

التحول الرقمي والتنمية المستدامة

Digital Transformation and Sustainable Development

عبد المولى البشير الاسطى¹، نجمي مفتاح عامر²، مصطفى أحمد الكشر³

1 عبد المولى البشير الاسطى، محاضر بقسم التجارة الإلكترونية، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة طرابلس، ليبيا almorsl16@gmail.com

2 نجمي مفتاح عامر، محاضر بالمعهد العالي لتقنيات علوم البحار-صبراتة، ليبيا، najmimuftah@gmail.com

3 مصطفى أحمد الكشر، محاضر بقسم الحاسوب وتحليل البيانات، كلية الاقتصاد والتجارة، جامعة المرقب، ليبيا Alksher@yahoo.com

تاريخ الارسال: 2021/01/30 تاريخ القبول: 2022/01/11 تاريخ النشر: مارس 2022

الملخص:

تبحث هذه الورقة في العلاقة بين التحول الرقمي والتنمية المستدامة لبعض بلدان المغرب العربي خلال الفترة 2002-2016. باستخدام طريقة الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة من خلال أسلوب اختبار الحدود، بالإضافة إلى دراسة حركية نماذج VAR باستخدام دوال الاستجابة النبضية. أظهرت نتائج اختبار الحدود أن هناك علاقة طويلة المدى بين التحول الرقمي والتنمية المستدامة. من ناحية أخرى. أظهرت نتائج السببية أن الصدمات التي تحدث في التحول الرقمي سيكون لها تأثير إيجابي في

التنمية المستدامة، أي ان التحول الرقمي يحفز التنمية المستدامة لهذه البلدان.

الكلمات المفتاحية: التحول الرقمي، التنمية المستدامة، ARDL،

دالة الاستجابة النبضية

Abstract:

This paper examines the relationship between digital transformation and sustainable development of some countries in the Maghreb during the period 2002-2016. Using the autoregressive method of distributed slowdowns by the boundary test method, in addition to studying the kinetics of VAR models using impulse response functions. The results of the bound test showed that there is a long-term relationship between digital transformation and sustainable development. On the other side. The causality results showed that the shocks that occur in digital transformation will have a positive impact on sustainable development, that is, digital transformation stimulates the sustainable development of these countries.

Keywords: Digital transformation, sustainable development, ARDL, impulse response function.

المؤلف المرسل: نجمي مفتاح عامر

مقدمة:

أدت التطورات الكبيرة في تكنولوجيا الاتصالات والتوافر الواسع للإنترنت إلى ما يسمى بالعصر الرقمي، والذي يتميز بأحجام كبيرة من مجموعة متنوعة من البيانات التي تم إنشاؤها بسرعات متزايدة باستمرار. يؤدي هذا إلى إنشاء ضرورات التحول الرقمي، والتأثير على العرض والطلب في المؤسسة. في هذا العصر الجديد للثورة التكنولوجية، يعد التحول الرقمي طريقة جديدة لممارسة الأعمال التجارية من خلال الاستفادة من

التقنيات الرقمية مثل البيانات الضخمة والحوسبة المتنقلة والحوسبة الاجتماعية والتحليلات مما أدى إلى تحسينات كبيرة في الكفاءة التشغيلية وتجارب العملاء. نظرًا لأن الطريقة التي يتم بها إنجاز الأعمال لها آثار بيئية واجتماعية واقتصادية، فإن التحول الرقمي يؤثر على جوانب الاستدامة في ممارسة الأعمال التجارية.

في الفترة الأخيرة، كشفت التحسينات بشكل خاص في تقنيات المعلومات والاتصالات، وما إلى ذلك، عن مفهوم التحول الرقمي. عندما يتم تقييم التحسينات في مجال التحول الرقمي في القرن الحادي والعشرين في نهج الاقتصاد الكلي، فمن المحتمل أن تؤثر على الاقتصادات الوطنية بشكل لا يمكن محوه. وبناء القدرات وتنمية المهارات جزء لا يتجزأ من تسخير القدرات التحولية للتنمية المستمرة والتعقيد المتزايد لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، حيث أدى النمو الهائل في تغلغل الخدمات المتنقلة على مستوى العالم على مدى العقدين الماضيين، مصحوباً بتزايد إمكانية النفاذ إلى الإنترنت، إلى توسيع الفرص بشكل كبير للوصول إلى المعلومات والتواصل والتعاون وتحسين الظروف الاقتصادية والاجتماعية. ومن بين المستفيدين من هذا التطور عدد متزايد من الأفراد والمجتمعات في البلدان النامية التي كانت عاجزة في الماضي عن التواصل بفعالية في غياب البنية التحتية الأساسية ونقص الخدمات بتكلفة معقولة.

