أثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في الجزائر دراسة اقتصادية قياسية للفترة 1980-2020

Impact of climate change on agricultural production in Algeria, an econometric study for the period 1980-2020

***بوعراب رابح[1] * ، فتح الله مسعودة[2]**

[1] جامعة الجزائر 3 (الجزائر)، bouarab.rabah@univ-alger3.dz

[2] جامعة الجزائر 3 (الجزائر)، fethallah.messaouda@univ-alger3.

تاريخ الاستلام: 2022/09/18 تاريخ القبول: 2022/11/17 تاريخ النشر:2022/12/31

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر التغير المناخي على الإنتاج الزراعي في الجزائر نظرا لعلاقة القطاع الزراعي بصفة عامة بالتغيرات المناخية، وقد تم استخدام نموذج دالة الانتاج لقياس أثر مختلف المتغيرات على الانتاج الزراعي بالاستعانة ببيانات فصلية لمتوسط درجة الحرارة ومعدل تساقط الأمطار خلال الفترة 1980-2020 وبيانات سنوية لباقي المتغيرات، وتقدير مرونة الانتاج بالنسبة للتغيرات المناخية عن طريق تقدير الأثر الحدي للتغير في درجة الحرارة وتساقط الامطار. وقد بينت النتائج أن زيادة درجة الحرارة في فصلي الربيع والصيف بـ 1% تؤدي إلى انخفاض في الانتاج الزراعي بـ 0.48% و0.34% على التوالي. بينما بينت النتائج وجود أثر سلبي بين تساقط الأمطار في فصل الشتاء وفصل الصيف، فزيادة تساقط الأمطار في فصلي الشتاء والصيف بـ 1% يؤدي إلى انخفاض في الإنتاج الزراعي بـ 0.05%، أما زيادة معدل التساقط في فصل الربيع والخريف بـ 1% فيؤدي إلى زيادة في الإنتاج الزراعي بـ 0.05% و0.008% على التوالي. كما بينت نتائج تقدير المعلمات الخاصة بمربع درجة الحرارة ومربع معدل التساقط وجود علاقة غير خطية معنوية بين التغير المناخي والإنتاج الزراعي. وبالمقارنة مع الدراسات السابقة في هذا المجال بالرغم من قلتها في الجزائر فنجد أنه هناك تباين في النتائج المتوصل اليها.

الكلمات المفتاحية: الانتاج الزراعي، التغير المناخي، مرونة الانتاج، الأثر الحدي.

تصنيفات JEL: Q19 ; Q54 ; D24

Abstract:

This study aims to measure and analyze the impact of climate change on Algerian agricultural production, as an important factor affecting the sector in general. For this purpose, we used a production function model to estimate the production elasticities and measuring the marginal effects of climate changes during the period (1980-2020), using seasonal data frequencies for both of average temperature and Precipitation rate variables, and annual for the rest. Results showed that an increase in temperature during the spring and summer season by 1%, leads to a decrease in agricultural production by 0.48% and 0.34%, respectively. While Precipitation in summer and winter display a negative impact, where an increase in Precipitation during this two seasons by 1% leads to a decrease in agricultural production by 0.05%, unlike the spring and autumn where the production increases by 0.05% and 0.008% respectively. Temperature and Precipitation square coefficients estimation results showed also the existence of a significant non-linear relation between climate changes and agricultural production. Finally, In comparison with previous studies in this field, although they are few in Algeria, we find that there is a discrepancy in the results reached.

Keywords: agricultural production, climate changes, production elasticity, marginal effect.

JEL Classification: Q19 ; Q54 ; D24

* **المؤلف المرسل.**

مقدمة:

يواجه العالم اليوم تحديا كبيرا في مواجهة التغير المناخي الذي من شأنه التأثير على مختلف جوانب الحياة الإنسانية، وذلك على الرغم من الجهود المبذولة للحد من هذه الآثار بعدما تراكمت الأدلة العلمية التي تشير إلى أن أهم أسباب التغير المناخي راجع إلى انبعاثات الغازات الدفيئة التي تساهم في زيادة حرارة كوكب الأرض. تشير تقارير الهيئات الدولية المهتمة بالتغيرات المناخية إلى أن معظم مناطق العالم ستشهد زيادة في متوسط درجة الحرارة خلال العقود القادمة مع الإشارة إلى أن الفترة الأخيرة (2011-2020) عرفت زيادة لم يشهدها العالم من قبل وكانت الأكثر دفئا على الاطلاق.

والجزائر من بين الدول المطلة على البحر الأبيض المتوسط، والمصنفة ضمن المناطق الدافئة التي تعاني الكثير من المشاكل البيئية مما يجعلها أكثر عرضة للتغيرات المناخية وعلى رأسها ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض كمية تساقط الأمطار (دوناتو، 2003). كما تشير التوقعات إلى ان منطقة شمال افريقيا ستشهد تراجع في كميات تساقط الأمطار بنسبة 20% إلى 25% بحلول عام 2050، بالإضافة إلى إمكانية التعرض للجفاف المتكرر والأكثر حدة (البنك الدولي، 2019).

لمواجهة هذا الوضع وللتخفيف من آثار التغيرات المناخية، وضعت الدولة استراتيجية عامة مست جميع القطاعات للتكيف مع المناخ والعمل على خفض انبعاث الغازات الدفيئة من خلال وضع المخطط الوطني للمناخ 2020-2025 وتسريع تطبيق اتفاقية باريس حول المناخ 2016 (Plan National Climat, 2019)، مع الإشارة إلى أن قطاع الطاقة هو المسؤول عن الحصة الأكبر من انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 74.%

ويعتبر القطاع الزراعي من بين أكثر القطاعات عرضة لتأثير التغيرات المناخية كونه يعتمد بشكل تام على الطقس والمناخ، على خلاف باقي القطاعات التي يمكنها التكيف مع التغيرات المناخية عن طريق تدخل العنصر البشري. ان تأثير التغيرات المناخية على مردودية المحاصيل الزراعية يختلف من منتوج إلى آخر، فارتفاع درجات الحرارة الموسمية قد يكون له تأثير سلبي على منتج معين، بينما يكون هذا الأثر إيجابي على محاصيل أخرى. بالإضافة إلى انه من مظاهر التغيرات المناخية احتمال حدوث كوارث طبيعية كالأعاصير والفيضانات وفترات الجفاف قد تكون أكثر تكرار (climat change eknowledge portal, 2022) والتي يكون لها آثار كبيرة على المحاصيل الزراعية.

وبناء على ما سبق، ومن خلال هذه الورقة البحثية نحاول الإجابة على الإشكالية التالية: **هل تؤثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في الجزائر خلال الفترة 1980-2020؟**

للإجابة على الإشكالية المطروحة والالمام بمختلف جوانب الموضوع، ارتأينا تقسيم الإشكالية إلى الأسئلة الفرعية التالية:

- ما هي مظاهر التغير المناخي في الجزائر؟
- كيف يمكن نمذجة أثر التغير المناخي على الإنتاج الزراعي في الجزائر؟
- ما هو أثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في الجزائر؟

الفرضيات:

نختبر من خلال هذا البحث الفرضيات التالية:

- يمكن توصيف التغير المناخي في الجزائر من خلال متغيرين أساسيين هما متوسط درجة الحرارة ومعدل تساقط الأمطار الفصلية.
- يمكن قياس أثر التغير المناخي على الإنتاج الزراعي بالتعبير عنه بدالة الإنتاج الزراعية بالصيغة غير الخطية.
- يتأثر الإنتاج الزراعي بارتفاع درجات الحرارة وتذبذب معدلات التساقط الفصلية في الجزائر خلال الفترة 1980-2020.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في محاولة تشخيص واقع التغير المناخي في الجزائر وقياس أثره على الإنتاج الزراعي، وقد يساعد ذلك في توقع وتكييف الزراعة مع التغير المناخي بصفته أحد العوامل الطبيعية التي لها علاقة مباشرة بالإنتاج الزراعي والذي يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في السياسات الزراعية الهادفة إلى زيادة الإنتاجية الزراعية التي يعول عليها في تحقيق الاكتفاء الذاتي وتحسين مساهمته في التنمية الاقتصادية.

أهداف البحث:

تمثل اهداف بحثنا فيما يلي:

- وصف وتحليل الوضع الراهن للتغيرات المناخية في الجزائر.
- قياس أثر بعض المتغيرات المتعلقة بالتغيرات المناخية إلى جانب المتغيرات الاقتصادية التي تتحكم في الإنتاج الزراعي من خلال تقدير دالة الإنتاج الزراعية.

منهجية البحث:

من أجل الإجابة على الإشكالية المطروحة اعتمدنا المنهج الوصفي في تحليل الوضع الراهن للتغيرات المناخية في الجزائر، ومن أجل قياس أثر التغير المناخي على الإنتاج الزراعي استخدمنا أدوات القياس الاقتصادي في تقدير نموذج دالة الإنتاج غير الخطية بادراج متغيرات التغير المناخي في الدالة الإنتاجية الزراعية خلال الفترة 1980-2020، بالاعتماد على بيانات منظمة الزراعة والتغذية العالمية، البنك الدولي، وبوابة المعرفة المناخية والديوان الوطني للإحصائيات.

