

The Asymmetric Impact of Climate Change on Food Security in Algeria: An Econometric Analysis Using Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Model

-Mohammed Benchaa¹: Lecturer “B”, Tissemsilt University, Algeria

Received:09/04/2024

Accepted :30/11/2024

Published :31/01/2025

Abstract

This study aims to investigate the asymmetric impact of climate change, represented by rainfall amounts and temperatures, on food security in Algeria during the period extending from 1980 to 2022. For this purpose, a Nonlinear Autoregressive Distributed Lag model was utilized.

The results indicated that climate changes asymmetrically affect food security in Algeria, such that higher amounts of rainfall and lower temperatures will lead to enhanced food security as a result of increased agricultural production, improved food quality, and lower prices, while lower amounts of rainfall and higher temperatures The heat will lead to a decline in the level of food security as a result of a decrease in agricultural production and quality, food spoilage, and high prices.

Key words: Climate change, Food Security, Asymmetric, NARDL Model.

Jel Codes Classification: Q54, Q10, C22.

1 - **Mohammed Benchaa**, mohammed.benchaa@univ-tissemsilt.dz

الأثر غير المتمثل للتغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الجزائر: تحليل قياسي باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة غير الخطي

– محمد بن شاعة¹: أستاذ محاضر "ب"، جامعة تيسمسيلت، الجزائر

تاريخ النشر: 2025/01/31

تاريخ القبول: 2024/11/30

تاريخ الإرسال: 2024/04/09

ملخص

تهدف هذه الدراسة للتحقيق في الأثر غير المتمثل للتغيرات المناخية المتمثلة في كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة على الأمن الغذائي في الجزائر خلال الفترة الممتدة من 1980 إلى غاية 2022، ولأجل هذا الغرض تم استخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة غير الخطي.

وقد لخصت النتائج إلى أن التغيرات المناخية تؤثر بشكل غير متمثل على الأمن الغذائي في الجزائر، بحيث أن ارتفاع كميات الأمطار المتساقطة وانخفاض درجات الحرارة سيؤدي إلى تعزيز الأمن الغذائي نتيجة زيادة الإنتاج الزراعي وتحسين جودة الأغذية وانخفاض أسعارها، في حين أن انخفاض كميات الأمطار المتساقطة وارتفاع درجات الحرارة سيؤدي إلى تراجع مستوى الأمن الغذائي نتيجة انخفاض الإنتاج الزراعي وجودته وتلف الأغذية وارتفاع أسعارها.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية، الأمن الغذائي، غير متمثل، نموذج NARDL.

التصنيف JEL: Q54، Q10، C22.

– مقدمة:

يعتبر موضوع الأمن الغذائي من الموضوعات المهمة التي كانت ولا زالت تحظى باهتمام جميع الدول سواء كانت متقدمة أو نامية، ويرجع ذلك إلى دوره الكبير في تحقيق الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي والسياسي، فإذا لم يحصل أفراد المجتمع على الغذاء الكافي والمغذي قد تتأثر صحتهم نتيجة سوء التغذية ويزيد احتمال حدوث النزاعات والصراعات والاضطرابات الناجمة عن نقص الغذاء، وسيؤثر كل ذلك على استقرار الدولة بمختلف جوانبه كما يعيق تحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية فيها.

إن تحقيق الأمن الغذائي في أي دولة ليس بالأمر الهين نظرا للتحديات الكثيرة التي تقف في طريق بلوغ ذلك، والتي نذكر من بينها تزايد عدد السكان الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على الغذاء، بالإضافة إلى ندرة الموارد الطبيعية كنقص المياه والأراضي الصالحة للزراعة، وتدهور الأراضي الزراعية بسبب التصحر والتلوث، إلا أن أكبر هذه التحديات قد يتمثل في التغيرات المناخية مثل درجات الحرارة وكميات الأمطار المتساقطة والتي يمكن أن تؤثر على الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني، إلا أن هذا التأثير قد يختلف من دولة إلى أخرى.

– إشكالية الدراسة: انطلاقا مما سبق فقد تم صياغة إشكالية الدراسة على النحو الآتي :

كيف تؤثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الجزائر؟

¹ - محمد بن شاعة، mohammed.benchaa@univ-tissemsilt.dz

- **فرضيات الدراسة:** بغرض الإجابة على الإشكالية السابقة تم طرح الفرضيات التالية:
- تؤثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الجزائر بشكل غير متماثل؛
- يؤدي ارتفاع كميات الأمطار المتساقطة إلى تحسين مستوى الأمن الغذائي في الجزائر، بينما يؤدي انخفاض كميات الأمطار المتساقطة إلى تراجع مستوى الأمن الغذائي في الجزائر؛
- يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تراجع مستوى الأمن الغذائي في الجزائر، بينما يؤدي انخفاض درجات الحرارة إلى تحسين مستوى الأمن الغذائي في الجزائر؛

- هدف الدراسة:

إن الهدف الأساسي من وراء هذه الدراسة هو التحقيق في إمكانية وجود تأثير غير متماثل للتغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الجزائر، مما قد يساعد في اتخاذ الإجراءات والتدابير اللازمة لمواجهة هذه التغيرات المناخية والتكيف معها، وبالتالي المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي.

- أهمية الدراسة:

يكتسي موضوع أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي أهمية كبيرة خاصة في ظل زيادة شدة التقلبات المناخية وآثارها المتباعدة على الأمن الغذائي باختلاف الدول، لذلك فإن تحديد طبيعة هذا الأثر في الجزائر سيساعد على صياغة السياسات والاستراتيجيات المناسبة للحد من شدة آثار هذه التقلبات على الأمن الغذائي، الذي يلعب دور كبير في تحقيق الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي والسياسي.

- منهجية الدراسة:

بغرض الإجابة على الإشكالية المطروحة واختبار صحة الفرضيات المذكورة وتحقيق الهدف المنشود من الدراسة، سنعتمد على المنهج التحريبي وذلك من خلال استخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة غير الخطي للتحقيق في طبيعة أثر التغيرات المناخية المتمثلة في درجات الحرارة وكميات الأمطار المتساقطة على الأمن الغذائي في الجزائر خلال الفترة الممتدة من 1980 إلى غاية 2022.