التحول الرقمي هو نموذج حديث تم تمكينه من خلال انتشار التقنيات الرقمية، وعادةً ما يُعرّف التحول الرقمي، كمصطلح حديث في الأعمال التجارية والأدبيات التكنولوجية، على أنه: دمج التكنولوجيا الرقمية في الأعمال التي تؤدي إلى حدوث تغييرات في تشغيل الأعمال وتقديم القيمة

للعلماء¹. كما يشير إلى التحولات الناجمة عن الاعتماد المكثف للتكنولوجيا الرقمية التي تولد المعلومات وتعالجها وتشاركها وتنقلها. وهو يعتمد على تطور تقنيات متعددة مثل شبكات الاتصالات وتقنيات الكمبيوتر وهندسة البرمجيات والتداعيات الناتجة عن استخدامها.

يمكن أن يلعب التحول الرقمي دورًا مهمًا وداعمًا في تحسين سلاسل التوريد والعمليات² ومعالجة المعلومات والمعرفة بشكل أسرع وتحسين استخدام المواد الخام وتقليل استهلاك الطاقة. وبالتالي، فإن التحول الرقمي لا يؤثر فقط على أهداف ربحية المنظمات، في بيئة تنافسية بشكل متزايد، ولكنه يؤثر أيضًا على جوانب الاستدامة في الأعمال من خلال اتباع نهج متكامل تجاه تكنولوجيا المعلومات وسلسلة التوريد والعمليات والوظائف الأخرى للمؤسسة، مما يؤدي إلى خفض التكاليف، وتحسين الكفاءات التشغيلية، وخلق الشعور بالإلحاح³. يتضح أن التحول الرقمي يمكن أن يساعد في تعزيز الابتكار ليس فقط في المنتجات ولكن أيضًا في العمليات واستراتيجية الشركة أيضًا، مع مساهمة قوية من منظور رواد الأعمال⁴.

¹Ines Mergel, Noella Edelmann, and Nathalie Haug, 'Defining Digital Transformation: Results from Expert Interviews', *Government Information Quarterly*, 36.4 (2019), 101385.

²Jagjit Singh Srari and Harri Lorentz, 'Developing Design Principles for the Digitalisation of Purchasing and Supply Management', *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25.1 (2019), 78–98.

³Vikas Chandola, 'Digital Transformation and Sustainability: Study and Analysis', 2015.

⁴Chris Richter and others, 'Digital Entrepreneurship: Innovative Business Models for the Sharing Economy', *Creativity and Innovation Management*, 26.3 (2017), 300–310.

كان أحد العوامل الرئيسية التي تمكن من نمو التحول الرقمي هو سهولة الوصول إلى الإنترنت، حيث زاد عدد المستخدمين الذين يصلون إلى الإنترنت من 300 مليون إلى أكثر من 2 مليار، على مدى العقد الماضي، مما أدى إلى زيادة الطلب على الحوسبة وتتطلب قدرات الاتصال قدرات أكبر ومراكز بيانات عالية الكفاءة ومتطورة بحيث يمكن خفض البصمة الكربونية بترتيب من حيث الحجم¹.

بالنظر إلى هذا العصر المتنامي من التحول الرقمي، أظهر عدد متزايد من الدراسات اهتمامًا بدراسة العلاقة بين الأشكال المختلفة للتحول الرقمي والعديد من متغيرات الاقتصاد الكلي مثل نمو الناتج، وإنتاجية العمل، والعمالة، والأجور الحقيقية، وتقديم الخدمات والابتكار. تم تنفيذ غالبية هذه الدراسات التجريبية في البلدان المتقدمة والناشئة، في حين تم توجيه القليل من الدراسات إلى البلدان النامية والبلدان ذات الدخل المنخفض وبلدان المغرب العربي. حيث أظهرت الدراسات نتائج مختلطة. معظمها يدعم التأثير الإيجابي للتحول الرقمي. في هذه الدراسة، يتم التركيز بشكل خاص على التأثيرات المتعلقة بالنمو والتنمية المستدامة لبلدان المغرب العربي (ليبيا-الجزائر-تونس-المغرب).

