Journal of Economic, Administrative and Legal Sciences (JEALS) • Vol 10, Issue 8 (2026) • P: 77 - 51
https://journals.ajsrp.com/index.php/jeals
ISSN: 2522-3372 (Online) • ISSN: 2522-3372 (Print)

The Impact of Digital Transformation on The Growth of Manufacturing Industries in Saudi Arabia

Mrs. Nashwa Abdulbasit Bibi Alsubahi*, Dr. Maha Abdulaziz Alandejani
Faculty of Economics and Administration | King Abdulaziz University | KSA

Received: 12/03/2026
Revised: 23/03/2026
Accepted: 10/06/2026
Published: 30/08/2026

* Corresponding author: na_s219@hotmail.com

Citation: Alsubahi, N. A., & Alandejani, M. A. (2026). The impact of digital transformation on the growth of manufacturing industries in Saudi Arabia. *Journal of Economic, Administrative and Legal Sciences, 10*(8), 51 – 77. https://doi.org/10.26389/AJSRP.N140326

2026 © AISRP • Arab Institute for Sciences & Research Publishing (AISRP), United States, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: Digital transformation represents a key structural driver of industrial sector growth; however, empirical evidence on the dynamics of this effect within the Saudi Arabian context remains limited. Accordingly, this study aims to measure the impact of digital transformation on the growth of the manufacturing sector in Saudi Arabia over the period 1990–2023. To achieve this objective, the study employs an empirical time-series analysis combined with a comprehensive literature review, drawing on the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) methodology. A composite digital transformation index was constructed using Principal Component Analysis (PCA) to capture three core dimensions: digital infrastructure, human capital, and technological innovation. The findings reveal a long-run equilibrium relationship among the variables; specifically, digital transformation exerts a positive and statistically significant effect on sectoral growth in the long run, whereby a one-unit increase in the composite index is associated with a 1.24-unit rise in manufacturing value added. Positive effects were also confirmed for foreign direct investment and industrial employment, while inflation exerted a negative effect. The error correction coefficient (−0.757) indicates that approximately 76% of short-run disequilibria are corrected annually, reflecting the high structural resilience of Saudi Arabia's manufacturing sector and its rapid capacity to absorb shocks within the framework of Vision 2030 programmes. The study recommends the adoption of integrated digital industrial policies that support infrastructure development and technology localisation, alongside aligning education and vocational training outputs with the demands of industrial digitalisation, so as to ensure sustainable growth and reduce adaptive transition costs.

Keywords: Digital transformation, manufacturing sector, ARDL, Principal Component Analysis (PCA), Manufacturing Value Added, Economic Growth, Saudi Arabia, Vision 2030.

أثر التحول الرقمي على نمو الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية

أ. نشوى عبد الباسط بيبي السبحي*، الدكتورة / مها عبد العزيز الانديجاني
كلية الاقتصاد والإدارة | جامعة الملك عبد العزيز | المملكة العربية السعودية

المستخلص: يُعدّ التحول الرقمي محركًا هيكليًا رئيسيًا لنمو القطاع الصناعي، غير أن الأدلة التجريبية على ديناميكيات هذا الأثر في السياق السعودي لا تزال محدودة. لذا، تهدف هذه الدراسة إلى قياس أثر التحول الرقمي على نمو قطاع الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (1990–2023). ولتحقيق هذا الهدف اعتمدت الدراسة مقاربة منهجية مزدوجة تجمع بين مراجعة الأدبيات السردية والتحليل القياسي للسلاسل الزمنية عبر توظيف منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL). كما تم بناء مؤشر مركب للتحول الرقمي باستخدام منهجية تحليل المكونات الرئيسية (PCA) ليعكس ثلاثة أبعاد جوهرية: البنية التحتية الرقمية، ورأس المال البشري، والابتكار التكنولوجي. أظهرت النتائج وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات؛ حيث تبيّن وجود أثر إيجابي ومعنوي للتحول الرقمي على نمو القطاع في الأجل الطويل، إذ ترتبط زيادة المؤشر بوحدة واحدة بارتفاع القيمة المضافة للصناعات التحويلية بمقدار (1.24) وحدة. كما ثبت الأثر الإيجابي للاستثمار الأجنبي المباشر والعمالة الصناعية، مقابل أثر سلبي لمعدل التضخم. وأكد معامل تصحيح الخطأ (-0.757) أن نحو 76% من الاختلالات قصيرة الأجل تُصحح سنويًا، مما يعكس المرونة الهيكلية العالية لقطاع الصناعات التحويلية السعودي وقدرته السريعة على الاستجابة للصدمات في ظل برامج رؤية 2030. وتوصي الدراسة بتبني سياسات صناعية رقمية متكاملة تدعم البنية التحتية وتوطين التقنية، ومواءمة مخرجات التعليم والتدريب المهني مع متطلبات الرقمنة الصناعية، لضمان استدامة النمو وتقليل التكاليف التكيفية.

الكلمات المفتاحية: التحول الرقمي، الصناعات التحويلية، ARDL، تحليل المكونات الرئيسية (PCA)، القيمة المضافة التحويلية، النمو الاقتصادي، المملكة العربية السعودية، رؤية 2030.

1- الإطار العام للدراسة:

1-1 المقدمة:

يشهد القطاع الصناعي العالمي تحولًا هيكليًا عميقًا تقوده الثورة الرقمية المستندة إلى البيانات الضخمة وتقنيات الذكاء الاصطناعي، مما أسهم في إعادة رسم ملامح العمليات الإنتاجية وإعادة هندسة سلاسل الإمداد والقيمة على المستوى العالمي. وفي ظل هذا التحول المتسارع، باتت القدرة التنافسية للمنشآت والدول مرتبطةً ارتباطًا وثيقًا بمدى قدرتها على استيعاب التكنولوجيا الرقمية ودمجها في صميم نشاطها الإنتاجي، بوصفها ركيزةً أساسيةً لرفع الكفاءة التشغيلية، وتعزيز وتيرة الابتكار، وتعظيم القيمة المضافة (AL-Hyari et al.,2024).

ولذا؛ يُعدُّ التحول الرقمي استراتيجية حتمية لضمان تنافسية قطاع الصناعات التحويلية، الذي يستحوذ على ما يقارب 78.9% من النشاط الصناعي العالمي (تنيو،2024؛ UNIDO,2024). وتبرز أهمية هذا القطاع في كونه رافدًا للتنمية الاقتصادية والاجتماعية؛ إذ يسهم بنحو 16.7% من الناتج الاقتصادي العالمي، ويوظف ما يقارب 15% من إجمالي القوى العاملة عالميًا (UNIDO,2024). وبفضل ارتباطه بالتقدم التكنولوجي، يُعدُّ القطاع ذاته مركزًا ومجالًا لتوطين المعرفة والابتكار، مما يعزز قدرة الدول على المنافسة والصمود، ولا سيَّما في بيئة اقتصادية تتسم بالاضطراب وعدم القدرة على التنبؤ .(Schwab, 2016; Kagermann et al., 2013)

وتجدر الإشارة هنا إلى التمييز المفاهيمي بين "القطاع الصناعي" و"الصناعات التحويلية"؛ فالقطاع الصناعي (Industrial Sector) يُعدُّ مصطلحًا أوسع نطاقًا يشمل الصناعات الاستخراجية (كالتعدين واستخراج النفط)، والصناعات التحويلية، وإمدادات الكهرباء والغاز والمياه، وقطاع التشييد والبناء. أما الصناعات التحويلية (Manufacturing Industries) -وهي محور هذه الدراسة- فتُمثل فرعًا رئيسًا من فروع القطاع الصناعي، وتختص تحديدًا بتحويل المواد الخام أو المكونات الأولية إلى منتجات نهائية أو وسيطة قابلة للاستخدام، سواء كان ذلك ميكانيكيًا أو كيميائيًا، وهي القطاع الأكثر قدرة على استيعاب التقنيات الرقمية وتوليد القيمة المضافة العالية.

لقد أدَّى التوسع في التقنيات الرقمية – مثل: الإنترنت والبيانات الضخمة، والذكاء الاصطناعي، وغيرها- إلى إعادة هيكلة العمليات الصناعية، حيث بلغ الإنفاق العالمي على هذه التقنيات ما يقارب 2.4 تريليون دولار أمريكي في عام 2023 (Statista, 2023)، وقد انعكس هذا الاستثمار إيجابًا على زيادة إنتاجية الشركات الصناعية بنحو 20% -30% (McKinsey and Company, 2022). مع توقع أن تولد المنصات والحلول الرقمية ما يقارب 70% من القيمة المضافة للأعمال خلال العقد المقبل (World Economic Forum, 2020).

وفي المملكة العربية السعودية يكتسب التحول الرقمي في القطاع أهمية مضاعفة، انسجامًا مع توجهات رؤية 2030 الهادفة إلى تنويع القاعدة الاقتصادية، وتقليل الاعتماد على الموارد الناضبة. وقد لوحظ ارتفاع مساهمة هذا القطاع في الاقتصاد الوطني بما يقارب 15.57% في عام 2024 (البنك الدولي، 2024). ويأتي ذلك بالتزامن مع إطلاق العديد من البرامج والمبادرات الحكومية الطموحة، مثل: الاستراتيجية الوطنية للصناعة، وبرنامج مصانع المستقبل لدعم التصنيع المتقدم، وتوطين تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، الذي قُدِّر سوقها بنحو 1.53 مليار دولار أمريكي في عام 2024 (IMARC Group, 2024). فضلًا عن تنمية الموارد البشرية، وتعزيز البنية التحتية الرقمية، وتهيئة البيئة الابتكارية والبحثية؛ إدراكًا لأهمية التحول نحو اقتصاد رقمي صناعي قائم على البيانات والمعرفة والابتكار.

وانطلاقًا من هذه الفجوة البحثية، تسعى هذه الدراسة إلى قياس أثر التحول الرقمي على نمو القطاع الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (1990–2023)، وذلك على النحو المفصّل في الأقسام التالية.

1-2 مشكلة الدراسة:

يُعدُّ قطاع الصناعات التحويلية أحد الركائز الرئيسة لتنمية الاقتصاد السعودي وتنويع مصادره، وفق خطط التنمية الخمسية وصولًا إلى رؤية 2030. ومع التوجه الاستراتيجي المتزايد نحو التحول الرقمي وتوطين تقنياته لرفع الكفاءة الإنتاجية وتعزيز تنافسية المنتجات الوطنية في الأسواق الإقليمية والعالمية، تبرز تحديات هيكلية قد تحدّ من تحقيق كامل مكاسبه الاقتصادية على مستوى القطاع. ومن أبرز هذه التحديات التفاوت الكبير في قدرة التبنّي والجاهزية الرقمية بين المنشآت الصناعية، ولا سيما بين المنشآت الكبيرة والصغيرة والمتوسطة التي تُشكّل ما يقارب 90% من هيكل القطاع في عام 2023 (منشآت، 2023). إذ تُشير الأدبيات الحديثة إلى أن المنشآت الصغيرة والمتوسطة تواجه تحديات جوهرية في الاندماج الرقمي، أبرزها: شُح الموارد، وارتفاع تكاليف الاستثمار الأوّلي، وضعف الخبرات التقنية والمهارات البشرية، وصعوبة التكامل مع البنية التشغيلية القائمة، فضلًا عن التحديات الأمنية المتصاعدة (Wu et al., 2024; Jain & Kushwaha, 2024; AL-Hyari et al., 2024). وتكتسب هذه الإشكالية أهميةً مضاعفةً في أعقاب جائحة كوفيد-19، التي كشفت عن الدور المحوري للتحول الرقمي في تعزيز مرونة الأنشطة الإنتاجية واستمراريتها في مواجهة الصدمات الخارجية.

ورغم أهمية هذا التفاوت في تفسير واقع الفجوة الرقمية بين المنشآت؛ تستهدف هذه الدراسة قياس الأثر الكلي للتحول الرقمي على نمو القطاع بوصفه مدخلًا ضروريًا لفهم الديناميكيات الاقتصادية الكلية للقطاع، في ظل شُح الدراسات القياسية التي تتناول هذه العلاقة في السياق السعودي تحديدًا. وعليه، تتمحور مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي الآتي:

ما أثر التحول الرقمي على نمو قطاع الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (1990–2023)؟

1-3 هدف الدراسة

تهدف هذه الدراسة على نحوٍ رئيسٍ إلى قياس أثر التحول الرقمي والمتغيرات الاقتصادية الكلية على نمو قطاع الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (1990 – 2023م). فضلًا عن بيان مفهوم التحول الرقمي وأهميته، وتوضيح الفرص والتحديات المصاحبة له في الأدبيات الاقتصادية وتحليل أبعاده الرئيسة في المملكة العربية السعودية ومساهمته في نمو القطاع، وتقديم نتائج وتوصيات لصناع القرار لرفع مساهمة التحول الرقمي في هذا القطاع وتوجيه الموارد الاقتصادية بما يخدمه.

1-4 أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في إلقاء الضوء على العلاقة بين التحول الرقمي ونمو قطاع الصناعات التحويلية على نحوٍ مباشر، بما يتوافق مع توجهات (رؤية 2030) الهادفة إلى تحقيق التنمية المستدامة وتنويع مصادر الدخل عبر بناء اقتصاد رقمي صناعي قائم على المعرفة والابتكار. كما تختبر الدراسة الأثر الفعلي للتحول الرقمي من خلال بناء مؤشر مركب يجمع بين البنية التحتية الرقمية، ورأس المال البشري، والابتكار التكنولوجي، باستخدام منهجية تحليل المكونات الرئيسة (Principal Component Analysis-PCA)، بما يعالج قصور المؤشرات الفردية في قياس الظاهرة. ويساعد في تقديم نتائج مرجعية قيّمة لصنَّاع القرار.

1-5 منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والقياسي، حيث يتمثل المنهج الأول -الوصفي- في الإطار النظري، والذي يهدف إلى استعراض الأدبيات والنظريات الاقتصادية ذات الصلة، إضافة إلى توضيح مفهوم التحول الرقمي وأهميته وعوائقه. وتوضيح أبعاده الرئيسة في السعودية ومساهمته في نمو القطاع. ويتمثل المنهج الثاني -التحليلي القياسي- في توظيف نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) بوصفه أسلوبًا قياسيًا إحصائيًا. للإجابة على التساؤل الرئيس للدراسة، واستخلاص العلاقات قصيرة وطويلة الأجل بشكل متزامن بين المتغيرات قيد الدراسة. وذلك بالاعتماد على البرنامج الإحصائي E-views12.

1-6 حدود الدراسة:

- الحدود المكانية: المملكة العربية السعودية
- الحدود الزمانية: الفترة من 1990إلى2023

2- الإطار النظري والدراسات السابقة

2-1 الإطار النظري:

شهد الفكر الاقتصادي تحولًا ملحوظًا في تفسير محددات النمو الاقتصادي؛ إذ انتقل الاهتمام من التركيز على تراكم عناصر الإنتاج التقليدية إلى تحليل دور التقدم التكنولوجي، والابتكار، وتكنولوجيا المعلومات، باعتبارهم من المحددات الرئيسة لاستدامة النمو (Barro and Sala-i-Martin, 2004). وفي الوقت الحالي، تزايد الاهتمام بدراسة الأثر الفعلي للتحول الرقمي على المستويين الكلي والجزئي، بوصفه امتدادًا للتقدم التكنولوجي القائم على المعرفة، والركيزة الأساسية للثورة الصناعيّة الرابعة. وذلك لدوره في إعادة تشكيل الهيكل الإنتاجي وتعزيز القيمة المضافة الصناعية (المجالي والمجالي ،2024). وعليه، يستعرض هذا الجزء أهم النظريات الاقتصادية ذات الصلة، ومفهوم التحول الرقمي في الأدبيات، قبل الانتقال إلى الدراسات التطبيقية.

نظريًا، أشار العالم الاقتصادي شومبيتر (Schumpeter, 1934) إلى أنَّ الابتكار هو القوة الدافعة للنمو الاقتصادي بلا منازع. ويعبّر هذا المفهوم عن عملية الإحلال المستمرة للتقنيات والمنتجات والعمليات القديمة بأخرى أعلى كفاءة وأكثر تقدُّمًا؛ بما يفضي إلى رفع الإنتاجيّة الكلية وإعادة تخصيص الموارد.

واستنادًا إلى توجهات المنظور الشومبيتري جاءت نظريّة النّمو الداخلي لرومر ولوكس (Romer, 1986; Lucas, 1988)استجابة للقصور في النموذج الخارجي لسولو- وسوان[1] (Solow 1956; Swan 1956) في تفسير مصدر التقدم التكنولوجي. ويشير رومر (Romer, 1986) إلى أنَّ النمو الاقتصادي المستدام هو حصيلة لتفاعل العمالة الماهرة ورأس المال المادي مع التقدم التكنولوجي، الناتج عن استثمار الشركات في المعرفة والبحث والتطوير. ويُعدُّ تراكم المعرفة في هذه النظرية عاملًا إنتاجيًّا ذا عوائد متزايدة[2]، لا يقتصر أثره على الجهة القائمة به، بل يمتد ليشمل الاقتصاد ككل، من خلال ما يُعرف بالآثار الخارجية الإيجابيّة. وهو ما عمَّقه رومر (Romer ,1990) حين نمذَج الابتكار بوصفه نشاطًا اقتصاديًّا متعمّدًا تُخصّص له موارد إنتاجيّة بغرض توليد أفكار وتقنيات جديدة، تسهم بدورها في رفع إنتاجيّة الاقتصاد وتعزيز النّمو طويل الأجل. كما منح لوكس (Lucas, 1988) الاستثمار في رأس المال البشري دورًا بارزًا في تفسير النمو الداخلي، مشيرًا إلى أنَّ الاستثمار في التعليم والتدريب يسهم في تعزيز القدرة على استيعاب التكنولوجيا وتطويرها. وأكد بارو (Barro, 1990) على أنَّ الاستثمار في البنية التحتيّة والخدمات العامَّة يمكن أن يزيد من إنتاجيّة رأس المال الخاص ممّا يسهم في النّمو المستدام. وأشار جروسمان وهيلمان (Grossman and Helpman, 1991) ضمن نظريّة النّمو الداخلي، إلى دور الانفتاح التجاري وتدفق الاستثمارات الخارجية في تسريع وتيرة الابتكار، وتراكم المعارف في الدول النامية. غير أنَّ الاستفادة من هذه التدفقات تظل مشروطة بتوافر القدرة الاستيعابية (Absorptive Capacity) المتمثلة في: الكفاءات البشرية، والبنية التحتية، والمؤسسات القوية؛ لدمج وتوطين هذه التكنولوجيا الأجنبية، ممّا يسهم في تعزيز النّمو الاقتصادي في المدى الطويل.

