

أثر نفقات البحث والتطوير على النمو الاقتصادي: دراسة قياسية لجنوب أفريقيا باستخدام نموذج ARDL

The Impact of R&D Expenditures on Economic Growth: An econometric Study of South Africa Using the ARDL Model

د. فداء منصور أبو المعاطي محمد الجوهري¹*

¹ قسم السياسة والاقتصاد، كلية الدراسات الأفريقية العليا - جامعة القاهرة - (مصر)،
fedaa.mansour@faps.cu.edu.eg

تاريخ الاستلام: 2025/09/06 تاريخ قبول النشر: 2025/11/05 تاريخ النشر: 2025/12/25

المخلص: تهدف هذه الورقة البحثية إلى قياس تأثير الانفاق على البحث والتطوير (R&D) على النمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا، وذلك باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة ARDL، وقد تم اعتماد الناتج المحلي الإجمالي كمتغير ممثل للنمو الاقتصادي، بالإضافة إلى خمس مؤشرات تعبر عن عوامل الإنتاج التقليدية، ومدخلات ومخرجات البحث والتطوير.

وقد أظهرت النتائج، أن النمو الاقتصادي لجنوب أفريقيا (والمُعبر عنه بالناتج المحلي الإجمالي) يعتمد على عناصر الإنتاج التقليدية (الممثلة في رأس المال والقوى العاملة) والحديثة (الممثلة في التكنولوجيا) والمُعبر عن مدخلاتها بالإنفاق على البحث والتطوير ومخرجاتها بالنشر البحثي - حيث كان لجميع هذه المتغيرات تأثير إيجابي ومعنوي.

الكلمات المفتاحية: البحث والتطوير، النمو الاقتصادي، جنوب أفريقيا، الابتكار، ARDL.
تصنيف JEL: O31, O32, O33, O40.

Abstract: This research paper aims to measure the impact of R&D spending on economic growth in South Africa, using the ARDL model. Gross domestic product (GDP) was used as a proxy for economic growth, along with five indicators representing traditional factors of production, and R&D inputs and outputs.

The results showed that South Africa's economic growth depends on traditional and modern factors of production (represented by technology), whose inputs are expressed as R&D spending and their outputs as research publications. All of these variables had a positive and significant impact.

Keywords: Research and development; economic growth; South Africa; innovation; ARDL.

Jel Classification Codes : O31, O32, O33, O40.

* المؤلف المرسل: فداء منصور أبو المعاطي محمد الجوهري

1. مقدمة:

في ظل تحولات الاقتصاد العالمي، لم تعد القوة الاقتصادية والقدرة التنافسية للدول مرتبطة فقط بعوامل الإنتاج التقليدية، وإنما أصبحت المعرفة والابتكار هما المحركان الأساسيان للنمو المستدام، هذا التغير في مصادر القوة يفرض على الدول تبني استراتيجيات جديدة تضع البحث والتطوير (R&D) في صلب اهتماماتها لتعزيز قدراتها التكنولوجية وبناء اقتصادات قائمة على المعرفة.

وفي هذا السياق تبرز جمهورية جنوب أفريقيا كنموذج رائد في أفريقيا جنوب الصحراء، إذ تُظهر بياناتها ارتفاعاً في الإنفاق على البحث والتطوير كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، ووجود أكبر عدد من الباحثين، وأكبر حصة من المنشورات العلمية، ما يعكس دورها المحوري في قيادة المسيرة المعرفية في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء.

أهمية الدراسة: تكتسب الدراسة أهميتها من محاولة فهم وقياس العلاقة بين الإنفاق على البحث والتطوير والنمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا، وتقديم تقييم كمي لهذا الدور.

هدف الدراسة: تهدف هذه الدراسة إلى قياس أثر نفقات البحث والتطوير على النمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا، وذلك باستخدام البيانات للفترة من 1990 إلى 2021.

تساؤلات الدراسة: يتمثل التساؤل الرئيسي للدراسة في الآتي: ما أثر إنفاق أنشطة البحث والتطوير على النمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا؟

وللإجابة على هذا التساؤل يتم طرح التساؤلات الفرعية التالية:

- ما هو مفهوم البحث والتطوير، وما العلاقة بينه وبين النمو الاقتصادي؟

- ما هو واقع البحث والتطوير في جنوب أفريقيا؟

- كيف يؤثر الإنفاق على البحث والتطوير في النمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا؟

فرضية الدراسة: تسعى الدراسة إلى محاولة اختبار الفرضية التالية والتحقق من صحتها:

"توجد علاقة طردية بين نفقات البحث والتطوير والنمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا"

منهج الدراسة: اعتمدت الدراسة على الأساليب الوصفية والتحليلية، لتحليل مؤشرات البحث والتطوير في جنوب أفريقيا، بالإضافة إلى المنهج القياسي، لاختبار فرضية الدراسة والتحقق من مدى صحتها، وذلك بالاعتماد على نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL) وهو ما يتطلب طول الفترة الزمنية لتصل إلى ما لا يقل عن 30 مشاهدة لذا تم استخدام الفترة من 1990-2021.

2. مفهوم البحث والتطوير والنمو الاقتصادي والعلاقة بينهما:

1.2 مفهوم البحث والتطوير:

يُعرف البحث والتطوير بأنه: مجموعة من الأنشطة الإبداعية التي يتم إجراؤها بصورة منهجية، بهدف زيادة المعرفة، واستخدامها في ابتكار تطبيقات ومنتجات جديدة ذات قيمة اقتصادية جديدة. (OECD, 2015, p.44)

هذا المفهوم يشمل ثلاثة أنواع رئيسية من الأنشطة وهي:

- **البحث الأساسي أو النظري:** ويركز على الظواهر الطبيعية والعلمية، بهدف الحصول على معرفة جديدة دون السعي إلى توظيفها لأهداف اقتصادية أو تجارية.
 - **البحث التطبيقي:** يستفيد من نتائج البحث الأساس لتحويلها إلى تطبيقات عملية، مع التركيز على الأهداف الاقتصادية والتجارية.
 - **التطوير التجريبي:** يجمع بين نتائج المرحلتين السابقتين، بهدف تحسين المنتجات أو العمليات الحالية، أو إدخال منتجات وأجهزة وطرق جديدة، وصولاً إلى مرحلة الإنتاج التجاري. The Mohammed Bin Rashid Al Maktoum Knowledge Foundation, 2015, p105
- بما يعني أن البحث والتطوير حلقة متكاملة تبدأ بالمعرفة النظرية (البحث الأساس)، تنتقل إلى التطبيق العملي (البحث التطبيقي)، وتنتهي بالابتكار والتحسين (التطوير التجريبي).

2.2 مفهوم النمو الاقتصادي:

يشير النمو الاقتصادي إلى الزيادة في الناتج الإجمالي للسلع والخدمات النهائية في بلد ما على مدى فترة زمنية طويلة (Singh, 2019, P.5)، كما يُعرف النمو الاقتصادي بأنه: "الارتفاع في نصيب الفرد، أو في نصيب عنصر العمل من حجم الناتج"، وحيث أن الزيادة في حجم الناتج يصاحبها غالباً ارتفاع في أعداد السكان، وبالتالي التقدير الحقيقي لمدى تحقق ازدهار اقتصادي ينعكس على مستوى معيشة الأفراد يتطلب الاعتماد في حساب معدلات النمو الاقتصادي على مؤشر نصيب الفرد من حجم الناتج، (العبادي، 2018، ص5) بما يعني أن النمو الاقتصادي شرطاً ضرورياً (ولكنه غير كافٍ) لرفع مستويات معيشة الأفراد، فالشرط الأهم هو طريقة توزيع هذه الزيادة على الأفراد.

