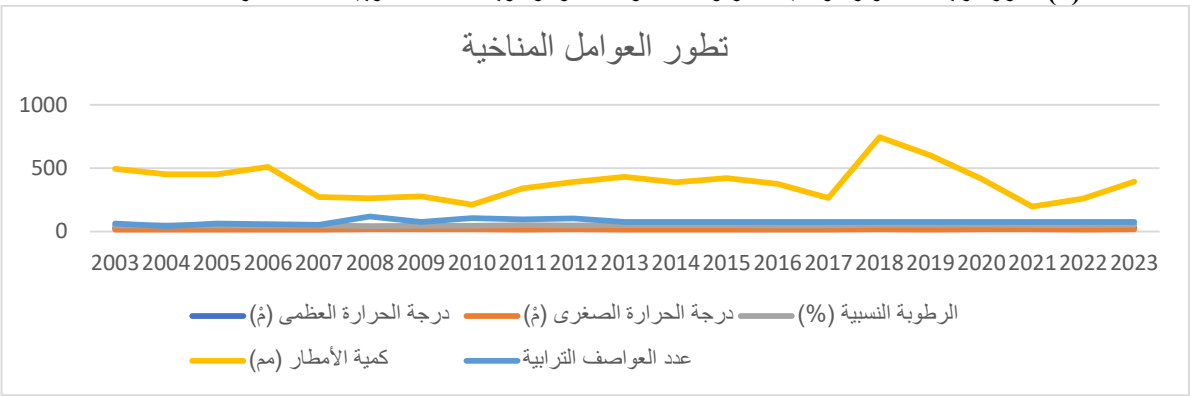
شكل(1) تطور انتاجية القمح والشعير فى محافظة اربيل خلال الفترة 2003-2023



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(1).

تظهر إنتاجية القمح والشعير في أربيل بين عامي 2003 و 2023 تقلبات حادة تعكس تأثير عوامل متعددة. يمكن تفسير الانخفاضات الحادة في سنوات مثل 2008 و 2018 غالبا بالجفاف الشديد، أو تفشي الآفات والأمراض، أو عدم كفاية الدعم الزراعي، مما يؤثر سلبا على نمو المحاصيل. في المقابل تشير الزيادات الملحوظة، وخاصة الذروة في عامي 2019 و 2020، إلى توافر ظروف مواتية مثل هطول الأمطار الكافي وفي التوقيت المناسب، واستخدام أفضل الممارسات الزراعية، أو السياسات الداعمة. بالنظر إلى عام 2020، على الرغم من جائحة كورونا وما صاحبها من تحديات عالمية، فقد كان الانخفاض في النشاط الاقتصادي في قطاعات أخرى قد وجه اهتماما أكبر نحو الإنتاج المحلي للمواد الغذائية، أو ربما لم تؤثر الجائحة بشكل مباشر وسلبي على الظروف المناخية أو جهود المزارعين في أربيل خلال تلك الفترة، مما سمح بتحقيق مستويات إنتاجية عالية كانت قد بدأت في التصاعد منذ 2019. بشكل عام، ويتضح أنّ الظروف المناخية والممارسات الزراعية تلعب دورًا محوريًا في تحديد مستويات الإنتاجية عاماً بعد عام.

شكل(2) تطور درجات الحرارة وكمية مطر وعدد العواصف والرطوبة محافظة اربيل خلال الفترة 2003-2023



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول رقم(1).

يظهر الرسم البياني تطور العوامل المناخية الرئيسية في محافظة أربيل خلال الفترة 2003-2023، إذ تبرز السمة الأكثر في التذبذب الحاد والتقلبات الشديدة في كمية الأمطار السنوية(الخط الأصفر)، والتي شهدت ذروة استثنائية في عام 2018 تلاها انخفاض حاد، مما يعكس عدم استقرار الموارد المائية. وفي المقابل تظهر بقية العوامل استقراراً نسبياً، مع ملاحظة وجود ذروة واضحة في عدد العواصف الترابية(الخط الأزرق الفاتح) تزامنت مع فترة الجفاف في عام 2008. وعلى صعيد درجات الحرارة، ورغم استقرارها النسبي، إلّا أنّه يمكن ملاحظة وجود ميل تصاعدي طفيف في درجات الحرارة الصغرى(الخط البرتقالي) على مدى العقدين ما يشير إلى نمط حراري تدريجي. بشكل عام، يرسم المخطط صورة لنظام مناخي يتسم بعدم انتظام هطول الأمطار باعتباره عاملاً عامل رئيساً مصحوباً بارتفاع تدريجي في درجات الحرارة، مما يشكل تحدياً مباشراً للزراعة البعلية في المنطقة.