بناء على ما سبق، تستند الدراسة إلى نظرية النمو الداخلي في تفسير أثر التحول الرقمي على نمو القطاع، باعتباره –التحول الرقمي- عمليةً داخليةً تؤدي إلى زيادة القيمة المضافة للقطاع الصناعي من خلال تحسين المنتجات وزيادة الإنتاجيّة. كما يدعم رأس المال البشري استيعابها وتطبيقها، ويعزز الابتكار التكنولوجي توليدها وتطويرها. ممّا يُعدّ مسوّغًا نظريًّا لاعتماد مؤشرٍ مركّبٍ لقياس التحوّل الرقمي، قائم على ثلاثة أبعاد رئيسة، وهي: البنية التحتيّة الرقميّة، ورأس المال البشري، والابتكار التكنولوجي.

2-1-1 التحول الرقمي في الأدبيات الاقتصادية:

حظي مفهوم التحول الرقمي باهتمام متزايد في الأدبيات الاقتصادية المعاصرة، ليس بوصفه مجرد تحديث تقني، بل كعملية هيكلية شاملة تعيد تشكيل آليات الإنتاج وتخصيص الموارد. ولتأطير هذا المفهوم علميًا، يستعرض هذا القسم تطوره التاريخي التراكمي، ثم يناقش انعكاساته على النمو الصناعي.

أولًا: التطور التاريخي التراكمي للتحول الرقمي.

يتعامل التحليل الاقتصادي المعاصر مع التحوّل الرقمي كعملية هيكلية تشمل دمج الأدوات التقنية في النشاط الإنتاجي وإعادة تنظيم آلية خلق القيمة داخل الاقتصاد، ولا يمكن اختزاله في استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فحسب، بل يُنظر إليه كاستراتيجية شاملة تؤثر في نماذج الأعمال وهياكل السوق والعلاقات بين الفاعلين الاقتصاديين (Mergel et al., 2019). وقد صاغ باتيل وماكارثي(2000) مصطلحه الحديث عام 2000 ليصف استخدام الأعمال الإلكترونية، إلا أن أدبيات التحول الرقمي تُرجع جذوره إلى مفهوم الرقمنة (Digitization)في أواخر السبعينيات، وهي "تحويل المعلومات التناظرية إلى صيغة رقمية" .(Janicki and Goździewska-Nowicka, 2018) تلا ذلك الأتمتة (Digitalization) في الثمانينيات والتسعينيات لتحسين الكفاءة التشغيلية بالتزامن مع الثورة الصناعية الثالثة، التي مهّدت لظهور مفهوم التحول الرقمي بوصفه عملية تراكمية والممكِّن الأساسي للثورة الصناعية الرابعة (Sandberg et al., 2020; Winter, 2020; Mutlu et al., 2022; Smuts et al., 2020). وتُعرَّف هذه الأخيرة بأنها عملية دمج واسعة بين العالم المادي والرقمي والبيولوجي في صلب العملية الصناعية، مما يخلق مصانع ذكية ومنتجات شديدة التخصيص(Schwab, 2016) ، حيث يشكّل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والحوسبة السحابية والبيانات الضخمة جوهرَ هذا التحول في الأنشطة الاقتصادية والصناعية.(Mergel et al., 2019)

ثانيًا: تعريف التحول الرقمي في الأدبيات وعلاقته بالنمو الصناعي.

تتعدد تعريفات التحول الرقمي في الأدبيات؛ إذ يُعرّفه (Caputo et al., 2021) و (Westerman et al., 2014)كاستراتيجية تنظيمية لتحسين الأداء من خلال توظيف التكنولوجيا الرقمية، في حين يتفق (Gimpel et al., 2018) و (Rogers, 2016) و (Morakanyane et al., 2020)على أنه إعادة صياغة نماذج الاعمال لضمان الاستدامة. ويشمل كذلك التغيير الجذري في الأنشطة الاقتصادية بتعديل آليات اتخاذ القرار وإعادة تشكيل مصادر الميزة التنافسية (Vial, 2019)، مما يمثل انتقالًا لنماذج تعتمد على المنصات الرقمية والتكامل الشبكي (Legner et al., 2017) .

(1) تُعدُّ نظرية النمو الخارجي الأساس في تحليل النمو الاقتصادي طويل الأجل. فقد انطلقت من دالة إنتاج تجمع بين رأس المال والعمل، مع افتراض خضوعهما لقانون العوائد المتناقصة. ومن ثَمَّ: يعود استمرار النمو إلى التقدم التكنولوجي باعتباره عنصرًا خارجيًا لا يتحدد داخل النظام الاقتصادي.

(2) يُقصد بالعوائد المتزايدة للمعرفة أنَّها تتميز بخاصيَّة عدم التنافسية وقابلية الانتشار، مما يسمح باستخدامها المتكرر دون استنزاف أو نقصان (Romer, 1986).

وتنبع أهمية التحول الرقمي من دوره في تعزيز كفاءة الإنتاج ودعم النمو المستدام عبر خفض التكاليف وتقليل الهدر وتسريع الابتكار. وتظهر آثاره جليًا في القطاع الصناعي من خلال تحسين إدارة سلاسل الإمداد والانتقال لأنماط تصنيعية أكثر مرونة وكثافة معرفية، بما يرفع القيمة المضافة الصناعية(Acemoglu and Restrepo, 2019; Albar, 2018; Dang-Pham et al., 2022). ورغم ذلك، تبرز تحديات تحدّ من فاعليته إن لم يُدار بشكل ملائم، كارتفاع تكاليف الاستثمار الأولية، وصعوبة تكامل الأنظمة وتوحيد البيانات، واتساع فجوة المهارات، وتحديات الأمن السيبراني(Dang-Pham et al., 2022; Legner et al., 2017; Wu et al., 2024).

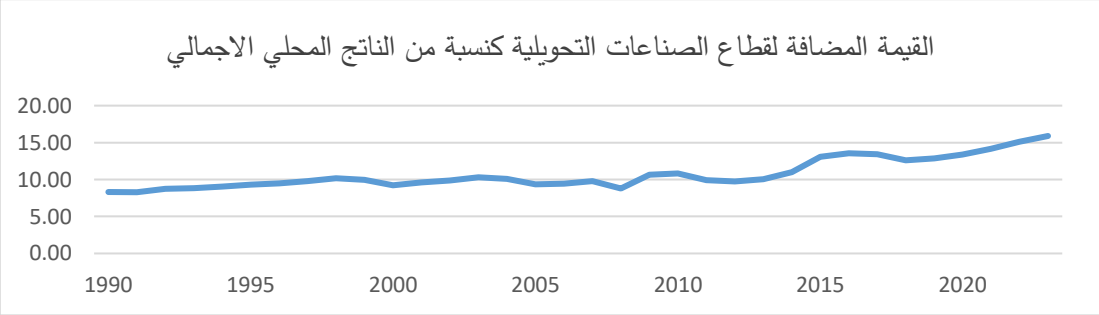
2-1-2 التحول الرقمي في المملكة العربية السعودية.

يُعدّ التحوّل الرقمي قوةً دافعةً لإعادة تشكيل الاقتصاد السعودي، وركيزةً محوريةً في رؤية (2030) لبناء اقتصاد معرفي مزدهر. وقد تجلّى هذا التوجه في بلوغ حجم الاقتصاد الرقمي نحو (495) مليار ريال، مساهمًا بـ (15%) من الناتج المحلي الإجمالي عام (2024) (وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات[MCIT]،2025). ويرتكز هذا النضج الرقمي على أربعة أبعاد رئيسية متكاملة :أولها البنية التحتية الرقمية، وتعد نقطة الانطلاق العملية لأي تحوّل رقمي فاعل. حيث لا يمكن لتطبيقات الاقتصاد الرقمي -ولا سيما ما يتصل بمتطلبات الصناعة 4.0- أن تُحدث أثرًا إنتاجيًا مستدامًا في غياب اتصال موثوق ونفاذ واسع وسرعات إنترنت عالية تُمكّن من تشغيل الخدمات السحابية والتحليلات المتقدمة. وقد بلغت نسبة انتشار الإنترنت (99%)، واحتلت المملكة المرتبة الثانية بين دول العشرين في مؤشر تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (الاتحاد الدولي للاتصالات[ITU]،2024) كما وصل إجمالي اشتراكات الاتصالات المتنقلة إلى 68.2 مليون اشتراك، وبلغت اشتراكات النطاق العريض قرابة 16مليون اشتراك في نهاية2023، مما يعكس تراجع الفجوة الرقمية جغرافيًا وديموغرافيًا(هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية، 2025). وثانيها رأس المال البشري، الذي يعمل على تحويل الأبعاد الأخرى للتحول الرقمي إلى قيمة اقتصادية ملموسة، ولاسيما في القطاعات الإنتاجية المعقدة (عبد الباسط وحامد، 2023). وقد تصدرت المملكة عالميًا في المهارات الرقمية لتوليد نحو (381) ألف فرصة عمل نوعية، مدعومة بارتفاع معدل الالتحاق بالتعليم العالي إلى (73.35%) (البنك الدولي، 2025) .وثالثها البيئة الابتكارية، وتعد البُعدَ الجوهري الذي يُجسّد القدرة على الانتقال من مرحلة الاستخدام الرقمي إلى مرحلة الإنتاج الرقمي وتوطين المعرفة، وهي المرحلة الأوثق ارتباطًا بالقطاعات الصناعية المتقدمة (OECD, 2019). فقد شهدت نموًا في الإنفاق على البحث والتطوير بنسبة (30.4%) عام (2024)، مما رفع تصنيف المملكة في مؤشر الابتكار العالمي إلى المرتبة (47) (WIPO, 2024) . ورابعها الخدمات الرقمية الحكومية والتجارية، إذ لا تقتصر هذه الخدمات على رقمنة الإجراءات التقليدية، بل تمتد لتشمل إعادة تصميم العمليات. وهو ما يرفع الكفاءة التشغيلية، ويعزز الشفافية، ويجذب الاستثمارات الخاصة والأجنبية، ويُمكّن القطاعات الإنتاجية من التوسع والاندماج في سلاسل القيمة المحلية والعالمية (المصدر ونصر الله، 2020).وقد حققت المملكة المرتبة الرابعة عالميًا في مؤشر الخدمات الرقمية للأمم المتحدة في عام (2024)، مع هيمنة المدفوعات الإلكترونية على (79%) من مدفوعات الأفراد(البنك المركزي السعودي[SAMA] ، 2025؛هيئة الحكومة الرقمية[DGA] ، 2024)

3-1-2 قطاع الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية:

يُعدّ القطاع مسارًا استراتيجيًا للتنويع الاقتصادي والحد من الاعتماد على النفط. وقد أولت المملكة هذا القطاع اهتمامًا بالغًا منذ خطة التنمية الأولى وصولًا إلى رؤية (2030)، التي استهدفت تحويل المملكة إلى قوة صناعية رائدة عبر إطلاق الاستراتيجية الوطنية للصناعة وبرنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية(ندلب).

ويظهر الشكل رقم (1) مسار القيمة المضافة للقطاع المعني كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي نموًا تصاعديًا؛ إذ ارتفعت من (8.30%) عام (1990) إلى نحو (15.89%) عام (2023). ورغم تذبذب هذا النمو تاريخيًا ارتباطًا بتقلبات أسواق الطاقة والأزمات العالمية[3]، إلا أن القطاع أظهر مرونة عالية بعد إطلاق رؤية (2030)، تجلّت في سرعة تعافيه بعد جائحة كوفيد-19 مسجلًا نموًا بنحو (12.84%) عام (2021)، ليبلغ إجمالي ناتجه (726) مليار ريال عام (2023)، ساهمت فيه الصناعات غير النفطية بنسبة (65.5%) (SAMA، 2009، 2010، 2023)



المصدر: البنك الدولي (2025)

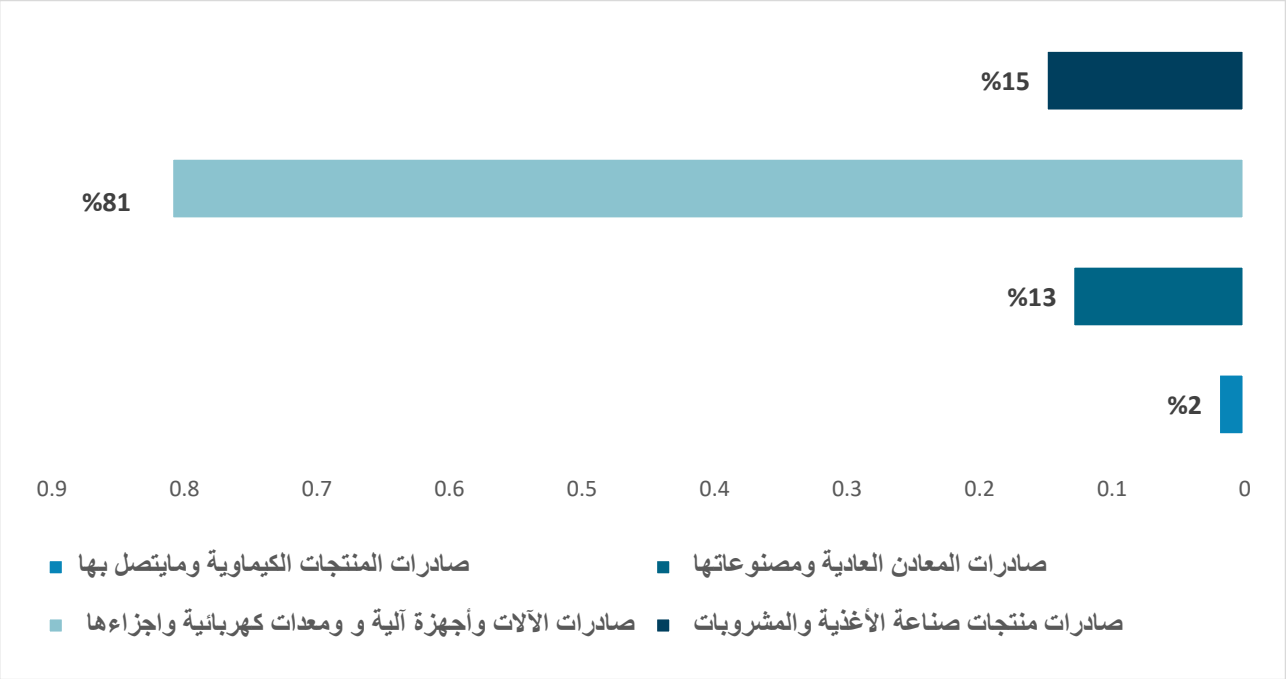
(3) مثل تباطؤ الطلب العالمي نتيجة للأزمة الأسيوية في بداية عام (2000)، والأزمة المالية العالمية في عام (2008).

الشكل رقم (1) القيمة المضافة لقطاع الصناعات التحويلية كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (1990-2023)

4-1-2 مساهمة التحوّل الرقمي في نمو قطاع الصناعات التحويلية:

يمثل التحول الرقمي أداة استراتيجية لرفع كفاءة وتنافسية القطاع الصناعي السعودي. وقد تزامن هذا التوجه مع ارتفاع ملحوظ في النضج الرقمي للجهات الحكومية[4] الداعمة للصناعة، حيث سجلت الهيئة السعودية للمدن الصناعية (مدن) جاهزية رقمية بنسبة 90.26%، فيما سجلت وزارة الصناعة والثروة المعدنية حوالي 87.34%، مما انعكس إيجابًا على تسريع إتمام الإجراءات التشغيلية وخفض التكاليف ودعم القدرة التصديرية، وهو ما يُفسر ارتفاع عدد التراخيص المُصدرة البالغِ نحو 1,346 رخصة بنهاية عام 2024 (وزارة الصناعة والثروة المعدنية، 2024a).