المحور الأول: الوضع الراهن للتغيرات المناخية في الجزائر:

أولا: المناخ والموقع الجغرافي للجزائر:

تقع الجزائر شمال غرب القارة الافريقية تبلغ مساحتها 2381741 كلم^2، تطل من الجهة الشمالية على البحر الأبيض المتوسط بشريط ساحلي يقدر طوله بـ 1200 كلم، وتحدها دول المغرب العربي تونس وليبيا من الشرق والمغرب والصحراء الغربية وموريتانيا من الغرب، ومن الجنوب دولتين من الساحل الافريقي وهي مالي والنيجر .(MATE, 2010)

ان هذا الموقع الجغرافي والمساحة الشاسعة للجزائر جعلها تتميز بفوارق في التضاريس والمناخ، فيمكن تقسيمها إلى ثلاث تضاريس: منطقة التل الساحلية وهي تمثل حولي 9% من المساحة الاجمالية، تتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط وهو مناخ رطب وممطر شتاءً وحار وجاف صيفاً. منطقة الهضاب العليا وهي عبارة عن مرتفعات وآراضي شبه قاحلة تتميز بمناخ شبه جاف بأمطار غير منتظمة وأحيانا تكون غزيرة قوية وموزعة بشكل غير متكافئ في الزمان والمكان على حد سواء (Chourghal & al., 2016, p. 1624) وعموما

تتساقط في فصل الربيع. أما باقي المساحة حوالي 87% من المساحة الاجمالية فهي عبارة عن صحراء قاحلة تتميز بجفاف مطلق تتخلله من حين لآخر أمطار استثنائية غير متوقعة أما المدى الحراري فيتميز بحرارة مرتفعة في معظم أشهر السنة .

من المعروف على الجزائر أنها دولة متوسطية، وهي معرضة لظاهرة التصحر وتآكل التربة، والمناطق التي تتلقى أكثر من 400 ملم من كميات تساقط الأمطار سنويا تقتصر فقط على شريط لا يتجاوز عرضه 150 كلم جنوب الساحل، كما أن التقلبات والظواهر المناخية تهدد الأمن الغذائي للسكان وتكبح التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد (Plan National Climat, 2019) .

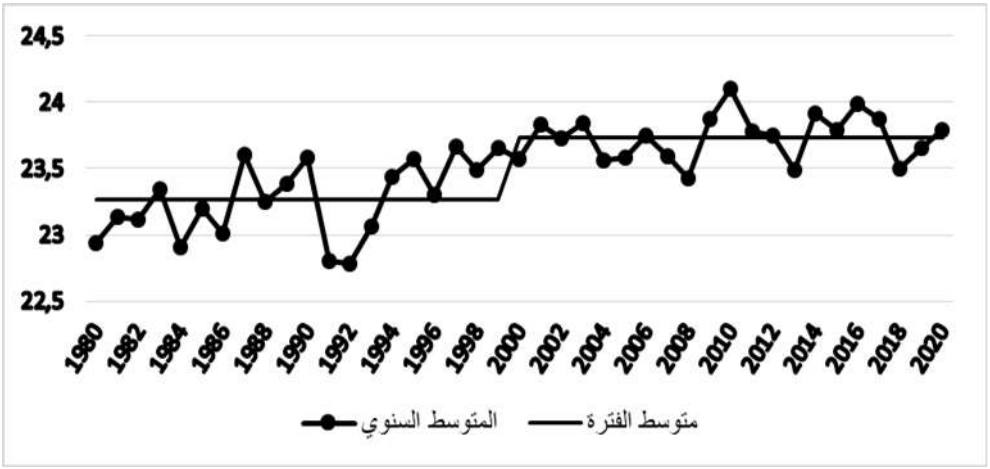
1-تغيرات درجة الحرارة خلال الفترة 1980-2020:

متوسط درجة الحرارة من المؤشرات الرئيسية للتغيرات المناخية، لكن بالنسبة للجزائر ونظرا لخصائصها الجغرافية، فإن درجة الحرارة تتباين من منطقة إلى أخرى ومن فصل لآخر. يتميز الشمال الجزائري بدرجات حرارة منخفضة نسبيا في فصل الشتاء، معتدلة في فصلي الخريف والربيع ومرتفعة نسبيا في فصل الصيف، وكلما انتقلنا إلى الجنوب زادت درجات الحرارة وأحيانا تتجاوز عتبة الـ 50 درجة مئوية في فصل الصيف في بعض المناطق الصحراوية .

1-1-تطور المعدل السنوي لدرجة الحرارة خلال الفترة 1980-2020:

يمثل الشكل التالي تطور متوسط درجات الحرارة في الجزائر خلال الفترة 1980-2020:

الشكل رقم (1): تطور متوسط درجة الحرارة في الجزائر خلال الفترة 1980-2020:



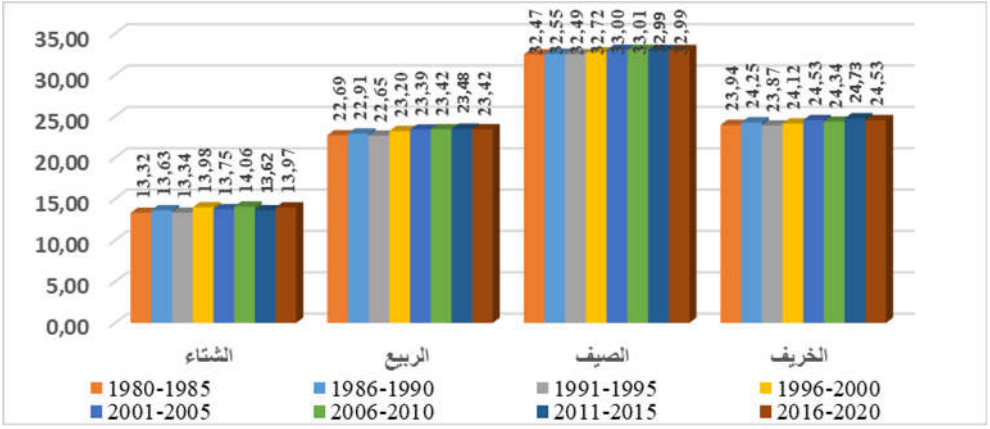
المصدر: تم اعداده بناءً على بيانات بوابة المعرفة المناخية (climat change eknowledge portal, 2022)

يتبين من الشكل أن متوسط درجة الحرارة في الجزائر عرف تذبذبا سنويا خلال الفترة 1980-2020، مع ملاحظة ان متوسط درجة الحرارة عرف زيادة تقارب نصف درجة مئوية واحدة خلال طول الفترة وهذا راجع خاصة إلى الارتفاع المحسوس الذي شهدته الفترة 2000-2020 حيث تميزت هذه الفترة بمتوسط يتراوح بين 23.43 وهي أدنى متوسط سجل في هذه الفترة و24.1 وهو أعلى متوسط تم تسجيله. ومن خلال ما سبق ذكره تجدر الإشارة إلى تأكيد تأثر الجزائر على غرار مختلف دول العالم بظاهرة الاحتباس الحراري الذي تعاني منه الكرة الأرضية نتيجة العوامل البشرية المتسببة في زيادة الانبعاثات من الغازات المضرة بالجو والتي نتج عنها ثقب طبقة الأوزون. وتشير التوقعات إلى انه بحلول عام 2050 سيشهد متوسط درجة الحرارة زيادة بدرجة مئوية واحدة.