العلاقة بين التحول الرقمي والنمو الاقتصادي ذات أهمية كبيرة؛ يؤثر التحول الرقمي بشكل إيجابي على النمو والتنمية. زيادة الوصول إلى

¹Gustavo Callou and others, 'An Integrated Modeling Approach to Evaluate and Optimize Data Center Sustainability, Dependability and Cost', *Energies*, 7.1 (2014), 238–77.

المعلومات وفرص التعاون التكنولوجي يمكن أن تخلق فرص عمل، ونقل المهارات، وزيادة الكفاءة والشفافية في السياسة والأعمال^{1&2}.

وفقاً لـ³ Kvochko قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات باعتباره أحد القطاعات الرئيسية التي تساهم في نمو الناتج. بالإضافة إلى ذلك، تتوقع أن يكون لها تأثير على نمو الناتج المحلي الإجمالي من 1.4% في الأسواق الناشئة إلى 2.5% في الصين. علاوة على ذلك، على مستوى الاقتصاد الكلي، أن زيادة بنسبة 1% في مؤشر تطوير النظام البيئي الرقمي يمكن أن تزيد بنسبة 0.13% في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي⁴. وهذه النتائج الإيجابية على النمو لا تحدث بالضرورة على الفور، في الواقع، أظهر⁵ أن التقدم التكنولوجي يستغرق وقتاً لإظهار تأثيره على نمو الاقتصادات المختلفة، وانتشار آثاره في جميع أنحاء الاقتصاد⁶.

وفي هذا الشأن، يوضح الشكل 1 العلاقة بين مؤشر التحول الرقمي معبراً عنه بعدد الأفراد الذين يستخدمون الإنترنت (% من السكان)؛ التنمية

¹Zoltan Acs, 'How Is Entrepreneurship Good for Economic Growth?', *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 1.1 (2006), 97–107.

²Miguel-Ángel Galindo-Martín, María-Soledad Castaño-Martínez, and María-Teresa Méndez-Picazo, 'Digital Transformation, Digital Dividends and Entrepreneurship: A Quantitative Analysis', *Journal of Business Research*, 101 (2019), 522–27.

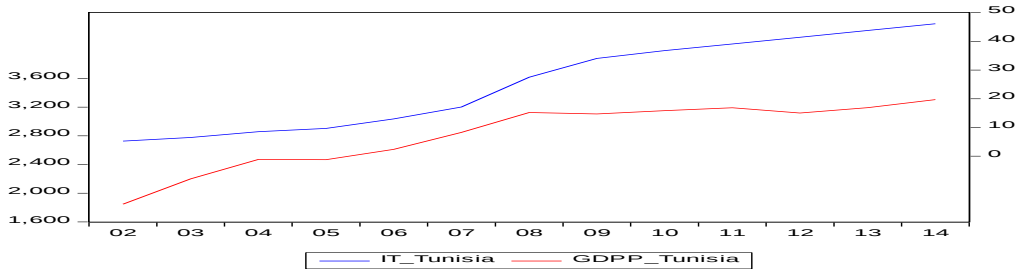
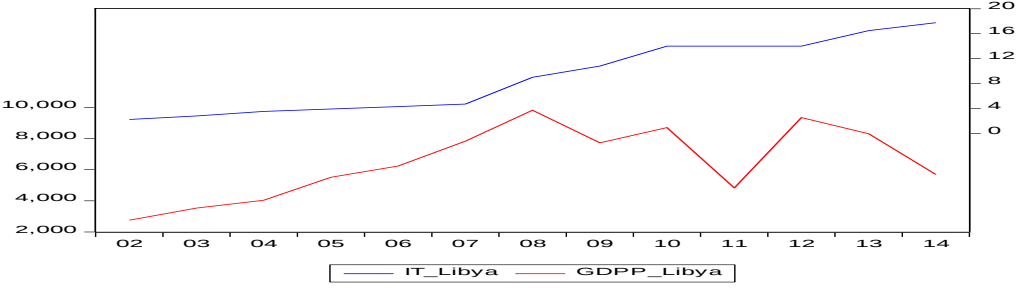
³Elena Kvochko, 'Five Ways Technology Can Help the Economy', in *World Economic Forum*, 2013.