وقد أسهم توحيد المنصات الرقمية الصناعية -كمنصة "صناعي" ومنصة "استثمر في السعودية"- في تيسير رحلة المستثمر وتحسين الوصول إلى معلومات الفرص الاستثمارية والحوافز التمويلية، مما أدى إلى خفض تكاليف البحث والاستعلام وتقليص وقت اتخاذ القرار. وقد أسفرت هذه الجهود عن بلوغ الاستثمارات الأجنبية المباشرة في القطاع نحو 35 مليار ريال بنهاية 2024 (الهيئة العامة للإحصاء، 2024)، فيما تجاوزت استثمارات القطاع الخاص في المدن الصناعية 1.9 تريليون ريال (ندلب، 2024). وقد انعكس هذا التوسع على البنية الإنتاجية للقطاع، إذ ارتفع عدد المصانع من 10,518 مصنعًا عام 2022 إلى 12,589 مصنعًا عام 2024، بمعدل نمو سنوي يقارب 10% (ندلب، 2022، 2024). وتتجلى ثمار هذا التوسع في نمو الصادرات السلعية غير النفطية بنحو 13% مقارنةً بالعام السابق، بقيادة صادرات الآلات والمعدات الكهربائية والمنتجات الغذائية، كما هو موضح في الشكل رقم (2).



الشكل رقم (2) معدل نمو أبرز الصادرات السلعية لعام (2024) مقارنة بعام (2023).

المصدر: (برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية [ندلب]، 2024).

وقد تسارعت وتيرة تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في القطاع، مدعومة بمبادرات حكومية طموحة، أبرزها: إطلاق برنامج "مصانع المستقبل" لأتمتة 4000 مصنع، وإنشاء مجمع "أوكساجون" الصناعي العائم في نيوم، وتوفير صندوق التنمية الصناعي لتمويل قدره 800 مليون دولار لتحويل 100 مصنع إلى مصانع ذكية. وقد أثمر هذا الحراك التقني عن ارتفاع معدل مساهمة القطاع في الناتج المحلي الإجمالي إلى نحو 16% عام 2024 (وزارة الصناعة والثروة المعدنية، 2024b ؛ صندوق التنمية الصناعي،2024).

وتتقاطع هذه المؤشرات الوطنية مع التقييمات الحديثة للمؤسسات الاقتصادية الدولية. فعلى المستوى الوطني، أكد تقرير خبراء صندوق النقد الدولي (IMF, 2024b) أن المملكة نجحت في سد الفجوات مع الاقتصادات المتقدمة في البنية التحتية الرقمية، مما ينعكس

(4) يُقاس النضج الرقمي عبر مؤشر جاهزية تبنّي التقنيات الناشئة، وهو أداةٌ استراتيجية أطلقتها هيئة الحكومة الرقمية عام (2023) لتسريع تبنّي التحوّل الرقمي في الجهات الحكومية وقياس قدرة القطاعات على تحديد الفرص والتحديات والخطط الملائمة لبناء القدرات الرقمية بما يتماشى مع احتياجاتها المؤسسية، لتحقيق مستهدفات رؤية 2030 (الحكومة الرقمية، 2023).

إيجابًا على إنتاجية العمل وكفاءة القطاعات الحيوية، في مقدمتها الصناعات التحويلية. وأشار التقرير الختامي لمشاورات المادة الرابعة (IMF, 2024a) إلى أن مسيرة التحول الاقتصادي في المملكة تمضي بخطى حثيثة، مدعومةً بتسريع وتيرة الرقمنة والسياسات الصناعية الرامية إلى تقليص الاعتماد على النفط. وعلى المستوى الإقليمي، أوضح تقرير صندوق النقد الدولي حول التحول الرقمي في دول مجلس التعاون الخليجي (Bi et al., 2025) أن الرقمنة تُمثل محركًا أساسيًا للتنويع الاقتصادي، وخلص في دراسة حالة خاصة بالمملكة إلى أن الاستثمارات الاستباقية في البنية التحتية الرقمية أسهمت في التخفيف من الصدمات الاقتصادية ودعم نمو الناتج المحلي الإجمالي.

وتُشير هذه التقارير مجتمعةً إلى إجماع دولي على الأثر الكلي الإيجابي للتحول الرقمي في المملكة، غير أنها تُبرز في الوقت ذاته الحاجة الماسة إلى قياس هذا الأثر كميًا وقياسيًا على مستوى قطاعات إنتاجية محددة، وتحديدًا القطاع محل الدراسة، وهو ما تسعى هذه الدراسة إلى تحقيقه.

2-2 الدراسات السابقة

يستعرض هذا القسم الدراسات التي تناولت أثر التحول الرقمي والابتكار في النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة ونمو قطاع الصناعات التحويلية، إلى جانب الدراسات التي بحثت في أثر المتغيرات الاقتصادية الكلية الضابطة المعتمدة في هذه الدراسة، وهي: الاستثمار الأجنبي المباشر، والعمالة الصناعية، والتضخم.

أولًا: الدراسات المتعلقة بأثر التحول الرقمي والابتكار في النمو الاقتصادي والصناعي

تُعدّ دراسة Toader وآخرون (2018) من الأبحاث الرائدة في فهم العلاقة بين التحول الرقمي والنمو الاقتصادي، إذ ركّزت على تحليل أثر البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) في النمو الاقتصادي لـ(28) دولة من دول الاتحاد الأوروبي خلال الفترة (2000–2017)، بالاعتماد على بيانات اللوحة ونموذج التأثيرات الثابتة (Fixed Effects). وكشفت الدراسة عن أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للبنية التحتية الرقمية -مقاسةً باشتراكات الإنترنت والنطاق العريض الثابت والهاتف المحمول لكل (100) شخص- في النمو الاقتصادي، مع تباين حجم هذا الأثر تبعًا لنوع التكنولوجيا المستخدمة في التحليل، مما يُؤكد أن توافر البنية التحتية الرقمية يُمثّل شرطًا أساسيًا لمسيرة التحول الرقمي. وفي السياق ذاته، أظهرت دراستا بوسالم وابن جدو (2024) ودردور وخوالدي (2022) نتائج متقاربة حول تباين أثر التحول الرقمي وتكنولوجيا المعلومات في النمو الاقتصادي؛ إذ توصّلت كلتاهما إلى وجود أثر إيجابي ومعنوي لانتشار الهاتف النقال في النمو الاقتصادي في الأجل الطويل، في مقابل أثر سلبي معنوي لانتشار الهاتف الثابت. وأوضحت دراسة بوسالم وابن جدو أن أثر الهاتف النقال واستخدام الإنترنت جاء متفاوتًا تبعًا لمستوى تطور البنية التحتية الرقمية بين (11) دولة متقدمة خلال الفترة (2000–2021)، باستخدام نموذج التأثيرات العشوائية بطريقة المربعات الصغرى المعمّمة (GLS)، في حين كشفت دراسة دردور وخوالدي عن آثار سلبية ومعنوية لكلا المؤشرين في الأجل القصير على النمو الاقتصادي الجزائري خلال الفترة (1990–2020) باستخدام نموذج ARDL.

تناولت دراسة Asmyatullin وGlavina (2025) دورَ التحول الرقمي في تعزيز التنمية المستدامة في دول مجلس التعاون الخليجي، من خلال تحليل أثر الرقمنة على أبعادها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، بالاعتماد على المنهج الكمي وتحليل الانحدار مطبَّقًا على الدول الست الأعضاء. وأظهرت النتائج أثرًا إيجابيًا ومعنويًا للتحول الرقمي في التنمية المستدامة، مع تصدّر مؤشر الابتكار وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات قائمة المتغيرات الأكثر تأثيرًا، وتفاوت نسبي في حجم هذا الأثر بين الدول، فضلًا عن إسهام الرقمنة في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتحسين كفاءة استخدام الموارد ودعم التنويع الاقتصادي. كما أشارت الدراسة إلى أن التضخم المعتدل يُحدث أثرًا إيجابيًا ومعنويًا في مؤشرات التنمية المستدامة، وأوصت بتقليص الفجوة الرقمية بين الدول الأعضاء، وتعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وتطوير البنية التحتية الرقمية وأنظمة الأمن السيبراني.

وعلى مستوى الدراسات التي تناولت أثر التحول الرقمي في القطاع محل الدراسة تحديدًا، ركّزت دراسة Minh (2023) على تحليل أثر استخدام الإنترنت في القيمة المضافة الصناعية في ثماني دول من جنوب شرق آسيا خلال الفترة (1991–2021)، بالاعتماد على بيانات البانل ونموذج التأثيرات الثابتة. وكشفت النتائج عن علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين نمو استخدام الإنترنت وارتفاع القيمة المضافة الصناعية، مع تصاعد قوة هذا الأثر في الدول ذات الدخل المرتفع، مما يُشير إلى أن الاعتماد على الإنترنت يُسهم في تعزيز كفاءة سلاسل الإنتاج وتحسين عمليات التصنيع وتوسيع فرص الوصول إلى الأسواق العالمية. وفي السياق العربي، تناول عبد الغني (2025) أثر التحول الرقمي في إنتاجية العامل المصري خلال الفترة (1991–2022) باستخدام نموذج ARDL، وتوصّل إلى أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لجميع مؤشرات التحول الرقمي المعتمدة -اشتراكات الهاتف، ونسبة مستخدمي الإنترنت، والإنفاق على البحث والتطوير- في إنتاجية العمالة، مؤكدًا أهمية الاستثمار المتوازي في البنية التحتية الرقمية وتنمية المهارات البشرية لتحقيق مكاسب إنتاجية مستدامة. كما تناولت دراسة Abidin وBernanthos (2024) أثر التحول الرقمي في قطاع الصناعات التحويلية الإندونيسي باستخدام منهجية مسحية كمية شملت (100) شركة متوسطة، وأظهرت النتائج علاقةً إيجابيةً قويةً بين اعتماد التقنيات الرقمية وارتفاع الإنتاجية الاقتصادية. وفي السياق الخليجي، هدفت دراسة

Sowaif وOsama (2025) إلى تحليل أثر التحول الرقمي في أداء الشركات الصناعية الصغيرة والمتوسطة في الإمارات العربية المتحدة، مع اختبار الدور الوسيط لإدارة سلسلة التوريد، بتوظيف استبانة وُزّعت على عينة عشوائية من العاملين ومديري الأقسام في الشركات الصناعية بإمارات دبي وأبو ظبي والشارقة، إذ خضع (392) استبانةً للتحليل. وخلصت النتائج إلى أثر إيجابي ومعنوي للتحول الرقمي في إدارة سلسلة التوريد وأداء الشركات الصناعية، مع دور وسيط جزئي لإدارة سلسلة التوريد في هذه العلاقة، وأوصت بتشجيع الشركات الصغيرة والمتوسطة على تبني التقنيات الرقمية في سلاسل التوريد والاستثمار في تدريب الموارد البشرية.

وفي السياق المحلي، قدّمت دراسة نصر الدين والإدريسي (2023) تحليلًا كميًا للعلاقة بين الابتكار والتميز الصناعي والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (2010–2021) بالاعتماد على الانحدار الخطي المتعدد (OLS)، وأكّدت النتائج وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين القيمة المضافة الصناعية -بوصفها متغيرًا تابعًا- وكلٍّ من عدد منشآت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والصادرات التكنولوجية، مما يُبرز دور الابتكار بوصفه قناةً وسيطةً تنقل أثر التحول الرقمي إلى أداء صناعي أعلى كفاءةً وأكثر تنافسية. وفي الإطار ذاته، حلّل نصر الدين والزهراني (2023) أثر التطور التكنولوجي في نمو قطاع الصناعات التحويلية السعودية خلال الفترة (1995–2022) باستخدام نموذج OLS، وخلصا إلى أن التوسع في الصادرات التصنيعية والإنفاق على التطور التكنولوجي يُسهمان بصورة مباشرة في نمو القطاع، مؤكدَين أهمية توجيه الاستثمارات التكنولوجية نحو الشركات الصغيرة والمتوسطة لتحقيق أثر تنموي أوسع وأشمل.

ثانيًا: الدراسات المتعلقة بالمتغيرات الاقتصادية الكلية الضابطة.

وعلى صعيد الاستثمار الأجنبي المباشر، بحثت دراسة ششة وآخرون (2023) في أثره في نمو القطاع الصناعي السعودي خلال الفترة (2000–2020) باستخدام منهجية OLS، وكشفت النتائج عن علاقة طردية ومعنوية بين نمو القطاع الصناعي -بوصفه متغيرًا تابعًا- وكلٍّ من العمالة الصناعية ورأس المال الثابت والاستثمار الأجنبي المباشر، مؤكدةً دور هذا الأخير في توسيع الطاقة الإنتاجية الصناعية وتقليص فجوة المهارات والإمكانيات. وفي السياق الإفريقي، توصّلت دراسة فرج (2016) باستخدام نموذج OLS إلى علاقة إيجابية ومعنوية بين الاستثمار الأجنبي المباشر ونمو القيمة المضافة الصناعية الليبية خلال الفترة (2000–2013)، مؤكدةً دور البنية التحتية المادية والمؤسسية في تعزيز جاذبية الاقتصاد للمستثمرين.

وفيما يخص أثر التضخم في القطاع المعني، تناول Abdullahi وآخرون (2023) العلاقة بين التضخم والائتمان المصرفي ومخرجات القطاع في نيجيريا خلال الفترة (1986–2021) باستخدام منهجية ARDL، وتوصّلوا إلى أن التضخم المعتدل يُعدّ أداةً تحفيزيةً لنمو الإنتاج التصنيعي في الأجلين القصير والطويل. وعلى النقيض من ذلك، توصّلت دراسة Adabor وOsei-Gyebi (2025) -رغم تركيزها الرئيس على الشمول المالي والتنمية المالية في قطاع التصنيع الغاني خلال الفترة (1960–2020)- إلى أثر سلبي ومعنوي للتضخم في نمو القطاع في الأجلين الطويل والقصير عبر جميع النماذج الإحصائية المعتمدة (FMOLS وARDL)، مشيرةً إلى أهمية رقمنة الأدوات المالية والشمول المالي في الحد من هذه الآثار السلبية. ويُظهر هذا التباين في النتائج أن أثر التضخم في القطاع ليس ثابتًا، بل يتباين تبعًا للسياق الاقتصادي ومستوى تطور النظام المالي والانفتاح الاقتصادي وطبيعة التضخم والبنية الإنتاجية للقطاع، فضلا عن اختلاف الفترة الزمنية المدروسة والمتغيرات المصاحبة في النموذج القياسي.

وفيما يتعلق بأثر العمالة الصناعية، تناولت دراسة جمال (2020) محددات نمو القطاع الصناعي في ماليزيا خلال الفترة (1990–2017) باستخدام منهجية ARDL، وتوصّلت إلى أثر سلبي ومعنوي لرأس المال الثابت في نمو القطاع الصناعي في الأجلين، في حين جاء أثر العمالة الصناعية سالبًا ومعنويًا في الأجل القصير قبل أن يفقد دلالته الإحصائية في الأجل الطويل، وأرجعت الدراسة ذلك إلى ضعف توجيه الاستثمارات الرأسمالية نحو الأنشطة عالية الإنتاجية. وفي المقابل، توصّل Babasanya وآخرون (2025) إلى أثر إيجابي ومعنوي لتفاعل العمالة الصناعية مع رأس المال البشري في نمو قطاع الصناعات التحويلية في منطقة غرب إفريقيا في الأجل الطويل خلال الفترة (1989–2022)، مشيرين إلى أن مردود الاستثمار في العمالة يستلزم أفقًا زمنيًا كافيًا لتراكم المهارات وتحسّن الإنتاجية.

2-2-1 التعليق على الدراسات السابقة:

أظهرت الدراسات السابقة توافقًا عامًا حول الأهمية المتزايدة للتحول الرقمي وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في دعم النمو الاقتصادي وتعزيز الكفاءة الإنتاجية ورفع القيمة المضافة الصناعية، من خلال إبراز الأدوار المحورية للبنية التحتية الرقمية ورأس المال البشري والابتكار التكنولوجي، بما ينسجم مع مرتكزات نظرية النمو الداخلي. غير أن هذا التوافق النسبي لا يحجب وجود تباين ملحوظ في حجم الأثر وآلياته وطبيعته عبر السياقات المختلفة، ويمكن إرجاع هذا التباين إلى جملة من العوامل المتشابكة، أبرزها: اختلاف السياقات الاقتصادية والمؤسسية، وتباين المنهجيات القياسية المعتمدة، وتفاوت مستويات الجاهزية الرقمية بين الدول. إذ تبيّن أن مردود التحول الرقمي مشروط بجودة البنية المؤسسية، ومستوى الجاهزية الرقمية، وكفاءة الموارد البشرية، والقدرة الاستيعابية والابتكارية للاقتصاد.

وعلى صعيد قياس التحول الرقمي، كشفت مراجعة الأدبيات عن تبايُن منهجي واضح في أساليب القياس المعتمدة؛ إذ اعتمدت غالبية الدراسات على مؤشرات منفردة أو كمية لقياس أثر التحول الرقمي، مما قد يُقيّد القدرة على التقاط أبعاده المتعددة والمتداخلة كالبنية التحتية

والابتكار ورأس المال البشري الرقمي في آنٍ واحد (Toader et al., 2018; Minh, 2023; بوسالم وابن جدو، 2024; دردور وخوالدي، 2022). في المقابل، اعتمدت دراسات أخرى مقاييس إدراكية جُمعت بياناتها عبر الاستبانة، مما يُعرّضها لمحدودية التعميم وتحيّزات الاستجابة الذاتية (Abidin & Bernanthos, 2024; Sowaif & Osama, 2025).