1-2- توزيع المعدل الفصلي لدرجة الحرارة خلال الفترة 1980-2020:

يبين الشكل التالي المعدل الفصلي لمتوسط درجة الحرارة في الجزائر خلال الفترة 1980-2020:

الشكل رقم (2): المعدل الفصلي لدرجة الحرارة خلال الفترة 1980–2020



المصدر: تم اعداده بناءً على بيانات بوابة المعرفة المناخية (climate knowledge portal)

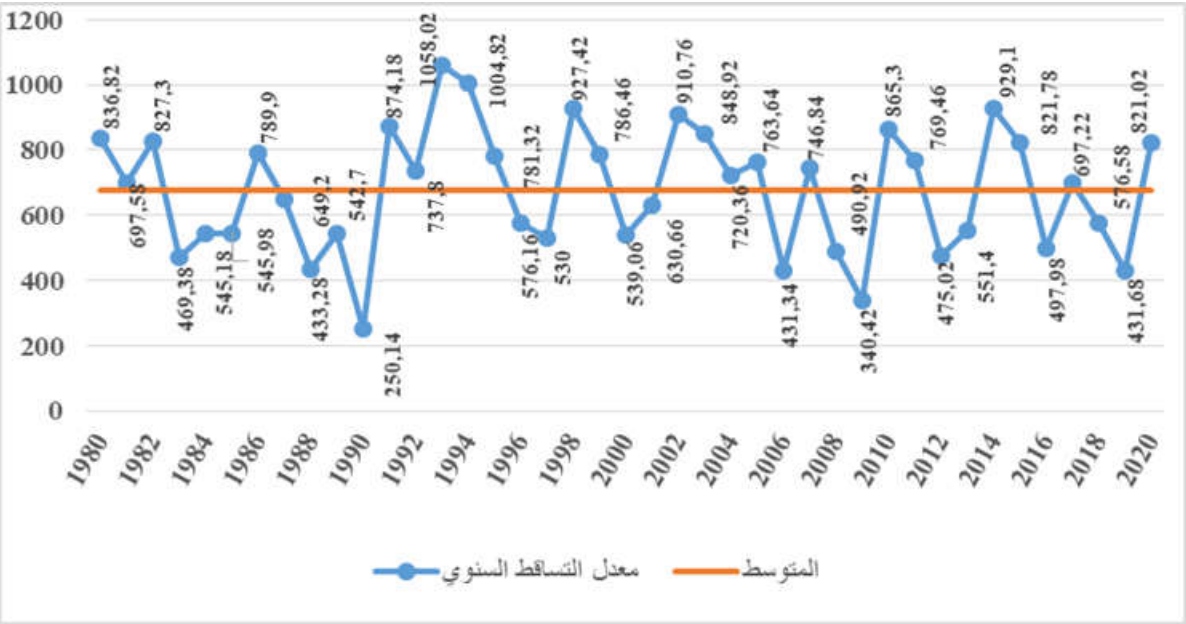
يتبين من الشكل رقم (2) وجود تباين في متوسط درجة الحرارة بين فصول السنة الأربعة وبين المتوسط في الفصل الواحد مع تسجيل ارتفاع طفيف في مختلف فصول السنة خلال الفترة 2000–2020 وخاصة في فصلي الخريف والربيع، وعلى العموم فإن الفترات الأخيرة عرفت ارتفاع محسوس في معدل درجة الحرارة الفصلية، مع تسجيل أدنى مستوى لمعدل درجة الحرارة في فصل الشتاء 1980–1985 بمتوسط قدر بـ 13.32 بينما تم تسجيل أعلى مستوى لمتوسط درجة الحرارة في فصل الصيف خلال الفترة 2000–2010 حيث تم تسجيل متوسط يقدر بـ 33 درجة مئوية والذي سجل انخفاضا طفيفا قدر بـ 0.01 درجة مئوية في الفترات الموالية. وعلى العموم فإن المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة سجلت مستويات عليا في الفترات الأخيرة وهذا دليل على الارتفاع في درجة الحرارة الذي يشهده كوكب الأرض خلال السنوات الأخيرة والذي يبقى مرشح للارتفاع خلال السنوات القادمة، وما تجدر الإشارة اليه هو أن ارتفاع المعدل الفصلي في درجات الحرارة له آثار على المحاصيل الزراعية خاصة في حالة زيادته عن الحد الأعلى أو انخفاضه عن الحد الأدنى لذلك، فانخفاضها عن الحد الأدنى يحول دون النمو الجيد للمحاصيل الزراعية بينما زيادتها عن الحد الأعلى فسيؤدي إلى تلف المحاصيل قبل نضجها أو عدم نموها بشكل جيد.

ثانيا: تساقط الأمطار خلال الفترة 1980–2020:

تعتبر مياه الأمطار المصدر الرئيس لمعظم المحاصيل الزراعية في الجزائر، كونها تقع في مناخ البحر الأبيض المتوسط الذي يتميز بأربع فصول في السنة، وعليه فإن الزراعة في الجزائر تعتمد عموما على زراعة المحاصيل الموسمية مع وجود زراعة غير موسمية بشكل نسبي يعتمد أساسا على الري والزراعة المكيفة عن طريق البيوت البلاستيكية. ويشير خبراء المناخ إلى أن تساقط الأمطار عرف انخفاضا تدريجيا منذ سنة 1975 مع زيادة في وتيرة الجفاف والفيضانات، بالإضافة إلى تناقص عدد الأيام الممطرة وتقل نسبة الأمطار التي غالبًا ما تكون عاصفة في الخريف والربيع والشتاء مسببة فيضانات كارثية (MATE, 2010, pp. 28-29). وقد عرف تساقط الأمطار تذبذبا ملحوظا من

سنة إلى أخرى خلال الفترة 1980-2020 بحيث عرفت هذه الأخير اختلال في معدلات التساقط على طول السنة نتيجة للتغيرات في المناخ. والشكل التالي يبين تطور معدل تساقط الأمطار خلال الفترة 1980-2020.

الشكل رقم (3): تطور المعدل السنوي لتساقط الأمطار في الجزائر خلال الفترة 1980-2020

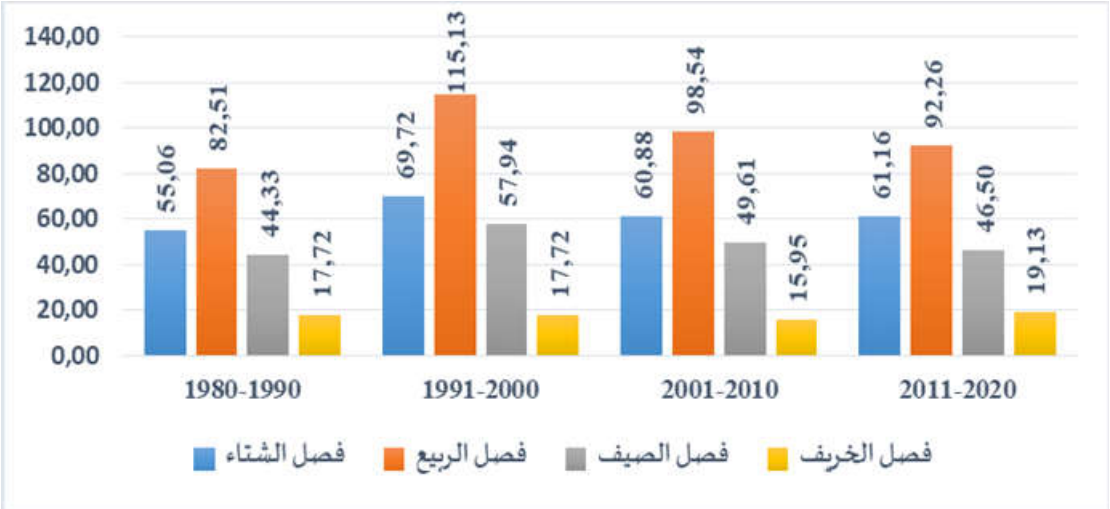


المصدر: تم اعداده بناء على بيانات بوابة المعرفة المناخية.

1-التوزيع الفصلي لتساقط الأمطار:

يبين الشكل التالي توزيع المعدل الفصلي لتساقط الامطار في الجزائر خلال الفترة 1980-2020، نظرا لأهمية هذا التوزيع وتبانه، وما له ومن دلائل حول التغير المناخي.

الشكل رقم (4): تطور المعدل الفصلي لتساقط الأمطار في الجزائر خلال الفترة 1980-2020



المصدر: تم اعداده بناء على بيانات بوابة المعرفة المناخية.