I- الإطار النظري لأثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي:

أصبحت التغيرات المناخية من أكبر التحديات التي تواجهها مختلف دول العالم نظرا لإمكانية تأثيرها الكبير على الأمن الغذائي الذي يعرف بأنه ذلك الوضع الذي يحظى فيه جميع أفراد المجتمع في كل الأوقات بالإمكانات المادية والاقتصادية للحصول على ما يكفي من الغذاء السليم والمغذي، الذي يلبي مختلف حاجاتهم الغذائية من أجل التمتع بحياة صحية ونشطة، يمكن استخلاص من هذا التعريف أن للأمن الغذائي أربعة أبعاد رئيسية ألا وهي الوفرة، الحصول، الاستفادة، الاستقرار (Berry, Dernini, Burlingame, Meybeck, & Conforti, 2015)، والتي قد تؤثر عليها التغيرات المناخية كما يلي:

I-1- وفرة الغذاء:

قد تؤثر التغيرات المناخية بشكل كبير على وفرة الغذاء التي تشير إلى توفير كميات كافية من الأغذية سواء من خلال مستويات الإنتاج أو مستويات المخزون أو الواردات، باختصار فهي ترتبط بجانب العرض (Ahmad, Alem, & Sk,

(2021)، من خلال ارتفاع درجات الحرارة وتذبذب كميات الأمطار المتساقطة والظواهر الجوية المتطرفة مثل الفيضانات والجفاف بحيث ستؤدي إلى انخفاض الإنتاج النباتي بمختلف أنواعه مثل القمح، الأرز، الذرة. كما ستتسبب أيضا في انخفاض الإنتاج الحيواني نتيجة قلة الأعلاف وانتشار الأمراض بين المواشي والدواجن، وبالتالي سيؤثر كل ذلك على كميات الغذاء المتاح للاستهلاك (Firdaus, Senevi Gunaratne, Rahmat, & Kamsi, 2019).

I-2- الحصول على الغذاء:

يشير مفهوم الحصول على الغذاء إلى تمتع جميع الأفراد بالإمكانية المادية والاجتماعية والاقتصادية للحصول على الغذاء الكافي والمغذي في كل الأوقات (Ahmad, Alem, & Sk, 2021). إن تراجع الكميات المعروضة من الأغذية وزيادة تكاليف إنتاجها نتيجة التغيرات المناخية سيتسبب في ارتفاع أسعارها مما يصعب على الأفراد خاصة ذوي الدخل المنخفض الحصول على الغذاء نتيجة تدهور قدرتهم الشرائية، كما يمكن أن يؤدي تلف المحاصيل الزراعية نتيجة التغيرات المناخية إلى انخفاض دخل سكان الأرياف الذين يعتمدون على الزراعة كمصدر رئيسي لدخلهم وبالتالي إعاقه حصولهم على الغذاء، بالإضافة إلى ذلك قد تؤدي الزلازل والفيضانات إلى إتلاف البنية التحتية مثل شبكات النقل مما يعيق وصول المنتجات الغذائية إلى الأسواق وهذا ما سيزيد أيضا من صعوبة حصول أفراد المجتمع على الغذاء (El Bilali, Bassole, Dambo, & Berjan, 2020).

I-3- الاستفادة من الغذاء:

تركز الاستفادة من الغذاء على كيفية انتفاع الجسم واستخدامه للعناصر الغذائية الموجودة في الأغذية المستهلكة كالبروتينات والفيتامينات وغيرها وبالتالي فهي ترتبط بجودة الغذاء وسلامته (Leroy, Ruel, Frongillo, Harris, & Ballard, 2015). إن ارتفاع مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون ودرجات الحرارة وتكرار موجات الجفاف سيتسبب في انخفاض جودة ونوعية الأغذية من خلال تراجع القيمة الغذائية لها بل قد تفسد وتتلوث نتيجة ذلك، مما سيترتب عليه زيادة احتمال انتشار الأمراض والمشاكل الصحية بسبب سوء التغذية والجراثيم (Burke & Lobell, 2010).

I-4- الاستقرار:

يرتبط مفهوم الاستقرار باستقرار الأبعاد الثلاثة السابقة للأمن الغذائي مع مرور الوقت، أو بعبارة أخرى لا بد أن يتمتع جميع الأفراد بإمكانية الحصول على كميات كافية من الغذاء السليم والمغذي في الحاضر والمستقبل وبصفة دورية (EC FAO Food Security Programme, 2008). يعتبر استقرار الإمدادات الغذائية أمر بالغ الأهمية لتحقيق الأمن الغذائي، إلا أن التغيرات المناخية ستؤدي إلى مزيد من عدم اليقين في وفرة الغذاء والحصول عليه، يمكن أن تؤدي الظواهر الجوية المتطرفة كالأعاصير والفيضانات مثلا إلى إتلاف المحاصيل الزراعية مما يؤثر على كميات الغذاء المعروضة وأسعارها في الأسواق، كما يمكن أن تحدث التغيرات المناخية اضطرابات في دورات إنتاج الغذاء بحيث يتغير توقيت نمو بعض المحاصيل مما يجعل من الصعب على الفلاحين التخطيط لضمان إنتاج مستقر، كما يصعب على الأفراد والمجتمعات وضع خطط مناسبة لتلبية احتياجاتهم الغذائية، وبالتالي ستتفاقم مشكلة انعدام الأمن الغذائي (Schmidhuber & Tubiell, 2007).

II- الدراسات التجريبية:

هناك العديد من الدراسات التجريبية التي قامت بالتحقيق في طبيعة أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي، مما قد يساعد على إيجاد خطط للتكيف مع هذه التغيرات المناخية التي أصبح يشوبها الكثير من عدم اليقين والحفاظ على استقرار الأمن الغذائي نظرا لأهمية هذا الأخير في تحقيق الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي والسياسي، إلى أن النتائج التي توصلت إليها اختلفت ومن بين هذه الدراسات نذكر ما يلي:

سعى (Chandio, et al., 2023) للبحث في طبيعة أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الأجل الطويل في عينة مكونة من 6 دول في جنوب آسيا خلال الفترة الممتدة من 1991 إلى 2016 باستخدام معطيات البانل، واعتمد طريقة المربعات الصغرى الديناميكية (PD-LS) لتقدير نموذج الدراسة، أكدت النتائج وجود علاقة تكامل مشترك طويل الأجل بين متغيرات الدراسة، وكشفت نتائج التقدير أن لدرجات الحرارة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون أثر سلبي ومعنوي على الأمن الغذائي، في حين تؤثر كميات الأمطار المتساقطة بشكل إيجابي ومعنوي على الأمن الغذائي، وقد أوصى الباحثون سلطات الإرشاد الزراعي بتوفير المعلومات حول التغيرات المناخية في المجتمعات الزراعية للتعامل مع الآثار السلبية والمفاجئة لها على الإنتاج الزراعي.

في نفس السياق حقق (Affoh, Zheng, Dangu, & Dissani, 2022) في أثر التغيرات المناخية المتمثلة في كمية الأمطار ودرجات الحرارة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون على أبعاد الأمن الغذائي الثلاثة المتمثلة في الوفرة والحصول والاستفادة في 25 دولة إفريقية في جنوب الصحراء الكبرى خلال الفترة الممتدة من 1985 إلى 2018 بالاعتماد على نموذج Panel-ARDL الذي تم تقديره باستخدام Pooled Mean Group. وقد أسفرت النتائج أن لكمية الأمطار المتساقطة أثر إيجابي ومعنوي على كل من وفرة الغذاء، والحصول عليه، والاستفادة منه في الأجل الطويل، في المقابل إن ارتفاع درجات الحرارة سيضر بوفرة الغذاء والحصول عليه إلا أنه لم يكن لها أي تأثير على الاستفادة من الغذاء، في حين أن لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون أثر إيجابي ومعنوي على وفرة الغذاء والحصول عليه، إلا أنها لا تؤثر على استخدام الغذاء.