3.2 العلاقة بين البحث والتطوير والنمو الاقتصادي:

يُعد الاتفاق على البحث والتطوير استثماراً في المعرفة والتكنولوجيا، التي تُترجم إلى تقنيات جديدة وطرق أكثر كفاءة لاستخدام الموارد الحالية لرأس المال المادي والبشري، وتؤكد الدراسات الحديثة على وجود علاقة إيجابية ومباشرة بين الإنفاق على البحث والتطوير ومعدلات النمو الاقتصادي، حيث تعتبر هذه الأنشطة قوة دافعة أساسية للنمو. (Nicolaidis, 2014, P.1)

وفقاً لنظرية النمو الداخلي للاقتصادي بول رومر فإن التقدم التكنولوجي ليس مجرد عامل خارجي، حيث يرى أن الاستثمار في المعرفة والابتكار ورأس المال البشري تسهم في النمو، باعتبار أن النمو الاقتصادي يعتمد في المدى الطويل على تراكم المعرفة، ومن ثم فإن هذه المعرفة أحد عوامل الإنتاج، والابتكار هو مصدر نمو الإنتاجية، وهذا الابتكار يتحقق من خلال الاتفاق على البحث والتطوير. (صونية، 2019، ص48)

وعلى ذلك يمكن القول إن أنشطة البحث والتطوير تؤثر على التنمية الاقتصادية من خلال العديد من القنوات أبرزها: الابتكار، وتراكم وتطوير رأس المال المادي والبشري.

3. واقع البحث والتطوير والنمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا:

1.3 البناء الهيكلي للبحث والتطوير في جنوب أفريقيا:

تُشرف وزارة العلوم والابتكار (DSI) على النظام العلمي في جنوب أفريقيا، يتركز هدفها الرئيسي في تنفيذ استراتيجيات البحث والتطوير، ودعم تنمية رأس المال البشري، كما تهدف إلى تشكيل مشاريع ابتكار جذابة ذات مستوى عالمي وواسع النطاق من خلال توفير البنية التحتية اللازمة للابتكار. (Phate & Ch. & Machema, 2015, P.4)

كما تشارك حكومة جنوب أفريقيا بفاعلية في أداء العلوم والتكنولوجيا من خلال دعمها لثمانية مجالس بحث علمية يركز كل منها على مجال محدد، وهي: مجلس البحوث الزراعية، ومجلس التكنولوجيا المعدنية، ومجلس البحوث العلمية والصناعية، ومجلس البحوث الطبية، ومجلس أبحاث العلوم الجيولوجية، بالإضافة إلى مكتب جنوب أفريقيا للمعايير لإصدار شهادات الصناعة والتجارة. (Kaplan, 1995, P.13-14)

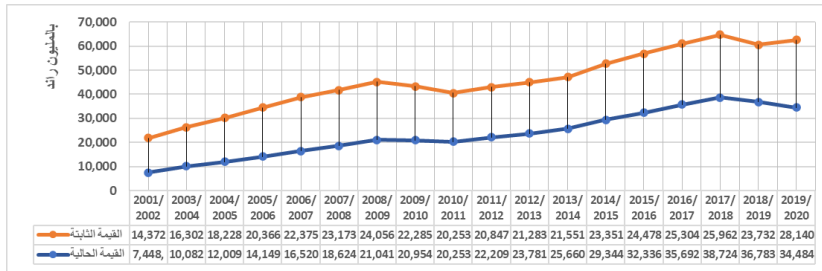
ومؤسسة البحث والتطوير، وتمثل وكالة تمويل للتعليم العالي لتنمية الموارد البشرية في العلوم والهندسة والتكنولوجيا، وأخيراً مجلس أبحاث العلوم الإنسانية. (Mokoena, 2021, P.73)

2.3 مدخلات البحث والتطوير في جنوب أفريقيا:

يتم التعامل مع البحث والتطوير كعملية إنتاجية تعتمد على مدخلات مالية وبشرية، لإنتاج مخرجات علمية وتقنية. (الجوهري، 2023، ص 161)

1.2.3. إجمالي الإنفاق المحلي على البحث والتطوير (RD): يُظهر تحليل الإنفاق المحلي على البحث والتطوير في جنوب أفريقيا خلال الفترة من 2002/2001 إلى 2020/2019 اتجاهات متقلبة كما يبين الشكل رقم (1).

شكل رقم (1): إجمالي الإنفاق المحلي على البحث والتطوير في جنوب أفريقيا بالقيمة الحالية، والثابتة لعام 2010 (مليون راند) من 2002/2001 إلى 2020/2019



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على: (CeSTII, 2013, P.5; CeSTII, 2016, P.99; CeSTII, 2021, P.5)

شهد الانفاق على البحث والتطوير زيادة مستمرة حتى عام 2008، قبل ان يتأثر سلبًا بالأزمة العالمية عام 2009 (Mustapha, et al, 2015, P.25)، تسبب انخفاض الإنفاق في قطاع الأعمال والصدمات الخارجية، مثل التوترات في منطقة اليورو، وتراجع أسعار السلع الأساسية على اقتصاد جنوب أفريقيا، وقد ساهم كل ذلك في إحداث آثار سلبية على قرارات الانفاق على البحث والتطوير (Im, et al. 2012, P.6).

يرجع ضعف الانفاق على البحث والتطوير في الفترة من 2009-2014 إلى أن الجزء الأكبر من هذا الانفاق كان يتم بواسطة الشركات الكبيرة فقط، والتي تمثل 4,9% من إجمالي الشركات النشطة في البحث والتطوير، وغالبًا ما تعمل هذه الشركات في القطاعات الفرعية للصناعات والتعدين والخدمات التجارية. (Steenkamp, et al, 2018, p.17)

وفي عام 2017/2016 ارتفع الانفاق على البحث والتطوير ليصل إلى 35,7 مليار راند، ما يمثل زيادة اسمية كبيرة، بالرغم من أن هذه الزيادة كانت طفيفة بالقيمة

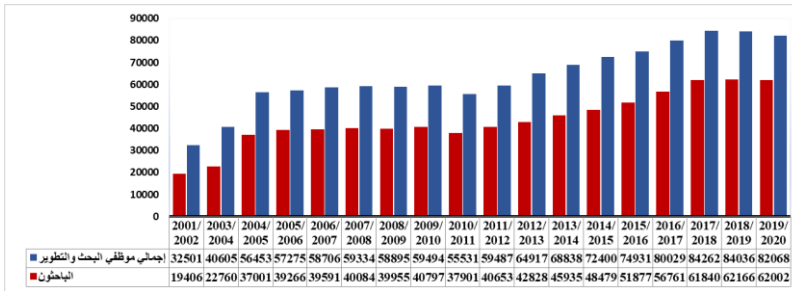
الثابتة، إلا أنها كانت مؤشراً إيجابياً على اهتمام الدولة بالبحث والابتكار (CeSTII, 2019, P.5).

وعلى عكس ذلك أظهر المسح الوطني للبحث والتطوير لعام 2020/2019، تراجع في الانفاق ليصل إلى 34,5 مليار راند، ويرجع هذا الانخفاض بشكل رئيسي إلى الآثار الاقتصادية السلبية التي خلفتها جائحة فيروس كورونا على أنشطة البحث والتطوير.

2.2.3 العاملون في مجال البحث والتطوير: شهد عدد العاملين في مجال البحث والتطوير في جنوب أفريقيا نمواً ملحوظاً، وخاصة في أعداد الباحثين كما يبين الشكل رقم (2)، يُعد هذا النمو مؤشراً على قوة وكفاءة النظام الوطني للابتكار، حيث أن الباحثين هم المحرك الرئيسي لإنتاج المعرفة الجديدة.