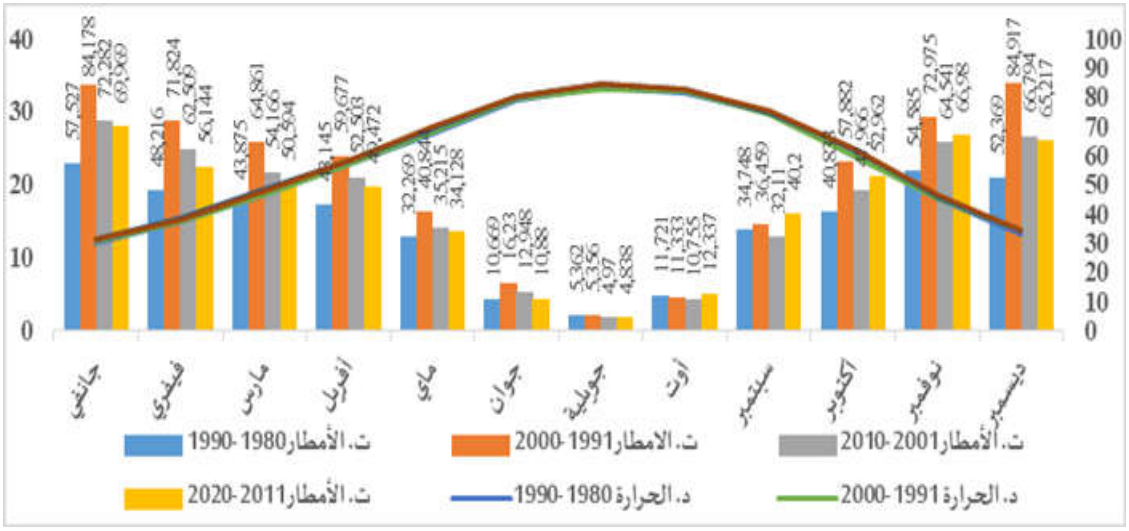
يبين الشكل رقم (4) وجود تباين في معدل تساقط الامطار حسب فصول السنة وخلال الفصل نفسه خلال الفترة 1980–2020، بحيث تم تسجيل أدنى معدل تساقط خلال فصل الشتاء في الفترة 1980–1990 بمعدل قدر بـ 55.06 ملم بينما عرف زيادة في الفترة الموالية لها بنسبة نمو تقارب 28% لكن في الفترات الموالية عرفت معدلات التساقط تراجعا حيث سجلت معدل مقارب لـ 61 ملم، وتجدر الإشارة هنا إلى ان تساقط الامطار في فصل الشتاء مهم جدا بالنسبة للعديد من المحاصيل الزراعية. اما بالنسبة لفصل الربيع وهو أفضل فصول السنة من حيث معدلات التساقط، فقد تم تسجيل أدني مستوى لمعدل التساقط في فصل الربيع خلال الفترة 1980–1990 قدر بـ 82.51 ملم ليعرف ارتفاعا ملحوظا في الفترة الموالية حيث سجل معدل 115.13 ملم، لكن في الفترة 2001–2010 تراجع إلى 98.54 ملم واستمر في التراجع حيث تم تسجيل معدل تساقط قدر بـ 92.26 خلال الفترة 2011–2020، وتشير هذه الزيادة التي عرفتها معدلات التساقط في فصل الربيع إلى التأخر الذي أصبحت تشهده ظاهرة تساقط الأمطار خلال الأشهر الأولى من السنة. بالنسبة لفصل الصيف فهو بدوره سجل أدنى قيمة لمعدل التساقط في الفترة 1980–1990 بمعدل قدر بـ 44.33 ملم ثم عرفت زيادة خلال الفترة الموالية لتصل إلى معدل 57.94 ملم وهو أعلى معدل تم تسجيله خلال الفترة 1980–2020، لكنها تراجعت خلال الفترات الموالية حيث تم تسجيل معدل 49.61 ملم في الفترة 2001–2010 ومعدل 46.50 ملم في الفترة 20101–2020. اما بالنسبة لفصل الخريف فلم تسجل معدلات التساقط تباينا كبيرا مقارنة بالفصول الأخرى، فقد عرفت استقرار خلال الفترة 1980–2000 بمعدل يقارب 18 ملم، ثم انخفض إلى 15.95 ملم في الفترة 2001–2010 لكنها عرفت ارتفاعا في الفترة 2011–2020 حيث سجلت معدل 19.13 ملم وهو أعلى معدل سُجل في فصل الخريف خلال طول الفترة 1980–2020. وما تجدر الإشارة اليه هو ان تساقط الأمطار في فصل الصيف هو ظاهرة خاصة تشهدها بعض مناطق الجزائر وغالبا ما تكون أمطار غزيرة وبكميات معتبرة في فترات قصيرة جدا.

وعموما يمكن ملاحظة أن التباين في معدلات التساقط خلال فصول السنة عرف انخفاضا ملحوظا في الفترة 2011–2020 وهذا يعبر عن اختلال في التوزيع الطبيعي لمعدلات التساقط في المناخ المتوسطي الذي يُعرف بمعدل تساقط مرتفع في فصلي الشتاء الربيع ومنخفض نسبيا في الصيف والخريف.

2–منحنى قوسن أمطار حرارة:

يعتمد المؤشر الذي اقترحه Bagnuls and Ghousen (1953) الذي ينطبق بصفة خاصة على المناخ الذي ينطوي على موسم جاف كونه يؤثر على المحاصيل الزراعية، ويميز الفترة الجافة من خلا مقارنة معدل تساقك الامطار بضعف درجة الحرارة، فيكون الشهر جافا اذا كان تساقط الامطار فيه يقل عن ضعف درجة الحرارة .(Djebbari & al., 2021)

الشكل رقم (5): المنحنى البياني أمطار حرارة لقوسن (Gaussen)



المصدر: تم اعداده بناءً على بيانات بوابة المعرفة المناخية (climat eknowledge portal).

من خلال الشكل يتضح أن الفترة الجافة خلال السنة أكبر من الفترة الرطبة، فالفترة الجافة هي التي تتميز بمعدل درجة الحرارة أكبر من معدل تساقط الأمطار وهي تبدأ من شهر أفريل إلى غاية أكتوبر وتزيد شدتها خلال الأشهر جوان، جويلية وأوت وهي الفترة التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة وتبلغ ذروتها في شهر جويلية. بينما الفترة الرطبة فهي تتميز بمعدل تساقط أكبر من معدل درجات الحرارة وهي تبدأ من شهر جانفي إلى مارس ثم خلال شهري نوفمبر وديسمبر والتي تصادف فصلي الشتاء والخريف وفترة قصيرة من فصل الربيع، وعموما تسجل الفترة الرطبة ذروتها في شهري جانفي وديسمبر اللذان يتميزان بمعدل درجة حرارة منخفضة. وما تجدر الإشارة اليه هو أن الفترة الجافة تتميز بالطول مقارنة بالفترة الرطبة، وما ميز الفترة الأخيرة 2011-2020 هي زيادة معدل التساقط خلال الأشهر أوت، سبتمبر وأكتوبر مقابل انخفاض في باقي الأشهر الأخرى. وعلى العموم يمكن القول أن ما ميز المناخ في الجزائر خلال الفترة 1980-2020 هو طول الفترة الجافة التي تتميز بارتفاع معدل درجة الحرارة مقابل انخفاض في معدل تساقط الأمطار.

ثالثا: دراسة قياسية لأثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في الجزائر:

لقد زاد اهتمام الباحثين بدراسة الاثار الناتجة عن التغيرات المناخية في عدة مجالات من بينها القطاع الزراعي، وقد أجريت العديد من الدراسات في الدول المتقدمة في العقود الثلاثة الماضية لمحاولة فهم العلاقة بين تغير المناخ والإنتاج الزراعي. في المقابل نجد القليل من الدراسات في الدول النامية التي تتناول الآثار الناجمة عن التغيرات المناخية بالرغم من أنها الأكثر تأثرا بتغير المناخ (رزق الله، 2020، صفحة 103). ولهذا نحاول من خلال هذه الورقة البحثية إثراء مجال البحث هذا من خلال التعرف على اهم عوامل التغيرات المناخية المؤثرة على إنتاجية القطاع الزراعي في الجزائر نظرا لأهميته ومكانته في الاقتصاد الجزائري والذي يعول عليه للتخفيف من التبعية الاقتصادية لقطاع المحروقات من جهة، ومن جهة أخرى هو القطاع الذي من شأنه تحقيق الامن الغذائي.

1- قراءة في نماذج أثر تغير المناخ على القطاع الزراعي:

تعددت الدراسات التي تناولت أثر التغير المناخي على القطاع الزراعي في مختلف دول العالم خاصة في المتقدمة منها مع قلتها في الدول النامية، وقد تم اعتماد أشكال مختلفة من المناهج والنماذج القياسية، لكن يعتبر كل من النموذج الريكاردي (Mendelsohn & al., 1994) ونماذج محاكاة المحاصيل CSM (Adams & al., 1998) ونموذج دالة الإنتاج الأكثر استخداما. وقد اعتمد مستخدمو

المنهج الريكاردي في دراساتهم لتأثير التغير المناخي والمتغيرات الأخرى على قيمة الأراضي وعائدات المزارع باستخدام بيانات مقطعية ومن أهم الدراسات الرائدة في هذا المجال (Elsa & Jaune, 2016) نجد دراسة (Mendelsohn & al., 1994) لقياس أثر تغير المناخ على الزارعة عبر المناطق المناخية المختلفة في الولايات المتحدة الامريكية، واعتمدت الدراسة على المقارنة بين المنهج الريكاردي ومنهج دالة الإنتاج التقليدية. ولذلك استخدمت الدراسة بيانات مقطعية حول المناخ وأسعار الأراضي الزارعية وبعض البيانات الاقتصادية والجيوفيزيائية لحوالي 3000 مقاطعة في الولايات المتحدة. وقد استند الباحثون إلى قياس أثر التغير المناخي على قيمة الأرض باعتباره مؤشر جيد لقياس القيمة المضافة الناتجة عن النشاط الزراعي، مع افتراض أن قيمة المزرعة لها علاقة تربيعية بمتغيرات المناخ مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار ((Dinar & al., 1998) ;Mendelsohn & al.1994) . وقد توصلت الدراسة الى ان درجات الحرارة المرتفعة في جميع الفصول باستثناء الخريف تؤدي إلى انخفاض في متوسط قيم المزرعة (الأرض)، بينما يزيد تساقط الامطار على عكس فصل الخريف من قيم المزرعة. وأوضحت الدراسة ان تطبيق النموذج الريكاردي على سيناريو الاحترار العالمي على الزراعة في الولايات المتحدة يظهر تأثير اقل بكثير بالمقارنة مع النهج التقليدي لدالة الإنتاج. لكن وبالرغم من مميزات المنهج الريكاردي الا أنه تعرض لعدة انتقادات ومن أهمها اهمال تغير الأسعار واعتبارها ثابتة، ويبرر Mendelsohn فرضية اعتبار ثبات الأسعار بأنه لا يشكل مشكلة خطيرة في استخدام النموذج. اما نقطة الضعف الأخرى في النموذج الريكاردي هي انه لا يقوم على التجارب الخاضعة للتحكم عبر المزارع، اذ تختلف استجابات المزارعين عبر المناطق المختلفة ليس فقط بسبب العوامل المناخية، بل أيضا بسبب العديد من الظروف الاجتماعية والاقتصادية، ونادرا ما تدرج هذه العوامل غير المناخية بشكل كامل في النموذج (Deressa, 2007) .

