P-ISSN: 2170-1040 | مجلة دفاتر اقتصادية
المجلد: 17 – العدد: 01 (2026)، ص: 654 - 678 | **E-ISSN:** 2602-5426

أثر الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي: دراسة حالة لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: باستخدام نماذج بيانات البانل خلال الفترة 2015–2024

The Impact of Artificial Intelligence on Economic Growth: A Panel Data Analysis for the Middle East and North Africa Region (2015–2024)

بن عويدة نجوى
جامعة عبد الحفيظ بو الصوف، ميلة (الجزائر)، benaouida.n@centre-univ-mila.dz

تاريخ الاستلام: 2026/03/31 تاريخ القبول: 2026/05/24 تاريخ النشر: 2026/05/31

ملخص:
تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة 2015–2024 باستخدام نماذج بيانات البانل. اعتمدت الدراسة على مؤشرين رئيسيين: عدد المنشورات الأكاديمية في مجال الذكاء الاصطناعي (AIPUB) ومؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي (GVNMT). أظهرت النتائج وجود علاقة موجبة ومعنوية إحصائياً بين مؤشرات الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي، مع تفاوت حجم التأثير بين الأجل القصير والطويل. في الأجل الطويل، ارتفعت معدلات النمو الاقتصادي بنسبة 0.09% لكل 1% زيادة في AIPUB وبنسبة 0.13% لكل 1% زيادة في GVNMT، بينما كان الأثر في الأجل القصير محدوداً نسبياً (0.04% لكل منهما). كما أظهرت اختبارات PEDRONI للتكامل المشترك وجود علاقة توازنية طويلة الأجل، وأكد نموذج تصحيح الخطأ (ECM) سرعة عودة الاقتصاد إلى التوازن بعد الصدمات قصيرة الأجل. وتشير النتائج إلى أهمية تعزيز البحث العلمي والبنية التحتية الرقمية وجاهزية الحكومات لتحقيق نمو اقتصادي مستدام قائم على المعرفة والابتكار
كلمات مفتاحية: الذكاء الاصطناعي؛ النمو الاقتصادي؛ نماذج بيانات البانل؛ منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا؛ جاهزية الحكومات للذكاء الاصطناعي.
تصنيف JEL : C23, C22, O33, O47, O38

Abstract:
This study aims to analyze the impact of artificial intelligence on economic growth in the countries of the Middle East and North Africa (MENA) region during the period 2015–2024 using panel data models. The study relies on two main indicators: the number of academic publications in the field of artificial intelligence (AIPUB) and the Government AI Readiness Index (GVNMT). The results reveal a positive and statistically significant relationship between artificial intelligence indicators and economic growth, with variations in the magnitude of the effect between the short and long run. In the long run, economic growth rates increase by 0.09% for every 1% increase in AIPUB and by 0.13% for every 1% increase in GVNMT, while the short-run effect remains relatively limited (0.04% for each indicator). Furthermore, the Pedroni cointegration tests confirm the existence of a long-run equilibrium relationship, and the Error Correction Model (ECM) indicates a rapid adjustment of the economy back to equilibrium following short-term shocks. The findings highlight the importance of strengthening scientific research, digital infrastructure, and government readiness to promote sustainable economic growth based on knowledge and innovation.
Keywords: Artificial Intelligence; Economic Growth; Panel Data Models; Middle East and North Africa (MENA); Government AI Readiness.
JEL Classification: C23, C22, O33, O47, O38

1. مقدمة

شهد الاقتصاد العالمي خلال العقدين الأخيرين تحولات عميقة نتيجة التقدم المتسارع في تكنولوجيا المعلومات والاتصال، حيث برز الذكاء الاصطناعي كأحد أهم المحركات التكنولوجية التي تعيد تشكيل الأنشطة الاقتصادية وأنماط الإنتاج في مختلف القطاعات. وقد أصبح الذكاء الاصطناعي يمثل ركيزة أساسية في الاقتصاد المعرفي، نظرا لدوره في تعزيز الإنتاجية، وتحسين كفاءة تخصيص الموارد، وتطوير المنتجات والخدمات، إضافة إلى مساهمته في دعم الابتكار التكنولوجي وتسريع التحول الرقمي في الاقتصادات الحديثة.

وفي ظل هذه التحولات تسعى العديد من الدول إلى الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي باعتبارها أداة استراتيجية لتحقيق النمو الاقتصادي المستدام وتعزيز القدرة التنافسية في الاقتصاد العالمي. وتشير العديد من الدراسات الاقتصادية إلى أن اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي يسهم في رفع الإنتاجية وتحسين كفاءة القطاعات الاقتصادية المختلفة، كما يدعم تطوير رأس المال البشري ويعزز الابتكار في المجالات الصناعية والخدمية.

وفي هذا السياق تولي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا اهتمام متزايد بمجال التحول الرقمي وتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث بدأت العديد من دول المنطقة في تبني استراتيجيات وطنية لتعزيز الابتكار التكنولوجي وتطوير البنية التحتية الرقمية، بهدف دعم النمو الاقتصادي وتنويع مصادر الدخل. غير أن مستوى تبني الذكاء الاصطناعي يختلف بين دول المنطقة تبعا لاختلاف مستويات التطور التكنولوجي، والقدرات المؤسسية، والاستثمارات في البحث العلمي والتطوير.

ومن هذا المنطلق تسعى هذه الدراسة إلى تحليل أثر الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة (2015–2024)، من خلال توظيف نماذج بيانات البانل القياسية. وتعتمد الدراسة على مؤشرين رئيسيين لقياس الذكاء الاصطناعي يتمثلان في عدد المنشورات الأكاديمية في مجال الذكاء الاصطناعي (AIPUB) كمؤشر على تراكم المعرفة العلمية، ومؤشر جاهزية الحكومات لتطبيق الذكاء الاصطناعي (GVNMT) كمؤشر يعكس البيئة المؤسسية والتكنولوجية الداعمة لتبني هذه التقنيات.

1.1 إشكالية الدراسة

في ظل التوسع المتزايد في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مختلف الأنشطة الاقتصادية أصبح من الضروري دراسة مدى تأثير هذه التقنيات على الأداء الاقتصادي للدول. وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد بالذكاء الاصطناعي على المستوى العالمي، إلا أن الأدلة التجريبية حول تأثيره على النمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لا تزال محدودة نسبيا.

وعلى هذا الأساس تتمثل إشكالية الدراسة في السؤال التالي:

إلى أي مدى يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز النمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة 2015–2024؟

2.1 الأسئلة الفرعية

انطلاقا من إشكالية الدراسة يمكن صياغة مجموعة من الأسئلة الفرعية كما يلي:

1. هل توجد علاقة تكامل مشترك طويلة الأجل بين مؤشرات الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا؟
2. هل يختلف تأثير الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي بين الأجل القصير والأجل الطويل؟

3.1 فرضيات الدراسة

الفرضية الاولى: توجد علاقة تكاملية طويلة الأجل بين الذكاء الاصطناعي وبين النمو الاقتصادي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا باستخدام نماذج بيانات البانل خلال الفترة 2015–2024.

الفرضية الثانية: يوجد اثر ذو دلالة معنوية في الاجل القصير والطويل بين الذكاء الاصطناعي وبين النمو الاقتصادي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا باستخدام نماذج بيانات البانل خلال الفترة 2015–2024.

4.1 أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف من أهمها:

- ❖ تحليل العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.
- ❖ قياس أثر مؤشرات الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي باستخدام نماذج بيانات البانل.
- ❖ اختبار وجود علاقة تكامل مشترك طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة.
- ❖ تحليل تأثير الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي في الأجلين القصير والطويل.
- ❖ تقديم مجموعة من التوصيات التي تسهم في تعزيز دور الذكاء الاصطناعي في دعم النمو الاقتصادي في دول المنطقة.

5.1 منهجية الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج القياسي لتحليل العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي؛ ففي الجانب النظري تم استخدام المنهج الوصفي لعرض المفاهيم الأساسية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي، إضافة إلى استعراض أهم الدراسات السابقة في هذا المجال؛ أما في الجانب التطبيقي فقد تم استخدام المنهج القياسي من خلال توظيف نماذج بيانات البانل (Panel Data Models) لتحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة خلال الفترة (2015–2024). وتم قياس النمو الاقتصادي باستخدام معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي(GDP) ، بينما تم تمثيل الذكاء الاصطناعي من خلال متغيرين رئيسيين هما عدد المنشورات الأكاديمية في مجال الذكاء الاصطناعي (AIPUB) ومؤشر جاهزية الحكومات لتطبيق الذكاء الاصطناعي(GVNMT) ؛ كما اعتمدت الدراسة على مجموعة من الاختبارات القياسية الضرورية مثل اختبارات استقرارية السلاسل الزمنية، واختبارات التكامل المشترك، إضافة إلى تقدير العلاقة في الأجلين القصير والطويل باستخدام نموذج Panel ARDL ومنهجية Pooled Mean Group (PMG) .