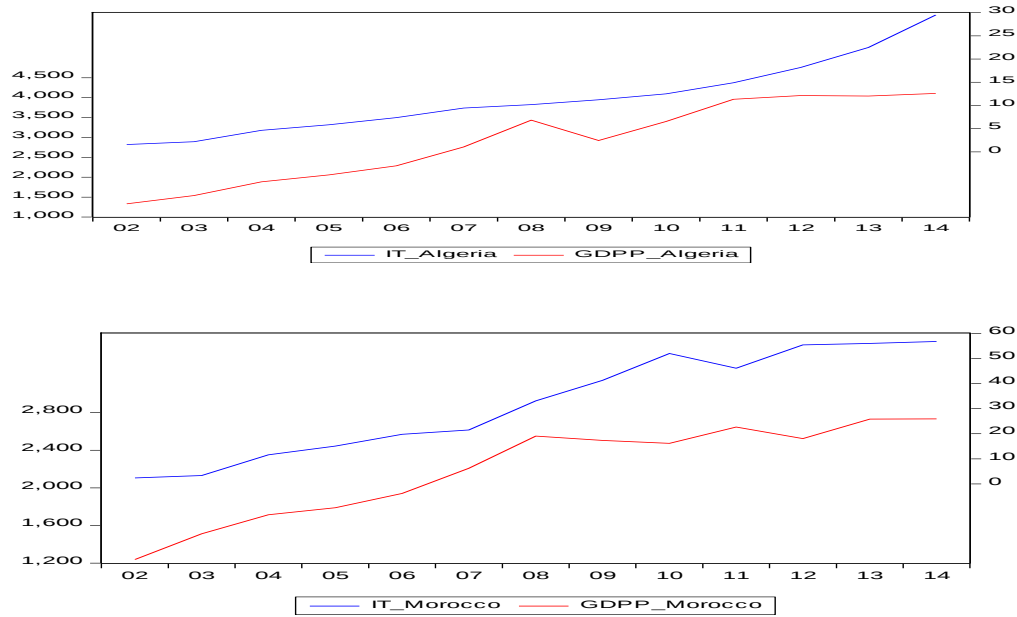
⁴Raul Katz, 'Social and Economic Impact of Digital Transformation on the Economy', *International Telecommunications Union*, 2017, 41.

⁵HyunJee Park and Sang Ok Choi, 'Digital Innovation Adoption and Its Economic Impact Focused on Path Analysis at National Level', *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5.3 (2019), 56.

⁶Nagmi Aimer, Abdulmula Lusta, and Mousbah Abomahdi, 'The Impact of Electronic Commerce on Libya's Economic Growth', *CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management*, 8.4 (2017).

المستدامة مقاسة بنصيب الفرد من الدخل القومي الصافي المعدل (بالقيمة الحالية للدولار الأمريكي). من المثير للاهتمام ملاحظة كيف تظهر المؤشرات نتائج متسقة. حيث يشير إلى أن البلدان ذات التحول الرقمي الأعلى تتمتع بمستويات أعلى من نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي. بل إن وضع البلدان متشابه عبر المؤشرين، حيث تتمتع تونس الجزائر والمغرب في أعلى يمين الشكل بمستويات عالية من كلا المؤشرين، وهما التحول الرقمي والتنمية الاقتصادية؛ في حين أن ليبيا في السنوات الأخيرة تشهد مستويات منخفضة في نصيب الفرد من الناتج.





الشكل 1: العلاقة بين عدد الأفراد الذين يستخدمون الإنترنت (% من السكان) ونصيب الفرد من الدخل القومي الصافي المعدل (بالقيمة الحالية للدولار الأمريكي).

أبدت العديد من المؤسسات والدراسات والمشاريع اهتمامًا واسعًا بحساب المؤشرات التي تقيس موقف التحول الرقمي عبر البلدان المختلفة. يسعى القسم التالي إلى تلخيص موجز للمؤشرات المختلفة الشائعة في الأدبيات التي تقيس التحول الرقمي وبالتالي اختيار مؤشر (مؤشرات) ذات صلة بهدف الدراسة. لذلك، بعد استكشاف المؤشرات المختلفة، يجب أن تشرع الورقة في التحليل باختيار مؤشر معين للتحول الرقمي ودراسة علاقته بمتغيرات التنمية المستدامة المختارة باستخدام نماذج الاقتصاد القياسي.