Correlation Matrix test: **1ـ اختبار مصفوفة الارتباط** خطوةً أولية أساسية قبل بناء نماذج الانحدار القياسية، ويهدف هذا الجزء إلى استكشاف طبيعة العلاقة الخطية بين متغيرات الدراسة. وقد تمّ اعتماد "مصفوفة ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Matrix) "لقياس قوة واتجاه الارتباط بين كل زوج من المتغيرات. ويعد هذا الاختبار ضروريا لتقديم فهم أولي للعلاقات الثنائية بين المتغيرات المناخية وإنتاجية كل من محصولي القمح والشعير، وللتحقق من الفرضيات الأولية للبحث، والجدول(3): مصفوفة ارتباط بيرسون بين إنتاجية المحاصيل والمتغيرات المناخية في محافظة أربيل خلال الفترة 2003-2023.

الجدول(3) نتائج مصفوفة الارتباط بين إنتاجية محصولي القمح والشعير والمتغيرات المناخية خلال الفترة 2003-2023

المتغير	إنتاجية القمح	إنتاجية الشعير	كمية الأمطار	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغر	عدد العواصف الترابية
انتاجية القمح	1					

إنتاجية الشعير	0.812**	1				
كمية الأمطار	0.451*	0.280	1			
درجة الحرارة العظمى	0.285	0.388	-0.113	1		
درجة الحرارة الصغرى	0.199	0.105	0.088	0.255	1	
عدد العواصف الترابية	-0.055	-0.211	0.250	0.098	0.334	1

المصدر من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(1) باستخدام برنامج (E-Views)

الارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية 0.05 (علاقة جيدة وموثوقة)* الارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية 0.01 (علاقة قوية وموثوقة جداً)

يبين إنتاجية القمح والشعير، مما يعكس استجابتهما المتشابهة للظروف(r= 0.812) وتظهر نتائج مصفوفة الارتباط جدول(1) وجود ارتباط طردي وقوي جدا ودال إحصائيا بين كمية الأمطار وإنتاجية (r= 0.451) المناخية السائدة كونهما محصولين شتويين يعتمدان على نفس النظام المطري. كما تكشف النتائج عن وجود علاقة طردية ودالة إحصائيا القمح، وهو ما يؤكد الدور الحاسم والمحوري للمياه باعتباره عاملا إنتاجيا محددا في الزراعة البعلية ويبرز حجم المخاطر الاقتصادية المرتبطة بتذبذبها . وفي حين لم تظهر بقية المتغيرات المناخية ارتباطات خطية دالة إحصائيا مع إنتاجية أي من المحصولين في هذا التحليل الأولى ، فإنّ هذه النتائج تقدّم دليلا مبدئيا قويا يوجه التحليلات القياسية المتقدمة نحو دراسة أثر الامطار بشكل خاص على اعتبارها متغيرا رئيسيا مؤثرا في الأمن الغذائي في المنطقة.

2- **إختبار إستقرار السلاسل الزمنية**(Unit Root Test): للتأكد من استقرار السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة وتجنب مشكلة الانحدار الزائف، تم إجراء اختبار جذر الوحدة (Unit Root Test) باستخدام اختبار ديكي-فولر الموسع(Augmented Dickey-Fuller) ، والذي يعتبر شرطاً أساسياً قبل تطبيق منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المبطئة.(ARDL) وقد تم إجراء الاختبار على جميع المتغيرات عند مستواها الأصلي(At Level) ، وعند الفرق الأول (At 1st Difference) للمتغيرات التي ثبت عدم استقرارها في المستوى. ويوضح الجدول(4) التالي نتائج الاختبار التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج EViews 10.