6.1 الدراسات السابقة

- دراسة لـ Dirican, C بعنوان: The impact of artificial intelligence on economic growth: An empirical study، سنة 2015.

تناولت هذه الدراسة أثر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والروبوتات على النمو الاقتصادي وهيكل سوق العمل، مع التركيز على الكفاءة الإنتاجية في القطاعات الاقتصادية المختلفة. توصلت الدراسة الى إثبات وجود أثر إيجابي بعيد المدى للذكاء الاصطناعي على معدلات النمو عبر تحسين مستويات الإنتاجية، بالرغم من وجود تحديات قصيرة المدى تتعلق بإعادة هيكلة الوظائف.

- دراسة لـ Aghion, P., Jones, B. F., & Jones, C. I بعنوان: Artificial Intelligence and Economic Growth، سنة 2018.

اعتمدت الدراسة على صياغة نماذج نمو اقتصادي متطورة لدمج الذكاء الاصطناعي كعامل إنتاج أساسي، ومحاكاة قدرته على أتمتة عملية الابتكار والبحث العلمي نفسه. توصلت هذه الدراسة الى أهمية المنشورات الأكاديمية والبحث العلمي في مجال الذكاء الاصطناعي حيث خلصت إلى أن الذكاء الاصطناعي عندما يوجه نحو البحث والتطوير، فإنه يخلق قفزات نوعية في النمو الاقتصادي المستدام على المدى الطويل.

- دراسة لـ Hanson, J بعنوان: The Impact of Artificial Intelligence on Economic Growth Evidence from International Panel Data، سنة 2022

استخدمت الدراسة نماذج بيانات البانل (Panel Data Models) لعينة من الدول المتقدمة والنامية، لقياس أثر الجاهزية الرقمية والاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي على الناتج المحلي الإجمالي .

وقد توصلت الدراسة الى وجود علاقة موجبة ذات دلالة إحصائية بين مؤشرات الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي، وتوصلت أيضا إلى أن حجم الأثر يظهر بكفاءة أعلى في المدى الطويل مقارنة بالمدى القصير نتيجة للوقت الذي تتطلبه البنى التحتية لاستيعاب التكنولوجيا.

7.1 هيكل الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن إشكاليتها، تم تنظيم البحث في عدة أقسام رئيسية. حيث يتناول القسم الأول الإطار النظري لمفهوم الذكاء الاصطناعي وعلاقته بالنمو الاقتصادي. أما القسم الثاني فيعرض المنهجية القياسية للدراسة من خلال تقديم نموذج الدراسة ومصادر البيانات والمتغيرات المستخدمة في التحليل. بينما يركز القسم الثالث على تحليل النتائج القياسية واختبار الفرضيات باستخدام نماذج بيانات البانل. وأخيرا يتم عرض أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة، إضافة إلى تقديم مجموعة من التوصيات المتعلقة بتعزيز دور الذكاء الاصطناعي في دعم النمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

2. الإطار النظري للدراسة

1.2 مفهوم الذكاء الاصطناعي:

يعد الذكاء الاصطناعي من أبرز الابتكارات التكنولوجية التي شهدها العالم في العقود الأخيرة، حيث أصبح يمثل أحد أهم ركائز الثورة الصناعية الرابعة والتحول الرقمي في الاقتصادات الحديثة. ويشير مفهوم الذكاء الاصطناعي إلى مجموعة من التقنيات والأنظمة الحاسوبية القادرة على محاكاة القدرات الذهنية البشرية مثل التعلم، والاستنتاج، والتخطيط، واتخاذ القرار، وذلك من خلال استخدام خوارزميات متقدمة وتقنيات تحليل البيانات الضخمة والتعلم الآلي. وقد مكن هذا التطور التكنولوجي الأنظمة الحاسوبية من تنفيذ العديد من المهام التي كانت في السابق تتطلب تدخلا بشريا مباشرا، مما أدى إلى زيادة كفاءة العمليات الاقتصادية وتحسين مستوى الإنتاجية في مختلف القطاعات الاقتصادية[1]

وقد توسع استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة ليشمل العديد من المجالات مثل الصناعة والخدمات المالية والرعاية الصحية والنقل والتجارة الإلكترونية، الأمر الذي جعله أحد العوامل الأساسية في تعزيز الابتكار التكنولوجي وتحسين القدرة التنافسية للاقتصادات الوطنية. كما أصبح الذكاء الاصطناعي يمثل محركا رئيسيا للتحول نحو الاقتصاد الرقمي القائم على المعرفة، حيث يسهم في إنتاج المعرفة وتحليل البيانات الضخمة وتطوير الحلول الذكية للمشكلات الاقتصادية المعقدة[2].

2.2 مفهوم النمو الاقتصادي:

يعد النمو الاقتصادي من المفاهيم الأساسية في علم الاقتصاد، ويشير إلى الزيادة المستمرة في القدرة الإنتاجية للاقتصاد خلال فترة زمنية معينة، والتي تنعكس عادة في ارتفاع الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي أو متوسط نصيب الفرد من الدخل. ويعكس النمو الاقتصادي قدرة الاقتصاد على توسيع قاعدة إنتاج السلع والخدمات وتحسين مستويات المعيشة، مما يسهم في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية[3].

وقد ركزت النظريات الاقتصادية التقليدية، مثل نظرية النمو الكلاسيكية ونظرية النمو النيوكلاسيكية، على دور عوامل الإنتاج التقليدية المتمثلة في رأس المال والعمل والتقدم التكنولوجي في تفسير النمو الاقتصادي. ومع تطور الفكر الاقتصادي ظهرت نظريات النمو الداخلي التي تؤكد أن المعرفة والابتكار والبحث العلمي تمثل عوامل رئيسية في تحقيق النمو الاقتصادي المستدام، حيث يؤدي الاستثمار في البحث والتطوير والتعليم إلى خلق المعرفة وتراكمها داخل الاقتصاد، مما يسهم في رفع الإنتاجية وتحقيق النمو على المدى الطويل[4].

3.2 العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي:

شهدت العلاقة بين التقدم التكنولوجي والنمو الاقتصادي اهتماما متزايدا في الأدبيات الاقتصادية الحديثة، حيث أصبح الذكاء الاصطناعي يمثل أحد أهم مصادر النمو في الاقتصاد المعاصر. إذ تسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة العمليات الإنتاجية من خلال أتمتة العديد من الأنشطة الاقتصادية، وتحسين تخصيص الموارد، وتقليل التكاليف التشغيلية، مما

يؤدي إلى زيادة الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج[5]. كما يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز الابتكار التكنولوجي من خلال تطوير منتجات وخدمات جديدة وتحسين العمليات الإنتاجية داخل المؤسسات الاقتصادية. وقد أظهرت العديد من الدراسات أن اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن يؤدي إلى زيادة ملحوظة في معدلات النمو الاقتصادي، نظرا لما توفره هذه التكنولوجيا من إمكانات كبيرة في تحليل البيانات واتخاذ القرارات الاقتصادية بكفاءة أعلى[6].

4.2 دور البحث العلمي في مجال الذكاء الاصطناعي في تعزيز النمو الاقتصادي

يمثل البحث العلمي أحد الركائز الأساسية لتطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث يسهم في إنتاج المعرفة العلمية وتطوير الخوارزميات والنماذج الذكية التي يمكن تطبيقها في مختلف المجالات الاقتصادية. ويعد عدد المنشورات العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي مؤشرا مهما على مستوى النشاط البحثي والتكنولوجي داخل الدول، كما يعكس قدرة الاقتصاد على الابتكار وإنتاج المعرفة العلمية[7]. وتشير الأدبيات الاقتصادية إلى أن تراكم المعرفة الناتج عن البحث العلمي يؤدي إلى تحسين الإنتاجية وتعزيز القدرة التنافسية للاقتصادات الوطنية، وذلك من خلال نقل التكنولوجيا وتطوير الابتكارات التكنولوجية. كما أن الدول التي تستثمر في البحث العلمي والتطوير في المجالات التكنولوجية المتقدمة، مثل الذكاء الاصطناعي، تحقق معدلات نمو اقتصادي أعلى مقارنة بالدول التي تعاني من ضعف في البنية التحتية البحثية والتكنولوجية[8].

