أثر التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية على التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر: دراسة قياسية خلال الفترة 2010-2024

The impact of green finance and digital technology on sustainable agricultural development in Algeria : empirical study for the period 2010-2024

قادري محمد[1]، زربوط آمنة [2]

Kadri Mohammed[1], Zerbout Amina[2]

[1] جامعة تلمسان (الجزائر)، mohammed-kadri@univ-tlemcen.dz

[2] جامعة تلمسان (الجزائر)، amina.zerbout@univ-tlemcen.dz

تاريخ الاستلام:2026/06/17 تاريخ القبول:2026/07/04 تاريخ النشر: 2026/9/25

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار أثر التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر على التنمية الزراعية في الجزائر، باستخدام بيانات ربع سنوية خلال الفترة 2010-2024. وبتطبيق منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL)، أظهرت النتائج أن التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة استخدام الانترنيت، عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي لها تأثير إيجابي ومعنوي على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل، مما يعني أن التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية يعززان التنمية الزراعية في الجزائر.

كلمات مفتاحية: التكنولوجيا الرقمية، التمويل الأخضر، التنمية الزراعية المستدامة، الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة.

تصنيفات JEL : C22، O33، Q01 ، Q16

Abstract:

This study aims to test the impact of digital technology and green finance on agricultural development in Algeria, using quarterly data during the period 2010-2024. By applying the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach, the outcomes showed that financing allocated to environmentally friendly technologies, renewable energy consumption, internet, mobile phone useand irrigation have a positive and significant impact on sustainable agricultural development in the long term, which means that green finance and digital technology promote agricultural development in Algeria.

Keywords: Digital technology, green finance, sustainable agricultural development, autoregression distributed Lag (ARDL).

JEL Classification Codes: C22 , O33, Q01 , Q16

[1] **المؤلف المرسل:** قادري محمد، **الإيميل:** mohammed-kadri@univ-tlemcen.dz

Kadri Mohammed, e.mail : mohammed-kadri@univ-tlemcen.dz

1-المقدمة:

تبذل معظم دول العالم جهودا متواصلة لدمج الجوانب البيئية في أنشطتها الاقتصادية، وقد مثل اتفاق باريس لعام 2015 خطوة هامة في مواجهة تغير المناخ، إذ يلزم 196 دولة بالحد من انبعاثاتها ومنع ارتفاع درجة الحرارة إلى أقل من 1.5 درجة مئوية. وبينما تعد الإجراءات الرامية إلى خفض الانبعاثات من قطاعي الطاقة والنقل راسخة بالفعل، إلا أن الإجراءات المتعلقة بالقطاع الزراعي لا تزال غير واضحة. ومع ذلك فقد شهد العالم خلال السنوات القليلة الماضية زيادة في الاستثمار في التكنولوجيا النظيفة والحلول المستدامة لا سيما في القطاع الزراعي (Andrianarimanana, Qinz, Rabezanahary, & Su, 2025). حيث يلعب القطاع الزراعي دورا هاما في الأمن الغذائي في جميع البلدان، وفي نفس الوقت تعد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أحد المساهمين الرئيسيين في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري، وتؤثر بشدة على القطاع الزراعي. وقد أظهرت معظم الدراسات التجريبية أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تؤثر سلبا على إنتاجية المزارع، وتوصي بتبني تغييرات في تكنولوجيا الإنتاج للتكيف مع تغير المناخ وضمان الأمن الغذائي(Ali, Gucheng, & Ishaq, 2019) .

يعتبر كل من التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية عاملين مهمين للتنمية الزراعية المستدامة. فعلى مدى العقود القليلة الماضية كان أحد أبرز العوامل هو توظيف التمويل الأخضر في الإنتاج الزراعي (Zhang, Xiong, Yang, & Yu, 2023)حيث يلعب التمويل الأخضر الذي يعرف بالاستثمارات في المشاريع والتقنيات المستدامة والصديقة للبيئة، دورا محويا في توجيه الاقتصادات نحو مسارات نمو مستدامة.(Yuan, Zhang, Shi, & Wang) . يشير التمويل الأخضر في الإنتاج الزراعي إلى التمويل الزراعي الذي يحقق أعلى عائد اجتماعي ممكن. ويمكن للأسواق المالية الفعالة والخضراء أن تسرع التنمية من خلال بنية تحتية زراعية ذكية وقائمة على المعلومات، وتقنيات الطاقة المتجددة، من أجل إنتاج غذائي مستدام والحد من انبعاثات الكربون. ويعتبر الابتكار التكنولوجي عاملا حاسما في مواجهة تحديات تغير المناخ، وتوفر التقنيات الرقمية، مثل الزراعة الدقيقة والاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي، إلى جانب التطورات في مجال التكنولوجيا الحيوية والطاقة المتجددة، حلولا لتحسين استخدام الموارد، وتطوير محاصيل مقاومة لتغير المناخ، والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري(Venturini, 2025) . إلى جانب ذلك تؤثر التقنيات الرقمية على شاكلة الإنترنت والهواتف المحمولة وتقنيات الاتصال المرتبطة بها على ملايين الأشخاص، إذ تسهم في جمع البيانات الزراعية وتخزينها وتحليلها ونشرها. وتملك الهواتف المحمولة والإنترنت إمكانات هائلة لتحسين الإنتاجية الزراعية، حيث وجد أنها تساهم

بشكل كبير في معالجة تحديات القطاع الزراعي، بما في ذلك زيادة الإمدادات الغذائية وترشيد استهلاك الموارد(Sriadhar, Balakrishnan, Jacob, & Sillanpaa, 2023) . يلعب التحول الرقمي دورا هاما في هذه العملية، لكن لا تزال هناك مشاكل، مثل تأخر التحول الرقمي في الزراعة، وعدم كفاية القدرة على الابتكار التكنولوجي، ونقص المواهب(Luo, Zhao, & Zhang, 2022) .

1-1 إشكالية الدراسة:

تعد التنمية الزراعية المستدامة أمرا بالغ الأهمية لمواجهة التحديات التي يفرضها تزايد عدد سكان العالم وتدهور البيئة، لا سيما في البلدان النامية والجزائر خاصة، حيث أن التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية يعززان بشكل كبير القيمة المضافة للزراعة، مما يبرز الحاجة إلى تدخلات سياسية لتشجيع هذه العوامل من أجل تحقيق نمو مستدام، وضمن هذا السياق يمكننا طرح الإشكالية التالية:

ما مدى تأثير التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية على التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر؟

2-1 فرضيات الدراسة:

- ✓ يعتبر التمويل الأخضر عاملا مهما في التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر على المدى الطويل.
- ✓ تعد تقنيات التكنولوجيا الرقمية من المحددات الهامة للتنمية الزراعية المستدامة في الجزائر على المدى الطويل.