وفي السياق السعودي تحديدًا، لا تزال الدراسات القياسية التي تناولت أثر التحول الرقمي في نمو القطاع بصورة مباشرة محدودةً، إذ انصبّ تركيز معظمها على قطاعات أخرى أو اكتفت بمؤشرات جزئية لا تعكس الظاهرة في شموليتها. ومن ثَمَّ، تسعى هذه الدراسة إلى سدّ هذه الفجوة البحثية عبر قياس الأثر الكلي للتحول الرقمي والمتغيرات الاقتصادية الكلية الضابطة في نمو القطاع بالسعودية خلال الفترة (1990–2023). وتتميّز الدراسة بتوظيف مؤشر مركب يُعالج قصور المقاييس الأحادية البُعد، إذ يجمع بين الأبعاد الجوهرية الثلاثة للتحول الرقمي -البنية التحتية الرقمية، ورأس المال البشري الرقمي، والابتكار التكنولوجي- في إطار منهجي متكامل باستخدام تحليل المكونات الرئيسية (PCA)، مما يُتيح قياسًا أكثر شمولًا ودقةً لهذه الظاهرة متعددة الأبعاد.

3- الإطار التطبيقي للدراسة:

3-1 بيانات الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير أثر التحول الرقمي والعوامل الاقتصادية الكلية على نمو قطاع الصناعات التحويلية في السعودية خلال الفترة (1990-2023). ويستند اعتماد هذه الفترة نظريًا ومنهجيًا إلى أدبيات التحول الرقمي التي ترى أن التحول الرقمي عملية تراكمية، وأن البنية التحتية للاتصالات (كالهاتف الثابت والمحمول) شكّلت الركيزة الأولى والممكّن الأساسي للرقمنة في مراحلها المبكرة (Sandberg et al., 2020; Winter, 2020; Mutlu et al., 2022)، حيث وفّرت القنوات الأولية لنقل البيانات وربط الأسواق قبل ظهور تقنيات الإنترنت المتقدمة. وقد اعتمدت دراسات قياسية عديدة، مثل دراسة (Toader et al., 2018) ودراسة (عبد الغني وآخرون، 2025) ودراسة (دردور وخوالدي، 2022)، على هذه المؤشرات لتمثيل "المرحلة التأسيسية" للتحول الرقمي عند تحليل آثاره الاقتصادية طويلة الأجل. وبناءً عليه، فإن استخدام هذه المؤشرات للفترة (1990–2000) لا يمثل إسقاطًا لمفهوم حديث على حقبة ماضية، بل تتبّعًا لتطور المفهوم عبر مراحله التاريخية المتعاقبة، بدءًا من الرقمنة الأساسية وصولًا إلى التحول الرقمي الشامل.

وقد جرى اختيار متغيرات الدراسة بناءً على الدراسات السابقة، كما هو موضح في الجدول التالي رقم (1)

الجدول: (1) متغيرات الدراسة

المتغير	الأساس النظري والمرجعي للمتغيرات
المتغير التابع	
نمو قطاع الصناعات التحويلية، مُقاسًا بالقيمة المضافة لقطاع الصناعات التحويلية كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي.	**يقيس هذا المؤشر صافي القيمة الاقتصادية المتولدة من عملية التحويل، بعد استبعاد تكلفة المدخلات الوسيطة، وبذلك يُعدّ ملائمًا لإظهار الأثر الفعلي للقطاع في الاقتصاد، كما هو مستخدم في دراسة Saba Ngepah and (2021).**
المتغيرات المستقلة	
مؤشر التحول الرقمي (DTI)، وتم بناؤه باستخدام منهجية PCA، ويُغطي ثلاثة أبعاد رئيسة: البعد الأول: البنية التحتية الرقمية(5)، مُقاسة بعدد اشتراكات الهاتف المحمول والثابت لكل (100)(6) البعد الثاني: رأس المال البشري مُقاسًا بنسبة الالتحاق بالتعليم العالي.	**يستند بناء مؤشر التحول الرقمي المُستخدم في هذه الدراسة على المنطلق النظري القائل بأن التحول الرقمي ظاهرة متعددة الأبعاد، تتكامل فيما بينها لتوليد القيمة المضافة الاقتصادية (OECD; Katz et al., 2018). فالبنية التحتية الرقمية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (الاتصال والنفاذ) تمثل الشرطَ الضروري لتوظيف تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، فيما يضطلع رأس المال البشري بدور استيعاب هذه التقنيات وتشغيلها وتطويعها، في حين يُعبّر الابتكار التكنولوجي عن القدرة على**

(5) استُخدمت اشتراكات الهاتف الثابت والمحمول كمؤشرين بديلين لقياس بُعد البنية التحتية الرقمية في المراحل المبكرة، نظرا لعدم توافر مؤشرات أحدث بصورة متجانسة لكامل فترة الدراسة. وهو اختيار مبرر منهجيا، إذ أدرجت منظمة الاتحاد الدولي للاتصالات هذين المتغيرين ضمن بُعد الوصول الرقمي في منهجية ICT Development Index. (ITU,N.D) . كما أنها مدرجة في قاعدة بيانات البنك الدولي ضمن مؤشرات الاتصالات الرسمية المعتمدة من قاعدة بيانات ITU.

(6) أُدرجت اشتراكات الهاتف الثابت كأحد المكونات رغم تراجعها في السنوات الأخيرة، نظرًا لأن هذا التراجع قابله تزايد متزامن في اشتراكات الهاتف المحمول، مما يجعل المتغيرين معًا يعكسان التطور الهيكلي المتكامل للبنية التحتية الرقمية عبر الزمن.

المتغير	الأساس النظري والمرجعي للمتغيرات
البعد الثالث: الابتكار التكنولوجي متمثلًا بإجمالي طلبات براءات الاختراع	توليد المعرفة الجديدة وتطويرها وتحويلها إلى قيمة اقتصادية مضافة (Romer, 1986, Osei, 2024).
المتغيرات المحكمة	
العمالة في القطاع الصناعي (EM): ويُقاس كنسبة العمالة في القطاع الصناعي من إجمالي العمالة.	تُمثّل العمالة الصناعية عنصرًا إنتاجيًا رئيسيًا في دالة الإنتاج وفق نموذج كوب-دوغلاس (ششة وآخرون، 2023؛ جمال، 2020)، ويُستهدف من إدراجها في النموذج تفسير الأثر المستقل للتغيرات في الموارد البشرية على نمو الناتج الصناعي التحويلي، مع عزل هذا الأثر عن أثر التحول الرقمي وضبطه منهجيًا.
الاستثمار الأجنبي المباشر (صافي التدفقات الاستثمارية الداخلة) (FDI): ويُقاس كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي.	وقد أُدرج هذا المتغير في النموذج لارتباطه الوثيق بنقل التكنولوجيا واكتساب المهارات وتوسيع الطاقة الإنتاجية (ششة وآخرون، 2023)، ولذا يعد عاملًا مهمًا لتفسير نمو القطاع.
معدل التضخم (مؤشر أسعار المستهلك) (INF): يقاس بالنسبة المئوية للتغير السنوي في مؤشر أسعار المستهلك.	وقد أُدرج هذا المتغير بوصفه مؤشرًا للاستقرار الاقتصادي الكلي (Adabor & Osei-Gyebi, 2025)، نظرًا لأثره المباشر على تكاليف المدخلات الصناعية، وعلى القرارات الاستثمارية للمنشآت، والقدرة التنافسية للقطاع على المستويين المحلي والدولي.

جُمعت كافة بيانات الدراسة من الإحصائيات الرسمية الصادرة من البنك الدولي (World Bank data).

وعلى الرغم من أهمية إدراج متغيّر رأس المال الثابت الإجمالي (GFCF) لتمثيل الاستثمار المحلي ضمن دالة كوب- دو غلاس، إلّا أنّه استُبعد من التحليل القياسي اللاحق؛ بسبب ظهور عدد من المشاكل الإحصائية. أولًا، عدم معنوية التأثيرات الفردية لجميع المتغيرات في المدى الطويل، رغم ظهور علاقة تكامل مشترك عند مستوى معنوية 5%(الملحق رقم 1). ثانيًا، وجود مشكلة الارتباط الذاتي بين البواقي (الملحق رقم 2). ثالثًا، عدم استقرار معاملات النموذج خلال فترة الدراسة، كما أظهره اختبار (CUSUM of Squares) (الملحق رقم 3). وأخيرًا، ارتفاع ارتباط هذا المتغير بمؤشر التحول الرقمي (الملحق رقم 4).

2-3 منهجية تحليل المكونات الرئيسية Principal Component Analysis - PCA

تُوظِّف الدراسة منهجية تحليل المكونات الرئيسة (PCA) في بناء المؤشر المركب للتحول الرقمي والذي يمثل المساهمة المنهجية لهذه الدراسة (Mackiewicz and Ratajczak, 1993).

تعمل هذه المنهجية على تقليص أبعاد البيانات، من خلال تحويل مجموعة من المتغيرات الاصلية المرتبطة ببعضها البعض إلى مجموعة أصغر من المكونات غير المرتبطة (المكونات الرئيسة) مع الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من التباين الكلّي للبيانات (Labrín and Urdinez, 2020). ويعود تطبيق منهجية تحليل المكونات الرئيسة إلى سببين رئيسين:

الأول: عدم وجود متغير محدد متفق عليه لقياس التحول الرقمي في الدراسات السابقة يغطي الفترة الزمنية الممتدة للدراسة (1990-2023).

الثاني: وجود ارتباطات متوسطة إلى مرتفعة، بين مختلف المؤشرات الفردية للتحول الرقمي المُستخدمة في الدراسة، كما في الجدول رقم (2)؛ مما يستدعي استخدام منهجية إحصائية لتقليل الأبعاد، وتجنب مشكلة التعدد الخطي (Multicollinearity) في نموذج الانحدار.

الجدول (2): مصفوفة الارتباط للمؤشرات الفردية للتحول الرقمي

	ZFP	ZMP	ZED	ZPA
ZFP	1	0.431065809	0.477986759	0.322780723
ZMP	0.431065809	1	0.699466575	0.445577930
ZED	0.477986759	0.699466575	1	0.894241684
ZPA	0.322780723	0.445577930	0.894241684	1

تشير (ZFP) إلى اشتراكات الهاتف الثابت، و (ZMP)اشتراكات الهاتف المحمول، و(ZED) الالتحاق بالتعليم العالي، وZPA طلبات براءات الاختراع.

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12 .

تتصدر قيمَ الارتباط العلاقةُ بين الالتحاق بالتعليم العالي (ZED) وطلبات براءات الاختراع (ZPA)، إذ بلغت (0.894)، وهو ارتباط مرتفع جدًا يعكس التلازم الهيكلي بين تراكم رأس المال البشري والقدرة على توليد الابتكار التكنولوجي، وهو ما يتوافق مع نظرية النمو الداخلي (Romer, 1986). وجاء ارتباط اشتراكات الهاتف المحمول (ZMP) مع الالتحاق بالتعليم العالي (ZED) في المرتبة الثانية بقيمة (0.699)، في حين سجّل الارتباط بين اشتراكات الهاتف الثابت (ZFP) وطلبات براءات الاختراع (ZPA) أدنى قيمة في المصفوفة (0.323)، وهو ما يُفسَّر بالتباين الزمني في مسار تطور هذين المؤشرين؛ إذ شهدت اشتراكات الهاتف الثابت تراجعًا تدريجيًا في المراحل اللاحقة من الدراسة في مقابل تسارع نمو براءات الاختراع.

وتُجسّد هذه الارتباطات مجتمعةً الطبيعة متعددة الأبعاد للتحول الرقمي وتداخل مكوناته، مما يؤكد ملاءمة منهجية PCA لاستخلاص بُعد مشترك واحد يلتقط أكبر قدر من التباين الكلي لهذه المؤشرات في مؤشر مركب متكامل.

لإجراء منهجية تحليل المكونات الرئيسية، تم تحويل البيانات إلى مقياس معياري موحَّد (Standardization Z-score)[7]، بمتوسط صفري وانحراف معياري يساوي الواحد لتحقيق التجانس بين المتغيرات. وحساب محدد المصفوفة البالغ (0.051) الذي أكد مدى ملاءمة البيانات لتحليل البنية المشتركة؛ لوقوعه ضمن النطاق المقبول (0.1–0.0001).

الجدول (3): تحليل المكونات الرئيسة (PCA)

Number	Value	Difference	proportion	Cumulative Value	Cumulative Proportion
1Pc	**2.599200**	**1.869909**	**0.6695**	**2.5992**	**0.6695**
2Pc	**0.729291**	**0.221675**	**0.1878**	**3.3285**	**0.8573**
3Pc	**0.507616**	**0.461371**	**0.1307**	**3.8361**	**0.9881**
4Pc	**0.046245**	**----**	**0.0119**	**3.8823**	**1.0000**

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

ويتضح من الجدول السابق أن المكون الرئيس الأول (PC1) هو الوحيد الذي تجاوزت قيمته الذاتية الواحدَ الصحيح (Eigenvalue = 2.599)، وهو ما يتوافق مع قاعدة كايزر (Kaiser, 1960) المعتمدة في تحديد عدد المكونات الجديرة بالاحتفاظ. وعلى الرغم من أن (PC1) يفسر نحو (67%) من إجمالي التباين الكلي -وهو ما يتجاوز الحد الأدنى المقبول في الأدبيات القياسية البالغ 60%- إلا أن ما تبقى من تباين (33%) يُمثّل قيدًا منهجيًا ينبغي مراعاته عند تفسير النتائج، وقد أُشير إليه ضمن قيود الدراسة.

3-3 توصيف النموذج الخاص بالدراسة

وظفت هذه الدراسة نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة Autoregressive Distributed Lag (ARDL)، الذي طوَّره بيسران وآخرون Pesaran et al (2001) ، ويتميز هذا النموذج بمرونته في التعامل مع المتغيرات ذات درجات التكامل المختلفة، حيث يمكن تطبيقه إحصائيًا على سلاسل زمنية مستقرة عند المستوى (0) I، أو عند الفرق الأول (1) I، أو مزيج منهما، على ألّا تكون من الدرجة الثانية I (2). إضافة إلى كفاءته في التعامل مع العينات محدودة الحجم (Pesaran et al., 2001).

واستنادًا إلى النظرية الاقتصادية والدراسات السابقة حُدِّد النموذج العام للدراسة على النحو التالي:

$$VA = f(DTI, EM, FDI, INF)$$

حيث يتمثل المتغير التابع (VA) في نمو القطاع، أمّا المتغيرات المستقلة فتتمثل في كلٍّ من: (DTI) مؤشر التحول الرقمي، (EM) العمالة في القطاع الصناعي، (FDI) الاستثمار الأجنبي المباشر، (INF) معدل التضخم.

ومن ثَمَّ؛ يمكن صياغة النموذج القياسي العام للدراسة على النحو الآتي:

$$\Delta \mathrm{VA} = \beta_0 + \alpha_1 VA_{t-1} + \beta_1 \mathrm{DTI}_{t-1} + \beta_2 \mathrm{FDI}_{t-1} + \beta_3 \mathrm{EM}_{t-1} + \beta_4 \mathrm{INF}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{1i} \Delta VA_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \alpha_{2i} \Delta DTI_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \alpha_{3i} \Delta FDI_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_3} \alpha_{4i} \Delta EM_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_4} \alpha_{5i} \Delta INF_{t-i} + \epsilon_t$$

(7) معادلة القياس المعياري (X_i- $\bar{X}$) S=Z_i/ تمثل X_i القيمة الاصلية، $\bar{X}$ المتوسط الحسابي، Sالانحراف المعياري (Kyriazos and Poga, 2023) .

حيث إن (Δ) تمثل مؤثر الفرق من الدرجة الأولى، و(p) و(q_i) تمثلان عدد رتب الإبطاء المثلى للمتغير التابع والمتغيرات المستقلة على التوالي، و(β_0) تمثل الحد الثابت، و(β_i) تمثل معاملات الأجل الطويل، و(α_i) تمثل معاملات الأجل القصير، و(ϵ_t) حد الخطأ العشوائي.

وقد حُددت رتب الإبطاء المثلى للنموذج بناء على معيار معلومات آكاكي (Akaike Information Criterion - AIC) وذلك في ظل محدودية حجم العينة البالغ (34) مشاهدة، إذ يُعدّ هذا المعيار من أكثر معايير الاختيار موثوقيةً في السلاسل الزمنية القصيرة نسبيًا.وتبين أن النموذج الأنسب هو: ARDL(3,2,1,3,3)، وتشير هذه القيم إلى ثلاث فترات إبطاء للمتغير التابع، وفترتي إبطاء للعمالة الصناعية، وفترة واحدة للاستثمار الأجنبي المباشر، وثلاث فترات إبطاء لكل من مؤشر التحول الرقمي والتضخم.

وتفترض هذه الدراسة ما يلي:

- وجود علاقة طردية بين نمو القطاع -بوصفه متغيرًا تابعًا- وكلّ من مؤشر التحول الرقمي والاستثمار الأجنبي المباشر والعمالة الصناعية -بوصفها متغيرات مستقلة.
- وجود علاقة عكسية بين نمو القطاع -بوصفه متغيرًا تابعًا- ومعدل التضخم -بوصفه متغيرًا مستقلًّا.

4-3 تقدير نموذج الانحدار وتحليل النتائج:

4-3-1اختبار جذر الوحدة Unit Root Test:

يُعدُّ اختبار جذر الوحدة خطوةً منهجيةً أولية تهدف إلى معرفة خصائص البيانات، وتحديد درجة استقرار سلاسلها الزمنية، وذلك بتطبيق اختبار ديكي- فولر المعزز (Augmented Dickey-Fuller - ADF Test). وتشير النتائج الواردة في الجدول أدناه رقم (4) إلى استقرار كلٍّ من: القيمة المضافة (VA)، والتحول الرقمي (DTI)، والعمالة (EM) عند الفرق الأول I (1) عند مستوى معنوية 1% في حين يظهر الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI) استقرارًا عند المستوى I (0) ، كما يظهر التضخم (INF) استقرارًا عند المستوىI(0) ، وإن تفاوتت درجة معنويته بين 5% مع الحد الثابت و10% مع إضافة الاتجاه الزمني. وعلية، يدعم هذا التباين في درجات الاستقرار توظيف منهجية (ARDL) في الدراسة، حيث لا يوجد في المتغيرات ما يستقر عند الدرجة الثانية I(2) ، وهو الشرط الضروري لتطبيق المنهجية.