5.2 دور الحكومات في تعزيز تبني الذكاء الاصطناعي

تلعب الحكومات دورا محوريا في تهيئة البيئة المؤسسية والتنظيمية اللازمة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، وذلك من خلال تطوير البنية التحتية الرقمية، ووضع السياسات الداعمة للابتكار، و تعزيز الاستثمار في البحث والتطوير. كما تسهم السياسات الحكومية في تحفيز الشركات والمؤسسات على تبني التكنولوجيا الحديثة من خلال توفير الحوافز المالية والتشريعات التنظيمية المناسبة[9]. كما أن جاهزية الحكومات لتطبيق الذكاء الاصطناعي تعد عاملا أساسيا في قدرة الاقتصاد على الاستفادة من هذه التكنولوجيا، حيث تسهم الحكومات الرقمية في تحسين كفاءة الخدمات العامة، وتقليل تكاليف المعاملات الاقتصادية، وتعزيز بيئة الأعمال، مما ينعكس إيجابا على معدلات النمو الاقتصادي ويعزز التحول نحو اقتصاد قائم على المعرفة والابتكار[10]

3. توصيف نموذج الدراسة

1.3 الدراسة القياسية:

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة (2015–2024)، من خلال استخدام نماذج بيانات البانل القياسية .وتعتمد الدراسة على مؤشرين رئيسيين: عدد المنشورات الأكاديمية في مجال الذكاء الاصطناعي (AIPUB) كمؤشر على تراكم المعرفة العلمية، ومؤشر جاهزية الحكومات لتطبيق الذكاء الاصطناعي (GVNMT) كمؤشر على البيئة المؤسسية والتكنولوجية الداعمة للنمو.

وتسعى الدراسة إلى تحديد طبيعة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي على المدى القصير والطويل، مع اختبار وجود تكامل مشترك بين المتغيرات، مما يوفر فهما أعمق لكيفية استثمار الابتكار التكنولوجي لتعزيز الأداء الاقتصادي

المستدام في المنطقة. ويعتمد المنهج القياسي على نماذج البانل لأنها تسمح بتحليل البيانات المقطعية والزمنية معا، وتقديم تقديرات أكثر دقة لعلاقات السببية بين المتغيرات الاقتصادية والتكنولوجية.

2.3 اختيار متغيرات الدراسة:

استنادا إلى الأدبيات الاقتصادية الحديثة التي تناولت العلاقة بين التكنولوجيا والنمو الاقتصادي، تم اختيار مجموعة من المتغيرات التي تعكس تأثير الذكاء الاصطناعي في الأداء الاقتصادي للدول كما يلي:

المتغير التابع: النمو الاقتصادي (GDP Growth) : يمثل المتغير التابع في هذه الدراسة، ويقاس بمعدل نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، حيث يعكس قدرة الاقتصاد على زيادة إنتاج السلع والخدمات خلال فترة زمنية معينة.

المتغيرات المستقلة:

- ❖ مؤشر النشاط البحثي في الذكاء الاصطناعي (AIPUB)

يقيس عدد المنشورات العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي، ويستخدم كمؤشر لقياس مستوى البحث العلمي والابتكار التكنولوجي داخل الدولة. ويفترض أن يكون لهذا المتغير تأثير إيجابي في النمو الاقتصادي، نظرا لدور المعرفة والابتكار في تحسين الإنتاجية وتعزيز القدرة التنافسية للاقتصادات الوطنية.

- ❖ مؤشر جاهزية الحكومة للذكاء الاصطناعي(GVNMT)

يقيس مدى استعداد الحكومات لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي من خلال السياسات الحكومية، والبنية التحتية الرقمية، ومستوى المهارات الرقمية. ومن المتوقع أن يكون لهذا المؤشر تأثير إيجابي في النمو الاقتصادي، حيث تسهم الحكومات الرقمية في تسهيل تبني التكنولوجيا وتحفيز الابتكار.

3.3 مصادر بيانات الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على مجموعة من قواعد البيانات الدولية الموثوقة التي توفر مؤشرات إحصائية حديثة ومقارنة بين الدول، وذلك بهدف ضمان دقة البيانات المستخدمة في التحليل القياسي. وقد تم جمع بيانات متغيرات الدراسة من المصادر التالية:

- ❖ **قاعدة بيانات البنك الدولي (World Development Indicators)**

تم الاعتماد عليها للحصول على بيانات الناتج المحلي الإجمالي ومعدلات النمو الاقتصادي للدول محل الدراسة، نظرا لما تتميز به هذه القاعدة من شمولية وموثوقية في البيانات الاقتصادية على المستوى الدولي .

- ❖ **قاعدة بيانات Scopus وWeb of Science**

تم استخدامها للحصول على بيانات عدد المنشورات العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي، حيث تم اعتبار عدد الأبحاث المنشورة مؤشرا يعكس مستوى النشاط البحثي والتكنولوجي في هذا المجال داخل كل دولة .

❖ **مؤشر جاهزية الحكومات للذكاء الاصطناعي (Government AI Readiness Index)**

الصادر عن مؤسسة Oxford Insights ، والذي يقيس مدى استعداد الحكومات لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي من خلال مجموعة من المؤشرات المتعلقة بالبنية التحتية الرقمية، والبيئة التنظيمية، والقدرات التكنولوجية .

وقد تم اختيار الفترة الزمنية (2015–2024) نظرا لتزايد الاهتمام العالمي بتقنيات الذكاء الاصطناعي خلال هذه الفترة، بالإضافة إلى توفر البيانات الإحصائية الخاصة بمتغيرات الدراسة.

4.تحليل النتائج

1.4 اختبار ارتباط بين المقاطع العرضية لمتغيرات الدراسة:

أظهرت نتائج اختبار اعتماد المقاطع العرضية (Cross-Sectional Dependence Tests) وجود ترابط قوي بين الوحدات في الدراسة لكل من المتغير التابعو المتغيرات المستقلة. فقد سجل اختبار Breusch–Pagan LM قيما مرتفعة جدا مع قيمة احتمالية 0.00 = p-value، مما يشير إلى رفض الفرضية الصفرية بعدم وجود ارتباط مقاطع عرضية. كما دعمت اختبارات Pesaran Scaled LM وPesaran CD هذه النتائج، مؤكدة وجود ترابط ملحوظ بين النمو الاقتصادي(GDP) ، وعدد المنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي (AIPUB) ومؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي (GVNMT) وبناء عليه، يقتضي التحليل المستقبلي للبيانات استخدام نماذج تصحيح الأخطاء التي تتعامل مع الترابط بين المقاطع، مثل Panel Corrected Standard Errors (PCSE) أو النماذج العشوائية المعدلة، لضمان دقة وموثوقية النتائجا الإحصائية.

لجدول 1: اختبار ارتباط المقاطع العرضية

Pesaran Cd	PESARAN SCALED LM	BREUSCH–PAGAN LM	المتغير
المتغير التابع			
13.84 **0.00**	**12.93** **0.00**	**349.37** **0.00**	**النمو الاقتصادي** **Gdp**
المتغيرات المستقلة			
33.06 **0.00**	**58.58** **0.00**	**1102.26** **0.00**	**عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي** **AIPUB**
35.66 **0.00**	**69.07** **0.00**	**1275.24** **0.00**	**مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي**

Gvnmt ai			

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج EVIEWS.13

2.4 اختبار التجانس لـ HSIAO 1986 (Cheng, 1986):

تم إجراء اختبار التجانس (Homogeneity test) وفقا لمنهجية Cheng (1986) و Hsiao (1986) للتحقق من مدى اتساق المعاملات عبر المقاطع العرضية في نموذج بيانات البانل المستخدم. يهدف هذا الاختبار إلى تحديد ما إذا كانت المعاملات الخاصة بالمتغيرات المستقلة متجانسة عبر جميع الوحدات المقطعية، أم أن هناك اختلافات هيكلية بين الدول أو الوحدات الاقتصادية المدروسة. وتعتمد الفرضية الصفرية في هذا الاختبار على وجود تجانس كامل بين المقاطع، بينما تفترض الفرضية البديلة وجود تباين أو اختلاف في المعاملات.

وتساعد نتائج هذا الاختبار الباحث على تحديد النهج الأنسب للنمذجة: فإذا أظهرت النتائج رفض فرضية التجانس، يصبح من الضروري استخدام نماذج تسمح بوجود معاملات غير متجانسة، مثل النماذج العشوائية أو النماذج المعلقة بالاختلافات بين المقاطع، لضمان صحة ودقة التقديرات واستنتاجات الدراسة.