3-1 هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار أثر التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر على التنمية الزراعية في الجزائر، باستخدام بيانات ربع سنوية خلال الفترة 2010-2024 وتطبيق منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL) للتقدير، كما تقدم هذه الورقة البحثية رؤى للجزائر وغيرها من الدول لاستخدام التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر بشكل فعال لتعزيز الزراعة المستدامة في ظل ضغوط تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

4-1 الدراسات السابقة

دراسة (Addai, Yufenyuy, & Kifen, 2024)بعنوان **Do green finance and digital technology matter for sustainable agricultural development? Insights from sub-Saharan Africa** والهدف منها اختبار تأثير التمويل الأخضر والتقنيات الرقمية على النمو الزراعي الأخضر في بلدان جنوب الصحراء، باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية خلال الفترة 2003-2018. تشير نتائج التقدير إلى أن التمويل الأخضر، واستخدام الإنترنت والهواتف المحمولة، فضلا عن استخدام الطاقة المستدامة، تؤثر بشكل إيجابي ومعنوي على القيمة المضافة للزراعة والغابات والصيد البحري. بالإضافة إلى ذلك تشير نتائج اختبار العلاقة السببية عن وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين التمويل الأخضر والقيمة المضافة للزراعة والغابات والصيد البحري، علاقة سببية أحادية الاتجاه من استخدام الإنترنت والهواتف المحمولة نحو القيمة المضافة للزراعة والغابات والصيد البحري.

دراسة (Hao, Zhang, & Du, 2024)بعنوان **Green finance, FinTech and high-quality agricultural development** والتي هدفت إلى تحليل العلاقة بين التمويل الأخضر والتنمية الزراعية عالية الجودة، مع التركيز على استخدام التكنولوجيا المالية، ويهدف هذا المشروع إلى توفير إطار مرجعي متين لتعزيز التحديث الزراعي وتشجيع التنمية الزراعية عالية الجودة. باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية للفترة الممتدة ما بين 2011- 2019، وبالاعتماد على طريقة العزوم المعممة (GMM) أشارت نتائج الدراسة إلى أن التطورات في التمويل الأخضر لها تأثير ذو دلالة إحصائية على التنمية الزراعية عالية الجودة، حيث تصل مستويات الدلالة إلى 1% على الأقل. وعادة ما يستهان بمساهمة التكنولوجيا المالية في مجال التمويل الأخضر فيما يتعلق بالتنمية الزراعية عالية الجودة. إذ أن ارتفاع مستوى التمويل الأخضر بنسبة 1% يقابله ارتفاع متوسط في مستوى التنمية الزراعية عالية الجودة بنسبة 18.9%.

دراسة (Lui & Lui, 2023)بعنوان **Can digital technology promote sustainable agriculture? Empirical evidence from urban China** و الهدف منها قياس أثر التكنولوجيا الرقمية على الزراعة المستدامة بشكل منهجي باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية ل 276 مقاطعة صينية خلال الفترة الممتدة ما بين 2005 و 2020. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن للتكنولوجيا الرقمية لها أثر إيجابي معنوي على الزراعة المستدامة، بالإضافة إلى ذلك تلعب الإنتاجية الزراعية وإنتاجية العمل دورا وسيطا في تطبيق التكنولوجيا الرقمية على الزراعة المستدامة. كما يساهم الشمول المالي الرقمي في تعزيز استخدام التكنولوجيا الرقمية لتحفيز الزراعة المستدامة، تخفيف حدة الفقر وزيادة الدخل، الزراعة الخضراء.

دراسة (Guo & Kang, 2024)بعنوان **Digital inclusive finance and agricultural green development in China: A panel analysis** (2013–2022) والتي تهدف إلى قياس أثر التمويل الرقمي الشامل على التنمية الزراعية المستدامة، استنادا إلى بيانات السلاسل الزمنية خلال الفترة الزمنية 2013-2022 في الصين. وأظهرت نتائج التقدير أن التمويل الرقمي الشامل يساهم في تعزيز التنمية الزراعية المستدامة من خلال تحسين ابتكار التكنولوجيا الزراعية وتخفيف القيود التمويلية المتعلقة بالزراعة.

دراسة (Zhang, Ning, Wang, Luo, & Dong, 2025)بعنوان **Digital Economy, Urban-Rural Integration, and High-Quality Agricultural Development** والتي تبحث في اختبار أثر الاقتصاد الرقمي على التنمية الزراعية عالية الجودة من منظور التكامل بين المناطق الحضرية والريفية في الصين. وباستخدام بيانات السلاسل الزمنية خلال الفترة 2011 و2019، وظفت الدراسة نماذج اقتصادية قياسية متنوعة لدراسة الأثر متعدد الأبعاد للاقتصاد الرقمي على التنمية الزراعية عالية الجودة. وأظهرت النتائج أن الاقتصاد الرقمي يعزز التنمية الزراعية عالية الجودة بشكل مباشر من خلال تحسين التحكم في مدخلات ومخرجات الزراعة، كفاءة الإدارة، تكامل الصناعات وتيسير التحول الأخضر.

دراسة (Tram, Van, & Thi, 2025)بعنوان **The impact of green finance, natural resources and institutional quality on sustainable agriculture: evidence from Asian countries** والتي تهدف إلى اختبار أثر التمويل الأخضر، الموارد الطبيعية وجودة المؤسسات على الزراعة المستدامة في 30 دولة آسيوية خلال الفترة 2002-2020، باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية المصححة كليا (FMOLS)، المربعات الصغرى الديناميكية(DOLS) ، وطريقة العزوم المعممة (GMM). أظهر النتائج أن التمويل الأخضر، الأراضي والنمو الاقتصادي لها أثر إيجابي معنوي على القيمة المضافة الزراعية، بينما للموارد الطبيعية وجودة المؤسسات أثر سلبي عليها. وقد أكدت الأبحاث وجود لعنة الموارد في الدول الآسيوية.