شكل رقم (2): إجمالي عدد موظفي البحث والتطوير، وعدد الباحثين

للفترة من 2002/2001 إلى 2020/2019



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على: (CeSTII, 2021, P.17; 2013, P.10)

ارتفع إجمالي عدد موظفي البحث والتطوير بشكل تدريجي بين عامي 2005 و2011، وتسارع هذا النمو بشكل كبير حتى عام 2017، كما زادت أعداد الباحثين من 74,931 في 2016/2015 إلى 82068 باحث في 2020/2019، مدفوعاً بشكل أساسي بزيادة أعداد طلاب الدراسات العليا في قطاع التعليم العالي (CeSTII, 2019, P.32).

3.3 مخرجات البحث والتطوير في جنوب أفريقيا:

1.3.3 المنشورات العلمية: يستخدم مؤشر هيرش (index-h) لقياس جودة الأبحاث المنشورة، بلغت قيمة المؤشر لجنوب أفريقيا 702، وهي بذلك أعلى دولة أفريقية قبل مصر التي سجلت 452، وكمتوسط للفترة من 1996-2024 كان عدد المنشورات في جنوب أفريقيا نحو 489 ألف منشور علمي، بمتوسط استشهاد يبلغ 20,26 لكل بحث،

ورغم تفوق جنوب أفريقيا في مؤشر هيرش، إلا أنها لم تكن الأولى في أعداد المنشورات العلمية، والمقالات القابلة للاقتباس حيث تفوقت مصر عليها (SCImago, 2025).

2.3.3. طلبات براءات الاختراع: على الرغم من تراجع ترتيب جنوب أفريقيا في مؤشر طلبات براءات الاختراع لكل مليون نسمة، إلا أن عدد براءات الاختراع التجارية بها مرتفع وبأعداد مماثلة لمنافسي جنوب أفريقيا، خاصة في قطاعي التعدين والوقود.

يرجع هذا النجاح إلى جهود حماية الملكية الفكرية، حيث احتلت جنوب أفريقيا المرتبة 46 من بين 141 دولة في حماية حقوق الملكية الفكرية في مؤشر التنافسية العالمية 2019 (Steenkamp, et al, 2018, p.7)، ما يشير إلى وجود إطار تشريعي سليم لدعم الاستثمار في الابتكار. (Schwab, 2019, p.519)

4.3 النمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا:

شهد الاقتصاد الجنوب أفريقي فترات من التقلب منذ التحول الديمقراطي عام 1994، بعد جهود أولية لتحقيق الاستقرار شهدت البلاد انتعاشاً اقتصادياً ملحوظ في بداية الألفية الجديدة، مدفوعاً بسياسات مثل تخفيف قوانين العمل، وتسريع الخصخصة، وزيادة الإنفاق الحكومي.

وعلى عكس الأسواق الناشئة تأثرت جنوب أفريقيا سلباً بالركود العالمي عام 2008، ما أبطأ من وتيرة نموها، كما شكلت مستويات البطالة المرتفعة تحدياً رئيسياً أثر سلباً على الاستثمار والنمو، حيث تباطأ نمو الناتج المحلي الإجمالي من عام 2013 إلى عام 2017، مع تراجع في قطاعات حيوية كالزراعة والتعدين بسبب الجفاف، ومشكلات الطاقة (Algu, 2017, p.4).

وفي أبريل 2017 تسببت التوترات السياسية في خفض التصنيف الائتماني، وانخفاض قيمة الراند بأكثر من 11٪، وانكمشت جميع القطاعات باستثناء التعدين والزراعة، ليصبح هذان القطاعان المحركان الرئيسيان للنمو وانتشال جنوب أفريقيا من الركود. (Algu, 2017, p.4)

ومع دخول عام 2018 تزايد نمو الناتج المحلي الإجمالي لجنوب أفريقيا بوتيرة كبيرة، حيث ارتفع من 1,3% في عام 2017 إلى 1,8% في عام 2019. (Hanusch, 2018, p. vii)، إلا أنه في عام 2020 انكمش اقتصاد جنوب أفريقيا بنسبة 7,2٪، بسبب تداعيات جائحة فيروس. (Mokoena, 2021, P.80)

4. التحليل القياسي لأثر نفقات البحث والتطوير في النمو الاقتصادي:

1.4 توصيف النموذج وتعريف المتغيرات:

تستخدم الدراسة نموذجًا اقتصاديًا يعتمد على نظرية النمو الداخلي لرومر، والتي تربط النمو الاقتصادي بتراكم المعرفة والتكنولوجيا، يهدف النموذج إلى فحص العلاقة بين النمو الاقتصادي في جنوب أفريقيا وعدد من المتغيرات الإنتاجية ومخرجات البحث والتطوير، الصيغة الرياضية الأساسية للنموذج في شكل دالة كوب دوجلاس كالتالي:

$$\ln (\text{GDP}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln (L_{it}) + \beta_2 \ln (K_{it}) + \beta_3 \ln (RD_{it}) + \beta_4 \ln (RPO_{it}) + \beta_5 \ln (PAR_{it}) + e_{it}$$

حيث إن:

– $\ln (\text{GDP}_{it})$: اللوغاريتم الطبيعي للناتج المحلي الإجمالي الحقيقي لجنوب أفريقيا، ويمثل النمو الاقتصادي كمتغير تابع.

– $\ln (L_{it})$: اللوغاريتم الطبيعي لإجمالي القوى العاملة في جنوب أفريقيا.

– $\ln (K_{it})$: اللوغاريتم الطبيعي لرأس المال المادي.

– $\ln (RD_{it})$: اللوغاريتم الطبيعي لإجمالي الإنفاق المحلي على البحث والتطوير.

– $\ln (RPO_{it})$: اللوغاريتم الطبيعي لمخرجات النشر البحثي في جنوب أفريقيا.

– $\ln (PAR_{it})$: اللوغاريتم الطبيعي لبراءات الاختراع في جنوب أفريقيا للفترة الزمنية (t).

وهذه هي الصيغة من المعادلة التي ستعتمد عليها الدراسة في التطبيق خلال الفترة

الزمنية من (1990-2021) وسيتم إجراء النموذج باستخدام برامج الإحصاء Eviews

11، مع الاعتماد على بيانات البنك الدولي ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، والتقارير

الصادرة عن وزارة التعليم العالي والتدريب بجنوب أفريقيا.

تم إدخال الصيغة اللوغاريتمية على دالة كوب دوجلاس لسهولة معالجة النموذج

حسابيًا، فضلاً عن معالجتها لمشكلة عدم تجانس التباين، كما أن معاملات المرونة β_i 's

تسهل فهم التأثير النسبي لكل متغير مستقل على المتغير التابع، بغض النظر عن وحدات

القياس الخاصة بكل متغير (نجا، 2015، ص22).

2.4 ملاتمة متغيرات النموذج:

قبل البدء في التقدير الإحصائي هناك عدد من الاختبارات التي سوف تتم بغرض

التأكد من توافق البيانات لتطبيق النموذج.

1.2.4. اختبار التوزيع الطبيعي Normality of Tests: وهو عبارة عن توزيع نظري

للبينات المجمعة لتحديد مدى اعتدالية البيانات، ويوضح الجدول (1) بعض المقاييس الأساسية لمتغيرات الدراسة بناء على نتائج اختبار التوزيع الطبيعي.