الجدول (4): نتائج اختبار جذر الوحدة لمتغيرات الدراسة

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test				
Variable	Level I (0)		First Difference I (1)	
	intercept	Intercept& trend	intercept	Intercept & trend
VA	0.9838	0.9050	0.0007***	0.0042***
DTI	0.9961	0.7851	0.0001***	0.0001***
FDI	0.0020***	0.0000***	0.0000***	0.0000***
EM	0.8197	0.0124**	0.0009***	0.0000***
INF	0.0228**	0.0788*	0.0000***	0.0000***
Note: *, ** and *** indicate significance at * 10%, ** at 5% and *** at 1% respectively.				

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

4-3-2اختبار الحدود Bound Test

يهدف اختبار الحدود (Bounds Test) إلى التحقق من وجود علاقة تكامل مشترك طويلة الأجل بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة قيد الدراسة. وقد أظهر الجدول رقم (5) أن قيمة إحصائية فيشر المحسوبة (F-statistic) بلغت (3.720)، وهي تتجاوز قيمة الحد الأعلى البالغة (3.49) عند مستوى دلالة 5% وفق جداول(Pesaran et al., 2001). إن هذا الفارق المحدود يجعل النتيجة هامشة نسبيًا إلا أنها تُعد كافيه إحصائيًا لرفض فرضية العدم القائلة بغياب علاقة توازنية طويلة الأجل، والقبول بوجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج. ويستدعي ذلك تفسيرها بحذر مع الاستناد إلى الاختبارات التكميلية الأخرى التي تدعم هذه العلاقة.

الجدول (5): اختبار الحدود Bound Test

F-statistics	Lower Bound	Upper Bound
3.720247	2.56	3.49

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

وتعرض نتائج الجدول رقم (6) تقديرات معاملات الأجل الطويل للنموذج المُقدر. ويُلاحظ أنَّ مؤشر التحول الرقمي هو المتغير الأكثر تأثيرًا وإيجابية؛ إذ جاء معامله موجبًا وبالغًا (1.238) وهو معنوي إحصائيًا عند مستوى دلالة 1%، مما يعني أن ارتفاع مؤشر التحول الرقمي

بوحدة واحدة يُفضي إلى نمو القطاع بنحو (1.24) وحدة في الأجل الطويل. وهو ما يُفسر بأن التحول الرقمي يعزز كفاءة تخصيص الموارد والعمليات الإنتاجية، ويرفع الإنتاجية، ويحسن القدرة التنافسية للمنشآت الصناعية ، بما ينسجم مع مستهدفات التنويع الاقتصادي وتطوير القطاع الصناعي في السعودية عبر الاستفادة من التقنيات الرقمية وتحويلها إلى قيمة مضافة حقيقية. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة Asmyatullinو Glavina (2025) التي توصلت إلى أن التحول الرقمي يدعم التنويع الاقتصادي ويسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في دول الخليج، ومع دراسة Minh (2023) التي أثبتت أن استخدام الإنترنت يرفع من القيمة المضافة الصناعية في دول جنوب شرق آسيا، ومع دراسة Abidin و Bernanthos (2024) التي أكدت الأثر الإيجابي للتقنيات الرقمية على إنتاجية الشركات الصناعية الإندونيسية، ومع دراسة عبد الغني (2025) التي توصّلت إلى أن التحول الرقمي يعزز من إنتاجية العامل المصري. كما تنسجم مع دراستَي نصر الدين والإدريسي (2023) ونصر الدين والزهراني (2023) اللتين أكّدتا الدور الإيجابي للابتكار التكنولوجي في نمو القطاع الصناعي السعودي. في المقابل، أظهرت دراسة دردور وخوالدي (2022) أثرًا سلبيًا لمؤشرات الرقمنة في الأجل القصير على النمو الاقتصادي الجزائري، وإن أكّدت الأثر الإيجابي في الأجل الطويل، مما يدل على أن التباين في النتائج يعكس اختلاف السياق الاقتصادي ومرحلة النضج الرقمي لا تناقضًا جوهريًا.

جاء معامل الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI) موجبًا وبالغًا (0.637) وهو معنوي إحصائيًا عند مستوى دلالة 5%، مما يعني أن زيادة تدفقاته بوحدة واحدة تؤدي إلى تعزيز نمو القيمة المضافة للصناعات التحويلية بنحو (0.64) وحدة في الأجل الطويل. وهو ما ينسجم مع توجه المملكة نحو استقطاب الاستثمارات الأجنبية ذات الكثافة التقنية إلى القطاعات الإنتاجية. تتوافق هذه النتيجة مع دراسة ششة وآخرون (2023) المؤكدة على أن الاستثمارات الأجنبية وما يصاحبها من نقل للتكنولوجيا والمعرفة وأساليب الإدارة الحديثة يسهم في توسيع القاعدة الإنتاجية، ورفع جودة الإنتاج الصناعي في السعودية، ودراسة فرج (2016) التي أكدت وجود علاقة طردية بين الاستثمار الأجنبي المباشر ونمو القطاع الصناعي. ولم تُسجّل الدراسات المستعرضة نتائج مغايرة صريحة لهذا الأثر في السياقات المشابهة

كما بلغ معامل العمالة الصناعية (EM) (0.420) وهو معنوي إحصائيًا عند مستوى 5%، أي أن زيادة توظيف العمالة في القطاع الصناعي بوحدة واحدة تُسهم في نمو القيمة المضافة بنحو (0.42) وحدة في الأجل الطويل. جاءت هذه النتيجة متوافقة مع دراسة الششة وآخرون (2023) المُشيرة إلى أهمية التوسع في التوظيف القائم على المهارات التقنية والرقمية والكفاءة، في ضوء توجُّه المملكة إلى تنمية وتدريب وتأهيل الكوادر الوطنية. ومع دراسة Babasanya et al (2025) التي توصلت إلى أثر إيجابي ومعنوي لتفاعل العمالة الصناعية مع رأس المال البشري في الأجل الطويل. في المقابل، خالفت دراسة جمال(2020) هذه النتيجة، حيث فقد متغير العمالة الصناعية دلالته في السياق الماليزي مع تسجيله أثرا سلبيا في المدى القصير، وقد عُزيَ ذلك إلى ضعف توجيه الاستثمارات نحو الأنشطة عالية الإنتاجية، مما يؤكد أن جودة العمالة لا كميتها هي المحدد الفاصل.

يُعد معدل التضخم (INF) العامل الوحيد ذو الأثر السلبي المعنوي في الأجل الطويل، إذ بلغ معامله (-0.320) وهو معنوي عند مستوى دلالة 1%، مما يعني أن ارتفاع معدل التضخم بوحدة واحدة يؤدي إلى انخفاض القيمة المضافة للصناعات التحويلية بنحو (0.32) وحدة. وتتسق هذه النتيجة مع الأدبيات التي تشير إلى أن استمرار الضغوط التضخمية يرفع تكاليف الإنتاج، ويؤثر سلبا في الطلب الحقيقي والقوة الشرائية، كما يزيد من حالة عدم اليقين، مما يؤثر سلبا على نمو القطاع. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة Adabor و Osei-Gyebi (2025)التي أثبتت الأثر السلبي للتضخم في نمو قطاع التصنيع الغاني عبر جميع النماذج المعتمدة. في المقابل، خالفت دراسة Abdullahi وآخرون (2023) هذه النتيجة، إذ توصّلت إلى أن التضخم المعتدل يُعدّ أداةً تحفيزيةً لنمو الإنتاج التصنيعي في نيجيريا، كما أشارت دراسة Asmyatullinو Glavina (2025) إلى أثر إيجابي للتضخم المعتدل في مؤشرات التنمية المستدامة في دول الخليج. ويُفسَّر هذا التباين بأن الأثر يختلف تبعًا لمستوى التضخم ودرجة تطور النظام المالي والبنية الإنتاجية للقطاع في كل سياق اقتصادي.

الجدول (6): نتائج تقدير النموذج الخطي بطريقة (ARDL) في الأجل الطويل

Variables	Coefficient	Standard Deviation	t-statistics	p-value
C	1.315013	4.290651	0.306483	0.7637
DTI	1.237938	0.185750	6.664526	0.0000***
FDI	0.636848	0.294077	2.165579	0.0481**
EM	0.420180	0.184885	2.272650	0.0393**
INF	-0.320057	0.086484	-3.700771	0.0024***
adj R^2=0.941600| R2=0.972747| DW=1.879814| F=31.23130 .Prob (F-statistics) =0.000000)				
Note: *, ** and *** indicate significance at * 10%, ** at 5% and *** at 1% respectively.				

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

وتُشير إحصاءات جودة التوفيق إلى أن النموذج يتمتع بقدرة تفسيرية مرتفعة جدًا؛ إذ بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) نحو (0.973)، مما يعني أن المتغيرات المستقلة المُدرجة في النموذج تُفسر ما يقارب 97.3% من التباين الكلي في القيمة المضافة للقطاع خلال فترة الدراسة. وبعد تصحيح أثر درجات الحرية، بلغ معامل التحديد المُعدَّل (Adj. R^2) نحو (0.942)، وهو ما يُؤكد متانة النموذج وعدم إفراطه في التخصيص رغم محدودية حجم العينة. كما بلغت قيمة إحصائية فيشر الكلية (F = 31.23) بمستوى دلالة (000.0)، مما يُثبت المعنوية الإجمالية للنموذج وصلاحيته في تفسير العلاقة بين المتغيرات. وتقع قيمة إحصائية دربن-واتسون (DW = 1.88) ضمن النطاق المقبول المحيط بالقيمة (2)، مما يُشير إلى غياب مشكلة الارتباط الذاتي بين البواقي، ويُعزز الثقة في سلامة التقديرات المستخلصة

وتُظهر نتائج الجدول رقم (7) تقدير معاملات الأجل القصير للنموذج، حيث تشير معنوية الإبطاءات للمتغير التابع (VA) إلى وجود استمرارية وديناميكية في سلوك المتغير في المدى القصير. وعلى صعيد المتغيرات المستقلة، أظهر مؤشر التحول الرقمي (DTI) أثرًا سلبيًا في الفترتين الأولى والثانية، إذ بلغت معاملاته (-1.337) و(-3.660) عند مستويات دلالة 5% و1% على التوالي، قبل أن يعود الأثر إيجابيًا في الفترة الثالثة بمعامل (+1.335) عند مستوى دلالة 5%. وتُجسّد هذه الديناميكية نمط منحنى (J-curve Effect) J في أدبيات تبني التكنولوجيا (Brynjolfsson et al., 2021)؛ إذ تستلزم المراحل الأولى من الرقمنة ضخّ استثمارات رأسمالية ضخمة وتحمّل تكاليف إعادة الهيكلة التنظيمية وتدريب الكوادر البشرية، قبل أن تبدأ مرحلة جني مكاسب الكفاءة والإنتاجية الناتجة عن الرقمنة في عكس التأثير السلبي. فبمجرد اكتمال دورة التكيف المؤسسي؛ تُسهم التقنيات الرقمية في رفع الكفاءة التشغيلية، وتحسين بيئة الأعمال، وتعزيز التنويع الاقتصادي. وهو ما يتماشى تمامًا مع مستهدفات "رؤية السعودية 2030" التي اتخذت من التحول الرقمي محركًا رئيسًا للنمو الصناعي المستدام، وما تُجسّده نتائج سرعة تعافي القطاع عقب جائحة كورونا بنمو بلغ 12.84% عام 2021. وتنسجم هذه النتيجة مع دراسة دردور وخوالدي (2022) التي أكدت وجود أثر سلبي للرقمنة على النمو الاقتصادي في المدى القصير يتبعه أثر إيجابي في المدى الطويل. أما الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI) والعمالة الصناعية (EM)فلم يُظهرا أثرًا معنويًا مباشرًا في الأجل القصير، وإن أظهرت العمالة المتأخرة بفترة واحدة (-1)EM أثرًا سلبيًا معنويًا (-0.419) عند مستوى دلالة 5%، ويُفسَّر ذلك بأن تكاليف التدريب وإعادة التأهيل المصاحبة للتحول الرقمي تُثقل الإنتاجية في المدى القصير قبل أن تنعكس آثار البرامج التنموية على أداء العمالة الصناعية ، وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة جمال(2020). وفيما يخص التضخم(INF) ، فقد أظهر أثرًا سلبيًا معنويًا في الفترة الآنية (-0.284) عند مستوى 1%، ثم تحوّل إلى أثر إيجابي في الفترتين اللاحقتين (+0.137 و+0.149) عند مستوى 1%، مما يفيد بأن الضغوط التضخمية المفاجئة تزيد من تكاليف مدخلات الإنتاج وتخلق حالة من عدم اليقين تضر بالاستثمار الصناعي (Bernanke, 1983). ومع تكيف المنشآت وتمرير التكاليف للمستهلكين قد يشكل التضخم المعتدل حافزًا لزيادة الإنتاج، إذ يُحفز المنشآت على رفع طاقتها الإنتاجية استباقًا لارتفاع الأسعار وفقا لأثر Mundell-Tobin (Mundell, 1963; Tobin, 1965)، وهو ما يتسق مع دراسة Abdullahi et al. (2023). في حين يختلف مع دراسة Adabor and Osei-Gyebi (2025) التي وجدت أثرًا سلبيًا ومعنويًا للتضخم في نمو قطاع التصنيع في غانا، وهو ما قد يُعزى إلى اختلاف السياق الاقتصادي والمؤسسي بين الدراستين.

علاوة على ذلك، أظهر القطاع في المملكة العربية السعودية تكيفًا ديناميكيًا ملحوظًا مع الاختلالات قصيرة الأجل الناتجة عن تغيرات المتغيرات المستقلة، مع وجود آلية تصحيح فاعلة تُعيد القطاع إلى مساره التوازني طويل الأجل. وقد جاء معامل تصحيح الخطأ (CointEq-) سالبًا ومعنويًا إحصائيًا عند مستوى دلالة 1%، إذ بلغت قيمته (-0.757677)، مما يدل على أنَّ ما يقارب 75.77% من الاختلالات عن العلاقة التوازنية يُصحَّح خلال سنة واحدة، وهو معدل تصحيح مرتفع نسبيًا يعكس مرونةً هيكليةً لافتة في القطاع.

ويمكن إرجاع هذه السرعة التصحيحية المرتفعة إلى جملة من العوامل الاقتصادية؛ أبرزها: الدور التوجيهي الفاعل للسياسة الصناعية الحكومية في تعديل مسار القطاع عبر الحوافز والدعم المباشر، وتنامي مرونة سلاسل الإمداد المحلية في إطار برامج التوطين الصناعي ضمن رؤية 2030 (Alquraish et al., 2025)، فضلًا عن الأثر التراكمي للتحول الرقمي في تحسين سرعة استجابة المنشآت للصدمات الاقتصادية من خلال أتمتة العمليات وتحسين كفاءة تخصيص الموارد (Zhang et al., 2024; Jiang and Li, 2024) . وفي هذا الإطار، أكد شومبيتر(1942) وفق مفهوم 'التدمير الخلاق' أن القطاعات ذات الكثافة التكنولوجية تتجاوز الاختلالات الهيكلية بسرعة فائقة مقارنةً بالقطاعات التقليدية، وهو ما يتسق مع المسار التحولي الذي يشهده القطاع التحويلي السعودي في ظل تسارع تبني التقنيات الرقمية.

الجدول (7): نتائج النموذج الخطي بطريقة (ARDL) في الأجل القصير

Variables	Coefficient	Standard Deviation	t-statistics	p-value
D (VA (-1)	0.896901	0.172936	5.186326	0.0001***
D (VA (-2)	0.342674	0.185845	1.843873	0.0865**
DTI	-1.336884	0.599411	-2.230330	0.0426**
DTI (-1)	-3.660159	0.841716	-4.348451	0.0007***
DTI (-2)	1.334873	0.494008	2.702131	0.0172**

Variables	Coefficient	Standard Deviation	t-statistics	p-value
FDI	0.041227	0.079774	0.516792	0.6134
EM	-0.034467	0.129720	-0.265705	0.7943
EM (-1)	-0.418549	0.144610	-2.894325	0.0118**
INF	-0.284336	0.044633	-6.370474	0.0000***
INF (-1)	0.137312	0.044676	3.073544	0.0083***
INF (-2)	0.149410	0.042303	3.531887	0.0033***
CointEq(-1)*	-0.757677	0.137661	-5.503947	0.0001***
R^2=0.773667| adj R^2=0.642632| DW= 1.879814				
Note: *, ** and *** indicate significance at * 10%, ** at 5% and *** at 1% respectively.				