دراسة (Liu, Li, & Li, 2025) بعنوان **How can green finance promote the synergistic development of agricultural ecological environment and productivity** والتي تهدف إلى بناء خط دفاع أساسي لإمدادات غذائية آمنة وتوازن بيئي، والحد بشكل فعال من انتشار التلوث الكيميائي وتحسين جودة الإمدادات الغذائية، وبالتالي توفير نقطة ارتكاز استراتيجية

لإدارة مصادر الصحة العامة في الصين، بالاعتماد على بيانات السلاسل الزمنية المقطعية خلال الفترة الممتدة ما بين 2012 و 2022. وباستخدام نماذج الاقتصاد القياسي كنموذج التأثيرات الثابتة والتقدير المكاني، أظهرت النتائج أن الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج الزراعية في جميع مناطق الصين شهدت تحسنا ملحوظا لا سيما في المنطقة الشرقية، ولا يقتصر دور التمويل الأخضر على تعزيز هذه الإنتاجية في المناطق المحلية والمناطق المحيطة بها، بل يساهم أيضا في تحسينها من خلال تعزيز التكتلات الصناعية الزراعية.

دراسة (Tong, Niu, & Wang, 2025)بعنوان **The impact of agricultural green finance on the level of agricultural green development** والتي تهدف إلى اختبار أثر التمويل الأخضر الزراعي على مستوى التنمية الزراعية الخضراء في الصين باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية ل 30 مقاطعة خلال الفترة الممتدة ما بين 2011 و 2021. وأظهرت نتائج التقدير أن التمويل الأخضر الزراعي يمكن أن يحسن بشكلٍ ملحوظ مستوى التنمية الزراعية الخضراء، وذلك بشكل رئيسيٍ من خلال تسهيل مستوى ابتكار التكنولوجيا الزراعية الخضراء.

دراسة (Song, Yin, & Lu, 2026)بعنوان **Advancing agricultural ecological transformation through green finance: evidence from urban panel data**. والتي تهدف إلى اختبار أثر التمويل الأخضر على الكفاءة البيئية الزراعية في الصين بالاعتماد على بيانات السلاسل الزمنية المقطعية والتي تشمل 242 مدينة خلال الفترة 2011-2022، وباستخدام أدوات الاقتصاد القياسي الحديثة تم التوصل إلى أن التمويل الأخضر يحسن بشكل كبير الكفاءة البيئية الزراعية، حيث يساهم كل من الائتمان الأخضر والتأمين الأخضر والاستثمار الأخضر بشكل إيجابي. وذلك بعد تطبيق سياسة إصلاح التمويل الأخضر ومناطق الابتكار التجريبية لعام 2017.

دراسة (Do, Trinh, & Thi, 2026)بعنوان **Green finance, technological innovation, renewable energy consumption and sustainable agriculture in Asia** والتي تهدف إلى قياس العلاقة بين التمويل الأخضر، الابتكار التكنولوجي، الطاقات المتجددة والزراعة المستدامة في البلدان الآسيوية خلال الفترة 2000-2022، وباستخدام طريقة المربعات الصغرى الديناميكية (DOLS) و طريقة العزوم المعممة (GMM)، توصلت الدراسة إلى أن كل من التمويل الأخضر والابتكار التكنولوجي، استهلاك الطاقة المتجددة والاستثمار الأجنبي المباشر يؤثر بشكل إيجابي ومعنوي على الزراعة المستدامة.

على الرغم من تزايد الأدبيات التي تناولت العلاقة بين التمويل الأخضر، التكنولوجيا الرقمية والتنمية الزراعية المستدامة، إلا أن معظم الدراسات السابقة ركزت على الصين أو عينات من الدول الآسيوية وبعض الدول الإفريقية مجتمعة، واعتمدت في الغالب على بيانات مجمعة (Panel Data). كما أن هذه الدراسات تناولت التمويل الأخضر أو التكنولوجيا الرقمية بشكل منفصل، في حين أن الدراسات التي جمعت بين المتغيرين في نموذج واحد ما تزال محدودة. وتتجلى الفجوة البحثية الخاصة بهذه الدراسة في عدة جوانب أهمها: ندرة الدراسات الخاصة بالجزائر التي اختبرت أثر التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية على التنمية الزراعية المستدامة، رغم الأهمية الاستراتيجية للقطاع الزراعي في تحقيق الأمن الغذائي وتقليل التبعية الغذائية الخارجية. غياب الدراسات التي تجمع بين التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية ضمن إطار تحليلي موحد لتفسير التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر، حيث ركزت أغلب الدراسات السابقة على أحد المتغيرين دون الآخر. نقص الأدلة التجريبية المتعلقة بالدول الريعية والنامية التي تتميز بخصائص مؤسسية واقتصادية مختلفة عن الصين والدول الآسيوية، مما يجعل تعميم نتائج الدراسات السابقة على الجزائر أمرا غير مؤكد. وعليه تسعى هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال تقديم دراسة قياسية حديثة حول أثر التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية على التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر باستخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL) وبيانات ربع سنوية للفترة 2010-2024.

2-المنهجية والبيانات:

2-1 وصف البيانات:

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار أثر التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر على التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر باستخدام بيانات ربع سنوية خلال الفترة الممتدة من 2010 إلى غاية 2024، وقمنا باستخدام هذه الفترة على حسب البيانات المتوفرة في البحث. تم جمع بيانات الدراسة من قاعدة بيانات الأمم المتحدة للتجارة (UN-COMTRADE)، شعبة الإحصاءات بالأمم المتحدة (UNSD)، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO)، قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، قاعدة بيانات البنك الدولي ومؤشر التنمية العالمي، المعهد العالمي للنمو الأخضر (GGGI). في هذه الدراسة تم الاعتماد على التنمية الزراعية المستدامة كمتغير تابع، ومؤشرات التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر كمتغيرات مستقلة. تم تمثيل التنمية الزراعية المستدامة بالقيمة المضافة الزراعية بالأسعار الثابتة سنة الأساس 2020 (بالدولار الأمريكي)، التمويل الأخضر تم تمثيله بكل من مؤشر إجمالي التمويل المخصص لتعزيز التقنيات الصديقة

للبيئة نسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي، واستهلاك الطاقة المتجددة بالتركيز على الطاقة الشمسية (جيغاواط ساعة)، أما التكنولوجيا الرقمية فقد تم تمثيلها بنسبة مستخدمي الانترنيت من كلا الجنسين (نسبة مئوية) وعدد مشتركي الهاتف النقال لكل 100 شخص ، بالإضافة إلى متغير مستقل آخر السقي وتم تمثيله بإجمالي المساحة الزراعية المخصصة للري (نسبة مئوية). ويتم وصف متغيرات الدراسة في الجدول التالي:

الجدول رقم 01 : وصف البيانات

الرمز	الوصف	وحدة القياس	المصدر
AGR	التنمية الزراعية المستدامة	Agriculture, Value Added, Constant 2020 Prices [USD]	UNSD
F	التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة	Total amount of funding to promote environmentally sound technologies per GDP	GGGI
MCS	عدد مشتركي الهاتف النقال	Mobile cellular subscriptions (per 100 people)	WDI
INT	نسبة مستخدمي الانترنيت	Individuals using the Internet (% of the population)	WDI
REC	استهلاك الطاقة المتجددة-الطاقة الشمسية	Electricity Generation, Renewable, Solar Energy [GWh]	IRENA
W	السقي	Area Equipped for Irrigation, Total, % of Agricultural Area [Percent]	FAO

المصدر: بالاعتماد على قواعد البيانات العالمية

2-2 المنهجية:

يتم التعبير عن العلاقة بين التنمية الزراعية المستدامة، التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية باستخدام النموذج التالي:

$$LAGR_t = \alpha + \beta_1 LF_t + \beta_2 LREC_t + \beta_3 LINT_t + \beta_4 LMCS_t + \beta_5 LW_t + \varepsilon_t \quad \text{.....(1)}$$

تشير α إلى حد الثابت، β_1، β_2، β_3، β_4، β_5:معلمات كل من إجمالي التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة استخدام الانترنيت، لوغاريتم عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي، ε_t: حد الخطأ العشوائي.

تعد الخطوة الأولى لتطبيق أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL) ، دراسة استقرارية أو سكون السلاسل الزمنية المشمولة في الدراسة، فقد تكون هذه السلاسل غير ساكنة مما يؤدي بذلك إلى انتهاك الفرضيات الأساسية الخاصة بالنموذج القياسي، حيث يعتبر تحديد رتبة تكامل كل سلسلة زمنية على حدا ضروري جدا لتفادي الانحدار الزائف. ومن بين الاختبارات القبلية الأكثر استخداما في هذا المجال هي اختبارات Augmented Dickey-Fuller المطور من قبل (Dickey & Fuller, 1979)و (Phillips & Perron, 1988) لتحديد درجة تكامل المتغيرات. وتثبت درجات التكامل فيما إذا كانت السلاسل المستخدمة في الدراسة مستقرة عند المستوى I(0) أو تكون مستقرة بعد أخذ الفرق الأول للسلسلة الزمنية I(1).

أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة هو نموذج ديناميكي غير مقيد (dynamic unrestricted model)، حيث يعبر عن المتغير التابع كدالة لتأخره الزمني مع متغيرات تفسيرية أخرى (explanatory variables)، ووفقا ل Charemza and Deadman (1997) يتبع أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة نهجا من العام إلى الخاص مما يمكن الباحث من حل مشكلات الاقتصاد القياسي(Mazengia , Bezabih, & Chekol, 2023) . كما أن هذا الأسلوب له العديد من المزايا. أولا: تتطلب أساليب التكامل المتزامن التقليدية أن تكون السلاسل الزمنية المدروسة لها نفس درجة التكامل أي تكون على شكل I(1)، بينما أسلوب ARDL للتكامل المتزامن يمكن توظيفه إذا كانت السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة الأولى I(1) أو تكون مختلطة I(0) و I(1) شرط عدم وجود أي سلسلة متكاملة من الدرجة الثانية I(2). ثانيا: يعتبر هذا الأسلوب كأفضل أسلوب قياسي مناسب لأحجام العينات الصغيرة. ثالثا: يقدر في الوقت نفسه النتائج على المدى الطويل والقصير ويوضح الفروق بين هذه النتائج. رابعا: يستوعب منهج ARDL بشكل مناسب الارتباط الذاتي ويقدم تقديرات قوية من خلال أخذ فترات إبطاء زمنية مناسبة، كما أن نتائجه تكون غير متحيزة(Tilahum, 2021) .

يتم تحويل المعادلة رقم 1 إلى نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد (UECM) في شكل المعادلة رقم 2 لإجراء عملية اختبار الحدود.

$$\Delta LAGR_t = \alpha_0 + \lambda_1 LF_{t-1} + \lambda_2 LREC_{t-1} + \lambda_3 LINT_{t-1} + \lambda_4 LMCS_{t-1} + \lambda_5 LW_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} u_i \Delta LAGR_{t\ i} + \sum_{j=0}^{J} \beta_j \Delta LF_{t\ j} + \sum_{j=0}^{J} \delta_j \Delta LREC_{t\ j} + \sum_{j=0}^{J} \gamma_j \Delta LINT_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \varphi_j \Delta LMCS_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \theta_j \Delta LW_{t-j} + \varepsilon_t \ldots\ldots (2)$$

حيث تعبر $\propto$ عن الثابت، λ_1، λ_2، λ_3، λ_4، λ_5: المعلمات طويلة الأجل، π_i، β_j، δ_j، γ_j، φ_j، المعلمات قصيرة الأجل.

يتم إجراء منهج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL) وفق مرحلتين، ففي المرحلة الأولى يتم حساب القيمة الإحصائية F وعلاقة التكامل المتزامن، ويقوم منهج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة باختبار F فيما إذا كان هناك تكامل متزامن بين المتغيرات أم لا، ولتحقيق هذا الغرض تم الاعتماد على فرضيتين أساسيتين. حيث تفترض الفرضية العدمية عدم وجود تكامل متزامن مقابل الفرضية البديلة التي تنص على وجود تكامل متزامن. قام Pesaran et al بحساب مجموعتين من القيم الحرجة المقاربة. الأولى تفترض أن المتغيرات متكاملة عند I(0) أما الثانية فتفترض أن المتغيرات متكاملة عند I(1)، وتسمى قيم هاتين المجموعتان بالحد الأدنى للقيمة الحرجة (LCB) والحد الأعلى للقيمة الحرجة (UCB) على التوالي. يتم تحديد التكامل المتزامن بين المتغيرات من خلال القاعدة التالية: إذا كانت القيمة المحسوبة لإحصائية F أعلى من الحد الأعلى للقيمة الحرجة فسيتم رفض الفرضية الصفرية لعدم وجود تكامل متزامن، وبالتالي وجود تكامل متزامن بين النمو الاقتصادي الأخضر، الابتكار الأخضر، الرقمنة، استهلاك الطاقة المتجددة ونفقات الحماية البيئية. أما إذا كانت القيمة المحسوبة لإحصائية F أقل من الحد الأدنى للقيمة الحرجة فسيتم قبول الفرضية الصفرية لعدم وجود تكامل متزامن بين المتغيرات (Poku, Opoku, & Agyeiwaa, 2022).