جدول رقم (1): وصف متغيرات النموذج

المؤشرات	لو غار يتم الناتج المحلي الاجمالي	لو غار يتم إجمالي تكوين رأس المال الثابت	لو غار يتم إجمالي الإنفاق المحلي على البحث	لو غار يتم مخرجات النشر البحوث للقطاع	لو غار يتم طلبات تسجيل براءات الاختراع
	LGDP	LL	LK	LRD	LRPO
المتوسط	26.29607	16.70742	24.40237	8.275926	9.096474
الوسيط	26.33982	16.74342	24.52364	8.430889	8.920647
القيمة العظمى	26.60579	16.95055	24.85745	8.681108	10.11896
القيمة الصغرى	25.91265	16.37689	23.75271	7.671817	8.546752
الانحراف المعياري	0.250231	0.163707	0.399994	0.309171	0.525368
معامل الالتواء	-0.208553	-0.373462	-0.27143	-0.431084	0.615871
معامل التفرطح	1.476370	2.190092	1.471702	1.716738	1.871206
Jarque-Bera	3.327232	1.618464	3.507189	3.186796	3.721823
المعنوية	0.189453	0.445200	0.173150	0.203234	0.155531
					0.000000

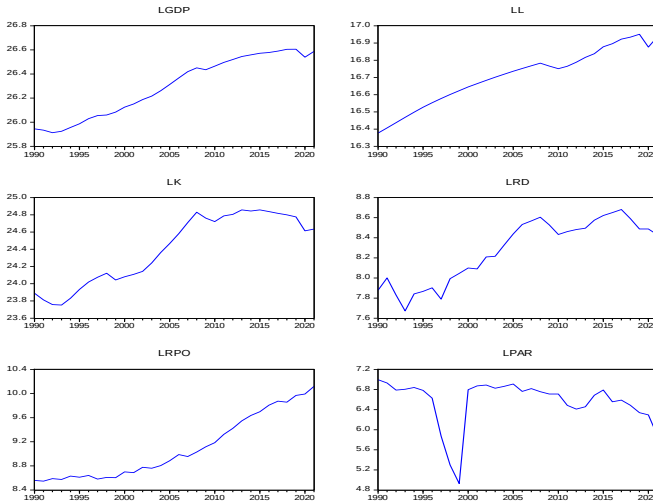
المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

وقد تبين من الجدول أن هناك خمسة من المتغيرات (الناتج المحلي الإجمالي، والقوى العاملة، رأس المال، الإنفاق على البحث والتطوير، ومخرجات النشر البحثي) تتبع خصائص التوزيع الطبيعي، وقد أكد نتائج اختبار (Jarque-Bera) تلك النتيجة، حيث كانت القيمة الاحتمالية لكل منها أكبر من مستوى معنوية 5%، ما يعني قبول فرضية التوزيع الطبيعي.

بينما كان متغير براءات الاختراع استثناءً، حيث أظهر معامل التواء وتفطح مرتفعين، ما يشير إلى أنه لا يتبع التوزيع الطبيعي، وهو ما أكدته نتيجة اختبار (Jarque-Bera)، حيث كانت معنوية لوغاريتم براءات الاختراع (0,00) وهي أقل من 5%، ما يعني رفض فرض العدم، وقبول الفرض البديل بأن السلسلة لا تتبع التوزيع الطبيعي.

تظهر السلاسل الزمنية في الشكل رقم (3) اتجاهًا عامًا نحو الزيادة خلال الفترة من 1990-2021، باستثناء براءات الاختراع التي شهدت انخفاضًا حادًا في أواخر التسعينيات، ويرجع هذا الانخفاض إلى مشكلات في توثيق الطلبات المحلية، رغم الجهود المبذولة لرقمنة البيانات (Schmoch & Pouris, 2021. P.3).

شكل رقم (3): السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة خلال الفترة من 1990-2021



المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

عدم استقرار السلاسل الزمنية يتطلب إجراء اختبارات إضافية مثل اختبار جذر الوحدة، قبل عملية التقدير الاحصائي للنموذج.

2.2.4. اختبار جذر الوحدة للاستقرار The Unit Root Test: اعتمدت الدراسة على اختبار ديكي فولر الموسع (ADF) augmented Dickey-Fuller test، لفحص خواص السلاسل الزمنية ومعرفة مدى استقرار السلسلة الزمنية للمتغيرات، ويبين الجدول رقم (2) نتائج اختبار جذر الوحدة لمتغيرات الدراسة.

جدول رقم (2): نتائج اختبار جذر الوحدة

المتغيرات	الكود	قيمة ت المحسوس	1% level	5% level	10% level	رتبة الاستقرار
لو غار يتم الناتج المحلي الاجمالي	LGDP	-0.858	-3.662	-2.960	-2.619	الفرق الأول
		-4.053	-3.670	-2.964	-2.621	
لو غار يتم إجمالي القوى العاملة	LL	-1.987	-3.662	-2.960	-2.619	الفرق الأول
		-5.594	-3.670	-2.964	-2.621	
لو غار يتم إجمالي تكوين رأس المال	LK	-1.703	-3.670	-2.964	-2.621	الفرق الأول
		-3.404	-3.670	-2.964	-2.621	
لو غار يتم إجمالي الإنفاق المحلي	LRD	-1.253	-3.662	-2.960	-2.619	الفرق الأول
		-5.228	-3.670	-2.964	-2.621	
لو غار يتم مخرجات النشر	LRPO	2.506	-3.662	-2.960	-2.619	الفرق الأول
		-7.059	-4.297	-3.568	-3.218	
لو غار يتم براءات طلبات تسجيل	LPAR	-2.499	-3.662	-2.960	-2.619	الفرق الأول
		-4.958	-3.670	-2.964	-2.621	

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

أظهرت نتائج الاختبار أن جميع في النموذج غير مستقرة عند المستوى، ومن ثم تم استقرارها عند الفرق الأول، وبناء عليه يتم اجراء اختبار التكامل المشترك، لنتاسبه مع نتيجة اختبار جذر الوحدة.

3.2.4. اختبار التكامل المشترك: تم الكشف عن التكامل المشترك بين متغيرات النموذج، وذلك من خلال تحليل جوهانسون، بالاعتماد على اختبارين هما (Trace test)، (Max-Eigen test)، ويبين الجدول رقم (3) نتائج الاختبار.

حيث أشارت نتائج الاختبار بطريقة Trace إلى وجود تكامل مشترك بين متغيرات النموذج حتى الرتبة الثالثة، عند مستوى ثقة 99%، كما بينت نتيجة اختبار Max-Eigen وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات حتى الرتبة الثانية بمستوى ثقة 99%. تؤكد هذه النتائج وجود علاقة توازن طويلة الأجل بين المتغيرات، رغم عدم استقرارها على المدى القصير، وهو ما يعني بأن أي صدمات قصيرة الأجل لا تؤدي الى انحراف المتغيرات عن مسارها المشترك على المدى الطويل.

جدول رقم (3): نتائج اختبار التكامل المشترك لجوهانسون

Max-Eigen			Trace			Hypothesized
القيمة الجدولية	القيمة المحسوبة	القيمة الأولية	القيمة الجدولية	القيمة المحسوبة	القيمة الأولية	
40.07757**	85.70838	0.947945	95.75366**	240.0066	0.947945	None
33.87687**	72.58299	0.918150	69.81889**	154.2982	0.918150	At most 1
27.58434**	45.86689	0.794358	47.85613**	81.71525	0.794358	At most 2
21.13162	18.10251	0.464323	29.79707**	35.84835	0.464323	At most 3
14.26460*	15.41727	0.412354	15.49471*	17.74585	0.412354	At most 4
3.841466	2.328579	0.077157	3.841466	2.328579	0.077157	At most 5

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات (EViews 11).

* تشير إلى أن كل المتغيرات معنوية إحصائيًا عند مستوى معنوية 5%.

** تشير إلى أن كل المتغيرات معنوية إحصائيًا عند مستوى معنوية 1%.

3.4. اختبار مصفوفة معاملات الارتباط والعلاقة السببية:

تُستخدم مصفوفة الارتباط لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرات متعددة في نموذج معين، تتراوح قيم معامل الارتباط Correlation Coefficient بين +1، -1، حيث تشير القيمة القريبة من 1 (سواء كانت موجبة أو سالبة) إلى علاقة قوية، بينما تشير القيمة القريبة من الصفر إلى علاقة ضعيفة.