أما (Ceesay & Ndiaye, 2022) فقد حاولا اكتشاف طبيعة العلاقة بين التغيرات المناخية والأمن الغذائي والنمو الاقتصادي في غامبيا بالاعتماد على سلاسل زمنية سنوية للفترة الممتدة من 1971 إلى 2020 واستخدم لأجل ذلك نموذج الانحدار الذاتي VAR ونموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة ARDL، وقد لخصت النتائج إلى أن التغير في متوسط هطول الأمطار السنوي الذي تم اعتباره كوكيل للتغيرات المناخية أثر معنوي وسلبي على الأمن الغذائي.

كما بحث (Abbas, Kousar, & Khan, 2022) في أثر تغيرات المناخية على الأمن الغذائي في مناطق البنجاب في باكستان خلال الفترة الممتدة من 1979 إلى 2020، واستخدم لأجل ذلك نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة ARDL، وقد توصلت هذه الدراسة إلى أن درجات الحرارة القصوى والدنيا تؤثر بشكل سلبي ومعنوي على الأمن الغذائي في جميع مناطق البنجاب باستثناء شمال البنجاب حيث تؤثر درجات الحرارة القصوى عليه بشكل إيجابي ومعنوي، في حين تؤثر كميات الأمطار بشكل سلبي ومعنوي على الأمن الغذائي في جميع مناطق البنجاب، بينما تؤثر سرعة الرياح سلبًا على إنتاج الغذاء في جميع مناطق البنجاب باستثناء شمال البنجاب.

وبالنسبة لدراسة (Mahjoubi & Mkaddem, 2022) فقد سعت لقياس أثر التغيرات المناخية المتمثلة في كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة على إنتاج الحبوب في الجزائر للفترة الممتدة من 1990 إلى 2019، واستخدم لأجل ذلك نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة ARDL، وقد أظهرت نتائج التقدير أن كميات الأمطار المتساقطة تعزز إنتاج الحبوب في الأجل الطويل بينما ليس لها أثر معنوي عليه في الأجل القصير، في حين أن درجات الحرارة تعزز إنتاج الحبوب في الأجل القصير فقط بينما ليس لها تأثير معنوي عليه في الأجل الطويل. ومن جهة أخرى حاول (Mahrous, 2019) التحقيق في أثر التقلبات المناخية على الأمن الغذائي في عينة مكونة من 5 دول من مجموعة دول شرق إفريقيا خلال الفترة الممتدة من 2000 إلى 2014 باستخدام معطيات البانل، وأشارت نتائج التقدير إلى أن كميات الأمطار لها تأثير إيجابي ومعنوي على الأمن الغذائي في المنطقة، في حين أن لدرجات الحرارة تأثير سلبي ومعنوي على الأمن الغذائي. أو بعبارة أخرى إن زيادة تهاطل الأمطار ستؤدي إلى تحسين الإنتاج الغذائي في حين أن ارتفاع درجات الحرارة سيشكل تحديا أمام تحقيق الأمن الغذائي في هذه الدول. أما دراسة (Idumah, Mangodo, Ighodaro, & Owombo, 2016) فقد تناولت أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في نيجيريا خلال الفترة الممتدة من 1975 إلى 2010، ولأجل ذلك تم تقدير نموذج شعاع تصحيح الخطأ VECM بعدما كشف اختبار Johansen وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة، وقد أشارت نتائج التقدير إلى أن لكل من كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة والرطوبة أثر سلبي ومعنوي على الإنتاج الزراعي، بينما يتأثر هذا الأخير إيجابا بكميات الأمطار المتساقطة في الأجل القصير، مما دل على أن كميات الأمطار المتساقطة عبارة عن محدد رئيسي في تحقيق الأمن الغذائي في نيجيريا، وهذا ما يستدعي تدخل الحكومة لوضع سياسات بغرض التخفيف من الآثار الضارة الناجمة عن عدم كفاية تساقط الأمطار أو تساقط الأمطار الغزيرة التي من المحتمل أن تتسبب في الجفاف والفيضانات على الترتيب، ويجب أيضا توعية المزارعين على التكيف مع هذه التغيرات المناخية.

ومن جهة أخرى قام (Wang, 2010) بالتحقيق في أثر أسعار الغذاء والتغيرات المناخية على الأمن الغذائي في عينة مكونة من 27 مقاطعة في الصين خلال الفترة الممتدة من 1985 إلى 2007 باستخدام البانل الديناميكي، ووفقا لنتائج تقدير SYS-GMM تبين أن التغيرات المناخية ستؤثر على الأمن الغذائي بشكل سلبي ومعنوي، أي أن التغيرات المناخية ستقلص من إنتاج الغذاء مما يؤدي إلى انخفاض الإمدادات الغذائية، لهذا أوصى الباحث بالاهتمام بالتنبؤات الجوية لتقليل مخاطر.

III- منهجية الدراسة:

من أجل تحديد طبيعة أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الجزائر، تضمنت هذه الدراسة سلاسل زمنية سنوية للفترة الممتدة من 1980 إلى غاية 2022، وقد تمثّل المتغير التابع في مؤشر إنتاج الغذاء الذي تم اعتباره كوكيل (PROXY) للأمن الغذائي في الجزائر (FPI_t) وتم الحصول عليه من قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية (World Development Indicators)، أما بالنسبة للمتغيرات المستقلة فتمثلت في التغيرات المناخية والتي تم التعبير عنها بالمتوسط السنوي لكميات الأمطار المتساقطة ($RAIN_t$)، والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة ($TEMP_t$) بحيث تم الحصول عليها من بوابة المعرفة الخاصة بالتغيرات المناخية (climate change).

(knowledge portal)، كما تم إضافة ثلاثة متغيرات نوعية في النموذج لتعديل وتصحيح الانكسارات الهيكلية (Breakpoint).