تتضمن المرحلة الثانية النتائج قصيرة المدى و معالجة معلمة حد تصحيح الخطأ (ECT). بعد تحديد إحصائية F والعلاقة طويلة المدى بين المتغيرات، يكون نموذج تصحيح الخطأ (ECM) قابلا للتطبيق، ويتم التعبير عنه على النحو التالي في شكل المعادلة رقم 3:

$$\Delta LAGR_t = \alpha_0 + \lambda_1 LF_{t-1} + \lambda_2 LREC_{t-1} + \lambda_3 LINT_{t-1} + \lambda_4 LMCS_{t-1} + \lambda_5 LW_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \pi_i \Delta LAGR_{t-i} + \sum_{j=0}^{J} \beta_j \Delta LF_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \delta_j \Delta LREC_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \gamma_j \Delta LINT_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \varphi_j \Delta LMCS_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \theta_j \Delta LW_{t-j} + \emptyset ECT_{t-1} + \varepsilon_t \ldots\ldots (3)$$

حيث تشير $\emptyset$ إلى سرعة التعديل أو التكييف للعودة إلى الوضع التوازني طويل الأجل بعد حدوث صدمة في الأجل القصير. من المعادلة (3)، يشير تصحيح الخطأ إلى سرعة تعديل المتغيرات للوصول إلى حالة التوازن على المدى الطويل في حال حدوث أي اختلال. لذا من المتوقع أن يكون عامل تصحيح الخطأ سالبا وذا دلالة إحصائية. حيث تشير القيمة السالبة إلى أنه مع أي انحراف

عن المدى الطويل ستعود المتغيرات إلى حالة التوازن، وعلى عكس ذلك يشير حد تصحيح الخطأ الموجب إلى حالة حرجة، وبالتالي احتمال عدم عودة المتغيرات إلى نقطة التوازن.

3-مناقشة النتائج

1-3 اختبار جذر الوحدة:

الجدول رقم02: اختبار جذر الوحدة باستخدام اختبار (Augmented Dickey-Fuller (ADF

المتغيرات	عند المستوى			عند الفرق الأول		
	بدون	قاطع	قاطع و اتجاه	بدون	قاطع	قاطع و اتجاه
LAGR	3.870	1.730-	0.780-	**1.935-	**3.275-	***7.594-
LF	4.905	0.920-	1.122-	1.487-	***5.950-	***5.912-
LREC	1.903	0.323-	1.542-	***3.546-	***3.966-	**3.899-
LINT	0.191-	2.225-	0.269-	***6.695-	***6.584-	***7.016-
LMCS	1.597	1.652-	1.971-	***7.498-	***7.837-	***7.778-
LW	2.098	2.669-	1.848-	***2.625-	***8.119-	***8.871-

*مستوى معنوية 10%،**مستوى معنوية 5%، ***مستوى معنوية 1%

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12.

الجدول رقم 03: اختبار جذر الوحدة باستخدام اختبار (Phillips-Perron (PP

المتغيرات	عند المستوى			عند الفرق الأول		
	بدون	قاطع	قاطع و اتجاه	بدون	قاطع	قاطع و اتجاه
LAGR	3.990	1.236-	0.780-	***4.685-	***6.561-	***7.594-
LF	4.610	0.904-	1.377-	***4.072-	***5.951-	***5.918-
LREC	1.383	0.557-	2.068-	***3.507-	***3.932-	**3.899-
LINT	0.165-	1.698-	1.716-	***6.149-	***6.038-	***10.285-
LMCS	1.724	1.629-	1.971-	***7.549-	***7.852-	***7.792-
LW	2.054	2.911-	1.400-	***7.549-	***-8.186-	***12.237-

*مستوى معنوية 10%،**مستوى معنوية 5%، ***مستوى معنوية 1%

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12.

يتم اختبار استقرارية أو سكون السلاسل الزمنية عبر اختبارات جذر وحدة (Philips & Pearson (PP و Augmented Dickey-Fuller (ADF). وقد تم ذكر خصائص جذر الوحدة لجميع السلاسل الزمنية المشمولة في الدراسة في الجدول رقم 02 و03. أظهرت النتائج أن سلاسل الخاصة بالتنمية الزراعية المستدامة، التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة مستخدمي الانترنيت، عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي غير مستقرة عند المستوى ولكن بعد أخذ الفرق الأول تصبح مستقرة، وهذا يعني أن هذه المتغيرات متكاملة من الدرجة الأولى I(1)، وفي هذه الحالة يمكن استخدام منهج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL).

3-2 اختبار التكامل المتزامن-اختبار الحدود:

الجدول رقم 04: نتائج اختبار الحدود-التكامل المتزامن.

إحصائية الاختبار	القيمة الإحصائية	مستوى المعنوية	الحد الأدنى I(0)	الحد الأعلى I(1)
F-Statistic	5.67	10%	2.08	3.21
		5%	2.589	3.683
		1%	3.451	4.786

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

في تحليل السلاسل الزمنية يعد اختيار طول فترة الإبطاء الزمني المناسب ضروريا قبل تطبيق منهج ARDL للتكامل المتزامن. تحدد هذه الدراسة طول فترة الإبطاء الزمني في ضوء معيار معلومات Akaike وتدير انحدار ARDL للنمو الاقتصادي الأخضر، الرقمنة والابتكار الأخضر لدراسة معنوية إحصائية F. والجدول رقم 04 يوضح نتائج اختبار الحدود حيث تشير قيمة F المحسوبة إلى (5.67) وهي أكبر من الحد الأعلى للقيمة الحرجة (4.786) عند مستوى معنوية 1%، مما يعني رفض الفرضية العدمية وقبول الفرضية البديلة التي تنص على وجود علاقة تكامل متزامن بين التنمية الزراعية المستدامة كمتغير تابع و متغيرات التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة مستخدمي الانترنيت، عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي كمتغيرات مستقلة.

3-3 تقدير معلمات الأجل الطويل ونموذج تصحيح الخطأ:

الجدول رقم 05: نتائج مقدرات الأجل الطويل

النموذج الأمثل (1,1,1,1,0,0)				
المتغيرات	المعاملات	الخطأ المعياري	القيمة	الاحتمال

	الإحصائية			
C	20.212	0.954	21.177	0.000
LF	0.098	0.046	2.109	0.009
LREC	0.131	0.048	2.710	0.009
LINT	0.168	0.047	3.573	0.000
LMCS	0.493	0.174	2.826	0.006
LW	0.936	0.452	2.070	0.043
معامل التحديد المعدل: 0.98				

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

يبين الجدول رقم 05 نتائج مقدرات الأجل الطويل وذلك على النحو التالي:

يوجد تأثير إيجابي معنوي لإجمالي التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل عند مستوى معنوية 1 %، بمرونة قدرها 0.098 أي أن الزيادة في التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة بمقدار 1% تؤدي إلى زيادة في التنمية الزراعية المستدامة ب 0.098%. وتعكس هذه النتيجة أهمية الاستثمارات الخضراء في دعم التحول نحو الزراعة المستدامة في الجزائر، من خلال تبني التقنيات الزراعية الحديثة ذات الكفاءة البيئية.