الفرضية الصفرية:(H_0)السلسلة الزمنية تمتلك جذر وحدة (غير مستقرة)

الفرضية البديلة :(H_1) السلسلة الزمنية لا تمتلك جذر وحدة(مستقرة)

جدول(4) : نتائج إختبار ديكي فولر الموسع(Augmented Dickey Fuller Test)

لمتغير	الإختلاف	بدون ثابت وإتجاه	ثابت	ثابت وإتجاه	درجة التكامل
إنتاجية القمح	الصفرى	-0.521	-1.881	-2.154	I(1)
	الاولى	-4.987**	-5.133**	-5.041**	
إنتاجية الشعير	الصفرى	-0.433	-1.765	-1.983	I(1)
	الأولى	-4.754**	-4.996**	-4.876**	
كمية الأمطار	الصفرى	-1.502	-2.430	-2.851	I(1)
	الأولى	-5.988**	-6.215**	-6.112**	
درجة الحرارة العظمى	الصفرى	-0.814	-1.549	-1.770	I(1)
	الأولى	-4.610**	-4.721**	-4.599**	
رجة الحرارة الصغرى	الصفرى	0.411	-0.627	-0.892	I(1)
	الأولى	-3.975**	-4.234**	-4.185**	
الرطوبة النسبية	الصفرى	-1.160	-2.019	-2.418	I(1)
	الأولى	-5.228**	-5.401**	-5.337**	
عدد العواصف الترابية	الصفرى	-2.749*	-3.854**	-3.953**	I(0)
	الأولى	---	---	---	

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات جدول(1) بالدراسة باستخدام برنامج.EViews 10

*** معنوية عند مستوى إجمالي 0.05 **معنوية عند مستوى إجمالي 0.01.**

إنتاجية القمح)$_{t}$ + β_1 = β_0 + درجة الحرارة العظمى)$_{t}$ + β_2 + درجة الحرارة الصغرى)$_{t}$ + β_3 + (الأمطار)$_{t}$ + β_4 + (الرطوبة)$_{t}$ + β_5 + (العواصف (+ u

إنتاجية الشعير)$_{t}$ + α_1 = α_0 + درجة الحرارة العظمى)$_{t}$ + α_2 + (درجة الحرارة الصغرى)$_{t}$ + α_3 + (الأمطار)$_{t}$ + α_4 + (الرطوبة)$_{t}$ + α_5 + (العواصف e +

يبين أنّ جميع السلاسل الزمنية لمتغيرات إنتاجية القمح، إنتاجية الشعير، كمية الأمطار، درجات الحرارة العظمى والصغرى، والرطوبة النسبية غير مستقرة عند المستوى(At Level) ، إذ أنّ قيم (t) المحسوبة أقل من قيمها الحرجة عند مستويات المعنوية المختلفة، وبالتالي لا يمكن رفض الفرضية الصفرية القائلة بوجود جذر الوحدة. ولكن بعد أخذ الفرق الأول لها، أصبحت جميعها مستقرة عند مستوى معنوية 1%،

مما يعني أنها متكاملة من الدرجة الأولى .(1)Iفي المقابل، أظهر متغير "عدد العواصف الترابية" استقرارا عند المستوى الأصلي(0)I، إذ أنّ قيمته الإحصائية معنوية عند 1% و 5%. وبما أنّه لا يوجد أي متغير متكامل من الدرجة الثانية2)I) ، فإنّ هذه النتائج تؤكد إمكانية تطبيق منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المبطئة (ARDL) لتحليل العلاقة بين المتغيرات في الأجلين القصير والطويل.

3- اختبار العلاقة السببية (Granger Causality Test): بعد التأكد من استقرار المتغيرات، تم إجراء اختبار سببية جرانجر لمعرفة اتجاه العلاقة السببية بين المتغيرات المناخية وإنتاجية كل من محصولي القمح والشعير خلال فترة الدراسة. ويهدف هذا الاختبار إلى تحديد ما إذا كانت القيم السابقة لمتغير معين تساعد في التنبؤ بالقيم المستقبلية لمتغير آخر. ومن شروط هذا الاختبار أن تكون السلاسل الزمنية المستخدمة مستقرة من نفس درجة التكامل.

الفرض العدمي(H_0) المتغير المستقل لا يسبب المتغير التابع بالمعنى الإحصائي لجرانجر(لا توجد علاقة سببية).

الفرض البديل :(H_1) المتغير المستقل يسبب المتغير التابع بالمعنى الإحصائي لجرانجر (توجد علاقة سببية).

جدول رقم(5): نتائج اختبار العلاقة السببية (Granger Causality Test) بين إنتاجية المحصولين في محافظة اربيل والمتغيرات المناخية خلال الفترة 2003-2023.