وستعتمد هذه الدراسة على نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة غير الخطي NARDL الذي تم طرحه من طرف (Shin, Yu, & Greenwood-Nimmo, 2014)، بحيث يسمح بالتقاط الأثر غير المتماثل في الأجلين القصير والطويل، كما أن ما يميز هذا الأخير عن باقي تقنيات التكامل المشترك أنه لا يشترط أن تكون السلاسل الزمنية للمتغيرات متكاملة من نفس الدرجة، بل بالإضافة إلى ذلك فهو يعطي نتائج تقدير أفضل منها في حالة العينات الصغيرة، إلا أنه لا يمكن استخدامه في حالة وجود سلسلة زمنية متكاملة من الدرجة الثانية أو أعلى، ويعتبر هذا النموذج بمثابة امتداد لنموذج ARDL (Shahzad, Nor, & Ferrer, 2017) بغرض تبسيط صياغة العلاقة الرياضية لنموذج NARDL سننطلق من نموذج ARDL الذي يكتب الشكل العام له في هذه الحالة كالآتي:

$$\Delta FPI_t = \psi + \zeta_0 FPI_{t-1} + \zeta_1 RAIN_{t-1} + \zeta_2 TEMP_{t-1} + \hat{a}_1 DUMV_1 + \hat{a}_2 DUMV_2 + \hat{a}_3 DUMV_3 + \sum_{i=1}^{p-1} \hat{a}_{1i} \Delta FPI_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \hat{a}_{2i} \Delta RAIN_{t-i} + \sum_{i=0}^{n-1} \hat{a}_{3i} \Delta TEMP_{t-i} + u_t \quad (1)$$

وقد تم إدخال اللوغاريتم العشري على جميع المتغيرات بغرض تفسير الملاحظات على أساس مرونة بالإضافة إلى التخلص من مشكلة عدم ثبات تباين بواقي التقدير. يعتمد اشتقاق نموذج NARDL في حالتنا هذه على فكرة تفكيك كميات الأمطار المتساقطة، ودرجات الحرارة إلى مجموع تراكمي جزئي من التغيرات الإيجابية ومجموع تراكمي جزئي من التغيرات السلبية وذلك كما يلي:

$$RAIN_t^+ = \sum_{i=1}^t \Delta RAIN_i^+ = \sum_{i=1}^t \text{Max}(\Delta RAIN_i, 0) \dots \dots \dots (2)$$

$$RAIN_t^- = \sum_{i=1}^t \Delta RAIN_i^- = \sum_{i=1}^t \text{Min}(\Delta RAIN_i, 0) \dots \dots \dots (3)$$

$$TEMP_t^+ = \sum_{i=1}^t \Delta TEMP_i^+ = \sum_{i=1}^t \text{Max}(\Delta TEMP_i, 0) \dots \dots \dots (4)$$

$$TEMP_t^- = \sum_{i=1}^t \Delta TEMP_i^- = \sum_{i=1}^t \text{Min}(\Delta TEMP_i, 0) \dots \dots \dots (5)$$

يعرف كل من $(RAIN_t^+)$ و $(TEMP_t^+)$ بالزيادة في كميات الأمطار المتساقطة والزيادة في درجات الحرارة على الترتيب، بينما يعرف كل من $(RAIN_t^-)$ و $(TEMP_t^-)$ بالانخفاض في كميات الأمطار المتساقطة والانخفاض في درجات الحرارة على الترتيب، بدمج هذه المتغيرات في المعادلة (1) نحصل على الصيغة الرياضية لنموذج NARDL والتي تعطى كما يلي:

$$\Delta FPI_t = \psi + \zeta_0 FPI_{t-1} + \zeta_1^+ RAIN_{t-1}^+ + \zeta_1^- RAIN_{t-1}^- + \zeta_2^+ TEMP_{t-1}^+ + \zeta_2^- TEMP_{t-1}^- + \hat{a}_1 DUMV_1 + \hat{a}_2 DUMV_2 + \hat{a}_3 DUMV_3 + \sum_{i=1}^{p-1} \hat{a}_{1i} \Delta FPI_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} (\hat{a}_{2i}^+ \Delta RAIN_{t-i}^+ + \hat{a}_{2i}^- \Delta RAIN_{t-i}^-) + \sum_{i=0}^{n-1} (\hat{a}_{3i}^+ \Delta TEMP_{t-i}^+ + \hat{a}_{3i}^- \Delta TEMP_{t-i}^-) + u_t \quad (6)$$

بعد تقدير المعادلة (6) باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية، سنعتمد على اختبار الحدود بهدف الكشف عن إمكانية وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة وتعطى فرضياته على النحو التالي:

$$H_0: \varphi_0 = \varphi_1^+ = \varphi_1^- = \varphi_2^+ = \varphi_2^- = 0$$

$$H_1: \varphi_0 \neq \varphi_1^+ \neq \varphi_1^- \neq \varphi_2^+ \neq \varphi_2^- \neq 0$$

يتم مقارنة إحصائية فيشر المحسوبة F_{stat} مع إحصائية F_{pss} الجدولة والتي تتضمن قيمتين حرجتين، قيمة الحد الأدنى $I(0)$ وقيمة الحد الأعلى $I(1)$ ، فإذا كانت إحصائية F_{stat} أصغر من قيمة الحد الأدنى نقبل الفرضية الصفرية والتي تنص على غياب علاقة تكامل مشترك، أما إذا كانت إحصائية F_{stat} تقع بين قيمة الحد الأدنى وقيمة الحد الأعلى فسنكون أمام حالة عدم التأكد من وجود علاقة تكامل مشترك، وفي حالة جاءت إحصائية F_{stat} أكبر من قيمة الحد الأعلى فسنرفض الفرضية الصفرية أي هناك علاقة تكامل مشترك.

بعد التأكد من وجود علاقة تكامل مشترك، سنعتمد على Wald Test للتحقيق في إمكانية وجود تأثير غير متماثل لكميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة على الأمن الغذائي في كل من الأجل الطويل والأجل القصير، وتكتب فرضيات اختبار التماثل في الأجل الطويل كالاتي:

بالنسبة لكميات الأمطار المتساقطة:

$$H_0: -\varphi_1^+/\varphi_0 = -\varphi_1^-/\varphi_0$$

$$H_1: -\varphi_1^+/\varphi_0 \neq -\varphi_1^-/\varphi_0$$

بالنسبة لدرجات الحرارة:

$$H_0: -\varphi_2^+/\varphi_0 = -\varphi_2^-/\varphi_0$$

$$H_1: -\varphi_2^+/\varphi_0 \neq -\varphi_2^-/\varphi_0$$

بحيث تمثل كل من $\rho_1^+ = -\eta_1^+/\eta_0$ ، $\rho_1^- = -\eta_1^-/\eta_0$ و $\rho_2^+ = -\eta_2^+/\eta_0$ ، $\rho_2^- = -\eta_2^-/\eta_0$ معلمات الأجل الطويل غير المتماثلة، والتي يمكن حسابها انطلاقا من المعادلة (6)، بحيث أن رفض الفرضية الصفرية يدل على وجود تأثير غير متماثل في الأجل الطويل، أما بالنسبة لاختبار التماثل في الأجل القصير فتكتب فرضياته كما يلي:

بالنسبة لكميات الأمطار المتساقطة:

$$H_0: \sum_{i=0}^{q-1} \hat{a}_{2i}^+ = \sum_{i=0}^{q-1} \hat{a}_{2i}^-$$

$$H_1: \sum_{i=0}^{q-1} \hat{a}_{2i}^+ \neq \sum_{i=0}^{q-1} \hat{a}_{2i}^-$$

بالنسبة لدرجات الحرارة:

$$H_0: \sum_{i=0}^{n-1} \hat{a}_{3i}^+ = \sum_{i=0}^{n-1} \hat{a}_{3i}^-$$

$$H_1: \sum_{i=0}^{n-1} \hat{a}_{3i}^+ \neq \sum_{i=0}^{n-1} \hat{a}_{3i}^-$$

إن رفض الفرضية الصفرية يعني وجود تأثير غير متماثل في الأجل القصير. يمكن التقاط الاستجابة غير المتماثلة في الأمن الغذائي الناتجة عن التغيرات الإيجابية والسلبية في كل من كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة بواسطة المضاعفات الديناميكية الإيجابية والسلبية كما يلي:

بالنسبة لكميات الأمطار المتساقطة:

$$M_h^+ = \sum_{i=0}^h \frac{\partial FPI_{t+i}}{\partial RAIN_t^+}$$

$$M_h^- = \sum_{i=0}^h \frac{\partial FPI_{t+i}}{\partial RAIN_t^-}$$

$$\lim_{h \rightarrow \infty} M_h^+ = \rho_1^+ \quad ; \quad \lim_{h \rightarrow \infty} M_h^- = \rho_1^- \quad \text{بحيث أن:}$$

بالنسبة لدرجات الحرارة:

$$F_h^+ = \sum_{i=0}^h \frac{\partial FPI_{t+i}}{\partial TEMP_t^+}$$

$$F_h^- = \sum_{i=0}^h \frac{\partial FPI_{t+i}}{\partial TEMP_t^-}$$

$$\lim_{h \rightarrow \infty} F_h^+ = \rho_2^+ \quad ; \quad \lim_{h \rightarrow \infty} F_h^- = \rho_2^- \quad \text{بحيث أن:}$$

بناءً على المضاعفات المقدرة نستطيع رصد التعديلات الديناميكية من التوازن الأولي إلى التوازن الجديد بين متغيرات النظام، في ظل الصدمات التي تؤثر على النظام.

IV- تحليل ومناقشة نتائج التقدير:

IV-1- اختبار التكامل المشترك

يرتكز اختبار الحدود (Bound Test) على فرضية مفادها أن السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة لا يجب أن تكون مستقرة عند الفرق الثاني أو أعلى، وفي حالة تحقق ذلك فإنه لا يمكن استخدام هذا الاختبار، لذلك لابد من التطرق أولاً لفحص جذر الوحدة في متغيرات الدراسة، ولأجل ذلك سنستخدم على كل من اختبار ديكي فولر المطور (ADF)، واختبار فيليب بيرون (PP).

جدول رقم (01): نتائج اختبار جذر الوحدة.

الاختبار	اختبار (PP)						اختبار (ADF)					
	عند الفرق الأول I(1)			عند المستوى I(0)			عند الفرق الأول I(1)			عند المستوى I(0)		
	None	Constant & Trend	Constant	None	Constant & Trend	Constant	None	Constant & Trend	Constant	None	Constant & Trend	Constant
FPI_t	-6.14 [0.00] (***)	-8.71 [0.00] (***)	-8.91 [0.00] (***)	4.78 [1.00]	-3.28 [0.08] (*)	-0.38 [0.90]	-6.11 [0.00] (***)	-7.34 [0.00] (***)	-7.43 [0.00] (***)	2.83 [0.99]	-3.28 [0.08] (*)	-0.55 [0.86]
RAIN_t	-20.60 [0.00] (***)	-26.39 [0.00] (***)	-20.64 [0.00] (***)	-0.90 [0.31]	-6.01 [0.00] (***)	-6.05 [0.00] (***)	-12.91 [0.00] (***)	-12.76 [0.00] (***)	-12.76 [0.00] (***)	-0.32 [0.56]	-5.95 [0.00] (***)	-5.98 [0.00] (***)
TEMP_t	-11.42 [0.00] (***)	-27.88 [0.00] (***)	-28.57 [0.00] (***)	2.78 [0.99]	-4.91 [0.00] (***)	-2.70 [0.08] (*)	-9.26 [0.00] (***)	-9.13 [0.00] (***)	-9.25 [0.00] (***)	-0.63 [0.84]	-5.05 [0.00] (***)	-2.89 [0.05] (**)

ملاحظة: تمثل القيم الواقعة بين عارضتين [...] الاحتمال المرح لكل من إحصائية ADF المحسوبة وإحصائية PP المحسوبة، بينما تشير (*)، (**)، (***) إلى المعنوية عند 10%، 5%، 1% على الترتيب.

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 13.

نلاحظ من خلال الجدول رقم (01) أن جميع متغيرات الدراسة والمتمثلة في مؤشر إنتاج الغذاء وكميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة تستقر إما عند المستوى $I(0)$ أو عند الفرق الأول $I(1)$. بعدما تأكدنا أنه لا توجد أي متغيرة من متغيرات الدراسة تستقر عند الفرق الثاني أو أعلى، سنتنقل الآن إلى اختبار التكامل المشترك لكل من نموذج ARDL الموضح في المعادلة رقم (1)، ونموذج NARDL الموضح في المعادلة رقم (6).

جدول رقم (02): اختبار الحدود للتكامل المشترك.

مستوى المعنوية		فيشر المجدولة F_{pss}	فيشر المحسوبة F_{stat}	النموذج
5%	1%			
3.43	4.77	$I(0)$	3.36	ARDL
4.26	5.85	$I(1)$		
2.89	3.96	$I(0)$	8.91	NARDL
4.00	5.45	$I(1)$		

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 13.

يظهر من خلال الجدول رقم (02) أن إحصائية $F_{stat} = 3.36$ الخاصة باختبار التكامل المشترك في نموذج ARDL الخطي أصغر من إحصائية فيشر المجدولة للحد الأعلى $I(1)$ عند مستوى معنوية 1% و 5%، مما يؤدي إلى قبول الفرضية الصفرية التي تنص على عدم وجود علاقة تكامل مشترك متماثلة بين متغيرات الدراسة. أما بالنسبة لاختبار التكامل المشترك لنموذج NARDL فنلاحظ أن إحصائية $F_{stat} = 8.91$ وهي أكبر من إحصائية

فيشر المجدولة للحد الأعلى (1)I عند مستوى معنوية 1% و 5%، وهذا ما يؤدي إلى رفض الفرضية الصفرية، وبالتالي هناك علاقة تكامل مشترك غير متماثلة بين متغيرات الدراسة.