يوجد تأثير إيجابي معنوي لاستهلاك الطاقة المتجددة-الطاقة الشمسية- على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل عند مستوى معنوية 1 %، بمرونة قدرها 0.131 أي أن الزيادة في استهلاك الطاقة المتجددة بمقدار 1% تؤدي إلى زيادة في التنمية الزراعية المستدامة ب 0.131%. وهذا يتوافق مع توجه الجزائر نحو الانتقال الطاقوي واستغلال الطاقة الشمسية في المناطق الزراعية، من خلال استخدام الطاقة الشمسية في أنظمة السقي والضخ الزراعي وتقليل الانبعاثات البيئية الناتجة عن الطاقة التقليدية.

يوجد تأثير إيجابي معنوي لاستخدام الانترنيت على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل عند مستوى معنوية 1 %، بمرونة قدرها 0.168 أي أن الزيادة في استخدام الانترنيت بمقدار 1% تؤدي إلى زيادة في التنمية الزراعية المستدامة ب 0.168%. مما يساهم في رفع كفاءة الإنتاج الزراعي وتحقيق الاستدامة، من خلال وصول المزارعين إلى المعلومات الزراعية والتقنية، استخدام التطبيقات الرقمية الزراعية وتحسين إدارة الموارد الزراعية.

يوجد تأثير إيجابي معنوي لعدد مشتركي الهاتف النقال على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل عند مستوى معنوية 1 %، بمرونة قدرها 0.493 أي أن الزيادة في الاشتراك في الهاتف

المحمول بمقدار 1% تؤدي إلى زيادة في التنمية الزراعية المستدامة ب 0.131%. كما أن هذه النتيجة توضح أن التكنولوجيا الرقمية تعد من أهم محددات التنمية الزراعية الحديثة، من خلال تسهيل التواصل بين المزارعين والأسواق، نشر المعلومات الزراعية بسرعة، استخدام الخدمات الرقمية الزراعية و تحسين اتخاذ القرار لدى المزارعين.

يوجد تأثير إيجابي معنوي للسقي على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل عند مستوى معنوية 5 %، بمرونة قدرها 0.936 أي أن الزيادة في السقي بمقدار 1% تؤدي إلى زيادة في التنمية الزراعية المستدامة ب 0.936%. تعكس هذه النتيجة أهمية تطوير البنية التحتية للري وتوسيع المساحات المسقية لتحقيق الأمن الغذائي والتنمية الزراعية المستدامة، حيث أن الزراعة في الجزائر تعتمد بدرجة كبيرة على توفر المياه، كما أن أنظمة السقي الحديثة تساهم في رفع الإنتاجية الزراعية وتساعد على مواجهة التغيرات المناخية والجفاف.

يشير معامل التحديد المعدل إلى 0.98، وتعني هذه النتيجة أن متغيرات التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة مستخدمي الانترنيت، عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي تفسر حوالي 98% من التباينات التي تحدث في التنمية الزراعية المستدامة، وتبدو هذه النسبة مرتفعة جدا مما يدل على أن النموذج ذو جودة عالية.

الجدول رقم 06: نتائج نموذج تصحيح الخطأ والأجل القصير.

المتغيرات	المعاملات	الخطأ المعياري	القيمة الإحصائية	الاحتمال
D(LMCS)	0.455	0.092	4.941	0.000
D(LINT)	0.194	0.029	6.584	0.000
(1-)ECT	0.299-	0.078	3.837-	0.000

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

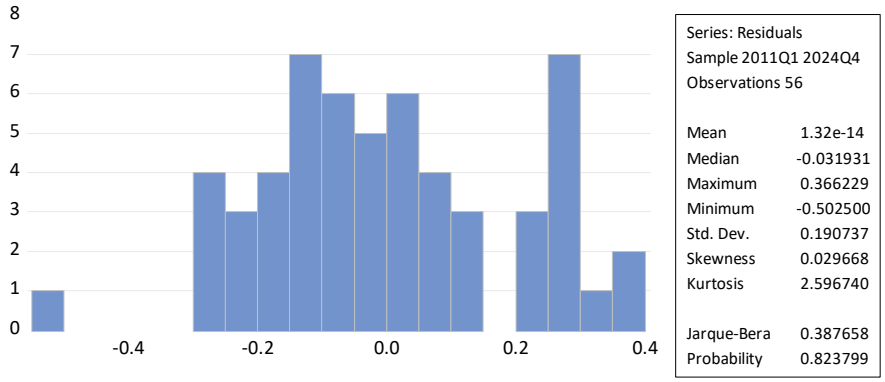
استنادا إلى اختبار الحدود المرتبط بإحصائية F تظهر التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة مستخدمي الانترنيت، عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي كمتغيرات طويلة المدى تؤثر على متغير التنمية الزراعية المستدامة. تعكس معلمة حد تصحيح الخطأ ECT العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات في الجدول رقم 05، وقيمة ECT للمعادلة رقم هي : (-0.299) وهي سالبة وذات دلالة إحصائية عند مستوى 1%، مما يضمن وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغير التنمية الزراعية المستدامة والمتغيرات المستقلة المشمولة في الدراسة. وتشير معلمة حد تصحيح الخطأ في هذا النموذج إلى سرعة تعديل ضعيفة نسبيا بعد حدوث الصدمة، حيث أنه في كل فصل يتم تعديل 29.9% من الاختلالات التي تحدث في الأجل

القصير للعودة إلى الوضع التوازني طويل الأجل. في الأجل القصير هناك تأثير إيجابي معنوي فقط لمؤشرات التكنولوجيا الرقمية على التنمية الزراعية المستدامة، ويمكن تفسير ذلك بأن أثر التكنولوجيا الرقمية يتحقق بسرعة من خلال تحسين تدفق المعلومات والاتصال، في حين يحتاج التمويل الأخضر إلى فترة زمنية أطول حتى يترجم إلى استثمارات ومشاريع زراعية تؤثر فعليا في الإنتاج الزراعي.

4-3 اختبارات التشخيص والاستقرارية:

1-4-3 اختبارات تشخيص البواقي:

الشكل رقم 01: اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي باستخدام Jarque-Bera



المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

من خلال الشكل رقم 01 يتبين أن احتمال إحصائية Jarque-Bera أكبر من 0.05، وبالتالي نقبل الفرضية العدمية التي تنص على أن البواقي تتوزع توزيعا طبيعيا.