الجدول 2: نتائج اختبار التجانس لـ Hsiao, C. (1986)

Specification Tests of Hsiao (1986)

H1 = Null Hypothesis : panel is homogeneous vs Alternative Hypothesis : H2
H2 = Null Hypothesis : H3 vs Alternative Hypothesis : panel is heterogeneous
H3 = Null Hypothesis : panel is homogeneous vs Alternative Hypothesis : panel is partially homogeneous

Hypotheses	F-Stat	P-Value
H1	1.331283	0.109247
H2	1.024920	0.444103
H3	1.933590	0.021442

This program has developed by Brahim KHOUILED
University of Ouargla, Algeria

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج EVIEWS.13

تشير نتائج اختبار التحديد لـ Cheng Hsiao (1986) إلى طبيعة التجانس في نموذج بيانات السلاسل الزمنية المقطعية (Panel Data) المعتمد في الدراسة. إذ يبين اختبار الفرضية الأولى (H1) أن القيمة الاحتمالية بلغت (0.109) وهي أكبر من مستوى الدلالة الإحصائية (5%)، مما يعني عدم رفض فرضية العدم التي تفترض تجانس النموذج، أي أن معاملات الانحدار لا تختلف بشكل معنوي بين الوحدات المقطعية. كما أظهرت نتائج اختبار الفرضية الثانية (H2) قيمة احتمالية قدرها (0.444) وهي أيضا أكبر من (0.05)، الأمر الذي يشير إلى عدم رفض فرضية العدم التي تفترض التجانس الجزئي مقارنة بفرضية عدم التجانس الكامل. في المقابل، أظهرت نتائج اختبار الفرضية الثالثة (H3) قيمة احتمالية بلغت (0.021) وهي أقل من مستوى الدلالة (5%)، مما يؤدي إلى رفض فرضية العدم القائلة بوجود تجانس كلي بين الوحدات المقطعية. وبناء على ذلك يمكن الاستنتاج أن نموذج بيانات البانل في هذه الدراسة يتميز بالتجانس الجزئي (Partially Homogeneous Panel) ، أي أن بعض معاملات الانحدار قد تختلف بين الدول محل الدراسة، في حين تبقى معاملات أخرى مشتركة بينها، وهو ما يعكس وجود درجة من الاختلاف الهيكلي بين هذه الوحدات مع استمرار وجود خصائص مشتركة فيما بينها.

3.4 تحديد النموذج الملائم لبيانات البانال الساكن

نحصل على نموذج البانل الخاصة بالمتغير التابع النمو الاقتصادي (GDP)

$$GDP = a + \beta 1 AIPUB + \beta 2 GVNMTAI + Y_t + \varepsilon_{i,t}$$

حيث تمثل:

GDP: النمو الاقتصادي.

AIPUB: عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي.

Gvnmt ai: مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي.

a: معلمة القاطع العام في النموذج.

$i\beta$: معاملات المتغيرات التفسيرية.

μ_i : الآثار أو الاختلافات المقطعية (cross-section effets) غير الملاحظة والتي تتفاوت من دولة الى أخرى لكنها تظل ثابتة خلال الفترة الزمنية نفسها.

Y_t: الآثار والاختلافات الزمنية (time effects) غير الملاحظة والمشتركة بين دول محل الدراسة والتي تتغير عبر الزمن.

$\varepsilon_{i,t}$: حد الخطأ العشوائي حيث يشترط فيه أن يكون مستقلا وموزعا بشكل متماثل.

تتميز بيانات البانل بقدرتها على الجمع بين البعد الزمني والمقطع العرضي، ما يسمح بالتحليل الأكثر دقة للعلاقات الاقتصادية مع التحكم في الفروقات بين الوحدات. وبهدف تقدير أثر المتغيرات على النمو الاقتصادي، يتم النظر في ثلاثة نماذج رئيسية: النموذج التجميعي الذي يفترض أن جميع الوحدات متشابهة، ونموذج التأثيرات الثابتة الذي يسمح بالاختلافات الفردية الثابتة عبر الوحدات، ونموذج التأثيرات العشوائية الذي يفترض أن هذه الاختلافات تأتي من توزيع عشوائي. تعتمد الدراسة على طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS) لتقدير النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات الثابتة، بينما يستخدم الانحدار بالمربعات الصغرى المعممة (GLS) لتقدير نموذج التأثيرات العشوائية. ومن خلال المقارنات الاختبارية بين هذه النماذج، يمكن تحديد النموذج الأكثر ملاءمة الذي يعكس خصائص البيانات بدقة ويعزز موثوقية النتائج والاستنتاجات.

الجدول 3: تقدير النموذج الملائم لبيانات عينة الدراسة

المتغير التابع: النمو الاقتصادي GDP			
الفترة الزمنية: 2024/2015 T= 17 N= 10 عدد المشاهدات N*T=170			
المتغيرات التفسيرية	النموذج التجميعي	نموذج الاثر الثابت	نموذج الاثر العشوائي
AIPUB عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي	0. 095 0.06	0.05 0.52	0.09 0.11
Gvnmt ai مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق	-0.01 0.66	-0.01 0.56	0.01- 0.08

الذكاء الاصطناعي			
الحد الثابت C	1.62 0.10	2.20 0.06	1.66 0.11
R-squared	0.22	0.48	0.20
S.E.of regression	6.28	6.20	6.18
F-statistic	1.69	3.11	4.13
Prob (F-statistic)	0.18	0.00	0.00

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج EVIEWS.13

4.4 المفاضلة بين النماذج الثلاثة المقدرة:

نبدأ أولا بالتحقق من وجود أثر فردي في بيانات عينة الدراسة. ويتم ذلك باستخدام اختبار فيشر(F-test) ، حيث تفترض فرضية العدم أن نموذج التجانس الكلي مناسب، أي أنه لا يوجد أي أثر فردي للوحدات قيد الدراسة. أما رفض الفرضية فيشير إلى وجود فروق فردية بين هذه الوحدات، مما يستلزم اعتماد نموذج يأخذ الآثار الفردية في الاعتبار. وتعتمد نتيجة هذا الاختبار على إحصائية F التي تحدد ما إذا كانت هذه الفروق ذات دلالة إحصائية.

H0: نموذج الانحدار التجميعي هو النموذج المناسب

H1: نموذج التأثيرات الثابتة أو العشوائية هو المناسب

$$F_1 = \frac{(R2MNC - R2MC)/(N-1)}{1-R2MNC/(N\times T-n-k)}$$

حيث أن:

- N: يمثل عدد الأفراد (في حالتنا 17 دولة).
- T: تمثل طول السلسلة الزمنية المقترحة في الدراسة (في حالتنا 10 سنوات).
- K: عدد المتغيرات الخارجية في النموذج في حالتنا لدينا متغيرين مستقلين.
- R2FEM: يمثل معامل التحديد المضاعف اي في ظل فرضية العدم ، في هذه الحالة هو نموذج بدون أثر أي نموذج التجانس الكلي (R2FEM= 0.22).
- R2PRM: يمثل معامل التحديد المضاعف للنموذج الغير مقيد أي في ظل الفرضية العكسية في هذه الحالة هو نموذج الأثر الثابت (R2PRM =0.48).
- وعند تطبيق قانون فيشر تعطي لنا قيمة فيشر المحسوبة Fc=4.72، أما الاحصائية المجدولة فقد بلغت Ftab =1.75، وعليه نرفض الفرضية الصفرية بمستوى معنوية 5% ونقول أن هناك أثر فردي ضمن بيانات العينة.

❖ **اختبار تحديد نوعية الأثر:**

- **اختبار HAUSMAN:**

يعد إجراء اختبار فيشر والذي بين وجود أثر فردي نقوم بتحديد نوعية الأثر وهذا باستعمال اختبار هوسمان (HOUSMAN test) من أجل الاختيار بين نموذج الأثر الثابت أو الأثر العشوائي ونتيجة هذا الاختبار كالتالي:

H0 : نموذج التأثيرات العشوائي هو الملائم

H1 : نموذج التأثيرات الثابتة هو الملائم

الجدول 4: نتائج اختبار Hausman

Correlated Random Effects - Hausman Test
Pool: A
Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	16.678607	2	0.0000

Cross-section random effects test comparisons:

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على نتائج EVIEWS.13

استنادا إلى مخرجات برنامج EViews 13، وبالاعتماد على اختبار هوسمان (Hausman Test) نلاحظ أن قيمة إحصائية كاي-تربيع المحسوبة 16.67 أقل من القيمة الجدولية المقدرة بـ 7.81 عند مستوى معنوية 0.05 وبناء على ذلك، يتم قبول الفرضية البديلة التي تفيد بوجود ارتباط بين المتغيرات المفسرة والأثر الفردي. وعليه يكون النموذج الأنسب لبيانات عينة الدراسة هو نموذج الأثر الثابت كما يؤيد ذلك ارتفاع معامل التحديد، مما يدل على أن لكل مقطع (دولة) أثرا ثابتا يميزها. ويعرض الجدول أدناه نتائج التأثيرات الثابتة للنموذج لكل دولة:

الجدول 5: نتائج التأثيرات الثابتة للنموذج لكل دولة

الدولة	الأثر
ALGERIA	0.038270
EGYPT	2.058112
IRAN	1.782077
IRAQ	-0.399200
JORDAN	0.334418
KUWAIT	-1.244373
LEBANON	-0.248560
LIBYA	1.016822
MAURITANIA	2.309379
MOROCCO	0.554922
OMAN	0.584593
QATAR	-0.079328
SAUDI ARABIA	0.278639
SUDAN	-6.753071
TUNISIA	-1.061559
UNITED ARAB EMIRATES	0.828860
YEMEN	0.038270

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج EVEIWS13

يبن الجدول رقم (5) نتائج التأثيرات الثابتة الخاصة بكل دولة ضمن نموذج البيانات اللوحية، حيث تعكس هذه القيم الخصائص الهيكلية غير المشاهدة لكل دولة، مثل مستوى التطور التكنولوجي، جودة البنية التحتية الرقمية، السياسات الاقتصادية، ومستوى تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، والتي تبقى ثابتة نسبيا عبر الزمن لكنها تؤثر في مستوى النمو الاقتصادي.