IV-2- اختبار التكامل المشترك

يعرض جدول رقم (03) نتائج تقدير نموذج NARDL، بعد اختيار عدد التأخيرات الأمثل وفق معيار (SIC)، حيث نلاحظ من خلال الجدول أن معلمة تصحيح الخطأ ذات إشارة سالبة كما أنها معنوية إحصائياً عند مستوى 5%، وهذا ما يؤكد وجود علاقة طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة، وبالتالي فإن سرعة تعديل الاختلالات من الأجل القصير إلى الأجل الطويل تقدر بنحو 78.73%، أو بعبارة أخرى يمكن القول بأن سرعة تعديل الاختلالات ستستغرق حوالي 15 شهراً بالتقريب.

جدول رقم (03): نتائج تقدير نموذج NARDL.

نموذج تصحيح الخطأ			
المتغيرات	المعلومات	إحصائية ستودنت	الاحتمال المقابل
ΔFPI_{t-1}	-0.326089	-3.720062	0.0009
$\Delta RAIN_t^+$	0.155397	2.788853	0.0092
$\Delta RAIN_t^-$	0.319412	5.376587	0.0000
$\Delta TEMP_t^+$	-8.253471	-5.637212	0.0000
$\Delta TEMP_t^-$	1.302136	1.065952	0.2952
$\Delta TEMP_{t-1}^+$	-5.571262	-4.619635	0.0001
$\Delta TEMP_{t-1}^-$	2.894463	2.128715	0.0419
$DUMV_1$	-0.069730	-4.972965	0.0000
$DUMV_2$	0.162279	8.440646	0.0000
$DUMV_3$	0.054556	3.328699	0.0024
ECT_{t-1}	-0.787359	-8.038169	0.0000
نموذج الأجل الطويل			
$\hat{\delta}$	1.430944	32.85421	0.0000
$RAIN_t^+$	0.704327	4.851886	0.0000
$RAIN_t^-$	0.307518	2.618589	0.0130
$TEMP_t^+$	-4.290493	-2.147692	0.0387
$TEMP_t^-$	-3.912386	-2.198947	0.0346
اختبارات التماثل			
درجات الحرارة		كميات الأمطار المتساقطة	
W_{LRT} : 0.060618 [0.8076]	W_{LRR} : 20.67844 [0.0001]		
W_{SRT} : 9.277426 [0.0056]	W_{SRR} : 1.269330 [0.2710]		
$W_{LRT-SRT}$: 4.641730 [0.0198]	$W_{LRR-SRR}$: 11.78506 [0.0003]		
اختبارات تشخيص النموذج			
BPG Test:1.02 [0.46]		Serial Correlation LM (1):3.07 [0.07]	
Jarque Bera Test: 1.45 [0.48]		Serial Correlation LM (2):2.95 [0.10]	
Arch Test: 0.43 [0.51]		Ramsey Reset Test: 3.51 [0.074]	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 13.

يظهر من خلال الجدول رقم (03) حسب اختبارات التماثل وجود تأثير غير متماثل معنوي إحصائيا لكميات الأمطار المتساقطة على الأمن الغذائي في الأجل الطويل إلا أنه غير معنوي في الأجل القصير، لكن اختبار التماثل في الأجلين الطويل والقصير معا كان معنوي إحصائيا، كما يظهر من خلال نفس الجدول وجود تأثير غير متماثل معنوي إحصائيا لدرجات الحرارة على الأمن الغذائي في الأجل القصير إلا أنه غير معنوي في الأجل الطويل، لكن اختبار التماثل في الأجلين القصير والطويل معا كان معنوي إحصائيا.

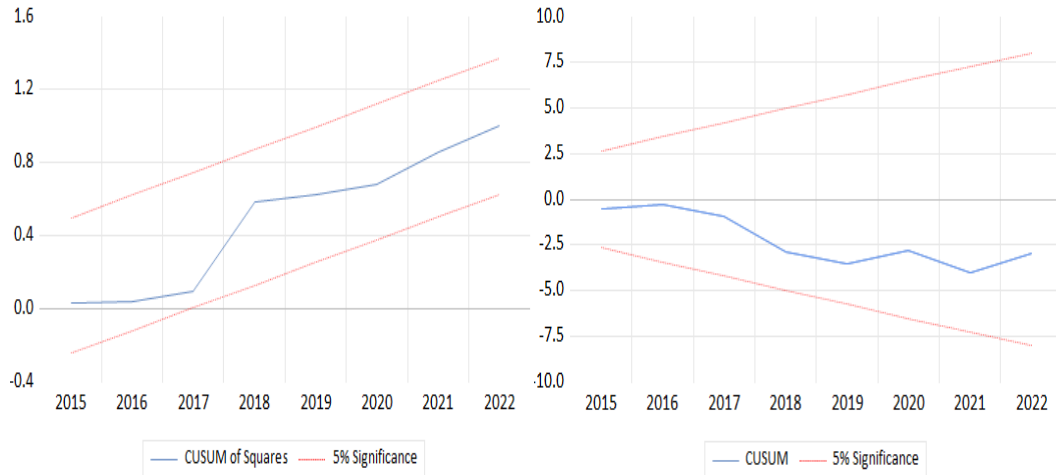
نلاحظ أيضا من خلال الجدول رقم (03) وجود أثر إيجابي ومعنوي لزيادة كميات الأمطار المتساقطة $RAIN_t^+$ على الأمن الغذائي في كل من الأجل القصير والأجل الطويل، فزيادة تساقط كميات الأمطار سيساهم في تحديد مصادر المياه الجوفية والسطحية كما سيعمل على تحسين نوعية التربة مما يترتب عنه زيادة في الإنتاج الزراعي، كما قد يرتفع الإنتاج الحيواني نتيجة توفر المزيد من المراعي والمياه للماشية، بل قد تتحسن أيضا جودة الأغذية نتيجة توفر المياه والظروف البيئية الملائمة لنموها، كما سيرتفع دخل سكان المناطق الريفية الذين يعتمدون على الفلاحة كمصدر لدخلهم، وبالتالي فإن كل العوامل السابقة ستعمل على توفير المزيد من الغذاء وتحسين جودة وتسهيل عملية الحصول عليه مما يعزز الأمن الغذائي. كما نلاحظ أن الانخفاض في كميات الأمطار المتساقطة $RAIN_t^-$ سترتب عنه تراجع في الأمن الغذائي، بحيث أن هذا الأثر معنوي إحصائيا في كل من الأجل القصير والأجل الطويل، وقد يعزى ذلك إلى موجات الجفاف التي سترتب عنها تراجع الإنتاج النباتي والحيواني وارتفاع الأسعار وانخفاض دخل الفلاحين، وهذا يؤثر سلبا على الأمن الغذائي.

يظهر من خلال نفس الجدول وجود أثر سلبي ومعنوي لارتفاع درجات $TEMP_t^+$ الحرارة على الأمن الغذائي في كل من الأجل الطويل والأجل القصير، لأن ارتفاع درجات الحرارة قد يتسبب في تراجع الإنتاج النباتي والحيواني بسبب تبخر المياه وانتشار الآفات والأمراض التي تصيب النباتات والحيوانات كما ستخفض جودة الأغذية وترتفع أسعارها، وبالتالي سيتأثر الأمن الغذائي سلبا بكل ذلك.