(Null Hypothesis) الفرض العدمي	عدد المشاهدات	(F-Statistic) إحصائية ف	(Prob.) القيمة الاحتمالية
العلاقة بين إنتاجية القمح والمتغيرات المناخية	20		
درجة الحرارة العظمى لا تسبب إنتاجية القمح		1.154	0.339
إنتاجية القمح لا تسبب درجة الحرارة العظمى		0.876	0.435
درجة الحرارة الصغرى لا تسبب إنتاجية القمح		2.109	0.158
إنتاجية القمح لا تسبب درجة الحرارة الصغرى		1.662	0.224
كمية الأمطار لا تسبب إنتاجية القمح		5.431	0.021*
إنتاجية القمح لا تسبب كمية الأمطار		0.178	0.839
الرطوبة النسبية لا تسبب إنتاجية القمح		1.955	0.181
إنتاجية القمح لا تسبب الرطوبة النسبية		0.530	0.602
عدد العواصف لا يسبب إنتاجية القمح		0.991	0.395
إنتاجية القمح لا تسبب عدد العواصف		1.043	0.378
العلاقة بين إنتاجية الشعير والمتغيرات المناخية			
درجة الحرارة العظمى لا تسبب إنتاجية الشعير		0.982	0.401
إنتاجية الشعير لا تسبب درجة الحرارة العظمى		1.223	0.321
كمية الأمطار لا تسبب إنتاجية الشعير		4.987	0.029*
إنتاجية الشعير لا تسبب كمية الأمطار		0.245	0.786

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (1) باستخدام برنامج.EViews 10

من خلال الجدول يتبين مايلي:

1- **العلاقة مع كمية الأمطار**: تظهر النتائج وجود علاقة سببية ذات اتجاه واحد من متغير كمية الأمطار إلى إنتاجية القمح، إذ بلغت القيمة الاحتمالية(0.021)، وهي أقل من مستوى المعنوية 0.05. وبالمثل، توجد علاقة سببية مماثلة من كمية الأمطار إلى إنتاجية الشعير بقيمة احتمالية(0.029). هذا يعني أنّ القيم السابقة لكمية الأمطار تساهم بشكل كبير في التفسير والتنبؤ بالإنتاجية المستقبلية لمحصولي القمح والشعير. في المقابل، لم تظهر النتائج وجود علاقة سببية في الاتجاه المعاكس، مما يؤكد أنّ الإنتاجية لا تؤثر على كمية هطول الأمطار، وهو ما يتوافق مع المنطق الاقتصادي والزراعي.

2- **العلاقة مع المتغيرات المناخية الأخرى**: بالنسبة لبقية المتغيرات المناخية(درجات الحرارة العظمى والصغرى، الرطوبة النسبية، وعدد العواصف الترابية)، أظهرت النتائج أنّ قيمها الاحتمالية أكبر من 0.05. وبناءً عليه، يتم قبول الفرض العدمي القائل بعدم وجود علاقة سببية باتجاه إنتاجية القمح أو الشعير خلال فترة الدراسة. تؤكد هذه النتائج على الدور المحوري الذي تلعبه كمية الأمطار باعتبارها متغيرا مناخيا مسببا ومؤثرا بشكل مباشر على تقلبات إنتاجية المحاصيل الحقلية في منطقة الدراسة.

جدول رقم (6): التقدير القياسي لنموذج أثر تغير المناخ على إنتاجية محصولي القمح والشعير في محافظة أربيل خلال الفترة (2003-2023)

1- نموذج إنتاجية القمح:

$$\log\hat{Y} = -1.54 + 0.48 \log X_1 - 0.21 \log X_2 + 0.15 \log X_3 + 0.25 \log X_4 - 0.08 \log X_5$$

(-0.65) (2.18)* (0.98) (-1.29) (3.85)** (-1.12)

D.W = 1.89 F = 4.88** R^2 = 0.68

2- نموذج إنتاجية الشعير:

$$\log\hat{Y} = -1.35 + 0.45 \log X_1 - 0.24 \log X_2 + 0.18 \log X_3 + 0.22 \log X_4 - 0.10 \log X_5$$

(-0.78) (1.87) (1.15) (-1.41) (3.51)** (-0.95)

D.W = 1.95 F = 4.32** R^2 = 0.65

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(1) باستخدام برنامج EViews 10.