المصدر: مخرجات برنامجEviews12

كما تشير نتيجة تصحيح الخطأ إلى وجود علاقة سببية طويلة الأجل تمتد من المتغيرات المفسرة نحو المتغير التابع. وعلى صعيد العلاقات السببية في الأجل القصير، كشفت نتائج اختبار Granger Causality ضمن نموذج VAR عن جملة من الارتباطات السببية الدالة أحادية الاتجاه، كما هو مُوضَّح في الجدول رقم (8) . بينت النتائج وجود علاقة سببية من العمالة الصناعية نحو مؤشر التحول الرقمي، مما يوضح أن تراكم الكوادر البشرية الصناعية المؤهلة يُمثّل شرطًا مسبقًا لتسريع وتيرة التحول الرقمي في القطاع، وهو ما يتوافق مع النظرية الاقتصادية التي تُؤكد أن رأس المال البشري يُعدّ محركًا رئيسًا لتبني التكنولوجيا .(Romer, 1986) كما ظهرت علاقة سببية من مؤشر التحول الرقمي نحو التضخم، ويُفسَّر ذلك بأن تبني التقنيات الرقمية في مراحله الأولى قد يُفضي إلى ارتفاع التكاليف التشغيلية والاستثمارية للمنشآت الصناعية، مما ينعكس على مستوى الأسعار في المدى القصير قبل أن تبدأ مكاسب الكفاءة في خفض هذه التكاليف على المدى البعيد. وأظهرت النتائج كذلك علاقة سببية من مؤشر التحول الرقمي نحو المتغير التابع، وإن كانت ذات معنوية إحصائية محدودة عند مستوى دلالة 10%، وهو ما يُعزز فرضية أن أثر التحول الرقمي على النمو الصناعي لا يتجلى بصورة فورية، بل يستلزم أفقًا زمنيًا كافيًا حتى تتراكم مكاسب الإنتاجية وتُترجَم إلى تقدم ملموس في القيمة المضافة، وهو ما يتسق مع فرضية منحنى J التي أُشير إليها سابقًا. وهذا يُفسّر جزئيًا الأثر السلبي المُسجل للتحول الرقمي في الأجل القصير؛ إذ تعمل قناة التضخم كوسيط ناقل لهذا الأثر المؤقت.

جدول (8) : نتائج اختبار السببية بين المتغيرات باستخدام اختبارGranger Causality

العلاقة السببية	p-value	النتيجة
EM ⟶ DTI	0.0280	سببية أحادية الاتجاه
DTI ⟶ INF	0.0465	سببية أحادية الاتجاه
DTI ⟶ VA	0.0840	سببية ضعيفة

المصدر: مخرجات برنامجEviews12

وتجدر الإشارة إلى أن غياب السببية العكسية من المتغير التابع (VA) نحو مؤشر التحول الرقمي (DTI) في الأجل القصير يُشير إلى أن التحول الرقمي في القطاع الصناعي السعودي يُمثّل في مرحلته الراهنة متغيرًا خارجيًا نسبيًا تقوده السياسات الحكومية والاستثمارات المُوجَّهة لا الأداء الصناعي الآني، وهو ما يتوافق مع طبيعة التحول الرقمي في الاقتصادات الناشئة التي تعتمد على دفع الدولة (Government-Push) في مراحله الأولى(Ndulu et al., 2023). كما لم تُظهر النتائج علاقات سببية معنوية لبقية المتغيرات في الأجل القصير مما يؤكد أن التفاعلات الديناميكية الفاعلة بين متغيرات النموذج تتركز أساسًا في الأجل الطويل.

3-4-3 التحقق من استقرار النموذج

للتأكد من جودة النموذج وخلوّه من مشكلات القياس التي قد تؤثر في صحة نتائج التقدير -لا سيما مشكلة الإفراط في التخصيص في ظل محدودية حجم العينة البالغ (34) مشاهدة- أُجريت مجموعة من الاختبارات التشخيصية، كما وردت في الجدول رقم(9) .

أولًا: أظهرت نتائج اختبار Jarque-Bera (الملحق رقم 5) أن الأخطاء العشوائية تتبع التوزيع الطبيعي[8]، ثانيًا: بيّنت نتائج اختبار Breusch-Godfreyللارتباط التسلسلي (الملحق رقم 6) عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي بين الأخطاء[9].

(8) حيث إنَّ القيمة الاحتمالية (708451.0) > 0.05 (5%) ، وهذا عدم رفض فرضية العدم (H0)، مما يبين أن الأخطاء العشوائية تتبع التوزيع الطبيعي.

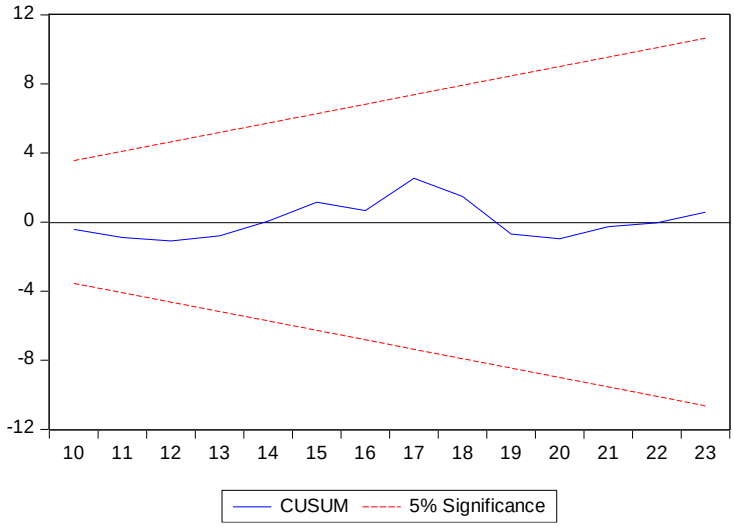
(9) حيث إنَّ القيمة الاحتمالية (Prob F) (9679.0) > 0.05 (5%) ، وهذا يفيد قبول فرضية العدم (H0)، أي إنَّه لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء العشوائية.

ثالثًا: أوضحت نتائج اختبار Breusch-Pagan-Godfrey (الملحق رقم 7) ثبات تباين حدود الخطأ العشوائي[10] وخلو النموذج من مشكلة عدم تجانس التباين(Heteroscedasticity) ، وأخيرًا: أكّد اختبارا الاستقرار الهيكلي CUSUM و CUSUMSQ استقرار معاملات النموذج عبر الزمن، إذ تقع إحصاءاتهما ضمن نطاق الحدود الحرجة عند مستوى دلالة 5%، مما يفسر غياب أي تحول هيكلي مفاجئ في العلاقة بين متغيرات النموذج خلال فترة الدراسة، كما هو موضح في الشكلين رقم (3 و4).

الجدول (9): اختبارات صحة النموذج

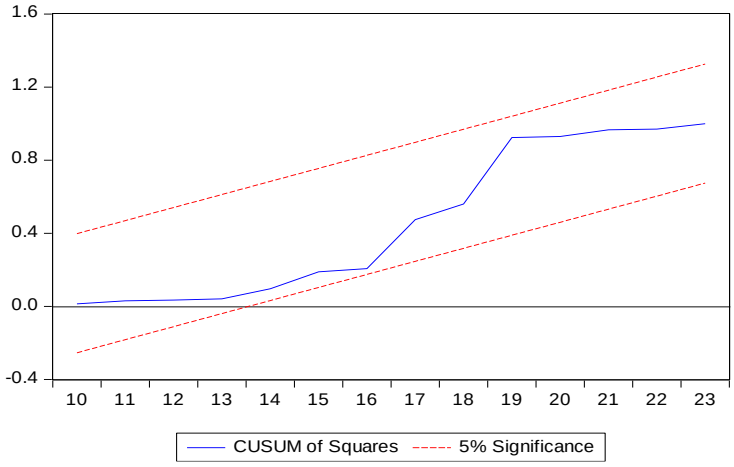
الاختبار	Prob F	Test-statistics
Jarque-Bera	0.708451	0.689349
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM	0.9679	0.032723
Test Breusch-Pagan-Godfrey	0.8659	0.561716

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12



الشكل رقم (3): التمثيل البياني للاختبار CUSUM

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12



الشكل رقم (4): التمثيل البياني للاختبار CUSUM of Squares

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

(10) حيث إنَّ القيمة الاحتمالية (Prob F (0.8659 > 0.05 (5%) ، وهذا يفيد قبول فرضية العدم (H0)، أي إنَّ البواقي لا تعاني من مشكلة اختلاف التباين.

1-3-4-3 التحقق من الاستقرار الهيكلي للنموذج باستخدام المتغيرات الوهمية

أولًا: اختيار رتبة النموذج.

وظفت الدراسة معيار أكايكي للمعلومات (Akaike Information Criterion - AIC) لتحديد الرتبة المثلى للنموذج الموسع، وأسفر البحث عن النموذج الأمثل ARDL(2, 2, 1, 2, 1)، أي: فجوتان زمنيتان للمتغير التابع(VA) ومؤشر التحول الرقمي(DTI) ، وفجوة واحدة للاستثمار الأجنبي المباشر(FDI) ، وفجوتان للعمالة الصناعية(EM) ، وفجوة واحدة لمعدل التضخم(INF) .

ثانيًا: نتائج النموذج الموسَّع بالمتغيرات الوهمية.

للتحقق التجريبي المباشر من أثر الصدمات الاقتصادية الكبرى على استقرار النموذج، أُضيف إليه متغيران وهميان: الأول (DUM2020)يأخذ القيمة (1) عام 2020 لالتقاط الأثر المحتمل لجائحة كوفيد-19، والثاني (DUM2014) يأخذ القيمة (1) عام 2014 لالتقاط الأثر المحتمل لصدمة أسعار النفط، والقيمة (0) في سائر السنوات. وقد أُعيد تقدير النموذج بإدراج هذين المتغيرين كمتغيرات خارجية(Exogenous Variables) ، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدول رقم (10).

الجدول (10): نتائج تقدير نموذج ARDL(2, 2, 1, 2, 1) الموسَّع بالمتغيرات الوهمية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
C	1.1408	4.2455	0.2687	0.7914
VA (−1)	1.0766	0.1908	5.6415	0.0000***
VA (−2)	−0.5350	0.2208	−2.4230	0.0268**
DTI	0.0407	1.0546	0.0386	0.9696
DTI (−1)	−2.0724	1.3260	−1.5629	0.1365
DTI (−2)	2.5629	0.9643	2.6577	0.0166**
FDI	−0.0157	0.1424	−0.1104	0.9134
FDI (−1)	0.2697	0.1428	1.8880	0.0762*
EM	0.0179	0.2016	0.0890	0.9301
EM (−1)	−0.2980	0.3929	−0.7585	0.4585
EM (−2)	0.4503	0.3149	1.4301	0.1708
INF	−0.1909	0.0557	−3.4290	0.0032***
INF (−1)	0.1291	0.0542	2.3821	0.0292**
DUM2020	0.4102	0.7868	0.5213	0.6089
DUM2014	−0.0832	0.6339	−0.1312	0.8971
عدد المشاهدات = 32 | R^2=0.9577 | R^2 adj=0.9229 | F=27.50 (p < 0.0001)				
Note: *, ** and *** indicate significance at * 10%, ** at 5% and *** at 1% respectively.				

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

يتمتع النموذج الموسَّع بقدرة تفسيرية مرتفعة جدًا، إذ يُفسّر ما نسبته 95.77% من التباين الكلي في القيمة المضافة للصناعات التحويلية، وبعد تصحيح أثر درجات الحرية يبلغ معامل التحديد المعدَّل 92.29%، مما يُؤكد متانة النموذج وعدم إفراطه في التخصيص رغم محدودية حجم العينة. وتُثبت إحصائية فيشر الكلية (F = 27.50، p < 0.0001) المعنوية الإجمالية للنموذج وصلاحيته في تفسير العلاقة بين المتغيرات. أما المتغيران الوهميان DUM2020 و DUM2014 فقد جاءا غير معنويَّين إحصائيًا، وهو ما سيُناقَش تفصيلًا في الجدول (13).

ثالثًا: المعاملات طويلة الأجل ومعامل تصحيح الخطأ

الجدول (11): المعاملات طويلة الأجل المستخلصة من نموذج تصحيح الخطأ (ECM)

Variable	Long-run Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
DTI	1.1589	0.2570	4.5100	0.0003***
FDI	0.5541	0.4718	1.1742	0.2565
EM	0.3713	0.3724	0.9969	0.3328
INF	−0.1348	0.1114	−1.2097	0.2430

Variable	Long-run Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
Error Correction Term (ECT)	−0.4584	0.1903	−2.4084	0.0277**
Note: *, ** and *** indicate significance at * 10%, ** at 5% and *** at 1% respectively.				

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

تُؤكد المعاملات طويلة الأجل الأثر الإيجابي والمعنوي لمؤشر التحول الرقمي على نمو القطاع المعني، إذ تُفضي زيادة المؤشر بوحدة واحدة إلى ارتفاع القيمة المضافة بنحو (1.159) وحدة في الأجل الطويل عند مستوى دلالة 1%، وهو ما يتسق مع نظرية النمو الداخلي ومع النتائج الأصلية للنموذج. كما يتجلى الأثر الإيجابي لكل من الاستثمار الأجنبي المباشر والعمالة الصناعية بمعاملَي (0.554) و(0.371) على التوالي، في مقابل الأثر السلبي لمعدل التضخم (−0.135) الذي يرفع تكاليف المدخلات الإنتاجية، غير أن هذه المتغيرات الثلاثة لم تبلغ عتبة المعنوية الإحصائية في النموذج الموسَّع بالمتغيرات الوهمية، وهو أمر متوقع نظرًا لامتصاص المتغيرين الوهميين جزءًا من التباين. أما معامل تصحيح الخطأ (ECT = −0.4584) فقد جاء سالبًا ومعنويًا إحصائيًا عند مستوى دلالة (p = 0.028) 5%، مما يُؤكد وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغيرات النموذج، ويُشير إلى أن ما يقارب 45.8% من الاختلالات قصيرة الأجل تُصحَّح سنويًا، مما يعكس مرونة هيكلية ملحوظة في القطاع السعودي وقدرته على العودة إلى مساره التوازني طويل الأجل.

رابعًا: اختبارات التشخيص للنموذج الموسَّع

الجدول (12): اختبارات صحة النموذج الموسَّع بالمتغيرات الوهمية

الاختبار	Test-statistic	Prob F	النتيجة
Normality (Jarque-Bera)	1.0130	0.6026	بواقٍ طبيعية التوزيع
Serial Correlation (Breusch-Godfrey LM)	2.0415	0.3603	لا ارتباط ذاتي
Heteroscedasticity (Breusch-Pagan)	16.0264	0.3118	تباين متجانس
Functional Form (RESET)	4.2871	0.0549	توصيف صحيح

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

تُشير نتائج الاختبارات التشخيصية الأربعة إلى سلامة النموذج الموسَّع من الناحية الإحصائية؛ إذ تُؤكد قيمة احتمالية Jarque-Bera (0.603) أن بواقي النموذج تتبع التوزيع الطبيعي، وهو شرط أساسي لصحة الاستدلال الإحصائي. كما تُثبت قيمة احتمالية اختبار Breusch-Godfrey (0.360) غياب مشكلة الارتباط الذاتي بين الأخطاء، في حين تُؤكد قيمة احتمالية اختبار Breusch-Pagan (0.312) تجانس تباين البواقي. وتُشير قيمة احتمالية اختبار RESET (0.055) إلى صحة التوصيف الوظيفي للنموذج عند مستوى دلالة 5%. وتجتمع هذه النتائج لتُؤكد أن إضافة المتغيرين الوهميين لم تُخلّ بالخصائص الإحصائية للنموذج، وأن تقديراته موثوقة وصالحة للاستدلال الاقتصادي.

خامسًا: نتائج اختبار المتغيرات الوهمية للانكسار الهيكلي

الجدول (13): نتيجة اختبار المتغيرات الوهمية للصدمات الاقتصادية الكبرى

Dummy Variable	Economic Event	Coefficient	t-Statistic	Prob	Statistical Significance
DUM2020	COVID-19 Pandemic (2020)	+0.4102	0.5213	0.6089	Not Significant
DUM2014	Oil Price Shock (2014)	−0.0832	−0.1312	0.8971	Not Significant

المصدر: مخرجات برنامج Eviews12

جاء كلا المتغيرين الوهميين غير معنويَّين إحصائيًا عند مستوى الدلالة 10%، إذ بلغت القيمة الاحتمالية لـ DUM2020 نحو (0.609) ولـ DUM2014 نحو (0.897)، وهما قيمتان تفوقان بفارق كبير عتبة المعنوية المعتمدة. ويُفيد هذا بأن جائحة كوفيد-19 عام 2020 وصدمة أسعار النفط عام 2014 لم تُحدثا انكسارًا هيكليًا جوهريًا في معاملات النموذج، وأن العلاقة البنيوية بين متغيرات الدراسة ظلت مستقرة على مدار فترة التقدير كاملة. وتتسق هذه النتيجة إتساقًا تامًا مع ما أظهره اختبارا CUSUM و CUSUMSQ من استقرار هيكلي للنموذج الأصلي، مما يُعزز الثقة في متانة التقديرات ويُثبت أن الاستنتاجات المستخلصة لا تتأثر بالصدمات الاقتصادية الكبرى التي شهدتها فترة الدراسة.

وأخيرا، تجتمع نتائج الاختبارات التشخيصية ونتائج المتغيرات الوهمية معًا لتُؤكد أن النموذج المقدَّر يستوفي جميع الشروط المنهجية المطلوبة، وأن تقديراته موثوقة وغير متحيزة وصالحة للاستدلال الإحصائي والاقتصادي.

4- الخلاصة

هدفت الدراسة إلى قياس أثر التحول الرقمي على نمو قطاع الصناعات التحويلية في السعودية (1990–2023)، باستخدام المنهجين الوصفي والقياسي (نموذج ARDL). ولتحقيق ذلك، بُني مؤشر مركب للتحول الرقمي عبر تحليل المكونات الرئيسية (PCA) يشمل: البنية التحتية، ورأس المال البشري، والابتكار. وأثبتت اختبارات المتانة (CUSUM وCUSUMSQ) استقرار النموذج وصلاحيته إحصائيًا.