المبحث الأول: المنهجية

وقد تركّز اهتمام الاقتصاديين في السنوات الأخيرة على تحليل العلاقات الاقتصادية بين المتغيرات الاقتصادية ودراسة استجابة العرض لبيانات السلاسل الزمنية باستعمال نماذج قياسية حديثة غير طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS التي يمكن أن تعطي تقديرات غير دقيقة ولاسيما عندما تكون سلسلة البيانات المستعملة لمتغيرات الاقتصادية غير مستقرة¹، وهذا يتطلب اختبار مدى سكون السلاسل الزمنية للمتغيرات المستعملة في الدراسة واتخاذ إجراءات التصحيح لجعل هذه السلاسل الزمنية مستقرة "Stationarity" مثل اخذ الفرق الأول (1) للبيانات، في معظم الحالات تصبح هذه السلاسل الزمنية ساكنة عند اخذ الفرق الأول أو أنها تستقر بأخذ الفرق الثاني. ومن النماذج القياسية المناسبة في هذا المجال هو إنموذج توزيع الإبطاء الذاتي ARDL.

المطلب الأول: إجراء التكامل المشترك - اختبار حدود ARDL

أولاً، إجراء اختبارات السكون للسلاسل الزمنية.

ثانياً، تحديد عدد فترات التباطؤ الزمني (Selection the Lag Length) حسب معيار AIC وإجراء اختبارات الحدود (Bound test) بواسطة Pesaran² وتم توسيعه لاحقاً بواسطة³ في النموذج غير المقيد أو نموذج $ARDL(p,p,p)$ ، واعتماد نهج $ARDL(p,q,r)$ المطور حديثاً

¹Ricardo A Maronna and others, *Robust Statistics: Theory and Methods (with R)* (John Wiley & Sons, 2019).

²M Hashem Pesaran and Yongcheol Shin, 'An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis', *Econometric Society Monographs*, 31 (1998), 371–413.

³M. Hashem Pesaran, Yongcheol Shin, and Richard J. Smith, 'Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships', *Journal of Applied Econometrics*, 16.3 (2001), 289–326 <<https://doi.org/10.1002/jae.616>>.

لفحص علاقة التكامل المشترك طويلة المدى بين كلٍّ من التحول الرقمي والتنمية المستدامة.

الخطوات الأساسية في منهجية اختبار الحدود Bound test

* تحديد نموذج مؤقت.

* تقدير المعادلة (1) باستخدام تقنية المربعات الصغرى العادية (OLS).

* الفحص التشخيصي (إذا تبين أن النموذج غير ملائم، نعود إلى الخطوة أ).

* استخدام اختبار Wald (اختبار F) لاختبار الفرضيتين الصفرية والبدلية ويتم بناؤها على النحو التالي:

$$H_0: \pi_{yy} = \pi_{yxx} = 0 \text{ (No long run levels relationship)}$$

$$H_1: \pi_{yy} \neq 0,$$

$$\pi_{yxx} \neq 0 \text{ (long run levels relationship exists)}$$

مقارنة إحصائية F المحسوب بالقيمة الحرجة.

يتميز نهج التكامل المشترك ARDL بالعديد من المزايا مقارنة بطرق التكامل المشترك الأخرى. على عكس تقنيات التكامل المشترك الأخرى، لا تفرض ARDL افتراضاً مقيداً بأن جميع المتغيرات قيد الدراسة يجب أن تكون متكاملة بنفس الترتيب. بعبارة أخرى، يمكن تطبيق نهج ARDL بغض النظر عما إذا كانت عوامل الانحدار الأساسية متكاملة عند الفرق الأول (1) $I(1)$ ، أو عند المستوى (0) $I(0)$ أو التكامل الجزئي. ثانيًا، في حين أن

تقنيات التكامل المشترك الأخرى حساسة لحجم العينة، فإن اختبار ARDL مناسب حتى لو كان حجم العينة صغيراً. ثالثاً، توفر تقنية ARDL عمومًا تقديرات غير متحيزة للنموذج طويل المدى وإحصاءات t صالحة حتى عندما تكون بعض عوامل الانحدار داخلية (انظر¹).