تشير النتائج إلى أنّ النموذجين يتمتعان بقوة تفسيرية جيدة ومعنوية إحصائية عالية. والمتغير الأبرز في كلا النموذجين هو كمية الأمطار، الذي أظهر تأثيراً إيجابياً ومعنوياً للغاية. حيث أنّ زيادة الأمطار بنسبة 1% ترفع إنتاجية القمح بنسبة 0.48% وإنتاجية الشعير بنسبة 0.45%، مما يؤكد الاعتماد الكبير للزراعة البعلية على النظام المطري. في المقابل، لم يثبت وجود تأثير إحصائي معنوي لبقية المتغيرات المناخية على إنتاجية المحصولين خلال فترة الدراسة.

4 - **اختبار الحدود للعلاقة المتوازنة طويلة الاجل**(Bounds Test) تم إجراء اختبار الحدود للتعرف على مدى وجود تكامل مشترك بين متغيرات النموذج أم لا، فإذا كانت نتائج الاختبار تدل على كبر قيمة (F) المحسوبة على قيمة الحد الأعلى للقيم الحرجة فيتم رفض فرضية العدم التي تنص على عدم وجود علاقة متوازنة طويلة الاجل بين المتغيرات وقبول الفرض البديل بوجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة، أمّا إذا كانت قيمة(F) المحسوبة أقل من قيمة الحد الأدنى للقيم الحرجة فيتم رفض الفرض البديل وقبول فرضية العدم بعدم وجود علاقة متوازنة في الأجل الطويل أي وجود تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة وفقا لمنهج اختبار الحدود، وقد تبين من نتائج اختبار الحدود أنّ قيمة(F) المحسوبة للمحصولين على التوالي (6.15) ،(5.88) وهى أكبر من قيمة الحد الأعلى للقيم الحرجة لاختبار الحدود على التوالي(4.68)، (4.68)، مما يعنى رفض فرضية العدم وقبول البديل بوجود علاقة توازنية طويلة الاجل بين متغيرات النموذج عند مستوى(5%) كما هو موضح في جدول رقم(7) .

جدول رقم(7): نتائج إختبار الحدود (F-Bounds Test) للعلاقة التوازنية طويلة الأجل

المحصول	المحسوبة F قيمة	مستوى المعنوية	I(0) الحد الأدنى	I(1) الحد الأعلى
نموذج إنتاجية القمح	6.15	1%	3.41	4.68
		5%	2.62	3.79
		10%	2.26	3.35
نموذج إنتاجية الشعير	5.88	1%	3.41	4.68
		5%	2.62	3.79
		10%	2.26	3.35

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد بيانات جدول رقم (5) باستخدام برنامج EViews 10.

بناءً على ما سبق، يتم رفض الفرض العدمي القائل بعدم وجود علاقة تكامل مشترك، وقبول الفرض البديل الذي يؤكد وجود علاقة توازنية مستقرة وطويلة الأجل بين المتغيرات المناخية وإنتاجية كل من محصولي القمح والشعير.

5- **الإختبارات التشخيصية للنماذج(Diagnostics Tests)** للتأكد من جودة وموثوقية النتائج المقدرة في الجدول(6)، تم إجراء مجموعة من الاختبارات التشخيصية على بواقي نماذج الانحدار المقدرة. تهدف هذه الاختبارات إلى التحقق من صحة الفروض الأساسية لنموذج الانحدار الخطي، وفيما يلي عرض لنتائج تلك الاختبارات. والجدول رقم(8): نتائج فحص بواقي نموذج أثر تغير المناخ على إنتاجية القمح والشعير(من تقديرات الجدول 6)

تستخدم الاختبارات التشخيصية للحكم على مدى ملائمة النموذج المستخدم في قياس المرونة المقدرة في الاجل الطويل للتأكد من جودة النموذج المستخدم في تحليل وعدم تضمينه الاخطاء ومشاكل القياس، وفيما يلى اجراء تلك الاختبارات:

أ- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي :(Residual Normality Test) يستخدم هذا الاختبار للكشف عن التوزيع الطبيعي لبواقي النموذج المقدر إذ يعتمد على إحصائية جاركويرا إذ يبين جدول(8) على أنّ إحصائية جاركويرا أقل من القيمة الجدولية للتوزيع حيث تساوى(0.75) (0.73) على التوالي، كما أنّ نيلة الاحتمال الحرج بلغت(0.88)، (0.431) وهى أكبر من نسبة المعنوية (0.05) التى تقبل الفرض الصفري القائل بأنّ البواقي تتوزع توزيعا طبيعيا.