أظهرت نتائج اختبار الحدود وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين نمو القطاع وكل من مؤشر التحوُّل الرقمي المركب والاستثمار الأجنبي المباشر والعمالة الصناعية ومعدل التضخم. فقد تبيّن أن التحول الرقمي هو المحفز الأبرز لنمو القطاع في الأجل الطويل؛ إذ تؤدي زيادة المؤشر بوحدة واحدة إلى ارتفاع القيمة المضافة للصناعات التحويلية بمقدار (1.24) وحدة عند مستوى دلالة 1%، وهو ما يتسق مع نظرية النمو الداخلي. كما ثبت الأثر الإيجابي والمعنوي لكل من الاستثمار الأجنبي المباشر والعمالة الصناعية في دعم القاعدة الإنتاجية، بينما شكّل التضخم عاملًا مُقيِّدًا لنمو القطاع لزيادته تكاليف المدخلات.

أما في الأجل القصير، فقد أظهر التحول الرقمي أثرًا سلبيًا مؤقتًا يُفسر وفق "فرضية منحنى J" نتيجة التكاليف الاستثمارية وإعادة الهيكلة، قبل تحولها لمكاسب طويلة الأجل. وبالمثل، ظهر أثر سلبي مؤقت للعمالة الصناعية بسبب الوقت والتكلفة اللازمين للتدريب والتأقلم التقني، في حين أظهر التضخم أثرًا متباينًا، إذ جاء سلبا في الفترة الآنية وموجبا في فترتي الإبطاء اللاحقتين.

أخيرًا، بلغ معامل تصحيح الخطأ (-0.757)، مما يؤكد أن نحو 76% من الاختلالات قصيرة الأجل تُصحح سنويًا. وتعكس هذه السرعة التصحيحية العالية مرونة القطاع السعودي وقدرته على العودة لمساره التوازني، بفضل فاعلية السياسات الحكومية، وبرامج التوطين ضمن رؤية 2030، والأثر التراكمي للرقمنة في تحسين الاستجابة للصدمات.

وتجدر الإشارة إلى أن بعض نتائج هذه الدراسة تتباين مع ما توصلت إليه دراسات في سياقات اقتصادية مغايرة، ويمكن إرجاع هذا التباين إلى جملة من الخصائص الهيكلية المميزة للاقتصاد السعودي. فعلى صعيد الأثر السلبي للتضخم في الأجل الطويل، يختلف هذا مع دراسات أكدت أن التضخم المعتدل قد يكون محفزًا للإنتاج كدراسة Abdullahi et al. (2023) في السياق النيجيري؛ ويُعزى هذا التباين إلى أن الاقتصاد السعودي يعتمد اعتمادًا كبيرًا على المدخلات المستوردة في قطاعه التحويلي، مما يجعله أكثر حساسيةً لتأثيرات التضخم في تكاليف الإنتاج مقارنةً بالاقتصادات ذات القاعدة الإنتاجية المحلية الأوسع. أما الأثر السلبي المؤقت للتحول الرقمي في الأجل القصير -الذي يتعارض مع بعض الدراسات التي رصدت أثرًا إيجابيًا فوريًا- فيُفسَّر في ضوء أن المملكة العربية السعودية لا تزال في مراحل التحول الهيكلي نحو اقتصاد المعرفة، وهي مرحلة تستلزم ضخ استثمارات رأسمالية ضخمة في البنية التحتية الرقمية وإعادة تأهيل الكوادر البشرية قبل أن تتجلى مكاسب الإنتاجية، وهو ما يتسق مع نمط منحنى J في أدبيات تبني التكنولوجيا (Brynjolfsson et al., 2021). وتُجسّد هذه الاستنتاجات مجتمعةً أهمية مراعاة السياق الاقتصادي والمؤسسي عند تفسير نتائج الدراسات القياسية، وتُؤكد أن خصوصية الاقتصادات الريعية الساعية إلى التنويع تستدعي أطرًا تحليلية تأخذ بعين الاعتبار طبيعة المرحلة التَّحولية وتحديات التكيف الهيكلي.

5- التوصيات:

في ضوء النتائج المستخلصة، تُقدّم هذه الدراسة جملةً من التوصيات السياساتية والبحثية:

أولًا: التوصيات السياساتية.

1. تبنّي سياسات صناعية رقمية متكاملة تدعم أبعاد التحول الرقمي الثلاثة (البنية التحتية، ورأس المال البشري، والابتكار) بصورة متوازنة ومتزامنة.
2. استقطاب الاستثمارات الأجنبية المباشرة ذات الكثافة التكنولوجية، وتعزيز الشراكات البحثية مع الجامعات والمنشآت المحلية لتوطين المعرفة ونقل التكنولوجيا.
3. مواءمة مخرجات التعليم والتدريب التقني مع متطلبات التحول الرقمي الصناعي، والاستثمار في تأهيل الكوادر البشرية الرقمية.
4. تعزيز استقرار البيئة الاقتصادية والحدّ من التضخم للتخفيف من أثره السلبي على تكاليف المدخلات الصناعية في الأجل الطويل.

ثانيًا: التوصيات البحثية.

1. دراسة أثر التحول الرقمي على مستوى المنشآت الصغيرة والمتوسطة لتحديد أثر الفجوة الرقمية على النتائج الكلية للقطاع.
2. إجراء دراسات مستقبلية تُدمج مؤشرات الحكومة الرقمية -كمؤشر الحكومة الإلكترونية للأمم المتحدة (UN EGDI) ومؤشر تطوير الحكومة الرقمية -(DGA) في بناء مؤشر مركب أكثر شمولًا.
3. إجراء دراسات مقارنة بين المملكة والاقتصاديات النفطية المشابهة لتحليل أثر تباين السياسات الوطنية.

4. إجراء دراسات نوعية (مقابلات ودراسات حالة) للمنشآت الرائدة في التحول الرقمي لاستخلاص العوامل الحرجة للنجاح القابلة للتعميم.

6- قيود الدراسة:

واجهت هذه الدراسة بعض القيود المنهجية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تفسير النتائج. أولًا، نظرًا لندرة البيانات التفصيلية المتاحة حول مستويات التبني الرقمي داخل المنشآت الصناعية الفردية، اعتمدت الدراسة على مؤشرات كلية لبناء المؤشر المركب للتحول الرقمي (PCA)، مما قد لا يعكس بدقة التفاوتات الدقيقة في الجاهزية الرقمية بين المنشآت الكبيرة والصغيرة، أو جميع تغيرات التحول الرقمي عبر الزمن. ثانيًا، اقتصر المؤشر المركب على أبعاد البنية التحتية، ورأس المال البشري، والابتكار التكنولوجي، دون تضمين بُعد " الخدمات الحكومية الرقمية" لعدم توفر سلاسل زمنية متسقة له طوال فترة الدراسة. ثالثًا، تختص هذه النتائج بالسياق السعودي وتعكس الظروف الاقتصادية والتنموية والمؤسسية في المملكة العربية السعودية خلال فترة الدراسة. وأخيرًا، إن محدودية عدد المشاهدات نسبيًا قد تؤثر في قوة بعض الاختبارات التشخيصية مثل اختبارJarque-Bera . ولذا توصي الدراسة الأبحاث المستقبلية بتطبيق دراسات جزئية (Micro-level) على مستوى المنشآت لاختبار الفجوة الرقمية بصورة أكثر تفصيلًا. وفيما يتعلق بمسألة الانكسار الهيكلي، فقد أكدت الاختبارات التجريبية المُجراة -سواء من خلال اختباري CUSUM وCUSUMSQ، أو من خلال اختبار المتغيرات الوهمية للصدمتين الرئيسيتين (2014 و2020)- أن معاملات النموذج تتسم بالاستقرار طوال فترة الدراسة، ولم يُسجَّل أي انكسار هيكلي جوهري في البيانات، مما يُعزز موثوقية النتائج المستخلصة..

الإفصاحات:

تعارض المصالح: تُقرّ الباحثة بعدم وجود أي تعارض في المصالح المالية أو المهنية قد يؤثر في نتائج هذه الدراسة أو تفسيرها.

مصادر التمويل: لم تتلقَّ هذه الدراسة أي دعم مالي من جهات حكومية أو خاصة أو غير ربحية.

إتاحة البيانات: البيانات المستخدمة في هذه الدراسة مستقاة من المصادر الرسمية المشار إليها في متن البحث، ويمكن توفيرها من قِبَل الباحثة عند الطلب لأغراض علمية وبحثية.

مساهمة الباحثة: تولّت الباحثة بمفردها جميع مراحل إعداد هذا البحث، شاملةً: تصميم الدراسة، وجمع البيانات، وإجراء التحليل القياسي، وتفسير النتائج، وكتابة المخطوط النهائي.

المراجع

أولًا: المراجع العربية

- البار، ع. م .(2018). *التحول الرقمي: كيف ولماذا* .جامعة الملك عبد العزيز.المملكة العربية السعودية
- برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية. (2022). التقرير السنوي 2022. https://www.vision2030.gov.sa/media/a0ya5pny/ndlp-report-2022-ar.pdf
- برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية. (2024). *التقرير السنوي 2024*. https://www.vision2030.gov.sa/media/zwibv1jr/nidlp_annual_report-2024_-ar.pdf
- البنك الدولي .(2024) .*القيمة المضافة للصناعات التحويلية كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي: المملكة العربية السعودية* .تم الاطلاع في 25 مارس 2026، من https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?locations=SA
- البنك الدولي .(2025) .*مؤشرات التعليم والالتحاق المدرسي: المملكة العربية السعودية* .تم الاطلاع في 25 مارس 2026، من https://data.worldbank.org
- البنك المركزي السعودي (ساما) .(2009) .*التقرير السنوي الخامس والأربعون*https://www.sama.gov.sa .
- البنك المركزي السعودي (ساما) .(2010) .*التقرير السنوي السادس والأربعون*https://www.sama.gov.sa .
- البنك المركزي السعودي (ساما) .(2023) .*التقرير السنوي التاسع والخمسون*https://www.sama.gov.sa .
- البنك المركزي السعودي (ساما) .(2025) .*المدفوعات الإلكترونية تمثل 79% من إجمالي مدفوعات التجزئة في عام 2024* .تم الاطلاع في 25 يناير 2026، من https://www.sama.gov.sa/en-US/News/Pages/news-1083.aspx
- بوسالم، و.، وبن جدو، س. (2024). أثر التحول الرقمي على نمو الناتج الداخلي الخام في عينة من البلدان المتقدمة خلال الفترة 2000–2021. *مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، 8*(2)، 128–145.
- تنيو، ك. (2024). دور التقنيات الرقمية في الانتقال إلى الثورة الصناعية الرابعة: دراسة حالة الجزائر. *مجلة دراسات في الاقتصاد وإدارة الأعمال، 7*(1)، 21–40.

- جمال، د. (2020). دراسة قياسية لمحددات نمو القطاع الصناعي في ماليزيا خلال الفترة 1990–2017. *مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية، 4*(2)، 177–192.
- دردور، أ.، وخوالدي، س. (2022). أثر تكنولوجيا المعلومات والاتصال على النمو الاقتصادي: دراسة قياسية للجزائر خلال الفترة 1990–2020. *مجلة الاقتصاد والتنمية المستدامة، 5*(1)، 209–227.
- رؤية السعودية 2030 .(2016). *رؤية السعودية 2030*. تم الاطلاع في 22 فبراير 2026، من https://www.vision2030.gov.sa
- رؤية السعودية 2030. (د.ت.). *برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية*. تم الاطلاع في 22 فبراير 2026، من https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/programs/national-industrial-development-and-logistics-program
- ششه، ل. س.، نصر الدين، ف.، والهنلي، ن. (2023). أثر الاستثمار الأجنبي المباشر على نمو القطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية خلال الفترة 2000–2020. *مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، 7*(9)، 65–80.
- صندوق التنمية الصناعية السعودي .(2024). *السوق في دائرة الضوء: التحول الرقمي في قطاع التصنيع: نقلة نوعية للقطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية*. تم الاطلاع في 25 فبراير 2026، من https://www.sidf.gov.sa/-/media/PDFs/Industrial-Reports/ZSIDF-2-0022-Market-In-Focus-Reports_DMS_Ver05.pdf
- عبد الغني، ع. أ.، أبو زيد، أ. ص.، مطاوع، أ. ع.، وريهام. (2025). هل يعزز التحول الرقمي إنتاجية العامل؟ رؤى من القطاع الصناعي في مصر. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 16*(2)، 48–84.
- فرج، ع. (2016). دور الاستثمار الأجنبي المباشر في تنمية القطاع الصناعي في ليبيا. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 7*(1)، 743–770.
- المجالي، د. ن.، والمجالي، أ. ع. (2024). أثر الاقتصاد الرقمي على النشاط الاقتصادي في الدول العربية. *مجلة الدراسات الاقتصادية، 16*(10)، 33–52.
- المصدر، هـ. إ.، ونصر الله، ع. أ. (2020). دور التحول الرقمي في تحسين الخدمات الحكومية في فلسطين. في *المؤتمر الدولي الأول في تكنولوجيا المعلومات والأعمال (ICITB2020)*. جامعة القدس المفتوحة.
- نصر الدين، ف.، والإدريسي، ث. (2023). الابتكار ودوره في التميز الصناعي وتطوير الخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية. *مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، 7*(7)، 1–19.
- نصر الدين، ف.، والزهراني، ر. (2023). أثر التطور التكنولوجي على نمو قطاع الصناعات التحويلية في المملكة العربية السعودية. *المجلة العربية للإدارة، 45*(3)، 131–146.
- هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية .(2023). *التقرير السنوي 2023*. https://drive.google.com/file/d/1M0gr9SXXQNjLNASNT991oDuRaUG55meV/view?usp=sharing
- هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية .(2025). *تقرير إنترنت السعودية 2024*. https://www.cst.gov.sa/en/media-center/news/N2025051200
- هيئة الحكومة الرقمية .(2023). *مؤشر نضج التجربة الرقمية للخدمات الحكومية في المملكة العربية السعودية*. تم الاطلاع في 15 فبراير 2026، من https://dga.gov.sa/ar/digital-experience-maturity-index-2023
- هيئة الحكومة الرقمية .(2024a). *التقرير السنوي لهيئة الحكومة الرقمية 2024*. https://dga.gov.sa/ar/digital-knowledge/DGA-Annual-Report-2024
- هيئة الحكومة الرقمية .(2024b). *المملكة العربية السعودية الرابعة عالميا في الخدمات الرقمية 2024*. تم الاطلاع في 24 يناير 2026، من https://dga.gov.sa/ar/news/Saudi-arabia-ranks-4th-in-digital-services
- الهيئة العامة للإحصاء .(2024). *إحصائيات الأعمال الهيكلية: الأنشطة الصناعية*. تم الاطلاع في 29 فبراير 2026، من https://www.stats.gov.sa
- الهيئة العامة للإحصاء .(2025). *ارتفاع الإنفاق على البحث والتطوير بنسبة 30.4% في عام 2024*. تم الاطلاع في 20 فبراير 2026، من https://www.stats.gov.sa/w/news/117
- الهيئة العامة للمنشآت الصغيرة والمتوسطة (منشآت) .(2023). *ملف قطاع الصناعات التحويلية: أطلس الأعمال*. تم الاطلاع في 15 فبراير 2026، من https://atlas.monshaat.gov.sa/ar/profile/sector/manufacturing
- وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات.(2023). **الاقتصاد الرقمي في المملكة العربية السعودية: عصر جديد من النمو التقني**. تم الاطلاع في 25مارس 2026، من: https://www.mcit.gov.sa/en/news/saudi-arabia%E2%80%99s-digital-economy-new-era-tech-growth-innovation-and-global-impact-empowered-hrh

- وزارة الصناعة والثروة المعدنية. (2023). *الاستراتيجية الوطنية للصناعة*. https://www.mim.gov.sa .
- وزارة الصناعة والثروة المعدنية. (2024a). *التقرير السنوي 2024*. https://www.mim.gov.sa/ar/knowledge-legislation/regulations-reports .
- وزارة الصناعة والثروة المعدنية. (2024b). *إحصائيات متنوعة: عدد المصانع القائمة*. تم الاطلاع في 22 فبراير 2026، من https://www.sama.gov.sa/_layouts/15/SAMA.Internet.WCM/WebMethods.aspx/GetStatistcalById?id=17725&lang=ar
- وزارة الصناعة والثروة المعدنية. (2025). *مبادرة برنامج مصانع المستقبل*. تم الاطلاع في 25 مارس 2026، من https://www.mim.gov.sa/ar/initiatives-programs/industrial-sector-initiatives/future-factories-program-initiative