بينما اعتمدت بعض الدراسات على منهج دالة الإنتاج بأشكال مختلفة، فمنها من اعتمد دالة الإنتاج غير الخطية وفق صياغة كوب دوغلاس (Lee & Al., 2012) في دراسة لأثر التغير المناخي على الإنتاج الزراعي في البلدان الأسيوية: أدلة من دراسة مقطعية. وقد اعتمدت الدراسة على بيانات كلية خاصة بالقطاع الزراعي في مجموعة من الدول الأسيوية خلال الفترة 1998-2007 لتقدير نموذج الآثار الثابتة يأخذ شكل دالة الإنتاج غير الخطية، وذلك باستخدام متغيرات المناخ الموسمية ومتغيرات المدخلات الأخرى. وأظهرت النتائج أن ارتفاع درجات الحرارة والمزيد من تساقط الأمطار في الصيف يزيد من الإنتاج الزراعي في حين أن ارتفاع درجة حرارة الخريف ضار في جنوب وجنوب شرق آسيا. من ناحية أخرى، فإن الزيادة الإجمالية في درجة الحرارة السنوية تقلل من الإنتاج الزراعي في البلدان الآسيوية.

أما على المستوى العربي فتعتبر دراسة أثر التغير المناخي على القطاع الزراعي قليلة مقارنة بما تم إنجازه في الدول المتقدمة، ومن أهم الدراسات التي أجريت في هذا المجال نجد دراسة (Alboghdady, 2016) التي تناولت دراسة الآثار الاقتصادية للتغيرات والتقلبات المناخية على الإنتاج الزراعي في دول الشرق الأوسط، وأظهرت النتائج أن زيادة درجة الحرارة خلال فصل الشتاء تؤدي إلى انخفاض في الإنتاج الزراعي ولوحظ أيضا أن الزيادة في تقلب درجات الحرارة خلال فصلي الشتاء والربيع تؤدي إلى انخفاض في الإنتاج الزراعي، وأشارت كذلك إلى أن زيادة تساقط الأمطار خلال فصلي الشتاء والخريف وتقلباتها خلال فصلي الشتاء والصيف كان لهما أثر سلبي على الإنتاج الزراعي، بالإضافة إلى الإشارة لوجود علاقة غير خطية مهمة بين التغير المناخي والإنتاج الزراعي. ودراسة (العشرى و آخرون، 2021) بعنوان الآثار الاقتصادية للتغيرات البيئية والمناخية على أداء القطاع الزراعي المصري، وقد اعتمدت الدراسة نفس المنهج مع إضافة دراسة الآثار البيئية، من خلال تقدير العلاقة بين المتغيرات البيئية والمناخية على الناتج الزراعي ومدى تأثير هذه التغيرات على الناتج الزراعي المصري

خلال الفترة 1961-2018 في شكل دالة انتاج غير خطية. وذلك بهدف تحديد أهم العوامل الإنتاجية المؤثرة على صافي قيمة الناتج الزراعي في ظل التغيرات المناخية والبيئية ومعرفة مدى تأثير تلك التغيرات على صافي قيمة الناتج الزراعي. وقد توصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها: وجود علاقة عكسية بين المتغيرات: أمطار الصيف، درجة حرارة الخريف، درجة حرارة الصيف، درجة حرارة الربيع وقيمة الناتج الزراعي. وبالمقابل وجود علاقة طردية بين كل من أمطار الخريف، أمطار الربيع، أمطار الشتاء، حرارة الشتاء، على قيمة الإنتاج الزراعي. وكذلك وجود علاقة طردية ذات تأثير معنوي بين كمية الانبعاثات الحرارية وقيمة الإنتاج الزراعي المصري، حيث بزيادته تحدث زيادة في قيمة الإنتاج الزراعي، كما تبين وجود علاقة عكسية بين متغير كثافة الانبعاثات حيث أن بزيادته يؤدي إلى انخفاض في قيمة الإنتاج الزراعي.

بالإضافة إلى دراسة (Ben Zaied, 2013) التي اعتمدت على بحث تجريبي على المدي القصير والطويل لأثار تغير المناخ على القطاع الزراعي التونسي. ويستند التحليل الي أربعة وعشرون منطقة في تونس تقوم بإنتاج الحبوب، للفترة الزمنية من 1979 إلى 2011. وكذلك خمس مدن من المنطقة الجنوبية تقوم بإنتاج التمر، لذات نفس الفترة الزمنية. وتوصلت الدراسة الى ان درجة الحرارة تقلل سنويا من انتاج الحبوب والتمور باستثناء المناطق المرتفعة. فضلا عن ذلك، فان الامطار السنوية لها تأثير إيجابي على انتاج الحبوب، ولكن نقص هذه الامطار في الجنوب يؤثر سلبا على الإنتاج في المنطقة. وقد تبين ان تأثير المناخ على المدي القصير اقل من تأثيره على المدي الطويل. كما ان تساقط الامطار له أثر إيجابي ولكنه ضعيف، الا ان هذا الضعف يعوض عن طريق خطر ارتفاع درجة الحرارة خلال العقود الماضية.

وتأتي دراستنا لأثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في الجزائر وفق منهج دوال الانتاج مع الاعتماد على البيانات الكلية نظرا لعدم توفر البيانات الجزئية حول مختلف المتغيرات .

2-المتغيرات ومصدر البيانات:

لتقدير النموذج المقترح للدراسة، تم الاستعانة بسلاسل زمنية سنوية للمتغيرات المدرجة في النموذج للفترة 1980-2020. بحيث تتكون البيانات من مجموعتين من المتغيرات. المجموعة الأولى هي المتغيرات الاقتصادية تتمثل في: قيمة الإنتاج الزراعي، الآلات الزراعية، كمية الأسمدة المستهلكة، اليد العاملة الزراعية، الكميات المستهلكة من المبيدات والمساحة الزراعية. المجموعة الثانية هي المتغيرات المناخية المتمثلة في درجة الحرارة ومعدل تساقط الأمطار. والجدول التالي يصف البيانات ومصادرها.

الجدول رقم (1): المتغيرات المستخدمة في الدراسة ومصادر البيانات

المتغير	البيان	المصدر
قيمة الإنتاج الزراعي	هو قيمة إجمالي الإنتاج الزراعي في الجزائر بالأسعار الثابتة للدينار الجزائري (مليون دينار)	احصائيات (منظمة الأغذية والزراعة) FAO
مساحة الأراضي الزراعية	هي المساحة المزروعة من الأراضي الصالحة للزراعة (ألف هكتار)	احصائيات منظمة الأغذية والزراعة FAO
كمية الأسمدة والمبيدات	كمية الأسمدة الفسفورية والآزوتية المستخدمة في الزراعة (1000 طن)	احصائيات منظمة الأغذية والزراعة FAO
اليد العاملة الزراعية	وهي عدد السكان المشتغلين في القطاع	الديوان الوطني للإحصائيات (ONS)

	الزراعي (ألف نسمة)	
المكننة الزراعية	عدد الجرارات (ألف وحدة)	احصائيات (FAO) و (المنظمة العربية للتنمية الزراعية)
معدل تساقط الأمطار	معدل تساقط الامطار شهريا وسنويا بالملمتر	بوابة المعرفة المناخية
معدل درجة الحرارة	معدل درجة الحرارة شهريا وسنويا بالدرجة المئوية	بوابة المعرفة المناخية

3- تحديد النموذج:

يأخذ النموذج المراد تقديره شكل دالة الإنتاج غير الخطية متعددة المتغيرات وفق صيغة كوب دوغلاس، بحيث يتم إدراج متغيرات ممثلة لمدخلات عملية الإنتاج الزراعي (Tsuchiya, 1975) منها: مساحة الأرض الزراعية، الآلات الزراعية، الأسمدة والمبيدات ... وغيرها. ومن أجل دراسة أثر التغيرات المناخية سنضيف إلى جانب المتغيرات المذكورة متغيرين مهمين يعتبران من أهم مؤشرات تغيرات المناخ هما: متوسط درجة الحرارة ومعدل تساقط الأمطار. وبالتالي فإن النموذج المراد تقديره في دراستنا يأخذ الشكل التالي (Lee & Al., 2012):

$$Y_t = \beta_0 . X_{1t}^{\beta_1} . X_{2t}^{\beta_2} . X_{3t}^{\beta_3} . X_{4t}^{\beta_4} . X_{5t}^{\beta_5} . e^{\beta_6 T_j + \beta_7 T_j^2 + \beta_8 P_j + \beta_9 P_j^2} . e^{\varepsilon_t} .....(1)$$

بحيث: Y تمثل قيمة الإنتاج الزراعي بالأسعار الثابتة، Xi /i=1,2,3,4,5 تمثل عوامل الإنتاج: العمالة الزراعية، كمية الاسمدة المستخدمة، عدد الجرارات، مساحة الأرض المزروعة، كمية المبيدات المستخدمة. T_j تمثل درجة الحرارة خلال الفصل j ، P_j متوسط تساقط الامطار خلال الفصل j ، مع العلم ان j تمثل فصول السنة الأربعة (j=1, 2, 3,4). β_0 يمثل الحد الثابت، و $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_9$ هي معاملات الانحدار. وقد تم ادراج تربيع كل من معدل تساقط الأمطار ومتوسط درجة الحرارة من اجل التقاط العلاقة غير الخطية بين متغيرات التغيرات المناخية والإنتاج الزراعي (Lee & Al., 2012) & (Alboghdady, 2016).

ومن أجل تقدير النموذج بطريقة المربعات الصغرى العادية يتم تحويل النموذج وفق الصيغة (1) إلى الشكل الخطي عن طريق ادخال اللوغاريتم النيبيري على أطراف المعادلة (1) فينتج لدينا:

$$\ln(Y_t) = \ln(\beta_0) + \beta_1 \ln(X_{1t}) + \beta_2 \ln(X_{2t}) + \beta_3 \ln(X_{3t}) + \beta_4 \ln(X_{4t}) + \beta_5 \ln(X_{5t}) + \beta_6 T_j + \beta_7 T_j^2 + \beta_8 P_j + \beta_9 P_j^2 + \varepsilon_t .....(2)$$

بحيث يمثل الرمز ln اللوغاريتم النيبيري.

3-النتائج ومناقشتها:

يبين الجدول التالي نتائج تقدير دالة الإنتاج الزراعية وفق الصيغة رقم (2):

الجدول رقم (2): نتائج تقدير النموذج (2)

المتغير	القيمة المقدرة	قيمة t ستودنت	الاحتمال
الحد الثابت	16.346	1.750857	0.0961

العمالة	0.859(**)	2.858361	0.0101
كمية الأسمدة	0.111 (**)	2.777	0.0120
المكننة الزراعية	0.914 (**)	2.679	0.0149
المساحة المزروعة	0.521(**)	3.204	0.0047
كمية المبيدات	0.120	1.1104	0.2807
معدل تساقط الامطار (الشتاء)	-0.003	-0.249	0.8060
معدل تساقط الامطار (الربيع)	0.033(***)	1.998	0.0602
معدل تساقط الأمطار (الصيف)	-0.004	-0.216	0.8312
معدل تساقط الأمطار (الخريف)	-0.001	-0.104	0.9185
متوسط درجة الحرارة (الشتاء)	-1.450	-0.477	0.6389
متوسط درجة الحرارة (الربيع)	10.652 (***)	1.877	0.0759
متوسط درجة الحرارة (الصيف)	-19.513 (**)	-2.111	0.0482
متوسط درجة الحرارة (الخريف)	-3.583	-0.474	0.6409
مربع معدل تساقط الامطار (الشتاء)	5.33E-06	0.180	0.8595
مربع معدل تساقط الامطار (الربيع)	-0.0002(**)	-2.222	0.0386
مربع معدل تساقط الأمطار (الصيف)	3.71E-05	0.199	0.8444
مربع معدل تساقط الأمطار (الخريف)	8.04E-06	0.255	0.8018
مربع متوسط درجة الحرارة (الشتاء)	0.055	0.501	0.6222
مربع متوسط درجة الحرارة (الربيع)	-0.228 (*)	-1.847	0.0803
مربع متوسط درجة الحرارة (الصيف)	0.301(**)	2.123	0.0471
مربع متوسط درجة الحرارة (الخريف)	0.073	0.470	0.6436
معامل التحديد R^2	0.968	معامل التحديد المصحح	0.927
قيمة فيشر F-test	25.483	Prob(F-	0.000
تشير العلامات: * معنوية المعلمة عند مستوى 1%، **: معنوية المعلمة عند مستوى 5%، *** معنوية المعلمة عند مستوى			

المصدر: تم اعداده بناءً على مخرجات البرنامج Eviews الملحق رقم (1)

تشير نتائج تقدير النموذج وفق الصيغة (2)، إلى معنوية أغلب معلمات المتغيرات الاقتصادية ما عدا متغير كمية المبيدات المستخدمة، ويمكن ارجاع ذلك إلى الافراط في استخدام بعض أنواع المبيدات والمواد الوقائية من الحشرات والأمراض التي قد تصيب المحاصيل الزراعية. كما تشير النتائج المحصلة إلى معنوية بعض المتغيرات المتعلقة بالتغيرات المناخية وتتمثل في معدل تساقط الأمطار في فصل الربيع ومتوسط درجة الحرارة في فصلي الربيع والصيف عند مستوى 10 و5% على التوالي. بينما لم تثبت معنوية باقي المتغيرات. أما قيمة اختبار فيشر المقدرة بـ 25.48 فهي تشير إلى معنوية النموذج ككل، والقدرة التفسيرية للنموذج حسب قيمة معامل التحديد تقدر بـ 96.8%، وهذا يدل على بقاء نسبة (3.2%) من المتغير التابع غير مفسرة وهي ترجع إلى المتغيرات الأخرى المحددة للإنتاج الزراعي غير المدرجة في النموذج .

اقتصاديا، تشير نتائج التقدير إلى العلاقة الطردية (الموجبة) بين مختلف عوامل الإنتاج الاقتصادية المدرجة في النموذج، بحيث تمثل المعلمات المقدرة مرونة الإنتاج بالنسبة لهذه العوامل، فالزيادة في المدخلات: العمالة الزراعية، كمية الأسمدة، عدد الجرارات والمساحة المزروعة بـ 1% يؤدي إلى زيادة في قيمة الإنتاج الزراعي بـ 0.85%، 0.11%، 0.91% و0.52% على التوالي. كما تبين الأثر الإيجابي لمعدل

تساقط الامطار في فصل الربيع عند مستوى 10% وهذا دليل على أهمية الزيادة النسبية في تساقط الامطار خلال هذا الفصل الذي يكون فيه معظم المحاصيل الزراعية في مرحلة النمو، أما بالنسبة للمتغيرات الخاصة بدرجة الحرارة فقد أثبتت النتائج تأثير درجة الحرارة في فصل الربيع والصيف على قيمة الإنتاج الزراعي خلال الفترة 1980-2020، بحيث ثبت الأثر الإيجابي لدرجة الحرارة في فصل الربيع، بينما تبين الأثر السلبي لدرجة الحرارة في فصل الصيف على قيمة الإنتاج الزراعي. هذا وقد بينت نتائج تقدير معاملات تربيع المتغيرات الخاصة بالتغير المناخي، المعنوية الإحصائية لمربع تساقط الامطار في فصل الربيع ومربع درجة الحرارة في فصل الربيع والصيف وهذا دليل على وجود علاقة غير خطية بين التغيرات الحاصلة في هذه المتغيرات والإنتاج الزراعي خلال الفترة 1980-2020 وهي تشير إلى زيادة أو تناقص الغلة الناتجة عن التغير المناخي حسب إشارة المعلمات المقدرة.