تظهر النتائج أن عددا من الدول سجل تأثيرات موجبة، ما يشير إلى أن الخصائص الاقتصادية والتكنولوجية لهذه الدول تسهم في تعزيز النمو الاقتصادي مقارنة بمتوسط دول العينة ومن أبرز هذه الدول موريتانيا 2.309379 ومصر 2.058112 وإيران 1.782077 وليبيا 1.016822، إضافة إلى الإمارات العربية المتحدة 0.828860 وسلطنة عمان 0.584593 والمغرب 0.554922 والأردن 0.334418 والمملكة العربية السعودية 0.278639، فضلا عن الجزائر واليمن 0.038270 ويمكن تفسير هذه القيم الإيجابية بوجود بيئة اقتصادية أو رقمية أكثر ملاءمة لتبني التقنيات الحديثة، بما في ذلك تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي قد تدعم الإنتاجية والنمو.

في المقابل سجلت بعض الدول تأثيرات سالبة، ما يدل على أن العوامل الهيكلية الخاصة بها قد تحد من قدرة الاقتصاد على تحقيق مستويات أعلى من النمو، حتى مع إدخال المتغيرات التفسيرية في النموذج. ويبرز في هذا السياق السودان - 6.75307 الذي سجل أكبر تأثير سلبي، تليه الكويت :-1.244373، وتونس -1.061559، ثم العراق -0.399200 ولبنان - 0.248560 وقطر -0.079328، وقد يعود ذلك إلى عوامل مثل عدم الاستقرار الاقتصادي أو السياسي، ضعف البنية التحتية الرقمية، أو محدودية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الأنشطة الإنتاجية.

و بصفة عامة تعكس هذه النتائج وجود تباين واضح بين دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من حيث الخصائص الاقتصادية والتكنولوجية المؤثرة في النمو الاقتصادي، الأمر الذي يبرر استخدام نموذج التأثيرات الثابتة، لأنه يسمح بالتحكم في الفروق غير المرصودة بين الدول ويعطي تقديرا أكثر دقة للعلاقة بين الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي خلال فترة الدراسة.

5.4 تقييم نموذج التأثيرات الثابت (Fixed Effects Model)

بعد أن تبين أن النموذج المناسب هو نموذج التأثيرات الثابتة من خلال نتائج الاختبارات السابقة وبناء عليه يمكن كتابة معادلة النموذج بالشكل التالي:

$$GDP = 2.20 + 0.05AIPUB - 0.01GVNMTAI + e_{it}$$

- **التقييم الاقتصادي:**

من خلال نتائج تقدير نموذج الأثر الثابت المدونة في المعادلة السابقة تبن أن ما يلي:

- ✓ معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعيAIPUB لها علاقة موجبة غير معنوية مع النمو الاقتصادي، حيث عند زيادة معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعيAIPUB بـ 1 %، سيؤدي الى زيادة النمو الاقتصادي بـ 0,05 %،ن هذه العلاقة لم تثبت معنويتها إحصائيا عند مستويات الدلالة المعتمدة. ويمكن تفسير ذلك بأن النشاط الأكاديمي في مجال الذكاء الاصطناعي، رغم أهميته في إنتاج المعرفة، قد لا ينعكس بشكل مباشر وسريع على الأداء الاقتصادي، نظرا لوجود فجوة زمنية بين إنتاج المعرفة العلمية وتطبيقها في القطاعات الإنتاجية، إضافة إلى محدودية تحويل نتائج البحث العلمي إلى تطبيقات تكنولوجية أو ابتكارات اقتصادية في بعض دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال فترة الدراسة
- ✓ معلمة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعيGvnmt ai لها علاقة عكسية غير معنوية مع النمو الاقتصادي، حيث عند زيادة معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعيAIPUB بـ 1 % سيؤدي الى انخفاض النمو الاقتصادي ب 0,01 %.

- **التقييم الاحصائي:**

✓ يوضح معامل التحديد أن 48% =R2 هذا يعني أن المتغيرات الحاصلة في النمو الاقتصادي تتحدد داخل النموذج أي تتحدد بمتغيرات النموذج المفسر وهي نسبة جيدة وتبقى نسبة قليلة تدخل ضمن هامش الخطأ.

✓ يشير اختبار فيشر (FISHER) إلى المعنوية الكلي للنموذج عند مستوى 5 % مما يعني أن المتغيرات التفسيرية ككل لها القدرة على تفسير التغير الحاصل في المتغير التابع النمو الاقتصادي GDP، كما تتضح لنا من خلال اختبار ستودنت (STUDENT)

✓ كما يشير اختبار دوربين–واتسو(DW) ، الذي بلغت قيمته 2.38، إلى وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء. وهذا يدل على أن مقدرات المعالم غير متسقة، ويضعف من الناحية القياسية جودة النموذج المقدر. وبناء على ذلك فإن نموذج البانل الساكن المستعمل يعد ضعيفا من الناحية الإحصائية، الأمر الذي يستدعي الانتقال إلى تقدير العلاقة على المديين القصير **والطويل** باستخدام نماذج أكثر ملاءمة لخصائص البيانات.

6.4 تقدير العلاقة في الأجلين القصير والطويل (نموذج البانل الديناميكي panal ardl):

1.6.4. استقرار السلاسل الزمنية واختبار جذور الوحدة لبيانات البانل:

تقتضي المنهجية القياسية السليمة أن يبدأ الباحث قبل الشروع في عملية التقدير والتحقق من وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة، بفحص استقرارية السلاسل الزمنية .وتعد مشكلة عدم الاستقرارية من أبرز التحديات المنهجية التي قد تعترض البحث؛ إذ إن إغفال اختبارها يؤدي إلى الحصول على نماذج زائفة (Spurious Regression) تنتج عنها معاملات متحيزة وغير فعالة، مما يفقد النموذج القياسي مصداقيته، ويؤدي إلى استنتاجات مضللة لا تعكس طبيعة العلاقة الحقيقية بين المتغيرات

الجدول 6: اختبار جذر الوحدة لبيانات البانل

نتائج اختبار جذر الوحدة لبيانات البانل				
المتغير المستقل والمتغير التابع				
المتغيرات		Gdp	**AIPUB**	**Gvnmt ai**
(LLC-2002) Levin, Lin et Chu				
المستوى	معلمة الاختبار	-11.64	-2.10	-11.37
	القيمة الاحتمالية	0.00	0.01	0.00
الفرق الأول	معلمة الاختبار	-	-8.39	-
	القيمة الاحتمالية	-	0.00	-
(IPS-2003) Im, Pesaran et Shin				
المستوى	معلمة الاختبار	-5.89	0.96	-2.88
	الاحتمالية	0.00	0.83	0.00
الفرق الأول	معلمة الاختبار	-	-1.95	-
	الاحتمالية	-	0.02	-
ADF				

المستوى	معلمة لاختبار	90.82	27.56	79.96
	الاحتمالية	0.00	0.77	0.00
الفرق الأول	معلمة الاختبار	-	80.27	-
	الاحتمالية	-	0.00	-
PP FISHER X^2				
المستوى	معلمة الاختبار	121.99	67.05	165.06
	الاحتمالية	0.00	0.00	0.00
الفرق الأول	معلمة الاختبار	-	80.27	-
	الاحتمالية	-	0.00	-
درجة التكامل		I(0)	I(1)	I(0)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج:EVEIWS13

من خلال مخرجات برنامج EVEIWS.13، وبالاعتماد على الاختبارات الاستقرارية اختبار جذر الوحدة لبيانات البانل، نلاحظ أن المتغير المستقل مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي Gvnmt ai، والمتغير التابع النمو الاقتصادي GDP استقر في المستوى I (0) كما نلاحظ ان المتغير المستقل عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي استقر بعد اجراء الفرق الأول I(1) وعليه نأكد بوجود تكامل بين البيانات، ولإثبات ذلك سيتم الاعتماد على اختبار التكامل المتزامن لبيانات البانل PEDRONI.

2.6.4 علاقة التكامل المتزامن لبيانات البانل :

يشير مفهوم التكامل المشترك في بيانات البانل إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين مجموعة من المتغيرات الاقتصادية رغم عدم استقرارها في المستوى. ويعني ذلك أن هذه المتغيرات تتحرك معا بمرور الزمن بحيث يؤدي أي انحراف قصير الأجل عن مسار التوازن إلى العودة إليه في المدى الطويل. وللتحقق من وجود هذه العلاقة يتم استخدام عدة اختبارات قياسية في إطار بيانات البانل، من أهمها اختبار Pedroni واختبار Kao واختبارFisher، حيث تعتمد هذه الاختبارات على اختبار فرضية العدم القائلة بعدم وجود تكامل مشترك مقابل الفرضية البديلة التي تفيد بوجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات المدروسة.