وقد تكون العلاقة بين المتغيرين طردية، أي في نفس الاتجاه، وزيادة قيمة أحد المتغيرين تؤدي إلى زيادة قيمة المتغير الآخر، أو علاقة عكسية وزيادة قيمة أحد المتغيرين تؤدي إلى نقصان قيمة المتغير الآخر.

ولأن الارتباط لا يعني بالضرورة وجود علاقة سببية، يتم إجراء اختبار جرانجر للسببية، لتحديد ما إذا كان متغير معين يسبب تغيرًا في متغير آخر.

1.3.4. مصفوفة معاملات الارتباط لمتغيرات النموذج: أظهرت نتائج تحليل بيانات مصفوفة الارتباط كما يظهر في الجدول رقم (4) أن هناك ارتباطًا قويًا وموجبًا بين الناتج المحلي الإجمالي وكل من: إجمالي القوى العاملة، رأس المال، والإنفاق على البحث والتطوير، ومخرجات النشر البحثي، وهو ما يعني أن أي زيادة في هذه المتغيرات تؤدي على زيادة في الناتج المحلي الإجمالي.

جدول رقم (4): مصفوفة الارتباط بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة

المتغيرات	LGDP	LL	LK	LRD	LRPO	LPAR
لوغاريتم الناتج المحلي الإجمالي LGDP	1					
لوغاريتم إجمالي القوى العاملة LL	0.965	1				
لوغاريتم إجمالي تكوين رأس المال الثابت LK	0.976	0.915	1			
لوغاريتم إجمالي الإنفاق المحلي على البحث والتطوير LRD	0.948	0.903	0.958	1		
لوغاريتم مخرجات النشر البحثي للقطاع الجامعي LRPO	0.912	0.894	0.824	0.790	1	
لوغاريتم براءات طلبات تسجيل الاختراع للمقيمين LPAR	-0.051	-0.140	-0.026	0.072	-0.116	1
	0.781	0.445	0.889	0.695	0.528	-----

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

وعلى عكس ذلك أظهرت مصفوفة الارتباط عدم وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين الناتج المحلي الإجمالي وبراءات الاختراع؛ حيث كان الارتباط ضعيف جداً وقريباً من الصفر، ما يشير إلى عدم وجود علاقة مؤثرة بينهما في هذا النموذج.

2.3.4. اختبار جرانجر للسببية: يستخدم اختبار جرانجر لتحديد اتجاه التأثير بين المتغيرات في الأجل القصير، يعتمد الاختبار على الفرض الصفري، الذي ينص على أن المتغير الأول لا يسبب الثاني، إذا كانت قيمة المعنوية أقل من 5%، فإننا نرفض الفرض الصفري ما يشير إلى وجود علاقة سببية.

بناءً على نتائج الاختبار في الجدول رقم (5) فقد تبين أنه يوجد علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين لوغاريتم الناتج المحلي الإجمالي ولوغاريتم مخرجات النشر البحثي، وعلاقة سببية أحادية الاتجاه بين كل من لوغاريتم القوى العاملة والناتج المحلي الإجمالي حيث يسبب الأول الثاني، وكذلك العلاقة سببية أحادية الاتجاه بين لوغاريتم الإنفاق على البحث والتطوير ولوغاريتم الناتج المحلي الإجمالي حيث يسبب الثاني الأول، في حين أنه لا يوجد أي علاقة سببية بين براءات الاختراع والناتج المحلي الإجمالي، وذلك كله خلال الأجل القصير، بينما هناك علاقة تكاملية بين المتغيرات في الأجل الطويل.

جدول رقم (5): نتائج اختبار السببية

المعنوية	اختبار ف	الفرض الصفري
0.0161	4.26674	LL does not Granger Cause LGDP
0.2108	1.63184	LGDP does not Granger Cause LL
0.6994	0.48014	LK does not Granger Cause LGDP
0.1857	1.75212	LGDP does not Granger Cause LK
0.1043	2.31024	LRD does not Granger Cause LGDP
0.0892	2.46432	LGDP does not Granger Cause LRD
0.0067	5.28589	LRPO does not Granger Cause LGDP
0.0107	4.73372	LGDP does not Granger Cause LRPO
0.9441	0.12542	LPAR does not Granger Cause LGDP
0.433	0.95129	LGDP does not Granger Cause LPAR

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

بعد إجراء اختبار التكامل المشترك، يتم الاستناد إلى نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيعات المتباطئة (ARDL)، وهو أيضاً مناسب للدراسة بناء على نتائج اختبار جذر الوحدة، حيث استقرار المتغيرات عند الفرق الأول.

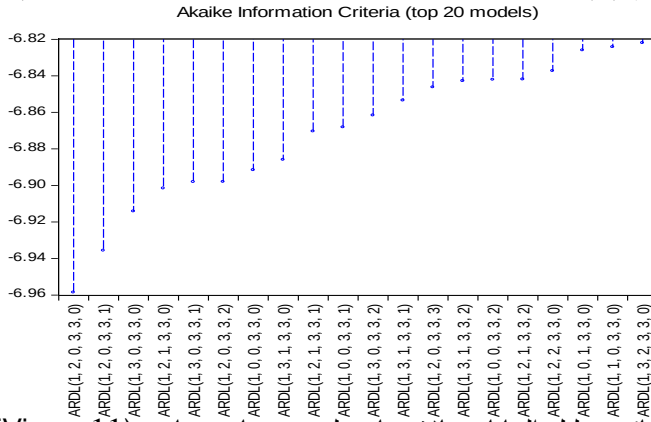
4.4. نموذج الانحدار الذاتي ذات التوزيعات المتباطئة (ARDL) ونتائجه:

(ARDL) منهجية طورها Pesaran في عام 2001، لتحليل العلاقات طويلة الأجل بين المتغيرات، ويتميز عن اختبارات التكامل المشترك الأخرى مثل جوهانسن، وأنجل - جرانجر، في كونه لا يشترط أن تكون جميع المتغيرات متكاملة من نفس الدرجة، كما أنه يعطي نتائج أكثر دقة حتى مع حجم العينة الصغير.

يعتمد النموذج على اختبار الحدود Bound Test، والذي يمكن تطبيقه على المتغيرات المستقرة عند مستوياتها $I(0)$ ، أو عند الدرجة الأولى $I(1)$ أو مزيج منهما، والشرط الوحيد لتطبيق هذا الاختبار ألا تكون السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة الثانية $I(2)$. (Pesaran & Shin & Smith, 2001, p.p.289-290).

1.4.4. تحديد فترة الإبطاء المثلي: قبل تطبيق نموذج (ARDL) يتم تحديد فترات الإبطاء المثلي للمتغيرات، يُستخدم معيار Akaike لاختيار النموذج الذي يعطي أقل قيمة لنسبة الخطأ بناء على التحليل.

شكل رقم (4): فترات الإبطاء المثلى حسب معيار Akaike لنموذج (ARDL)



المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

تم اختيار النموذج $(1, 2, 0, 3, 3, 0)$ على الترتيب من اليسار لليمين، وبناء على هذا النموذج فإن رتب المتغيرات تكون كالتالي:

- 1: المتغير التابع الناتج المحلي الإجمالي، يتأثر بقيمته عند الزمن $(t - 1)$.
- 2: المتغير المستقل القوى العاملة، يدخل كمؤثر عند المستوى 0، 1، 2 (الفترة الحالية والفترتين السابقتين).
- 0: المتغير تكوين رأس المال، وبراءات الاختراع لا يظهران تأثير في الفترات السابقة، بل يعتمد على قيمتهما الحالية.

3: الانفاق على البحث والتطوير، والنشر البحثي، يؤثران في ثلاث فترات إبطاء سابقة.