ومن أجل قياس الآثار الحدية للتغيرات المناخية على قيمة الإنتاج الزراعي، ارتأينا إعادة تقدير النموذج بإدراج المتغيرات الخاصة بالتغير المناخي فقط وفق الصيغة التالية:

$$\ln Y_t = \beta_0 + \beta_{6j} T_j + \beta_{7j} T_j^2 + \beta_{8j} P_j + \beta_{9j} P_j^2 + \varepsilon_t .....(3)$$

والجدول التالي يبين نتائج التقدير الخاصة بالنموذج (3):

الجدول رقم (3): نتائج تقدير أثر التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي

المتغير	القيمة المقدرة	قيمة t ستودنت	الاحتمال
الحد الثابت	1174,112	2,992	0,006
متوسط درجة الحرارة (الشتاء)	3,784	0,638	0,530
متوسط درجة الحرارة (الربيع)	-23,106(***)	-1,883	0,072
متوسط درجة الحرارة (الصيف)	-43,119(**)	-2,140	0,043
متوسط درجة الحرارة (الخريف)	-18,272	-1,150	0,262
معدل تساقط الامطار (الشتاء)	0,011	1,320	0,199
معدل تساقط الامطار (الربيع)	-0,045(*)	-2,579	0,017
معدل تساقط الأمطار (الصيف)	0,012	0,966	0,344
معدل تساقط الأمطار (الخريف)	0,011	1,237	0,228
مربع متوسط درجة الحرارة (الشتاء)	-0,119	-0,557	0,583
مربع متوسط درجة الحرارة (الربيع)	0,510(***)	1,913	0,068
مربع متوسط درجة الحرارة (الصيف)	0,663(**)	2,154	0,042
مربع متوسط درجة الحرارة (الخريف)	0,382	1,170	0,253
مربع معدل تساقط الامطار (الشتاء)	0,000(*)	-3,162	0,004
مربع معدل تساقط الامطار (الربيع)	0,001(**)	2,260	0,033
مربع معدل تساقط الأمطار (الصيف)	-0,003	-1,302	0,205
مربع معدل تساقط الأمطار (الخريف)	0,000	-0,103	0,919
معامل التحديد R^2	0.716	**معامل التحديد لمصحح**	0.527
قيمة فيشر F-test	3.790	**Prob(F-statistic)**	0.001

المصدر: تم اعداده بناء على مخرجات البرنامج Eviews (أنظر الملحق رقم (2))

من خلال نتائج تقدير النموذج (3)، يتبين وجود علاقة معنوية عكسية بين معدل تساقط الأمطار في فصل الربيع ودرجة الحرارة في فصلي الربيع والشتاء على قيمة الإنتاج الزراعي، بحيث تبين النتائج وجود علاقة عكسية بين معدل التساقط في فصل الشتاء وقيمة الإنتاج، وهذا يدل على ان زيادة هذه العوامل تؤدي إلى انخفاض قيمة الإنتاج الزراعي، كما تشير النتائج إلى معنوية بعض معلمات المتغيرات المربعة (درجة الحرارة ومعدل التساقط) وهذا دليل وجود علاقة غير خطية بين الانتاج الزراعي والتغير المناخي. ومن أجل تحديد الأثر الحدي المتوقع للتغيرات المناخية على قيمة الإنتاج الزراعي نقوم بحساب الأثر المتوقع بالاستعانة بنتائج تقدير النموذج (3) وفق العلاقات التالية (Alboghdady, 2016):

$$E\left(\frac{\partial Y}{\partial T_j}\right) = (\beta_{6j} + 2 \times \beta_{7j} \times E(T)) \times E(Y) \quad (4)$$

$$E\left(\frac{\partial Y}{\partial P_j}\right) = (\beta_{8j} + 2 \times \beta_{9j} \times E(P)) \times E(Y) \quad (5)$$

ويمكن حساب مرونة التغيرات المناخية عن طريق قسمة المعادلتين (4) و (5) على المقدار (Y/T) و(Y/P) على التوالي، فنجد:

$$e_{Tj} = (\beta_{6j} + 2 \times \beta_{7j} \times E(T_j)) \times E(T_j) \quad (6)$$

$$e_{Pj} = (\beta_{8j} + 2 \times \beta_{9j} \times E(P_j)) \times E(P_j) \quad (7)$$

حيث تشير T و P إلى درجة الحرارة وتساقط الأمطار على التوالي، E(T)و E(P) هي متوسط درجة الحرارة ومتوسط تساقط الامطار لكل فصل خلال الفترة 1980-2020، أما β_{6j}، β_{7j}، β_{8j} و β_{9j} فهي المعلمات المقدرة في النموذج (3) الواردة في الجدول رقم (5).

بالاستعانة بنتائج تقدير النموذج (3)، تم حساب الأثر الحدي ومرونة التغيرات المناخية (تساقط الأمطار ودرجة الحرارة في الفصول الأربعة) كما هي مبينة في الجدول التالي:

الجدول رقم (4): الأثر الحدي ومرونة التغيرات المناخية على قيمة الإنتاج الزراعي

المتغير	الأثر الحدي	المرونة
درجة الحرارة في فصل الشتاء	8,365	0,514
درجة الحرارة في فصل الربيع	-7,795	-0,479
درجة الحرارة في فصل الصيف	-5,472	-0,336
درجة الحرارة في فصل الخريف	4,708	0,289
معدل تساقط الامطار في فصل الشتاء	-0,823	-0,051
معدل تساقط الامطار في فصل الربيع	0,909	0,056
معدل تساقط الامطار في فصل الصيف	-0,816	-0,050
معدل تساقط الامطار في فصل الخريف	0,133	0,008

المصدر: تم اعداده باستخدام النتائج الواردة في الجدول(3)

تشير النتائج الواردة في الجدول (4)، إلى أن ارتفاع درجة الحرارة في فصلي الربيع والصيف لها أثر سلبي على قيمة الإنتاج الزراعي، فزيادة درجة الحرارة في هذين الفصلين بـ 1% تؤدي إلى انخفاض في قيمة الإنتاج الزراعي بـ 0.48% و0.34% على التوالي. أما بالنسبة لأثر درجة الحرارة في فصلي الشتاء والخريف فكان إيجابيا بحيث أن زيادة درجة الحرارة في فصل الخريف والشتاء بـ 1% يؤدي إلى زيادة في الإنتاج بـ 0.51% و0.29% على التوالي.

أما بالنسبة إلى مرونة متغير تساقط الأمطار فأظهرت النتائج وجود علاقة عكسية بين تساقط الأمطار في فصلي الشتاء والصيف وقيمة الإنتاج الزراعي، حيث أن زيادة معدل تساقط الأمطار بـ 1% يؤدي إلى انخفاض في قيمة الإنتاج الزراعي بحوالي 0.05% بالنسبة لكلا الفصلين، بينما أظهرت وجود علاقة طردية بين معدل تساقط الامطار في فصلي الربيع والخريف وقيمة الإنتاج الزراعي بحيث أن زيادة كمية التساقط بـ 1% يؤدي إلى زيادة في قيمة الإنتاج الزراعي بـ 0.05% و0.008% بالنسبة لفصل الربيع والخريف على التوالي.

ان هذه النتائج تبدو منطقية لحالة الجزائر حيث أن الزيادة النسبية في درجة الحرارة خلال الفترة 1980-2020 لم يتعدى الدرجة المئوية الواحدة في المتوسط، وأن الفلاح الجزائري عمل على التأقلم مع الزيادة الموسمية في درجة الحرارة المسجلة واستخدام تقنيات ووسائل لمواجهة هذه الزيادة من جهة، ومن جهة أخرى أصبح الفلاح الجزائري يؤخر موسم زراعة بعض المحاصيل أو تعجيلها في سبيل الوقاية من درجات الحرارة المرتفعة. كما أن الأثر السلبي لمعدل التساقط في فصل الشتاء راجع إلى أن كميات التساقط في هذا الفصل غالبا ما تكون كبيرة مما يؤدي إلى حدوث فيضانات وهي تؤثر سلبا على المحاصيل الزراعية، وكذلك الأمر بالنسبة لتساقط الأمطار في فصل الصيف فهي عموما تتسم بالغزارة والكميات الكبيرة التي تتساقط في ظرف زمني قصير يؤدي إلى اتلاف المحاصيل الزراعية الموسمية. وما تجدر الإشارة اليه هو عمل الفلاح الجزائري على التكيف مع التغيرات في المناخ والتي كما ذكرنا سابقا تبقى نسبية بالمقارنة بدول العالم الأخرى التي تعرف اختلالات كبيرة في المناخ، وذلك من خلال تعويض النقص في تساقط الأمطار عن طريق استخدام تقنيات الري.

الخلاصة والتوصيات:

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة أثر التغير المناخي معبرا عنه بمعدل تساقط الامطار ومعدل درجة الحرارة على الإنتاج الزراعي، عن طريق تقدير دالة الإنتاج الزراعية بإدراج هذه المتغيرات إلى جانب المتغيرات الاقتصادية، ومن ثم تحليل العلاقة بين التغيرات المناخية والإنتاج الزراعي وتقدير المرونة الخاصة بها وبالتالي قياس درجة تأثير درجة الحرارة وتساقط الامطار الفصلية على قيمة الإنتاج الزراعي. وقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة عكسية بين درجة الحرارة في فصلي الربيع والصيف وقيمة الإنتاج الزراعي، بينما كان الأثر إيجابيا بالنسبة لدرجة الحرارة في الخريف والشتاء، كما بينت النتائج وجود علاقة عكسية بين تساقط الامطار في فصلي الشتاء والصيف والإنتاج الزراعي، بينما كان الأثر إيجابيا بين التساقط في فصل الخريف والربيع والإنتاج الزراعي. كما تبين من خلال تقدير معلمات مربع المتغيرات الخاصة بالتغيرات المناخية معنوية العلاقة غير الخطية بين التغير المناخي والإنتاج الزراعي وهو دليل على تناقص الغلة الإنتاجية نتيجة التغيرات المناخية.