ب- اختبار مشكلة عدم ثبات تباين حد الخطأ : ARCH Testيستخدم هذا الاختبار للكشف عن مشكلة عدم ثبات تباين حد الخطأ حيق يعتمد على مضاعف لاجرانج LM حيث تبين أن معنوية قيمة (F)

قد بلغن حوالى (0.41) ،(0.41) وهى اكبر من مستوى معنوية (0.05) وبالتالى نرفض الفرضيات الصفرية ونقبل الفرض البديل بعدم وجود مشكلة عدم ثبات تباين حد الخطأ لمعالم النموذجين المقدرين فى الجدول (8) .

ج- اختبار الارتباط الذاتى بين الاخطاء: (LM Test) :يستخدم هذا الاختبار للكشف عن مدى إمكانية وجود ارتباط تسلسلي بين أخطاء النموذج المقدر وذلك لمعرفة إمكانية قبول فرضية العدم القائلة بأنّه لا توجد مشكلة ارتباط ذاتي تسلسلي بين معالم النموذجين المقدرين، إذ اتضح أنّ معنوية قيمة ( ) قد بلغت (0.55) ، (0.55) وهى أكبر من مستوى معنوية(0,05)، وبالتالي نقبل الفرضية الصفرية بعدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي تسلسلي بين أخطاء معالم النموذجين المقدرين في جدول(8).

جدول(8): نتائج فحص بواقي نموذج أثر تغيرات المناخية على إنتاجية القمح والشعيرفى محافظة اربيل للفترة 2003- 2023.

انتاجية القمح	اختبار الارتباط الذاتىLM Test Breusch-Godfrey Serial Correlation	اختبار عدم ثبات التباينTest: ARCH Heteroskedasticity	اختبار التوزيع الطبيعىJarque-Bera Test
	F-statistic = 0.61Prob. F(2,13) = 0.55	F-statistic = 0.73Prob. F(1,19) = 0.41	Jarque-Bera=0.75 Prob. = 0.88
انتاجية الشعير	F-statistic = 0.61 Prob. F(2,13) = 0.55	F-statistic = 0.73 Prob. F(1,19) = 0.41	F-statistic = 0.73 Prob. F(1,19) = 0.41

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات جدول(6) باستخدام برنامج.Eviews 10

التوصيات الاستنتاجات

اولا: الاستنتاجات

1.تؤكد التحليلات القياسية أن الزراعة البعلية في أربيل تعتمد بشكل كبير على الأمطار، حيث تؤدي زيادة 1% في الهطول إلى زيادة تتراوح بين 0.45% و 0.48% في إنتاجية القمح والشعير على التوالي. وقد أثبت اختبار جرانجر أن الأمطار هي المتغير المسبب الوحيد لتقلبات الإنتاجية، دون تأثير معنوي للمتغيرات المناخية الأخرى التي تم دراستها.

2.2- يظهر النظام الزراعي في المنطقة هشاشة واضحة وتقلبات حادة في الإنتاج، ويتضح ذلك من التباين الشديد بين مواسم الجفاف(مثل 2008) ومواسم الوفرة (2019 و 2020)، مما يؤكد غياب الاستقرار واعتماد الإنتاج على الظروف الموسمية بشكل كامل.

3.3- هناك علاقة إيجابية وقوية جدًا بين إنتاجية القمح والشعير(r = 0.812) ، مما يشير إلى استجابتهما المتشابهة للظروف المناخية كونهما محصولين شتويين يعتمدان على نفس النظام المطري.

4.4- تؤكد النتائج الدور المحوري للأمطار كعامل شبه وحيد يفسر تقلبات إنتاجية القمح والشعير في النموذج المقدر، حيث لم يظهر للحرارة والرطوبة والعواصف الترابية تأثير معنوي خلال فترة الدراسة.

ثانيا: التوصيات

1.لمواجهة تقلبات الأمطار، يجب التوسع في تقنيات حصاد المياه، وبناء السدود الصغيرة، وتشجيع الري التكميلي لتقليل أثر الجفاف.

2.يجب توجيه البحوث الزراعية نحو تطوير وتبني أصناف محسنة من القمح والشعير تتمتع بمقاومة عالية للجفاف والإجهاد الحراري، وتكون متكيفة مع الظروف المناخية المحلية المتغيرة لضمان استدامة الإنتاج.