كما يظهر أن انخفاض درجات الحرارة $TEMP_t^-$ سترتب عنه تحسن في الأمن الغذائي، بحيث أن هذا الأثر معنوي إحصائيا في كل من الأجل القصير والأجل الطويل، فانخفاض درجات الحرارة سيعمل على تخفيض معدلات تبخر المياه وزيادة إنتاجية العديد المحاصيل كالحبوب وبعض الخضروات، كما سيوفر الظروف البيئية المواتية لتربية الماشية، بل ستساعد أيضا على تحسين ظروف تخزين الأغذية لمدة طويلة دون تلف، وسيساهم كل هذا في زيادة الإنتاج النباتي والحيواني وتخفيض الأسعار وبالتالي تعزيز وضع الأمن الغذائي.

أما بالنسبة لاختبارات تشخيص النموذج الموضحة في جدول رقم (03)، فيظهر أن الاحتمال الحرج لإحصائية اختبار LM المحسوبة عند التأخير الأول والثاني كانت على الترتيب [0.07] و [0.10] وهي غير معنوية مما يدل على أن النموذج المقدر لا يحتوي على مشكلة الارتباط الذاتي لبواقي التقدير، كما كان الاحتمال الحرج لإحصائية اختبار BPG المحسوبة [0.46] مما يوحي أن تباين البواقي ثابت كما أثبت اختبار ARCH أن التباين الشرطي للبواقي ثابت، وبالنسبة للاحتمال الحرج لإحصائية اختبار Jarque Bera المحسوبة فكان [0.48] وبالتالي فإن البواقي تتبع التوزيع الطبيعي، كما جاء الاحتمال الحرج لإحصائية اختبار Ramsey Reset المحسوبة [0.074] وهذا ما يؤكد صحة شكل النموذج المقدر.

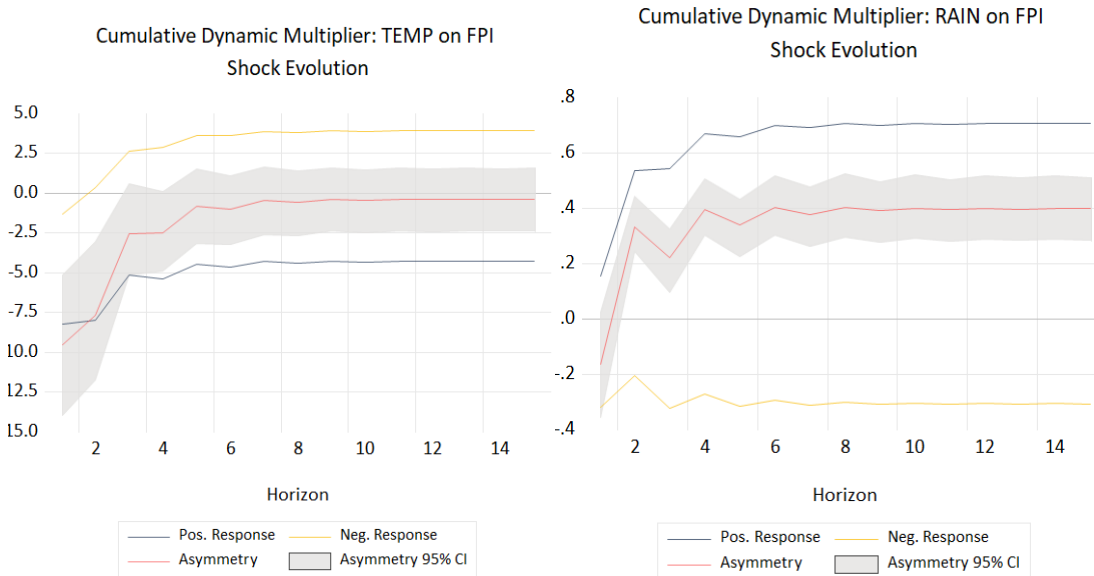
شكل رقم (01): نتائج اختبار الاستقرار الهيكلي



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 13.

بينما يعرض الشكل رقم (01) نتائج اختبار الاستقرار الهيكلي للنموذج المقدر والذي يتضح من خلاله أن كل من المجموع التراكمي للبواقي والمجموع التراكمي لمربعات البواقي تتحرك داخل حدود معنوية 5% مما يؤكد أن النموذج مستقر هيكلياً.

شكل رقم (02): آثار المضاعفات الديناميكية.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 13.

يبين الشكل رقم (02) الآثار الديناميكية للتغيرات الإيجابية والسلبية في كل من كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة، حيث يستجيب الأمن الغذائي بشكل أكبر للارتفاع في كميات الأمطار المتساقطة مقارنة مع انخفاضها، كما سيستجيب الأمن الغذائي أيضاً بشكل أكبر للارتفاع في درجات الحرارة مقارنة بانخفاضها، وبالتالي يمكن القول أن

المضاعفات الديناميكية المحسوب من نموذج NARDL مع الأثر غير المتماثل في الأجل الطويل المبين في الجدول 3 يعتبران كدليل على حدوث تعديل غير خطي في الأمن الغذائي بحيث يهيمن على هذا التعديل التغيرات الإيجابية في كل من كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة.

خاتمة:

سعت هذه الدراسة للتحقيق في طبيعة الأثر غير المتماثل للتغيرات المناخية على الأمن الغذائي في الجزائر خلال الفترة الممتدة من 1980 إلى غاية 2022، ولأجل تحقيق هذا الهدف تم التطرق للإطار النظري لأثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي، بالإضافة إلى عرض بعض الدراسات التجريبية السابقة، أما بالنسبة للجانب التطبيقي فيمكن تلخيص أهم النتائج التي تم التوصل إليها في النقاط التالية:

- الكشف عن وجود أثر غير متماثل للتغيرات المناخية والمتمثلة في كميات الأمطار المتساقطة ودرجات الحرارة على الأمن الغذائي في الجزائر من خلال اختبارات التماثل التي تعتمد على Wald Test
- يتأثر الأمن الغذائي بشكل إيجابي ومعنوي بالزيادة في كميات الأمطار المتساقطة في كل من الأجل القصير والأجل الطويل، نتيجة زيادة الإنتاج النباتي والحيواني وانخفاض الأسعار، وارتفاع دخل الفلاحين؛
- تراجع مستوى الأمن الغذائي نتيجة الانخفاض في كميات الأمطار المتساقطة، بحيث أن هذا الأثر معنوي احصائيا في كل من الأجل القصير والأجل الطويل، نتيجة موجات الجفاف التي سببها تراجع الإنتاج النباتي والحيواني وارتفاع الأسعار وانخفاض دخل الفلاحين؛
- ارتفاع درجات الحرارة سيؤثر بشكل سلبي ومعنوي على الأمن الغذائي في كل من الأجل الطويل والأجل القصير، نتيجة تراجع الإنتاج النباتي والحيواني بسبب تبخر المياه وانتشار الآفات والأمراض التي تصيب النباتات والحيوانات كما ستخفض جودة الأغذية وترتفع أسعارها؛
- تحسن مستوى الأمن الغذائي نتيجة انخفاض درجات الحرارة، بحيث أن هذا الأثر معنوي احصائيا في كل من الأجل القصير والأجل الطويل، فانخفاض درجات الحرارة سيعمل على تخفيض معدلات تبخر المياه وزيادة الإنتاج النباتي والحيواني وتحسين جودة الأغذية، بل ستساعد أيضا على توفير الظروف الملائمة لتخزين الأغذية لمدة طويلة دون تلف، وسيساهم كل هذا في تخفيض أسعار الغذاء؛
- يستجيب الأمن الغذائي بشكل أكبر للتغيرات الإيجابية في كميات الأمطار المتساقطة مقارنة مع التغيرات السلبية فيها، كما يستجيب الأمن الغذائي أيضا بشكل أكبر للتغيرات الإيجابية في درجات الحرارة مقارنة بالتغيرات السلبية فيها.

بناء على النتائج التي توصلنا إليها يمكن اقتراح التوصيات التالية:

- تبني الزراعة المستدامة مثل الزراعة العضوية والزراعة الذكية مناخياً التي تقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة وتحافظ على خصوبة التربة وتزيد من قدرتها على مقاومة الجفاف والفيضانات؛

- زيادة الاستثمارات في البحوث الزراعية لتطوير محاصيل مقاومة للظروف المناخية القاسية كدرجات الحرارة المرتفعة وموجات الجفاف والملوحة والآفات والأمراض، وذلك باستخدام تقنيات التربية الانتقائية والهندسة الوراثية؛
- زياد الاستثمارات في البنية التحتية الزراعية مثل أنظمة الري الحديثة لتحسين كفاءة استخدام المياه وتقنيات تخزين الأغذية لتقليل احتمال تلف الغذاء؛
- تنوع المحاصيل الزراعية والتوسع في زراعة الأصناف المحلية المتأقلمة مع الظروف البيئية لكل منطقة؛
- إنشاء وتطوير نظم فعالة للإنذار المبكر والاستعداد للكوارث الطبيعية كالجفاف والفيضانات التي تهدد إنتاج المحاصيل الزراعية؛
- دعم الفلاحين الصغار في الأرياف وتزويدهم بالمعرفة والتقنيات الحديثة لمواجهة التغيرات المناخية، مما يحسن إنتاجيتهم ودخلهم.
- إبرام اتفاقيات دولية لتبادل الخبرات والتقنيات لمواجهة الآثار السلبية لتغيرات المناخية على الأمن الغذائي؛
- دمج سياسات التكيف مع التغيرات المناخية ضمن الاستراتيجيات الوطنية للتنمية الزراعية والأمن الغذائي.

References

1. EC FAO Food Security Programme. (2008). *An introduction to the basic concepts of food security*. Food Security Information for Action.
2. Abbas, S., Kousar, S., & Khan, M. (2022, March). The role of climate change in food security; empirical evidence over Punjab regions, Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 53718-53736. doi:10.1007/s11356-022-19315-7
3. Affoh, R., Zheng, H., Dangui, K., & Dissani, B. (2022, January). The impact of climate variability and change on food security in sub-saharan africa: Perspective from panel data analysis. *Sustainability*, 14(2), 1-22. doi:doi.org/10.3390/su14020759
4. Ahmad, N., Alem, Z., & Sk, S. (2021, 02). Food insecurity: concept, causes, Effects and Possible Solutions. *IAR Journal of Humanities and Social Science*, 2(1), 105-113.
5. Berry, E. M., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., & Conforti, P. (2015, February 16). Food security and sustainability: can one exist without the other? *Public health nutrition*, 18(13), 2293-2302.
6. Burke, M., & Lobell, D. (2010). Climate effects on food security: An overview. *Climate change and food security: Adapting agriculture to a warmer world*, 13-30.
7. Ceesay, E. K., & Ndiaye, M. B. (2022, August). Climate change, food security and economic growth nexus in the Gambia: Evidence from an econometrics analysis. *Research in Globalization*, 5, 1-11. doi:doi.org/10.1016/j.resglo.2022.100089
8. Chandio, A., Jiang, Y., Amin, A., Ahmad, M., Akram, W., & Ahmad, F. (2023). Climate change and food security of South Asia: fresh evidence from a policy perspective using novel empirical analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(1), 169-190. doi:doi.org/10.1080/09640568.2021.1980378
9. El Bilali, H., Bassole, I., Dambo, L., & Berjan, S. (2020). Climate change and food security. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 66(3), 197-210. doi:10.17707/AgricultForest.66.3.16

10. Firdaus, R. R., Senevi Gunaratne, M., Rahmat, S., & Kamsi, N. (2019). Does climate change only affect food availability? What else matters? *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1-18. doi:10.1080/23311932.2019.1707607
11. Idumah, F., Mangodo, C., Ighodaro, U., & Owombo, P. (2016). Climate change and food production in Nigeria: implication for food security in Nigeria. *Journal of Agricultural Science*, 8(2), 74-83. doi:dx.doi.org/10.5539/jas.v8n2p74
12. Leroy, J. L., Ruel, M., Frongillo, E. A., Harris, J., & Ballard, T. J. (2015). Measuring the food access dimension of food security: a critical review and mapping of indicators. *Food and nutrition bulletin*, 36(2), 167-195. doi:doi.org/10.1177/0379572115587274
13. Mahjoubi, S., & Mkaddem, C. (2022, December). Impact of climate change on yield production in Algeria: evidence from ARDL empirical approach. *Munich Personal RePEc Archive*, 1-12. doi:mp.ra.ub.uni-muenchen.de/115565/
14. Mahrous, W. (2019). Climate change and food security in EAC region: a panel data analysis. *Review of Economics and Political Science*, 4(4), 270-284. doi:doi.org/10.1108/REPS-12-2018-0039
15. Schmidhuber, J., & Tubiell, F. N. (2007, December). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19703-19708. doi:doi10.1073ypnas.0701976104
16. Shahzad, S. H., Nor, S. M., & Ferrer, R. (2017). Asymmetric determinants of CDS spreads: US industry-level evidence through the NARDL approach. *Economic Modelling*(60), 211-230.
17. Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In *Festschrift in honor of Peter Schmidt* (pp. 281-314). New York: Springer.
18. Wang, J. (2010). Food security, food prices and climate change in China: a dynamic panel data analysis. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 1, 321-324. doi:doi:10.1016/j.aaspro.2010.09.040