وبالرغم من أن الدراسة استخدمت بيانات تجميعية مستبعدة لخصوصيات المناطق الزراعية، إلا أن النتائج المتوصل اليها تبدو منطقية وبالتالي نوصي باتخاذ إجراءات خاصة بالتكيف مع التغيرات المناخية نظرا لخطورتها ونتائجها السلبية على مردودية المحاصيل الزراعية، ومن

بين الإجراءات التي نقترحها هي توفير قواعد بيانات جزئية حسب المناطق الجغرافية من أجل تحديد التغيرات الحاصلة في المناخ إلى جانب التساقط ودرجة الحرارة، وضرورة تطوير بنك البذور الذي من شأنه تطوير سلالات تتكيف مع التغيرات الحاصلة في المناخ على المستوى المحلي، بالإضافة إلى ضرورة الاهتمام بالاستغلال الأمثل للموارد المائية المتاحة من أجل تعويض الشح الذي تعرفه البلاد في الآونة الأخيرة في تساقط الأمطار وتذبذبها إلى جانب تطوير تقنيات الري لتحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة.

قائمة المراجع:

- Adams, R., & al. (1998, December 17). Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *CLIMATE RESEARCH, 11*(1), pp. 19-30. doi:DOI:10.3354/cr011019
- Alboghdady, M. a.-H. (2016). Economic impacts of climate change and variability on agricultural production in the Middle East and North Africa region. *International Journal of Climate Change Strategies and Management, 8*(3), 463 - 472. doi:10.1108/IJCCSM-07-2015-0100
- Ben Zaied, Y. (2013). LONG RUN VERSUS SHORT RUN ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE IMPACTS ON AGRICULTURE. *The Economic Research Forum*.
- Chourghal, N., & al. (2016, August). Climate change in Algeria and its impact on durum wheat. *Regional Environmental Change*, pp. 1623–1634. doi:10.1007/s10113-015-0889-8
- *climat change eknowledge portal*. (2022, 08 18). Récupéré sur https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/algeria/climate-data-projections
- climat eknowledge portal. (2022, 08 12). Récupéré sur https://climateknowledgeportal.worldbank.org/download-data
- Deressa, T. T. (2007). Measuring the economic impact of climate change on Ethiopian agriculture: Ricardian approach. (W. Bank, Éd.)
- Dinar, A., & al. (1998). Measuring the Impact of Climate Change on Indian Agriculture. *World Bank*.
- Djebbari, W., & al. (2021, Avril). Chronologie phytodynamique de quelques stations du matorral : région de Tlemcen. *Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement, 7*(1).
- Elsa, M., & Jaune, V. (2016, SEPTEMBRE 30). Mesure de l'impact du changement climatique sur l'agriculture de Côte-d'Or. (S. F. Rurale, Éd.) *ÉCONOMIE RURALE*(355), pp. 21-48. doi:10.4000/economierurale.4984
- Lee, J., & Al. (2012, February 4-7). Impact of Climate change on agricultural production in Asian countries: evidence from panel study. *Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*.
- MATE. (2010). *le rapport de la seconde communication national de l'Algérie sur les changements climatiques à la CNUCC*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de

l'Environnement . Alger: Sommet de Copenhague sur les changements climatiques 17 décembre 2009.

- Mendelsohn, R., & al. (1994, sept.). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *The American economic review, 84*(4), pp. 753-771.
- ONS. (2022, 08 15). *l'Office National des Statistiques*. Récupéré sur www.ons.dz
- Plan National Climat. (2019). *Plan National Climat.* Ministère de l'Environnement et les énergies renouvelables, Alger.
- PNC. (2019). *Plan Nationale climat », Septembre 2019, p 16.* Ministère de l'Environnement et les énergies renouvelables, Alger.
- Tsuchiya, K. (1975). *Productivity and Techbological progress in Japonese Agriculture.* Tokyo: university of Tokyo press.

- أية محمد فهمي محمود، محمد التابعي البغدادي، محمد خيرى العشرى، سامى السيد شمس. (2021). *الآثار الاقتصادية للتغيرات البيئية والمناخية على أداء القطاع الزراعي المصري*. مجلة الاقتصاد الزراعي والتنمية المحلية. جامعة قناة السويس- الإسماعيلية – مصر. 7 (1)، الصفحات 43-50. doi:10.21608/JARD.2021.190779
- البنك الدولي .(2019) . *التكيف مع مناخٍ متغير في البلدان العربية دراسة للقادة في بناء القدرة إزاء تغير المناخ* .تقرير تنمية الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ,واشنطن.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (13 08، 2022). تم الاسترداد من http://www.aoad.org/
- رومانو دوناتو. (2003). *الاقتصاد البيئي والتنمية المستدامة*. دمشق، سوريا: المركز الوطني للسياسات الزراعية.
- منظمة الأغذية والزراعة. (15 08، 2022). تم الاسترداد من https://www.fao.org/statistics/
- وسيم وجيه الكسان رزق الله. (يناير، 2020). أثر التغيرات المناخية على إنتاجية الحاصلات الزراعية في مصر. مجلة كلية السياسة والاقتصاد 6 (5). الصفحات 99-134. doi:10.21608/JOCU.2020.91594

الملاحق:

المحق رقم (1): نتائج تقدير النموذج (2):

Dependent Variable: LY
Method: Least Squares
Date: 08/22/22 Time: 17:19
Sample: 1980 2020
Included observations: 41

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.34566	93.35805	1.750857	0.0961
LX1	0.859524	0.300705	2.858361	0.0101
LX2	0.111325	0.040079	2.777651	0.0120
LX3	0.914229	0.341536	2.676818	0.0149
LX4	0.520979	0.162607	3.203917	0.0047
LX5	0.120136	0.108205	1.110258	0.2807
PL_T1	-0.003175	0.012750	-0.248984	0.8060
PL_T2	0.032846	0.016439	1.998061	0.0602
PL_T3	-0.004326	0.020016	-0.216101	0.8312
PL_T4	-0.001370	0.013220	-0.103672	0.9185
T1	-1.450621	3.042382	-0.476804	0.6389
T2	10.65237	5.673921	1.877427	0.0759
T3	-19.51352	9.243472	-2.111059	0.0482
T4	-3.582648	7.559042	-0.473955	0.6409
SQPL1	5.33E-06	2.97E-05	0.179398	0.8595
SQPL2	-0.000176	7.94E-05	-2.222376	0.0386
SQPL3	3.71E-05	0.000186	0.199013	0.8444
SQPL4	8.04E-06	3.16E-05	0.254539	0.8018
SQT1	0.055331	0.110457	0.500925	0.6222
SQT2	-0.228018	0.123434	-1.847293	0.0803
SQT3	0.300506	0.141538	2.123144	0.0471
SQT4	0.073116	0.155514	0.470159	0.6436

R-squared	0.965713	Mean dependent var	27.44179
Adjusted R-squared	0.927817	S.D. dependent var	0.596305
S.E. of regression	0.160209	Akaike info criterion	-0.520636
Sum squared resid	0.487672	Schwarz criterion	0.398842
Log likelihood	32.67303	Hannan-Quinn criter.	-0.185813
F-statistic	25.48303	Durbin-Watson stat	2.085842
Prob(F-statistic)	0.000000		

الملحق رقم (2): نتائج تقدير النموذج (3)

Dependent Variable: LY
Method: Least Squares
Date: 08/23/22 Time: 18:11
Sample: 1980 2020
Included observations: 41

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1174.112	392.4825	2.991501	0.0063
T1	3.783624	5.932546	0.637774	0.5297
T2	-23.10557	12.27219	-1.882758	0.0719
T3	-43.11926	20.15186	-2.139716	0.0428
T4	-18.27201	15.89283	-1.149702	0.2616
PLT1	0.011444	0.008671	1.319743	0.1994
PLT2	-0.045411	0.017609	-2.578902	0.0165
PLT3	0.012157	0.012587	0.965835	0.3438
PLT4	0.011489	0.009290	1.236661	0.2282
SQT1	-0.119337	0.214124	-0.557329	0.5825
SQT2	0.509893	0.266542	1.912992	0.0678
SQT3	0.663314	0.307953	2.153948	0.0415
SQT4	0.382225	0.326577	1.170398	0.2533
SQPLT1	-0.000466	0.000147	-3.161554	0.0042
SQPLT2	0.001079	0.000477	2.260056	0.0332
SQPLT3	-0.003176	0.002440	-1.301577	0.2054
SQPLT4	-3.29E-05	0.000320	-0.102998	0.9188

R-squared	0.716467	Mean dependent var	23.19296
Adjusted R-squared	0.527446	S.D. dependent var	0.544899
S.E. of regression	0.374578	Akaike info criterion	1.167716
Sum squared resid	3.367407	Schwarz criterion	1.878222
Log likelihood	-6.938182	Hannan-Quinn criter.	1.426443
F-statistic	3.790398	Durbin-Watson stat	1.596809
Prob(F-statistic)	0.001654		