2.4.4. نتائج (ARDL) في الأجل القصير: يظهر الجدول رقم (6) نتائج نموذج ARDL وكانت كالتالي:

- القوى العاملة (LL): يوجد تأثير إيجابي ومعنوي إحصائياً لمتغير القوى العاملة على الناتج المحلي الإجمالي، حبت يؤدي ارتفاعها بنسبة 1% إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0,293%، وهو ما يتوافق مع النظرية الاقتصادية.
- رأس المال (LK): تأثير رأس المال إيجابي ومعنوي على الناتج المحلي الإجمالي، وزيادة رأس المال بنسبة 1% تؤدي إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0,264%، وهذه النتيجة أيضاً تتوافق مع النظرية الاقتصادية باعتبار أن رأس المال أحد عوامل الإنتاج وزيادته تقابل زيادة في النمو الاقتصادي.

جدول رقم (6): نتائج (ARDL) في الأجل القصير

Cointegrating Form				
المتغيرات	التقدير غير المعياري	الخطأ المعياري	اختبار ت	المعنوية
D(LL)	0.293	0.103	2.834	0.014*
D(LL(-1))	0.394	0.230	1.712	0.111
D(LK)	0.264	0.050	5.297	0.000**
D(LRD)	-0.059	0.030	-1.965	0.071
D(LRD(-1))	-0.011	0.030	-0.370	0.717
D(LRD(-2))	-0.066	0.024	-2.790	0.015*
D(LRPO)	0.123	0.055	2.214	0.045*
D(LRPO(-1))	0.006	0.058	0.100	0.922
D(LRPO(-2))	0.218	0.056	3.883	0.002**
D(LPAR)	-0.002	0.004	-0.339	0.740
D(@TREND())	0.019	0.007	2.813	0.015*
CointEq(-1)	-1.290	0.220	-5.866	0.000**
Cointeq = LGDP - (0.1318*LL + 0.2046*LK + 0.0854*LRD - 0.0418*LRPO - 0.0012*LPAR + 18.5174 + 0.0149*@TREND)				

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

* تشير إلى أن كل المتغيرات معنوية إحصائياً عند مستوى معنوية 5%.

** تشير إلى أن كل المتغيرات معنوية إحصائياً عند مستوى معنوية 1%.

- الإنفاق على البحث والتطوير (LRD): أظهرت النتائج أثر سلبي ومعنوي في الأجل القصير لنفقات البحث والتطوير، حيث أن زيادة الإنفاق بوحدة واحدة يؤدي إلى انخفاض الناتج المحلي الإجمالي بمقدار 0.059 وحدة، يُفسر هذا التأثير السلبي بأنه مؤقتاً، حيث أن الأثر الإيجابي للاستثمار في البحث والتطوير يحتاج إلى فترة زمنية طويلة حتى يظهر مردودها على النمو الاقتصادي.

- النشر البحثي (LRPO): كان أثر النشر البحثي إيجابي ومعنوي على الناتج المحلي الإجمالي، حيث تؤدي زيادة وحدة واحدة من النشر البحثي إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بمقدار 0,123 وحدة، هذا التأثير يستمر في الظهور بشكل إيجابي ومعنوي بعد فترة إبطاء (lag) من رتبة ثانية.

- براءات الاختراع (LPAR): غير مؤثرة في الأجل القصير على الناتج المحلي الإجمالي.

- معامل تصحيح الخطأ CointEq: يشير المعامل السالب (-1,290) إلى وجود علاقة توازنية في الأجل الطويل، وأن أي اختلال في الأجل القصير في النموذج يتم تصحيحه تلقائيًا بنسبة 192%، للعودة إلى حالة التوازن على المدى الطول.

3.4.4. نتائج (ARDL) في الأجل الطويل:

يبين الجدول رقم (7) نتائج (ARDL) في الأجل الطويل كالتالي:

- القوى العاملة (LL): لم يظهر للقوى العاملة تأثير معنوي إحصائيًا على النمو الاقتصادي، على الرغم من وجود علاقة طردية بينهما، وأن زيادة وحدة واحدة من القوى العاملة تؤدي إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي 0,13 وحدة، بما يعني أن تأثير القوى العاملة يصبح أقل أهمية على المدى الطويل مقارنة بعوامل أخرى.

جدول رقم (7): نتائج (ARDL) في الأجل الطويل

Long Run Coefficients				
المتغيرات	التقدير غير المعيارى	الخطأ المعياري	اختبار ت	المعنوية
LL	0.132	0.146	0.900	0.384
LK	0.205	0.017	11.749	0.000**
LRD	0.085	0.027	3.176	0.007**
LRPO	-0.042	0.021	-1.949	0.073
LPAR	-0.001	0.003	-0.342	0.738
C	18.517	2.647	6.996	0.000
@TREND	0.015	0.004	3.842	0.002

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

** تشير إلى أن كل المتغيرات معنوية إحصائيًا عند مستوى معنوية 1%.

- رأس المال (LK): أظهرت النتائج أثر معنوي وإيجابي لرأس المال على الناتج المحلي الإجمالي، وأن الزيادة بمقدار 1% من رأس المال تزيد الناتج المحلي الإجمالي بحوالي 0,20%، وهو ما يتوافق من النظرية الاقتصادية.

- الإنفاق على البحث والتطوير (LRD): على عكس نتائج الأجل القصير، يصبح تأثير إنفاق البحث والتطوير إيجابيًا ومعنويًا في الأجل الطويل، وأن زيادة وحدة واحدة في الإنفاق تؤدي إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بمقدار 0,08، وهو ما يؤكد على أن الاستثمار في البحث والتطوير يحتاج لوقت لتظهر نتائجه الإيجابية على الاقتصاد.

- النشر البحثي LRPO: كان له تأثير معنوي ولكن كانت علاقته عكسية مع الناتج المحلي الإجمالي، حيث تؤدي الزيادة فيه إلى انخفاض الناتج، ويمكن أن يفسر هذا بأن أبحاث الجامعات كمخرجات للبحث والتطوير في الغالب لا تهدف إلى زيادة الإنتاجية أو تحقيق أي عوائد اقتصادية.
- براءات الاختراع: لم يكن لها تأثير معنوي في الأجل الطويل على النمو الاقتصادي، وكانت علاقتها علاقة عكسية، فلا يترتب عليها أي زيادة في الناتج المحلي الإجمالي.

5.4. تقييم النموذج إحصائياً:

أظهرت نتائج التقييم الإحصائي أن نموذج ARDL المستخدم في الدراسة نموذج عالي الجودة ومناسب للبيانات المستخدمة، ويظهر الجدول رقم (8) بعض معايير الحكم على جودة النموذج المقدر إحصائياً.