الجدول رقم 07: اختبار الارتباط التسلسلي للبواقي باستخدام اختبار Breusch-Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.441992	Prob. F(2,47)	0.6454
Obs*R-squared	1.089196	Prob. Chi-Square(2)	0.5801

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

من خلال نتائج الجدول رقم 5 يتبين أن احتمال كل من إحصائية F و Chi-Square أكبر من 0.05، وبالتالي نقبل الفرضية العدمية القائلة بأن البواقي خالية من الارتباط الذاتي.

الجدول رقم 08: اختبار ثبات تباين البواقي باستخدام اختبار ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH

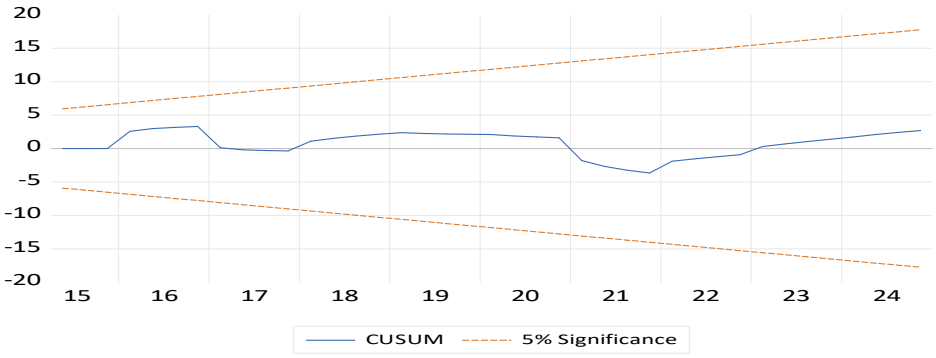
F-statistic	0.089132	Prob. F(1,56)	0.7664
Obs*R-squared	0.092169	Prob. Chi-Square(1)	0.7614

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

من خلال نتائج الجدول رقم 08 يتبين أن احتمال كل من إحصائية F و Chi-Square أكبر من 0.05، وبالتالي نقبل الفرضية العدمية مما يعني أن تباين البواقي ثابت.

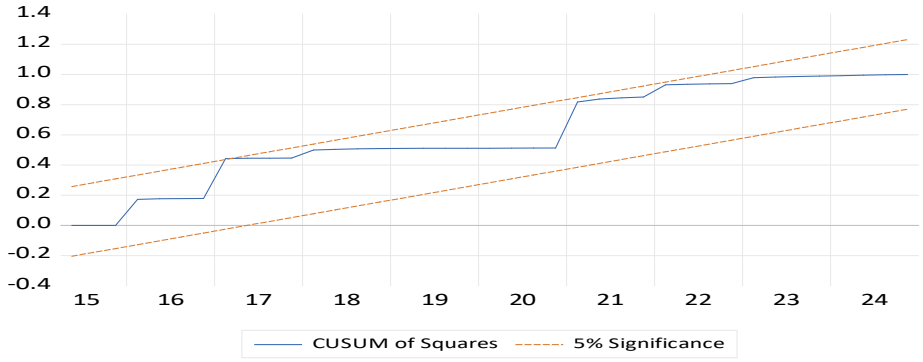
2-4-3 استقرارية النموذج:

الشكل رقم 02: المجموع التراكمي للبواقي المعاودة CUSUM



المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

الشكل رقم 03: المجموع التراكمي لمربعات البواقي المعاودة CUSUMSQ



المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews12

تظهر نتائج الشكل 01 و02 أن إحصائيتي **CUSUM** و**CUSUMSQ** تظلان ضمن نطاق الثقة 5% طوال فترة العينة (2010-2024). وهذا يشير إلى عدم وجود دليل على عدم استقرار في النموذج المقدر. وبالتالي يمكن اعتبار معاملات المدى القصير والمدى الطويل المقدرة مستقرة وموثوقة، مما يعني أن العلاقة بين التمويل الأخضر، التكنولوجيا الرقمية والاستدامة الزراعية لا تتأثر بفترة فرعية واحدة أو صدمات معزولة. وهذا يعزز مصداقية نتائج منهجية ARDL ويدعم صحة استنتاجات السياسة المستندة من النموذج.

4- الخلاصة:

يعد التقدم الزراعي المستدام أحد أكبر التحديات التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين، إذ يقدر أن يرتفع عدد سكان العالم إلى أكثر من تسعة مليارات نسمة بحلول عام 2050. وعلى مر السنين، سعت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) إلى وضع سياسات دولية مزدهرة ترتكز على الزراعة المستدامة والنمو الشامل. إضافة إلى ذلك اعتمدت البلدان النامية وعلى رأسها الجزائر إطار عمل برنامج التنمية الزراعية الشامل، نظرا للحاجة المتزايدة إلى سياسات ودراسات مبتكرة للحد من الآثار البيئية السلبية للتنمية الزراعية. تهدف هذه الدراسة إلى اختبار أثر التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر على التنمية الزراعية في الجزائر، باستخدام بيانات ربع سنوية خلال الفترة 2010-2024. وبتطبيق منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL)، أظهرت النتائج أن التمويل المخصص للتقنيات الصديقة للبيئة، استهلاك الطاقة المتجددة، نسبة استخدام الانترنيت، عدد مشتركي الهاتف النقال والسقي لها تأثير إيجابي ومعنوي على التنمية الزراعية المستدامة في الأجل الطويل، مما يعني أن التمويل الأخضر والتكنولوجيا الرقمية يعززان التنمية الزراعية في الجزائر. وتتوافق نتائج هذه الدراسة مع معظم الدراسات السابقة.