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

- Abdullahi, M. M., Abdullahi, S., & Saidu, M. (2023). Manufacturing output, bank credit, and inflation nexus: Evidence from Nigeria. *Dutse International Journal of Social and Economic Research, 9*(2), 91–102.
- Abidin, J. Z., & Bernanthos, B. (2024). Analysis of the impact of digital transformation on economic productivity in the manufacturing industry sector in Tangerang Regency. *Journal Markcount Finance, 2*(3), 309–321. https://doi.org/10.70177/jmf.v2i3.1639
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives, 33*(2), 3–30. https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3
- Adabor, O., & Osei-Gyebi, S. (2025). Growth of the manufacturing sector, financial inclusion and the moderating role of financial development in Ghana. *Journal of Financial Economic Policy, 17*(2), 243–266. https://doi.org/10.1108/JFEP-12-2023-0379
- Al-Hyari, K., Alawaqleh, M., & Al-Adwan, A. S. (2024). Digital transformation and manufacturing performance: Empirical insights from industrial firms. *Technology in Society, 65*, 102–141. https://doi.org/10.1016/S2949-7361(24)00010-1
- Alquraish, M. (2025). Digital transformation, supply chain resilience, and sustainability: A comprehensive review with implications for Saudi Arabian manufacturing. *Sustainability, 17*(10), Article 4495. https://doi.org/10.3390/su17104495
- Asmyatullin, R. R., & Glavina, S. G. (2025). Digitalization as a driver for sustainable development in the GCC economies. *Unconventional Resources, 8*, Article 100231. https://doi.org/10.1016/j.uncres.2025.100231
- Babasanya, A. O., Okuneye, B. A., & Amaefule, J. N. (2025). Interacting labor force and human capital development effects on manufacturing sector productivity. *Etikonomi, 24*(1), 221–232. https://doi.org/10.15408/etk.v24i1.38648
- Barro, R. J. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy, 98*(5), S103–S125. https://doi.org/10.1086/261726
- Barro, R. J.; & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic Growth* (2nd ed.), MIT Press.
- Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics, 98*(1), 85–106. https://doi.org/10.2307/1885568
- Bi, R., Fareed, F., Lee, J. D., Rehman, S., Rollinson, Y. G., & Yuan, T. (2025). *Digital transformation in the Gulf Cooperation Council economies* (Departmental Paper No. 2025/003). International Monetary Fund.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. ***Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)***, ***37***(2), 149–163. https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1975.tb01532.x
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2021). The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics, 13*(1), 333–372. https://doi.org/10.1257/mac.20180386
- Caputo, A., Pizzi, S., Pellegrini, M. M., & Dabic, M. (2021). Digitalization and business models: Where are we going? A science map of the field. *Journal of Business Research, 123*, 489–501. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.053
- Dang-Pham, D., Pittayachawan, S., Bruno, V., & Backhouse, J. (2022). Digital transformation: A review, synthesis and research agenda. *Information Systems Journal, 32*(2), 1–38. https://doi.org/10.1111/isj.12329

- Gimpel, H., Hosseini, S., Huber, R., Probst, L., Röglinger, M., & Faisst, U. (2018). Structuring digital transformation: A framework of action fields and its application at ZEISS. *Journal of Information Technology Theory and Application, 19*(1), Article 3. https://aisel.aisnet.org/jitta/vol19/iss1/3/
- Gong, C., Parisot, X., & Reis, D. (2024). The evolution of digital transformation. In D. Schallmo, A. Baiyere, F. Gertsen, C. A. F. Rosenstand, & C. A. Williams (Eds.), *Digital disruption and transformation* (Springer Proceedings in Business and Economics). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47888-8_1
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press.
- IMARC Group. (2024). *Saudi Arabia Industry 4.0 market: Industry trends, share, size, growth, opportunity and forecast 2024–2033*. Retrieved February 23, 2026, from https://www.imarcgroup.com/saudi-arabia-industry-4-0-market
- International Monetary Fund. (2024a). *Saudi Arabia: Concluding statement of the 2024 Article IV mission*. International Monetary Fund.
- International Monetary Fund. (2024b). *Saudi Arabia: 2024 Article IV consultation—Press release and staff report* (Country Report No. 24/280). International Monetary Fund.
- International Telecommunication Union. (2024). *Fixed-telephone subscriptions: Saudi Arabia*. Retrieved February 16, 2026, from https://datahub.itu.int/data/?i=15&v=chart&e=SAU
- International Telecommunication Union. (n.d.). *The ICT Development Index (IDI): Conceptual framework and methodology*. Retrieved March 27, 2026, from https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2015/methodology.aspx
- Jain, D., & Kushwaha, G. (2024). *Modernizing ageing factories: The role of digital transformation in enhancing brownfield manufacturing*. World Economic Forum. https://www.weforum.org/stories/2024/08/how-digital-transformation-supports-value-creation-in-brownfield-manufacturing/
- Janicki, T., & Goździewska-Nowicka, A. (2018). Digital economy as a strategy of economic development in the 21st century. *Torun Business Review, 17*(1), 1–6. https://doi.org/10.19197/tbr.v17i1.304
- Jiang, W., & Li, J. (2024). Digital transformation and its effect on resource allocation efficiency and productivity in Chinese corporations. *Technology in Society, 78*, Article 102638. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102638
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Industrie 4.0 Working Group. https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement, 20*(1), 141–151. https://doi.org/10.1177/001316446002000116
- Katz, R. L., Koutroumpis, P., & Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. International Telecommunication Union.
- Kyriazos, T., & Poga, M. (2023). Dealing with multicollinearity in factor analysis: The problem, detections, and solutions. *Open Journal of Statistics, 13*, 404–424. https://doi.org/10.4236/ojs.2023.133020
- Labrín, C., & Urdinez, F. (2020). Principal component analysis. In F. Urdinez & A. Cruz (Eds.), *R for political data science: A practical guide*. Chapman & Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781003010623-15
- Legner, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhmann, T., Drews, P., Mädche, A., Urbach, N., & Ahlemann, F. (2017). Digitalization: Opportunity and challenge for the business and information systems engineering community. *Business and Information Systems Engineering, 59*(4), 301–308. https://doi.org/10.1007/s12599-017-0484-2
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics, 22*(1), 3–42. https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7
- Mackiewicz, A., & Ratajczak, W. (1993). Principal components analysis (PCA). *Computers & Geosciences, 19*(3), 303–342. https://doi.org/10.1016/0098-3004(93)90090-R

- McKinsey & Company. (2022). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. Retrieved February 28, 2026, from https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier
- Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly, 36*(4), Article 101385. https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002
- Minh, N. H. (2023). Impact of internet use on industrial value added: Evidence from Southeast Asian countries. *Journal of International Economics and Management, 23*(3), 44–55. https://doi.org/10.38203/jiem.023.3.0073
- Morakanyane, R., O'Reilly, P., McAvoy, J., & Grace, A. (2020). Determining digital transformation success factors. In *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 4356–4365). https://doi.org/10.24251/HICSS.2020.535
- Mundell, R. A. (1963). Inflation and real interest. *Journal of Political Economy, 71*(3), 280–283. https://doi.org/10.1086/258771
- Mutlu, I., den Hartigh, E., & Ucler, C. (2022). Digital technology and the stages of digital business transformation. In *2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association for Management of Technology (IAMOT) Joint Conference* (pp. 1–8). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC-IAMOT55089.2022.10033256
- Ndulu, B., Stuart, E., Dercon, S., & Knaack, P. (2023). *Driving digital transformation: Lessons from seven developing countries*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780192872845.001.0001
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *Measuring the digital transformation: A roadmap for the future*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264311992-en
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (n.d.). *Going Digital Toolkit*. Retrieved March 27, 2026, from https://goingdigital.oecd.org/
- Osei, D. B. (2024). Digital infrastructure and innovation in Africa: Does human capital mediate the effect? *Telematics and Informatics, 89*, Article 102111. https://doi.org/10.1016/j.tele.2024.102111
- Patel, K., & McCarthy, M. P. (2000). *Digital transformation: The essentials of e-business leadership*. McGraw-Hill.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1999). Autoregressive distributed lag modelling approach to co-integration analysis. In S. Storm (Ed.), *Econometrics and economic theory in the 20th century* (pp. 371–413). Cambridge University Press.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics, 16*(3), 289–326. https://doi.org/10.1002/jae.616
- Rogers, D. L. (2016). *The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age*. Columbia University Press. https://doi.org/10.7312/roge17544
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy, 94*(5), 1002–1037. https://doi.org/10.1086/261420
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy, 98*(5), S71–S102. https://doi.org/10.1086/261725
- Saba, C. S., & Ngepah, N. (2021). Information and communication technology (ICT) diffusion and economic growth: Evidence from panel data analysis. *Journal of the Knowledge Economy, 15*, 14700–14748. https://doi.org/10.1007/s13132-021-00795-w
- Sandberg, J., Holmström, J., & Lyytinen, K. (2020). Digitization and phase transitions in platform organizing logics: Evidence from the process automation industry. *MIS Quarterly, 44*(1), 129–153. https://doi.org/10.25300/MISQ/2020/14520
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development*. Harvard University Press.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum. https://law.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf

- Smuts, S., Van der Merwe, A., & Smuts, H. (2020). A strategic organisational perspective of Industry 4.0: A conceptual model. In *Proceedings of the 19th Conference on e-Business, e-Services and e-Society* (pp. 89–101). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_8
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics, 70*(1), 65–94. https://doi.org/10.2307/1884513
- Sowaif, N. K., & Osama, H. (2025). The effect of digital transformation on supply chain management and industrial firm performance of small and medium-sized enterprises in the United Arab Emirates. *International Journal of Business and Technology Management, 7*(6), 253–265. https://doi.org/10.55057/ijbtm.2025.7.6.21
- Statista. (2023). *Global digital transformation spending 2023*. Retrieved March 25, 2026, from https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record, 32*(2), 334–361. https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x
- Toader, E., Firtescu, B. N., Roman, A., & Anton, S. G. (2018). Impact of information and communication technology infrastructure on economic growth: An empirical assessment for the EU countries. *Sustainability, 10*(10), Article 3750. https://doi.org/10.3390/su10103750
- Tobin, J. (1965). Money and economic growth. *Econometrica, 33*(4), 671–684. https://doi.org/10.2307/1910352
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2024). *United Nations E-Government Survey 2024: Accelerating digital transformation for sustainable development*. United Nations. https://desapublications.un.org/sites/default/files/publications/2024-09/%28Web%20version%29%20E-Government%20Survey%202024%201392024.pdf
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems, 28*(2), 118–144. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). The nine elements of digital transformation. *MIT Sloan Management Review, 55*(3), 1–6. https://sloanreview.mit.edu/article/the-nine-elements-of-digital-transformation/
- Winter, J. (2020). The evolutionary and disruptive potential of Industrie 4.0. *Hungarian Geographical Bulletin, 69*(2), 103–118. https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.2.1
- World Economic Forum. (2020). *Digital transformation: Powering the great reset*. https://www.weforum.org/reports/digital-transformation-powering-the-great-reset/
- World Economic Forum. (2024). *How digital transformation supports value creation in brownfield manufacturing*. https://www.weforum.org/stories/2024/08/how-digital-transformation-supports-value-creation-in-brownfield-manufacturing/
- World Intellectual Property Organization(WIPO). (2024). *Saudi Arabia ranking in the Global Innovation Index 2024*. https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2024/sa.pdf
- Wu, C.-H., Chou, C.-W., Chien, C.-F., & Lin, Y.-S. (2024). Digital transformation in manufacturing industries: Effects of firm size, product innovation, and production type. *Technological Forecasting and Social Change, 207*, Article 123624. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123624
- Zhan, Y., & Li, W. (2024). Has digital transformation enhanced the resilience of manufacturing enterprises? *International Review of Economics & Finance, 96*(Part B), Article 103688. https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103688

الملاحق:

ملحق رقم(1) النموذج المقدرمع وجود متغيرتكوين رأس المال الثابت

ARDL Long Run Form and Bounds Test
Dependent Variable: D(Y4)
Selected Model: ARDL(3, 3, 3, 2, 3, 2)
Case 2: Restricted Constant and No Trend
Date: 10/21/25 Time: 22:49
Sample: 1990 2023
Included observations: 31

Conditional Error Correction Regression

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-8.128120	5.049199	-1.609784	0.1419
Y4(-1)*	-0.082948	0.419841	-0.197571	0.8478
FLC(-1)	-0.939068	0.734577	-1.278380	0.2331
INF(-1)	-0.158851	0.097046	-1.636860	0.1361
FC(-1)	0.483087	0.208618	2.315649	0.0458
PCAZ3(-1)	-0.488752	0.682475	-0.716146	0.4921
EMI(-1)	-0.031686	0.191364	-0.165578	0.8721
D(Y4(-1))	0.029844	0.575901	0.051822	0.9598
D(Y4(-2))	-0.413922	0.416774	-0.993157	0.3466
D(FLC)	-0.144401	0.165711	-0.871403	0.4062
D(FLC(-1))	0.603057	0.382794	1.575406	0.1496
D(FLC(-2))	0.316615	0.183151	1.728709	0.1179
D(INF)	-0.124808	0.083989	-1.486013	0.1714
D(INF(-1))	0.165953	0.058260	2.848502	0.0191
D(INF(-2))	0.050613	0.054947	0.921137	0.3810
D(FC)	0.292147	0.100935	2.894420	0.0178
D(FC(-1))	-0.178713	0.084038	-2.126568	0.0624
D(PCAZ3)	0.504312	0.999059	0.504788	0.6258
D(PCAZ3(-1))	0.481517	1.984708	0.242613	0.8137
D(PCAZ3(-2))	1.200566	1.057228	1.135579	0.2855
D(EMI)	-0.156944	0.150389	-1.043591	0.3239
D(EMI(-1))	-0.380917	0.210117	-1.812876	0.1033

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

Levels Equation
Case 2: Restricted Constant and No Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FLC	-11.32113	64.63111	-0.175165	0.8648
INF	-1.915065	8.906081	-0.215029	0.8345
FC	5.823952	31.49210	0.184934	0.8574
PCAZ3	-5.892246	37.67134	-0.156412	0.8792
EMI	-0.381993	3.986736	-0.095816	0.9258
C	-97.99019	549.6397	-0.178281	0.8625

EC = Y4 - (-11.3211*FLC -1.9151*INF + 5.8240*FC -5.8922*PCAZ3
-0.3820*EMI -97.9902)

F-Bounds Test — Null Hypothesis: No levels relationship

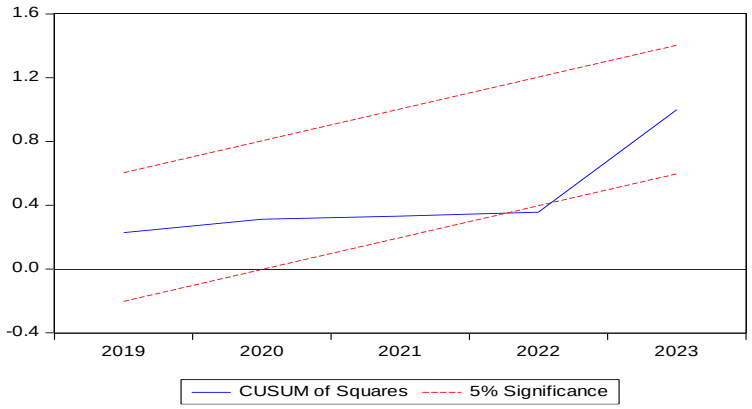
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	3.583724	10%	2.08	3
k	5	5%	2.39	3.38
		2.5%	2.7	3.73
		1%	3.06	4.15
Actual Sample Size	31		Finite Sample: n=35	
		10%	2.331	3.417
		5%	2.804	4.013
		1%	3.9	5.419
			Finite Sample: n=30	
		10%	2.407	3.517
		5%	2.91	4.193
		1%	4.134	5.761

ملحق رقم(2)

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.286841	Prob. F(3,6)	0.3614
Obs*R-squared	12.13690	Prob. Chi-Square(3)	0.0069

ملحق رقم(3)



ملحق رقم(4)

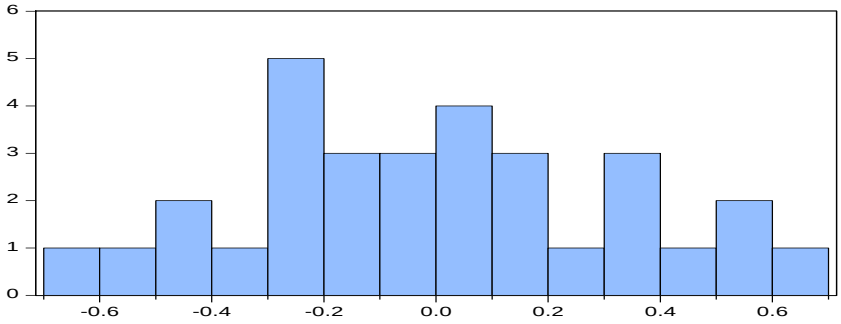
Group: UNTITLED Workfile: HHH::Hhh\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Sample | Sheet | Stats | Spec

Correlation

	DTI	EM	FDI	GFCF	INF
DTI	1.000000	-0.635340	0.375222	0.730215	0.151712
EM	-0.635340	1.000000	-0.359309	-0.455984	-0.178853
FDI	0.375222	-0.359309	1.000000	0.378230	0.134750
GFCF	0.730215	-0.455984	0.378230	1.000000	0.367008
INF	0.151712	-0.178853	0.134750	0.367008	1.000000
Y	0.886077	-0.658685	0.409897	0.688753	-0.066603

ملحق رقم(5)



Series: Residuals
Sample 1993 2023
Observations 31

Mean	-5.87e-16
Median	-0.044765
Maximum	0.611490
Minimum	-0.656283
Std. Dev.	0.328953
Skewness	0.038915
Kurtosis	2.273617
Jarque-Bera	0.689349
Probability	0.708451

ملحق رقم(6)

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.032723	Prob. F(2,12)	0.9679
Obs*R-squared	0.168154	Prob. Chi-Square(2)	0.9194

ملحق رقم (7)

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.561715	Prob. F(16,14)	0.8659
Obs*R-squared	12.12012	Prob. Chi-Square(16)	0.7357
Scaled explained SS	1.574154	Prob. Chi-Square(16)	1.0000