3.ينبغي تعميم ممارسات مثل تعديل مواعيد الزراعة بناء على التنبؤات الموسمية، واستخدام تقنيات الزراعة الحافظة التي تعزز كفاءة استخدام المياه وتحافظ على رطوبة وخصوبة التربة.

4.يوصى بتوسيع الدراسات لتشمل مناطق أخرى في إقليم كوردستان وإدراج المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية (مثل أسعار المدخلات، السياسات الحكومية، وتكاليف الإنتاج) لفهم أعمق لديناميكيات الأمن الغذائي.

المصادر : Refrences

1- د. جعفر بهلول جابر الحسيناوي "أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي.. انتاج الحنطة والشعير في العراق 2019-2021 انموذجاً".

2- محمد حميد نعمة وصالح عاتي الموسوي "التغير المناخي وأثره في زراعة محصول القمح في محافظات الفرات الأوسط للمدة (1973-2021)"

3- أسماء محمد الطوخي بهلول، ومرفت أبو اليزيد سليمان عاشور، ومحيي الدين محمد البيجاوي عام 2019 بعنوان "تقدير الآثار الاقتصادية للتغيرات المناخية على محصول القمح في مصر
4- الهذال وياس "دور أثر التغير المناخي على مساحات وإنتاج المحاصيل الزراعية في محافظة ديالى 2024
5- م.د. ميسون طه محمود السعدى، التغيرات المناخية العالمية اسبابها، دلائلها، وتوقعاتها المستقبلية، مجلة كلية التربية الاساسية ، لامجلد 89، 2015.
6- أ.م.د ياسين اشور جوهر،م.د.هيمن نصرالدين محمدأمين، التغير المناخي وأثره فى تحقيق التنمية المستدامة فى العراق"منطقة كرميان انموذجا"، مجلة قضايا سياسية العدد75، 2023.
7- د. مهندس عبدالحكيم بنود، تغير المناخ والتنمبة المستدامة، مؤسسة زايد الدولية للبيئة، الامارات العربية المتحدة، 2022.
8- مشدن وهبية،الاحتباس الحرارى وأثره على التنمية المستدامة فى البلدان النامية، اطروحة دكتورا، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير،قسم علوم التسيير،2018.
9- د.زينب مجدى، تغير المناخ فى الدول العربية:الاثار والسياسات،المجلة الدوالية للسياسات العامة فى مصر مجلد2العدد4، 2023.
10- محمد طبر، سايح بوزيد،على هوارى، تأثير التغير المناخي على لأمن الغذائي فى الجزائر، مجلة الدراسات الاقتصادية الكمية، المجلد 10، العدد01، 2024.
11- حوراء احمد سيد، التغير المناخي أسبابه ونتائجه، المجلة الاكاديمية للابحاث والنسر العلمى، الاصدار الخامس، 2019.
12- وثيقة، الخطة المحلية للتكيف مع تغير المناخ في إقليم كوردستان العراق، 2024. (حكومة اقليم كوردستان، UNDP
13- خالد عبد الحميد حسانين عبد الحميد، قياس الإثر الاقتصادى بتغير المناخ على الأمن الغذلئي المصرى باستخدام منهج ريكاردو"دراسة حالة لمحصولي القمح والأرز، المجلة العلمية للبحوث والدراسات التجارية المجلد37، العددالثالث،2023.
14- هبول محمد، السياسات الزراعية، وإشكالية الأمن الغذائي فى الجزائر دراسة تحليلية تقييمية للفترة "2000-2016"، اطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، العلوم الاقتصادية، 2020.
15- عبد الحكيم حفظ الله، عبد الحليم الحمزة، الأمن الغذائي في الجزائر الأبعاد والمؤشرات دراسة قياسية للفترة (1990-2022)، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية ، المجلد 17، العدد ديسمبر 2024.
16- د. جعفر بهلول جابر الحسيناوي بعنوان "أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي.. انتاج الحنطة والشعير في العراق 2019-2021 انموذجاً" مجلة حمورابى للدراسات ، العدد41 – السنة الحادية العشرة – ربيع 2022 .
17- المركز الخيرية الاسلامية العالمية ، تقدير موفق"التغير المناخي المظاهر والاثار وسينتريوهات الحل" ، مارس 2023.
18 -Ehab Abdelaziz Ibrahim: The impact of climate change on food security dimensions in Egypt by 2070 , Faculty of Agriculture, Cairo University, 2023 .
19 - Food and Agriculture Organization of the United Nation" Climate change and food security: risks and responses" 2015