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن التكنولوجيا الرقمية والتمويل الأخضر لهما أثر إيجابي على التنمية الزراعية المستدامة، مما يوفر رؤى قمية لعملية صنع القرار الإداري. ولتعزيز دور التكنولوجيا التمويل الأخضر كمحرك للتنمية الزراعية المستدامة، تتضمن نتائج هذه الورقة البحثية التوصيات التالية:

- ❖ زيادة تطوير البنية التحتية الرقمية في المناطق الأقل نموا لتقليص الفجوة الرقمية الأولية بينها. وانطلاقا من تحقيق تغطية شاملة لشبكات الاتصالات في المناطق الريفية، ينبغي تحسين بناء البنية التحتية الرقمية في هذه المناطق لضمان حصول سكان المدن والريف على فوائد رقمية متساوية.
- ❖ يعد الفقر أكبر عائق أمام الاستدامة، ولذا ينبغي على الحكومة الجزائرية توسيع نطاق تغطية التمويل الشامل وتعزيز حمايته. فمن خلال منح المزارعين المزيد من الدعم المالي، يمكن الحد من الفقر ومنع عودته وتسريع تطبيق التقنيات الخضراء.
- ❖ إعطاء الأولوية للسياسات التي تجذب التمويل الأخضر وتشجع البنوك على منح القروض للمشاريع الزراعية الصديقة للبيئة.
- ❖ مشاركة أكبر عدد من الناس في التحول الرقمي والعمل معا لتعزيز الحضارة الإنسانية المستدامة، من خلال قيادة التواصل بين مختلف المناطق في البلاد وتجاوز حواجز التكنولوجيا الرقمية.
- ❖ تبني سياسات لدمج الطاقة المتجددة في الزراعة، مما يقلل التكاليف الأولية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يساهم استخدام الطاقة الشمسية في أنظمة الري في خفض التكاليف، تحسين الكفاءة وتعزيز ممارسات الزراعة المستدامة بيئيا.
- ❖ يعد التعاون بين الجهات التنظيمية والمؤسسات المالية ومزودي التكنولوجيا أمرا بالغ الأهمية لتطوير حلول التكنولوجيا المالية المصممة خصيصا لتلبية الاحتياجات الزراعية.
- ❖ يعد الاستثمار في الاتصالات عبر الهاتف المحمول والوصول إلى الإنترنت في المناطق الريفية ضروري لضمان الوصول العادل إلى الخدمات الرقمية في البلدان النامية.

- ❖ العمل على دمج سياسات التمويل الأخضر مع التحول الرقمي في الزراعة، من خلال تمويل المشاريع التي تجمع بين التكنولوجيا الرقمية والحلول البيئية، مثل الزراعة الذكية مناخياً وأنظمة الري الذكية التي تعتمد على الطاقة الشمسية.

وبشكل عام يمكن لهذه التدابير السياسية أن تشجع على تبني التكنولوجيا الرقمية بشكل شامل، تقوي سلسلة القيمة الزراعية، وتساهم في تحقيق أهداف الجزائر الأوسع نطاقا في التحول الرقمي والتنمية االزراعية المستدامة.

5- المراجع:

Addai, K., Yufenyuy, M., & Kifen, F. L. (2024). Do green finance and digital technology matter for sustainable agricultural development? Insights from sub-Saharan Africa. *Discover Agriculture, 2*(1), p. 29.

Ali, S. L., Gucheng, L. Y., & Ishaq, M. (2019). The Relationship between Carbon Dioxide Emissions, Economic Growth and Agricultural Production in Pakistan: An Autoregressive Distributed Lag Analysis. *Energies, 12*(44), p. 4644.

Andrianarimanana, M. H., Qinz, Z., Rabezanahary, T. M., & Su, Z. (2025). The role of the digital economy on enabling sustainable agriculture: Evidence from One Belt One Road countries. *Cogent Food & Agriculture, 11*(1), pp. 1-25.

Do, P. T., Trinh, H. H., & Thi, M. T. (2026). Green finance, technological innovation, renewable energy consumption and sustainable agriculture in Asia. *Development Studies Research, 13*(1), p. 2639366.

Guo, C., & Kang, X. (2024). Digital inclusive finance and agricultural green development in China: A panel analysis (2013–2022). *Finance Research Letters, 69*, p. 106173.

Hao, Y., Zhang, B., & Du, D. (2024). Green finance, FinTech and high-quality agricultural development. *Environment Development and Sustianability*, p. 10668.

Jia, X. (2023). Digital economy, factor allocation, and sustainable agricultural development: The perspective of labor and capital misallocation. *Sustainability, 15*(5), p. 4418.

Liu, L., Li, X., & Li, K. (2025). How can green finance promote the synergistic development of agricultural ecological environment and productivity? *Frontiers in Sustainable Food Systems, 9*, p. 1598130.

Lui, L., & Lui, K. (2023). Can digital technology promote sustainable agriculture? Empirical evidence from urban China. *Cogent Food & Agriculture, 9*(2), p. 2282234.

Luo, Q. F., Zhao, Q. F., & Zhang, L. X. (2022). The theoretical framework, efficiency-enhancing mechanism and realization path of digital technology empowering high-quality agricultural development. *Contemp Economic management, 44*(7), pp. 49-56.

Mazengia , T., Bezabih, M., & Chekol, F. (2023). Financial development and export diversification in Ethiopia: ARDL approach. *Cogent Economic and Finance, 11*(1), p. 2163079.

Qian, W., Liu, Y., & Dong, Y. (2026). The impact of the agricultural digital economy on China's sustainable development of agricultural exports—based on the perspective of internal drive and external incentive. *Environmental Development and Sustainability, 28*, pp. 2521-2552.

Song, Z., Yin, S., & Lu, X. (2026). Advancing agricultural ecological transformation through green finance: evidence from urban panel data. *Cogent Food & Agriculture, 12*(1), p. 2602954.

Sriadhar, A., Balakrishnan, A., Jacob, M. M., & Sillanpaa, M. (2023). Global impact of COVID-19 on agriculture: role of sustainable agriculture and digital farming. *Envrironmental Science and Pollution Research, 30*(15), pp. 42509-42525.

Tilahum, S. (2021). The determinants of public investment in Ethiopia: An ARDL approach. *Cogent Economic & Finance, 9*(1), p. 1929680.

Tong, A., Niu, H., & Wang, Y. (2025). The impact of agricultural green finance on the level of agricultural green development. *Plos One, 20*(6), p. e0323703.

Tram, T. D., Van, N. N., & Thi, D. (2025). The impact of green finance, natural resources and institutional quality on sustainable agriculture: evidence from Asian countries. *Cogent Food & Agriculture, 11*(1), p. 2488112.

Venturini, R. E. (2025). Technological Innovations in Agriculture: The Application of Blockchain and Artificial Intelligence for Grain Traceability and Protection. *Brazilian Journal of Development, 11*(3), p. e78100.

Yuan, X., Zhang, J., Shi, J., & Wang, J. (s.d.). What Can Green Finance Do for High-Quality Agricultural Development? Fresh Insights from China. *Sosio-Economic Planning Sciences, 94*, p. 101920.

Zhang, H., Xiong, P., Yang, S., & Yu, J. (2023). Renewable energy utilization, green finance and agricultural land expansion in China. *Resources Policy, 80*, p. 103163.

Zhang, L., Ning, Z., Wang, X., Luo, Q., & Dong, Z. (2025). Digital Economy, Urban-Rural Integration, and High-Quality Agricultural Development. *Emerging Markets Finance and Trade, 61*(11), pp. 3551-3571.