جدول رقم (8) نموذج الانحدار الذاتي

المتغيرات	التقدير غير المعياري	الخطأ المعياري	اختبارات	المعنى
LGDP(-1)	-0.290	0.220	-1.320	0.210
LL	0.293	0.103	2.834	0.014
LL(-1)	0.272	0.216	1.260	0.230
LL(-2)	-0.394	0.230	-1.712	0.111
LK	0.264	0.050	5.297	0.000
LRD	-0.059	0.030	-1.965	0.071
LRD(-1)	0.092	0.035	2.654	0.020
LRD(-2)	0.011	0.030	0.370	0.717
LRD(-3)	0.066	0.024	2.790	0.015
LRPO	0.123	0.055	2.214	0.045
LRPO(-1)	0.047	0.047	0.995	0.338
LRPO(-2)	-0.006	0.058	-0.100	0.922
LRPO(-3)	-0.218	0.056	-3.883	0.002
LPAR	-0.002	0.004	-0.339	0.740
C	23.893	6.070	3.936	0.002
@TREND	0.019	0.007	2.813	0.015
معامل التحديد	R-squared		1.000	
معامل التحديد المعدل	Adjusted R-squared		0.999	
اختبار ف	F-statistic		2424.447	
المعنوية	Prob(F-statistic)		0.000	

-6.959	Akaike info criterion	اختبار أكايكي للخطأ
-6.204	Schwarz criterion	اختبار شوارز للخطأ
2.634	Durbin-Watson stat	معامل درين واتسون

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

- المقدرة التفسيرية للنموذج: بلغت قيمة معامل التحديد المعدل Adjusted R-squared (0,999)، بما يعني أن المتغيرات المستقلة تفسر 99,9% من التغيرات التي تحدث في الناتج المحلي، وهو ما يؤكد على أن للنموذج قدرة تفسيرية عالية جداً.
- معنوية النموذج: أظهر اختبار F-statistic معنوية النموذج ككل عند مستوى ثقة 99%، حيث بلغت المعنوية (F-statistic) 0,000 Prob وهي أقل من مستوى الخطأ 1%، وهو ما يدل على أن المتغيرات المستقلة مجتمعة لها تأثير كبير على المتغير التابع.

- الارتباط الذاتي: بلغت قيمة معامل دارين واتسون Durbin-Watson stat 2,634، وهي قيمة قريبة من القيمة المثلى (2)، وهذا يشير إلى عدم وجود مشكلة الارتباط الذاتي التسلسلي بين الأخطاء (بين البواقي) ما يعزز من موثوقية نتائج النموذج.

6.4. تقييم النموذج قياسياً:

- للتصديق على هذه النتائج تم عمل عدة اختبارات تشخيصية للتأكد من جودة النموذج وخلوه من المشكلات القياسية، وذلك من خلال الاختبارات التالية:
- 1.6.4. اختبار الارتباط الذاتي:** أظهرت نتائج الاختبار أن قيمة المعنوية 0,21 كما جاء في الجدول رقم (9)، وهي أكبر من مستوى الخطأ 5%، ما يعني قبول فرضية عدم القائلة بعدم وجود ارتباط ذاتي تسلسلي بين الأخطاء.

جدول رقم (9): اختبار بروش جودفري the Breusch-Godfrey Test

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
0.213	Prob. F (1,12)	1.729	F-statistic
0.056	Prob. Chi-Square (1)	3.653	Obs*R-squared

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

- 2.6.4. اختبار تباین الاخطاء Heteroskedasticity Test:** يوضح الجدول رقم (10) أن معنوية الاختبار قد بلغت 0,88، وهي أكبر من مستوى الخطأ 5%، وهو ما يشير إلى قبول فرضية عدم القائلة بوجود عشوائية في تباينات الأخطاء، ما يعني أن الأخطاء متجانسة التباين، وهو شرط أساسي لصحة التقديرات.

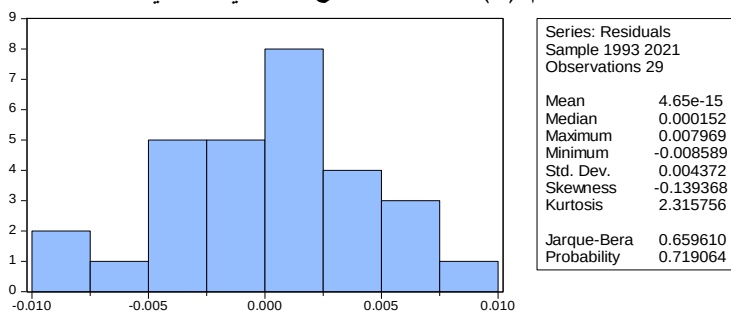
جدول رقم (10): اختبار عشوائية تباين الأخطاء Heteroskedasticity Test

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
0.884	Prob. F(15,13)	0.524	F-statistic
0.758	Prob. Chi-Square(15)	10.927	Obs*R-squared
1.000	Prob. Chi-Square(15)	1.445	Scaled explained SS

المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

3.6.4. اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي: أثبتت النتائج أن الأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي، سواء من خلال الطريقة البيانية كما في الشكل رقم (5) الذي أظهر توزيعاً عشوائياً، أو من خلال الطريقة الحسابية الذي كانت قيمة معنويته 0,72 تقريباً، وهي قيمة أكبر من 5%، ما يدعم صحة النموذج.

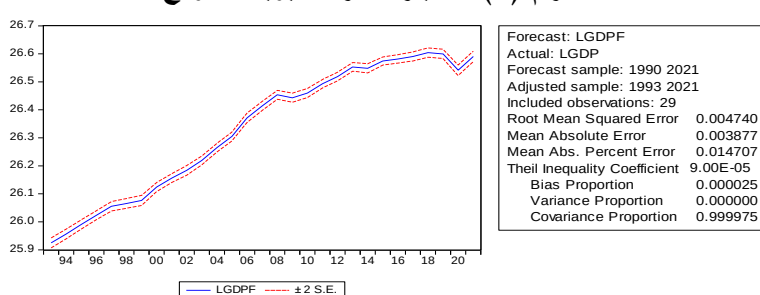
شكل رقم (5): اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي



المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

4.6.4. اختبار القدرة التنبؤية: أظهرت قيمة Theil inequality coefficient (9.00E-05) وهي قيمة قليلة جداً وأقل من 10%، ما يعني أن النموذج لديه قدرة عالية على التنبؤ بالقيم المستقبلية.

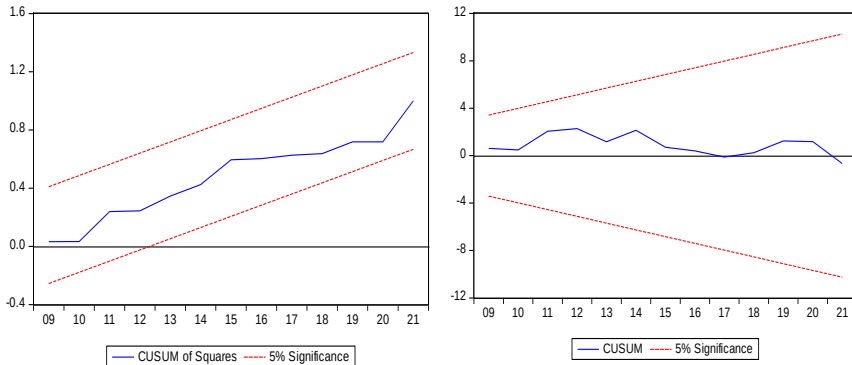
شكل رقم (6): اختبار القدرة التنبؤية للنموذج



المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

5.6.4. اختبار استقرارية معلمات النموذج: أظهرت اختبارات (CUSUM)، و (CUSUM-of-Squares)، أن المنحنيين يقعان داخل الحدود الحرجة كما يبين الشكل رقم (7)، وهو ما يدل على ثبات واستقرار معلمات النموذج، وأن التقديرات طويلة الأجل متسقة مع التقديرات قصيرة الأجل.

شكل رقم (7): اختبار الاستقرار الهيكلي للبواقي



المصدر: نتائج تحليل البيانات بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews 11).

5. خاتمة:

انطلاقاً من الأهمية المحورية للبحث والتطوير بوصفه محركاً أساسياً للنمو الاقتصادي، سعى هذا البحث إلى قياس أثر نفقات البحث والتطوير على النمو الاقتصادي في دولة جنوب أفريقيا، ولتحقيق هذا الهدف قامت الدراسة باستعراض الإطار النظري لمفهوم البحث والتطوير، وعلاقته بالنمو الاقتصادي، ثم قدمت تحليلاً لواقع البحث والتطوير في جنوب أفريقيا من خلال مؤشرات لمدخلاته ومخرجاته.