الجدول 7: نتائج اختبارات PEDRONI للتكامل المشترك

النموذج المقدر	معلمة الاختبار	الاحتمالية p_v
البعد الداخلي (WITHIN-DIMENION) معلمة الانحدار الذاتي (ρ)المشتركة		
Panel V-statistic	-2.854125	0.9978
Panel RHO –statistic	3.095449	0.0000
Panel PP-statistic	-8.798479	0.0000
Panel ADF-statistic	-5.343919	0.0000
البعد البيني between- dimension		
Group RHO-statistic	3.047480	0.9988
Group PP-statistic	-10.97633	0.0000

Group ADF-statistic	-20.17110	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج:EVEIWS13

نتائج التكامل المشترك لاختبارات PEDRONI، لمتغيرات الدراسة:

تشير أغلب نتائج اختبارات PEDRONI للتكامل المشترك على وجود (03) خمس اختبارات اثبتت وجود تكامل مشترك، 03 اختبارات خاصة بالبعد الداخلي WITHIN-DIMENION واختبارين (02) خاصين بالبعد البيني (between-dimension)، على أن قيمة احتمال المصاحب للإحصائية الخاصة بكل اختبار أصغر من 5%، وبالتالي يتم قبول وجود علاقة تكامل متزامن بين متغيرات الدراسة.

3.6.4 درجة تكامل المتغيرات:

يهدف اختبار Bellomiإلى التحقق من استقرارية المتغيرات وضمان ألا تكون درجة تكاملها من المرتبة الثانية I(2) ، وذلك لتجنب أخطاء التقدير. إذ أن وجود متغيرات من الدرجة الثانية يمنع إمكانية تفسير نتائج إحصائية F الناتجة عن اختبار Persaran et al (2001) بشكل صحيح. وبعد إجراء اختبار الاستقرارية، كما يوضح الجدول أدناه يتبين أن:

الجدول 8: نتائج اختبار درجة التكامل لمتغيرات الدراسة

المتغيرات	عند المستوى At level	عند الفرق الأول At 1érdifference	درجة التكامل
GDP النمو الاقتصادي	مستقر	-	I(0)
AIPUB عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي	غير مستقر	مستقر	I(1)
Gvnmt ai مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي	مستقر	-	I(0)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج:EVEIWS13

4.6.4 تقدير وتحليل نموذج البانل الديناميكي

بعد دراستنا لدرجة تكامل المتغيرات المستقلة (عدد المنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعيAIPUB، مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الذكاء الاصطناعي Gvnmt ai والمتغير التابع النمو الاقتصادي GDP والتي تكاملت في الدرجةI(0) I(1) والموضحة في الجدول لدرجة التكامل وعليه سوف نقوم بتقدير،PANAL-ARDL للنموذج النمو الاقتصادي بواسطة منهجية وسط المجموعة المدمجة POLED MEAN GROUP .

- النموذج الأمثل من بين النماذج المختارة هو النموذج (1.1.1) Panal Ardl، وهذا باستعمال معيار (AIC)، حيث تم تقدير العلاقة لنموذج البانل الديناميكي panal dynamic عن منهجية وسط المجموعة المدمجة POLED MEAN GROUP)، وهذا للأجلين الطويل والقصير بالإضافة إلى حد تصحيح الخطأ:

الجدول 9: نتائج تقدير النماذج (1.1.1) panal –ardl pmg

Dependent Variable: D(GDP)
Method: ARDL
Date: 03/16/26 Time: 18:24
Sample: 2016 2024
Included observations: 149
Maximum dependent lags: 1 (Automatic selection)
Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
Dynamic regressors (1 lag, automatic): AIPUBLICATIONS GVNMTAI
Fixed regressors: C
Number of models evalulated: 1
Selected Model: ARDL(1, 1, 1)
Note: final equation sample is larger than selection sample

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Long Run Equation				
AIPUBLICATIONS	0.090251	0.008381	10.77539	0.0000
GVNMTAI	0.136527	0.024151	5.653139	0.0000
Short Run Equation				
COINTEQ01	-0.909094	0.102488	-8.870252	0.0000
D(AIPUBLICATIONS)	0.047381	0.005258	7.119967	0.0000
D(GVNMTAI)	0.041452	0.003324	12.47118	0.0000
C	-2.241537	0.770567	-2.908946	0.0045

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج EVEIWS13

تحليل النتائج في الأجل الطويل:

أظهرت عملية التقدير بطريقة PMG وسط المجموعة المدمجة ما يلي:

- معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP، حيث عند زيادة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB بـ 1% سيؤدي الى زيادة الى زيادة لنمو الاقتصادي بـ 0,09% في الاجل الطويل، وتكتسب هذه النتيجة أهمية خاصة من الناحية الاقتصادية، إذ تؤكد أن تراكم المعرفة العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي يمثل قناة غير مباشرة لتعزيز النمو من خلال تحسين الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، ودعم الابتكار التكنولوجي، ورفع كفاءة تخصيص الموارد.
- ومن منظور أعمق يمكن تفسير هذه العلاقة في إطار نظريات النمو الداخلي، حيث يعد الاستثمار في البحث والتطوير، وخاصة في المجالات التكنولوجية المتقدمة كالذكاء الاصطناعي، عاملا حاسما في توليد المعرفة وتعميمها عبر الاقتصاد. فزيادة عدد المنشورات العلمية لا تعكس فقط كثافة النشاط البحثي، بل تشير أيضا إلى وجود بنية تحتية معرفية قادرة على إنتاج وتبادل الأفكار، وهو ما يساهم في تسريع تبني التقنيات الحديثة داخل القطاعات الإنتاجية المختلفة.
- كما أن الدلالة الإحصائية القوية للمعامل (كما يتضح من قيمة t المرتفعة) تعزز موثوقية هذا الأثر، وتؤكد أن العلاقة ليست عشوائية، بل تعكس ارتباطا هيكليا مستقرا نسبيا في المدى الطويل، وهو ما يتماشى مع نتائج اختبارات التكامل المشترك التي تشير إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات. وبالتالي، فإن أي صدمات قصيرة الأجل قد تؤدي إلى انحراف مؤقت، إلا أن النظام الاقتصادي يميل إلى العودة إلى مسار التوازن.
- علاوة على ذلك يمكن الإشارة إلى أن حجم الأثر (0.09) رغم كونه موجبا، إلا أنه يعكس تأثيرا تدريجيا وليس آنيا، وهو أمر منطقي بالنظر إلى أن مخرجات البحث العلمي تحتاج إلى فترة زمنية حتى تتحول إلى تطبيقات عملية وتقنيات قابلة للتبني في الاقتصاد الحقيقي. وهذا يبرز أهمية السياسات الداعمة لربط البحث العلمي بالقطاع الإنتاجي، مثل تشجيع نقل التكنولوجيا، وتعزيز الشراكات بين الجامعات والمؤسسات الاقتصادية، وتحفيز الابتكار.

- معلمة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP، حيث عند زيادة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعيGVNMT بـ 1 % سيؤدي الى زيادة النمو الاقتصادي 0,13 % في الاجل الطويل، وتعكس هذه النتيجة الأهمية المتزايدة للدور الحكومي في تهيئة البيئة المؤسسية والتنظيمية اللازمة لاعتماد وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي.
- و يمكن تفسير هذه العلاقة بكون جاهزية الحكومة تمثل أحد المحددات الأساسية لقدرة الاقتصاد على استيعاب التكنولوجيا الحديثة، من خلال تطوير البنية التحتية الرقمية، وصياغة سياسات داعمة للابتكار، وتعزيز الإطار القانوني والتنظيمي الذي يضمن الاستخدام الفعال والآمن للتقنيات المتقدمة. كما أن الحكومات الجاهزة رقميا تسهم في تقليص تكاليف المعاملات، وتحسين جودة الخدمات العامة، ورفع كفاءة الأداء الاقتصادي، وهو ما ينعكس إيجابا على معدلات النمو.

تحليل النتائج في الاجل القصير:

- ✓ **حد تصحيح الخطأ**: من خلال تقدير العلاقة قصيرة الاجل من خلال نموذج تصحيح الخطأ Ecm والذي يعبر عن متغيرات الدراسة بصيغة مرشح الفروق من الدرجة الاولى، بحيث يكون حد تصحيح الخطأ مؤخرا لفترة زمنية واحدة فقط، باعتباره متغير تفسيري فمن خلاله يمكن معرفة سرعة تكيف الاختلالات التي تحدث في الاجل القصير إلى التوازن في الأجل الطويل، بحيث إذا كان معامل تصحيح الخطأ بإشارة سالبة مع احتمالية معنوية أقل من 0.05 يدل على أن هناك علاقة طويلة الأجل، حيث تعتبر القيمة المطلقة لمعامل تصحيح الخطأ، السرعة في استعادة حالة توازن من جديد وكانت نتائج اختبار نموذج تصحيح الخطأ والعلاقة قصيرة الأجل، حد تصحيح الخطأ Ecm يساوي 0.90 - =معنوي وسالب عن 5 %، وهذا مما يعني معنوية العلاقة الأجل الطويل بين المتغير التابع النمو الاقتصادي GDP والمتغيرات المستقلة (مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT عدد لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB)، وبعبارة أخرى يستغرق النموذج حوالي مرة واحدة على الأقل حتى يعود لقيمته التوازنية في المدى البعيد بعد أثر الصدمة في الدراسة.
- ✓ معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP، حيث عند زيادة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB بـ 1% سيؤدي الى زيادة الى زيادة لنمو الاقتصادي بـ 0,04% في الاجل القصير، يمكن تفسير هذا الأثر الضعيف نسبيا في الأجل القصير بطبيعة مخرجات البحث العلمي، التي تحتاج إلى وقت للتحول إلى تطبيقات عملية قابلة للتبني داخل القطاعات الإنتاجية. فزيادة عدد المنشورات تعكس توسعا في إنتاج المعرفة، إلا أن انتقال هذه المعرفة إلى الابتكار التكنولوجي ثم إلى تحسين الإنتاجية يتطلب فترة زمنية، وهو ما يفسر الفرق بين حجم التأثير في الأجل القصير مقارنة بالأجل الطويل، كما أن معنوية هذا المتغير إحصائيا تشير إلى أن الأثر، رغم محدوديته، ليس عشوائيا بل يعكس بداية تفاعل الاقتصاد مع مخرجات البحث العلمي. وبالتالي، يمكن اعتبار هذا التأثير القصير الأجل مؤشرا أوليا يمهد لآثار أكبر وأكثر عمقا في المدى الطويل، خاصة في ظل توفر بيئة داعمة لنقل التكنولوجيا وتعزيز الروابط بين المؤسسات الأكاديمية والقطاع الإنتاجي.

- ✓ معلمة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP ، حيث عند زيادة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT بـ 1 % سيؤدي الى زيادة النمو الاقتصادي 0,04 % في الاجل القصير، ومن منظور تحليلي أعمق، يمكن تفسير هذا الأثر المحدود نسبيا في الأجل القصير يكون سياسات الجاهزية الحكومية مثل تطوير البنية التحتية الرقمية، وتحسين الأطر التنظيمية، وتعزيز القدرات المؤسسية تحتاج إلى فترة زمنية حتى تنعكس بشكل كامل على النشاط الاقتصادي. ومع ذلك، فإن الدلالة الإحصائية لهذا المتغير تشير إلى أن هذه الجهود تبدأ في إحداث تأثير فعلي حتى في المدى القصير، من خلال تحسين كفاءة الخدمات العامة، وتسهيل بيئة الأعمال، ودعم تبني التقنيات الحديثة داخل مختلف القطاعات.كما يمكن اعتبار هذا الأثر القصير الأجل مؤشرا تمهيديا لآثار أكبر في المدى الطويل، حيث يتوقع أن يتعزز تأثير جاهزية الحكومة مع تراكم الاستثمارات في التحول الرقمي وتوسع استخدامات الذكاء الاصطناعي، مما يساهم في تحقيق نمو اقتصادي أكثر استدامة قائم على الابتكار والتكنولوجيا.

5. خاتمة:

في ختام هذه الدراسة التي هدفت إلى تحليل أثر الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة (2015–2024) باستخدام نماذج بيانات البانل، توصلت النتائج إلى وجود علاقة موجبة ومعنوية إحصائيا بين مؤشرات الذكاء الاصطناعي والنمو الاقتصادي، سواء في الأجل القصير أو الطويل، مع تفاوت في حجم التأثير بين الفترتين.

اشارات أغلب نتائج اختبارات PEDRONI للتكامل المشترك على وجود (03) خمس اختبارات اثبتت وجود تكامل مشترك، 03 اختبارات خاصة بالبعد الداخلي WITHIN-DIMENION واختبارين (02) خاصين بالبعد البيني (between-dimension)، على أن قيمة احتمال المصاحب للإحصائية الخاصة بكل اختبار أصغر من 5%، وبالتالي يتم قبول وجود علاقة تكامل متزامن بين متغيرات الدراسة.

وعليه يمكن قبول الفرضية الاولى: على وجود علاقة تكاملية طويلة الأجل بين الذكاء الاصطناعي وبين النمو الاقتصادي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: باستخدام نماذج بيانات البانل خلال الفترة 2015–2024

نتائج الدراسة في الأجل الطويل:

أظهرت عملية التقدير بطريقة PMG وسط المجموعة المدمجة ما يلي:

- ✓ معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP، حيث عند زيادة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB بـ 1% سيؤدي الى زيادة الى زيادة لنمو الاقتصادي بـ 0,09% في الاجل الطويل، وتكتسب هذه النتيجة أهمية خاصة من الناحية الاقتصادية، إذ تؤكد أن تراكم المعرفة العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي يمثل قناة غير مباشرة لتعزيز النمو من خلال تحسين الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، ودعم الابتكار التكنولوجي، ورفع كفاءة تخصيص الموارد.
- ✓ ومن منظور أعمق يمكن تفسير هذه العلاقة في إطار نظريات النمو الداخلي، حيث يعد الاستثمار في البحث والتطوير، وخاصة في المجالات التكنولوجية المتقدمة كالذكاء الاصطناعي، عاملا حاسما في توليد المعرفة وتعميمها عبر الاقتصاد.

فزيادة عدد المنشورات العلمية لا تعكس فقط كثافة النشاط البحثي، بل تشير أيضا إلى وجود بنية تحتية معرفية قادرة على إنتاج وتبادل الأفكار، وهو ما يساهم في تسريع تبني التقنيات الحديثة داخل القطاعات الإنتاجية المختلفة.

- ✓ كما أن الدلالة الإحصائية القوية للمعامل (كما يتضح من قيمة t المرتفعة) تعزز موثوقية هذا الأثر، وتؤكد أن العلاقة ليست عشوائية، بل تعكس ارتباطا هيكليا مستقرا نسبيا في المدى الطويل، وهو ما يتماشى مع نتائج اختبارات التكامل المشترك التي تشير إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات. وبالتالي، فإن أي صدمات قصيرة الأجل قد تؤدي إلى انحراف مؤقت، إلا أن النظام الاقتصادي يميل إلى العودة إلى مسار التوازن.
- ✓ علاوة على ذلك يمكن الإشارة إلى أن حجم الأثر (0.09) رغم كونه موجبا، إلا أنه يعكس تأثيرا تدريجيا وليس آنيا، وهو أمر منطقي بالنظر إلى أن مخرجات البحث العلمي تحتاج إلى فترة زمنية حتى تتحول إلى تطبيقات عملية وتقنيات قابلة للتبني في الاقتصاد الحقيقي. وهذا يبرز أهمية السياسات الداعمة لربط البحث العلمي بالقطاع الإنتاجي، مثل تشجيع نقل التكنولوجيا، وتعزيز الشراكات بين الجامعات والمؤسسات الاقتصادية، وتحفيز الابتكار.
- ✓ معلمة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP، حيث عند زيادة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعيGVNMT بـ 1 % سيؤدي الى زيادة النمو الاقتصادي 0,13 % في الاجل الطويل، وتعكس هذه النتيجة الأهمية المتزايدة للدور الحكومي في تهيئة البيئة المؤسسية والتنظيمية اللازمة لاعتماد وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي.
- ✓ و يمكن تفسير هذه العلاقة بكون جاهزية الحكومة تمثل أحد المحددات الأساسية لقدرة الاقتصاد على استيعاب التكنولوجيا الحديثة، من خلال تطوير البنية التحتية الرقمية، وصياغة سياسات داعمة للابتكار، وتعزيز الإطار القانوني والتنظيمي الذي يضمن الاستخدام الفعال والآمن للتقنيات المتقدمة. كما أن الحكومات الجاهزة رقميا تسهم في تقليص تكاليف المعاملات،و تحسين جودة الخدمات العامة، ورفع كفاءة الأداء الاقتصادي، وهو ما ينعكس إيجابا على معدلات النمو.

نتائج الدراسة في الاجل القصير:

- ✓ حد تصحيح الخطأ: من خلال تقدير العلاقة قصيرة الاجل من خلال نموذج تصحيح الخطأ Ecm والذي يعبر عن متغيرات الدراسة بصيغة مرشح الفروق من الدرجة الاولى، بحيث يكون حد تصحيح الخطأ مؤخرا لفترة زمنية واحدة فقط، باعتباره متغير تفسيري فمن خلاله يمكن معرفة سرعة تكيف الاختلالات التي تحدث في الاجل القصير إلى التوازن في الأجل الطويل، بحيث إذا كان معامل تصحيح الخطأ بإشارة سالبة مع احتمالية معنوية أقل من 0.05 يدل على أن هناك علاقة طويلة الأجل، حيث تعتبر القيمة المطلقة لمعامل تصحيح الخطأ، السرعة في استعادة حالة توازن من جديد وكانت نتائج اختبار نموذج تصحيح الخطأ والعلاقة قصيرة الأجل، حد تصحيح الخطأ يساوي Ecm = - 0.90معنوي وسالب عن 5 %، وهذا مما يعني معنوية العلاقة الأجل الطويل بين المتغير التابع النمو الاقتصادي GDP والمتغيرات المستقلة (مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT عدد لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB)، وبعبارة أخرى يستغرق النموذج حوالي مرة واحدة على الأقل حتى يعود لقيمته التوازنية في المدى البعيد بعد أثر الصدمة في الدراسة.