اعتمد الشق القياسي في الدراسة على معادلة النمو لرومر، التي تنظر إلى أن النمو الداخلي يتم إنشاؤه من خلال تراكم التكنولوجيا، مستخدمة الصيغة اللوغاريتمية لدالة كوب دوجلاس لقياس أثر البحث والتطوير على النمو الاقتصادي، من خلال تطبيق نموذج (ARDL)، وقد تم إجراء الاختبارات التشخيصية اللازمة للتأكد من جودة النموذج، وصلاحيته من الناحية الإحصائية، وقد أشارت النتائج إلى ملائمة وخلوه من مشاكل القياس.

1.5 النتائج:

- كشفت نتائج تقدير النموذج القياسي للدراسة عن مجموعة من النتائج الاختصاصية والاقتصادية منها:
- في الأجل القصير: كان للعمالة ورأس المال والنشر البحثي أثر إيجابي ومعنوي على الناتج المحلي الإجمالي، وكذلك لنفقات البحث والتطوير، بعد فترة إبطاء (lag) تصل إلى عامين، ما يفسر التأثير السلبي في الأجل القصير الذي قد يظهر قبل تصحيح مسار العلاقة وظهور النتائج الإيجابية في الأجل الطويل.
 - النمو الاقتصادي لجنوب أفريقيا (والمُعبر عنه بالناتج المحلي الإجمالي) يعتمد على عناصر الإنتاج التقليدية (الممثلة في رأس المال والقوي العاملة) والحديثة (الممثلة في التكنولوجيا) والمُعبر عن مدخلاتها بالإنفاق على البحث والتطوير ومخرجاتها بالنشر البحثي - حيث كان لجميع هذه المتغيرات أثر معنوي في الأجل القصير.
 - في الأجل الطويل: أظهر كلاً من رأس المال المادي ومخرجات النشر البحثي للقطاع الجامعي والإنفاق على البحث والتطوير أثراً إيجابياً ومعنوياً على النمو الاقتصادي، وهو ما يؤكد صحة فرضية الدراسة.

2.5 التوصيات:

- (1) زيادة الاستثمار الاستراتيجي للبحث والتطوير والاستمرار فيه، نظراً لأن الإنفاق على البحث والتطوير يظهر أثره في الأجل الطويل (بعد عامين أو أكثر) يجب تصميم سياسات مالية تستهدف زيادة مخصصات ميزانية البحث والتطوير بشكل مستمر وطويل الأمد، لضمان ظهور أثره الإيجابية على الاقتصاد.
- (2) تعزيز دور الجامعات ومراكز الأبحاث، بما أن مخرجات النشر البحثي للقطاع الجامعي أظهرت أثراً معنوياً في الأجل الطويل، يجب دعم هذه المؤسسات مالياً وبشرياً، وتحفيز شراكات أقوى بين الجامعات والقطاع الصناعي لتجويل الأبحاث والنشر العلمي إلى منتجات وخدمات قابلة للتسويق التجاري.
- (3) تبني استراتيجيات شاملة للابتكار، نظراً لأن براءات الاختراع لم تُظهر أثراً معنوياً فهذا يعني وجود فجوة بين عملية البحث (المدخلات) وتحويلها على ابتكارات قابلة للتسويق (مخرجات ذات قيمة اقتصادية)، لذا يلزم إنشاء حاضنات أعمال ومسرعات تكنولوجية، وتقديم حوافز ضريبية للشركات التي تتفق على البحث والتطوير.

4) الاستثمار في رأس المال البشري، بما أن للعمالة أثر في الأجل القصير، فإن تعزيز مهارات القوى العاملة من خلال برامج تدريبية وتأهيلية متقدمة، خاصة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة يضمن الاستفادة القصوى من الإنفاق على البحث والتطوير وزيادة الإنتاجية للعامل.

6. قائمة المراجع:

الجوهري، فداء منصور أبو المعاطي. (2023). تحليل مؤشرات البحث والتطوير لجنوب أفريقيا في التقارير الدولية، مجلة الدراسات الأفريقية، مجلد 45، العدد 4، الجزء 1.

صونية، شتوان. (2019). أثر الإنفاق على البحث والتطوير على النمو الاقتصادي دراسة حالة الجزائر (دراسة قياسية)، مجلة ملفات الأبحاث في الاقتصاد والتسيير، مجلد 7، العدد 2.

العبادي، راند خضير عبيس كاظم. (2018). دور البحث والتطوير في النمو الاقتصادي تجارب دولية مختارة مع إشارة إلى العراق، رسالة دكتوراه، العلوم الاقتصادية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة كربلاء، العراق.

نجا، علي عبد الوهاب. (2015). أثر التحويلات المالية للعاملين بالخارج على النمو الاقتصادي في مصر خلال الفترة (1975-2012) دراسة تحليلية قياسية، مجلة كلية التجارة للبحوث العلمية، العدد الأول- المجلد 52.

Algu, Yashvir. et al, (2017) South African Economic Update, Innovation for Productivity and Inclusiveness, The International Bank for Reconstruction and Development- The World Bank.

The Centre for Science, Technology and Innovation Indicators (CeSTII). (2013). Statistical Report 2010/11, National Survey of Research and Experimental Development (2010/11 Fiscal Year). Department Science and Technology Republic of South Africa.

(CeSTII). (2016). Statistical Report 2013/14, South African National Survey of Research and Experimental Development, Department Science and Technology Republic of South Africa.

(CeSTII). (2019). Main Report 2016/17, South African National Survey of Research and Experimental Development, Department Science and Technology Republic of South Africa.

- (CeSTII). (2021). Statistical Report 2019/20, South African National Survey of Research and Experimental Development, Department Science and Innovation Republic of South Africa
- Hanusch, Marek. et al, (2018). South Africa Economic Update, Jobs and Inequality, The World Bank, Edition 11.
- Im, Fernando. et al. (2012). South Africa Economic Update: Focus on Inequality of Opportunity (Washington: The World Bank, issue 3.
- Kaplan, David. (1995). The State of Science and Technology in South Africa: New Priorities, New Policies”, Working Paper 95/06, Development Policy Research Unit University of Cape Town.
- Mokoena, Miriam. (2021). South Africa Yearbook 2020/21 Land and Its People (Pretoria: Government Communications (GCIS), Twenty-eighth (28th) edition.
- Mustapha, Nazeem. et al, (2015). Trends in Research and Development Expenditure in South Africa (2010-2013): policy implications, Human Sciences Research Council (HSRC), HSRC Policy Brief 10.
- Nicolaides, Angelo. (2014). Research and Innovation – The Drivers of Economic Development, African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure, Vol. 3, No. 2.
- OECD (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris: OECD Publishing.
- Pesaran, M. Hashem. & Shin, Yongcheol. & Smith, Richard J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships”, Journal of Applied Econometrics. John Wiley & Sons, Vol.16.
- Phate, Refiloe Khopolo. & Ch. Paramaiah, & Machema, Ratjomose P. (2015). The Impact of R&D and Innovation on Economic Growth in South Africa”, Asian Journal of Research in Business Economics and Management, Vol. 5, No. 5.
- Schmoch, Ulrich. & Pouris, Anastassios. (2021). International patent applications and innovation in South Africa” South African Journal of Economic and Management Sciences, Vol. 24, No. 1.
- Schwab, Klaus, (2019) The Global Competitiveness Report 2019, World Economic Forum.
- SCImago, (2025). Journal & Country Rank. accessed 2 Sep. 2025. At: <http://www.scimagojr.com/countryrank.php>

Steenkamp, Andre. et al, (2018). Innovation activity in South Africa
Measuring the returns to R&D, WIDER Working Paper 2018/42,
United Nations University World Institute for Development
Economics Research.

Singh, Pavitar Parkash. (2019). Economics of Growth and Development
Phagwara: Lovely Professional University.