- ✓ معلمة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP، حيث عند زيادة عددا لمنشورات الأكاديمية حول الذكاء الاصطناعي AIPUB بـ 1% سيؤدي الى زيادة الى زيادة لنمو الاقتصادي بـ 0,04% في الاجل القصير، يمكن تفسير هذا الأثر الضعيف نسبيا في الأجل القصير بطبيعة مخرجات البحث العلمي، التي تحتاج إلى وقت للتحول إلى تطبيقات عملية قابلة للتبني داخل القطاعات الإنتاجية. فزيادة عدد المنشورات تعكس توسعا في إنتاج المعرفة، إلا أن انتقال هذه المعرفة إلى الابتكار التكنولوجي ثم إلى تحسين الإنتاجية يتطلب فترة زمنية، وهو ما يفسر الفرق بين حجم التأثير في الأجل القصير مقارنة بالأجل الطويل، كما أن معنوية هذا المتغير إحصائيا تشير إلى أن الأثر، رغم محدوديته، ليس عشوائيا بل يعكس بداية تفاعل الاقتصاد مع مخرجات البحث العلمي. وبالتالي، يمكن اعتبار هذا التأثير القصير الأجل مؤشرا أوليا يمهد لآثار أكبر وأكثر عمقا في المدى الطويل، خاصة في ظل توفر بيئة داعمة لنقل التكنولوجيا وتعزيز الروابط بين المؤسسات الأكاديمية والقطاع الإنتاجي.
- ✓ معلمة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT لها علاقة موجبة معنوية مع النمو الاقتصادي GDP حيث عند زيادة مؤشر جاهزية الحكومة لتطبيق الاصطناعي GVNMT بـ 1 % سيؤدي الى زيادة النمو الاقتصادي 0,04 % في الاجل القصير، ومن منظور تحليلي أعمق، يمكن تفسير هذا الأثر المحدود نسبيا في الأجل القصير يكون سياسات الجاهزية الحكومية مثل تطوير البنية التحتية الرقمية، وتحسين الأطر التنظيمية، وتعزيز القدرات المؤسسية تحتاج إلى فترة زمنية حتى تنعكس بشكل كامل على النشاط الاقتصادي. ومع ذلك، فإن الدلالة الإحصائية لهذا المتغير تشير إلى أن هذه الجهود تبدأ في إحداث تأثير فعلي حتى في المدى القصير، من خلال تحسين كفاءة الخدمات العامة، وتسهيل بيئة الأعمال، ودعم تبني التقنيات الحديثة داخل مختلف القطاعات. كما يمكن اعتبار هذا الأثر القصير الأجل مؤشرا تمهيديا لآثار أكبر في المدى الطويل، حيث يتوقع أن يتعزز تأثير جاهزية الحكومة مع تراكم الاستثمارات في التحول الرقمي وتوسع استخدامات الذكاء الاصطناعي، مما يساهم في تحقيق نمو اقتصادي أكثر استدامة قائم على الابتكار والتكنولوجيا

وعليه يمكن قبول الفرضية الثانية: على وجود اثر ذو دلالة معنوية في الاجل القصير والطويل بين الذكاء الاصطناعي وبين النمو الاقتصادي في لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: باستخدام نماذج بيانات البانل خلال الفترة 2015–2024

6. الملاحق:

الملحق 1: نتائج اختبار التكامل المشترك padroni

Pedroni Residual Cointegration Test
Series: GDP GVNMTAI AIPUBLICATIONS
Date: 03/16/26 Time: 18:18
Sample: 2015 2024
Included observations: 170
Cross-sections included: 17
Null Hypothesis: No cointegration
Trend assumption: No deterministic trend
User-specified lag length: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)

	Statistic	Prob.	Weighted Statistic	Prob.
Panel v-Statistic	-1.968807	0.9755	-2.854125	0.9978
Panel rho-Statistic	0.627574	0.7349	3.095449	0.0006
Panel PP-Statistic	-11.56623	0.0000	-8.798479	0.0000
Panel ADF-Statistic	-4.227063	0.0000	-5.343919	0.0000

Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)

	Statistic	Prob.
Group rho-Statistic	3.047480	0.9988
Group PP-Statistic	-10.97633	0.0000
Group ADF-Statistic	-20.17110	0.0000

الملحق 2: نتائج اختبار الاستقرارية لمتغيرات الدراسة

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)
Series: GDP
Date: 03/17/26 Time: 15:07
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 0
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
Total number of observations: 149
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-11.6461	0.0000

** Probabilities are computed assuming asympotic normality

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: GDP
Date: 03/17/26 Time: 15:08
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects
User-specified lags: 0
Total number of observations: 149
Cross-sections included: 17

Method		Statistic	Prob.**
Im, Pesaran and Shin W-stat		-5.89770	0.0000
Im, Pesaran and Shin t-bar		-3.24517	
T-bar critical values ***:	1% level	-2.35200	
	5% level	-2.05160	
	10% level	-1.91240	

** Probabilities are computed assuming asympotic normality

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: GDP
Date: 03/17/26 Time: 15:08
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects
User-specified lags: 0
Total number of observations: 149
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	90.8222	0.0000
ADF - Choi Z-stat	-5.61722	0.0000

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: GDP
Date: 03/17/26 Time: 15:06
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett ke...
Total number of observations: 149
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
PP - Fisher Chi-square	121.994	0.0000
PP - Choi Z-stat	-6.95706	0.0000

** Probabilities for Fisher tests are computed using an

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)
Series: AIPUBLICATIONS
Date: 03/17/26 Time: 15:10
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
Total (balanced) observations: 136
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-2.10015	0.0179

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: AIPUBLICATIONS
Date: 03/17/26 Time: 15:10
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 1
Total (balanced) observations: 136
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
Im, Pesaran and Shin W-stat	0.96096	0.8317

** Probabilities are computed assuming asympotic normality

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: AIPUBLICATIONS
Date: 03/17/26 Time: 15:12
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 1
Total (balanced) observations: 136
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	27.5631	0.7745
ADF - Choi Z-stat	1.60998	0.9463

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: AIPUBLICATIONS
Date: 03/17/26 Time: 15:12
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett ke...
Total (balanced) observations: 153
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
PP - Fisher Chi-square	67.0528	0.0006
PP - Choi Z-stat	-2.34201	0.0096

** Probabilities for Fisher tests are computed using an

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)
Series: GVNMTAI
Date: 03/17/26 Time: 15:19
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 0
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
Total (balanced) observations: 153
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-11.3719	0.0000

** Probabilities are computed assuming asympotic normality

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: GVNMTAI
Date: 03/17/26 Time: 15:21
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 0
Total (balanced) observations: 153
Cross-sections included: 17

Method		Statistic	Prob.**
Im, Pesaran and Shin W-stat		-2.88385	0.0020
Im, Pesaran and Shin t-bar		-3.56668	
T-bar critical values ***:	1% level	-3.38240	
	5% level	-2.84560	
	10% level	-2.66040	

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: GVNMTAI
Date: 03/17/26 Time: 15:22
Sample: 2015 2024
Exogenous variables: Individual effects, individual linear trends
User-specified lags: 0
Total (balanced) observations: 153
Cross-sections included: 17

Method	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	79.9649	0.0000
ADF - Choi Z-stat	-5.36694	0.0000

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

7. قائمة المراجع

[1] Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed., Pearson Education, London, 2021, pp. 1–15.

[2] Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, W.W. Norton & Company, New York, 2014, pp. 45–72.

[3] Michael P. Todaro and Stephen C. Smith, Economic Development, 13th ed., Pearson Education, Harlow, 2020, pp. 111–138.

[4] Paul Romer, Endogenous Technological Change, Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5, 1990, pp. S71–S102.

[5] Philippe Aghion, Benjamin F. Jones, and Charles I. Jones, Artificial Intelligence and Economic Growth, National Bureau of Economic Research Working Paper No. 23928, 2017, pp. 3–18.

[6] PwC, Sizing the Prize: What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalise?, PwC Global Report, 2017, pp. 8–24. https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html

[7] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Artificial Intelligence in Science*, OECD Publishing, Paris, 2023, pp. 21–37. https://www.oecd.org/ai/

[8] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), *UNESCO Science Report*, Paris, 2022, pp. 56–79.

[9] World Bank, Digital Development Overview, Washington, DC, 2022, pp. 10–28. https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment

[10] Oxford Insights, Government AI Readiness Index, Oxford, 2023, pp. 14–35. https://www.oxfordinsights.com/ai-readiness-index