يمكن التعبير عن نموذج ARDL المستخدم في هذه الدراسة على النحو التالي:

$$\Delta \ln IT_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_{1i} \Delta \ln IT_{t-i} + \sum_{i=0}^n a_{2i} \Delta \ln GDPP_{t-i} + \sum_{i=0}^n a_{3i} \Delta \ln LF_{t-i} + a_4 \ln IT_{t-1} + a_5 \ln GDPP_{t-1} + a_6 \ln LF_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

حيث $\ln IT$ يمثل اللوغاريتم الطبيعي لعدد الأفراد الذين يستخدمون الإنترنت (% من السكان)؛ $\ln GDPP$ لوغاريتم نصيب الفرد من الدخل القومي الصافي المعدل (بالقيمة الحالية للدولار الأمريكي)؛ $\ln LF$ لوغاريتم الطبيعي لأجمالي القوى العاملة؛ μ حد الخطأ العشوائي أو البواقي.

يعتمد إجراء اختبار الحدود على إحصاء F (Wald statistic) لتحليل التكامل المشترك. التوزيع المقارب لإحصاءات F غير قياسي في ظل الفرضية الصفرية لعدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات التي تم فحصها.

الفرضية الصفرية لعدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات في المعادلة (1) هي $(H_0: a_4 = a_5 = a_6 = 0)$ مقابل الفرضية البديلة $(H_1: a_4 \neq a_5 \neq a_6 \neq 0)$. إذا تجاوزت إحصائية F المحسوبة

¹Richard Harris and Robert Sollis, *Applied Time Series Modelling and Forecasting* (Wiley, 2003).

(إحصاء F قيمة الحدود الحرجة العليا)، فسيتم رفض الفرضية H_0 ، إذا وقع إحصاء F في الحدود، يصبح اختبار التكامل المشترك غير حاسم. إذا كانت إحصاء F أقل من قيمة الحدود الدنيا، فلا يمكن رفض الفرضية الصفرية الخاصة بعدم وجود تكامل مشترك¹. ضمن نطاق الدراسة، تم فحص العلاقة السببية بين المتغيرين باستخدام اختبار²، والذي يعتمد على نموذج (Vector Autoregressive (VAR، والذي يستخدم بشكل متكرر في الأدبيات³.

تعتمد هذه الطريقة التي طورها Toda and Yamamoto على تحليل سببية Granger. تسمح هذه الطريقة بتحليل السببية دون الحاجة إلى اختبارات مثل جذر الوحدة والتكامل المشترك. يعد تحديد أقصى درجة تكامل للسلسلة وإنشاء نموذج VAR الصحيح أمراً مهماً للغاية لاختبارات السببية للنموذج. تم إنشاء نموذج VAR، الذي يعتمد عليه اختبار السببية، على طول التأخر الأمثل (P) وأقصى درجة للتكامل (d_{max})، وهو أعلى مستوى ثابت للمتغيرات. لهذا السبب، تم تطبيق اختبار جذر الوحدة على السلسلة لتقدير الحد الأقصى لمستويات التكامل للسلسلة، وتم تحديد طول التأخر الأمثل في نموذج VAR. تمت إضافة أقصى درجة تكامل إلى طول التأخر الأمثل لنموذج VAR، وتم تقدير نموذج VAR المنشأ حديثاً مع بُعد

¹M Hashem Pesaran and Bahram Pesaran, *Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis* (Oxford University Press, 1997).

²Hiro Y Toda and Taku Yamamoto, 'Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes', *Journal of Econometrics*, 66.1-2 (1995), 225-50.

³Nagmi Aimer, 'The Impact of Exchange Rate Volatility on Stock Prices: A Case Study of Middle East Countries', *Asian Development Policy Review*, 7.2 (2019), 98-110.

$P + dmax$. من الممكن التعبير عن نموذج VAR المقدر $(P + dmax)$ على النحو التالي.

$$\ln IT = \sum_{i=1}^{P+dmax} \alpha_{1i} \ln IT_{t-i} + \sum_{i=1}^{P+dmax} \beta_{1i} \ln GDPP_{t-i} + \mu_{1t} \quad (3)$$

$$\ln GDPP = \sum_{i=1}^{P+dmax} \alpha_{2i} \ln GDPP_{t-i} + \sum_{i=1}^{P+dmax} \beta_{2i} \ln IT_{t-i} + \mu_{2t} \quad (4)$$

في المعادلة تشير P لطول الأمتل للتأخر لنموذج VAR؛ d_{max} لمستويات التكامل القصوى للمتغيرات، μ_{1t} ، μ_{2t} عبارة عن مصطلحات خطأ بمتوسط صفري وثابت. يوضح النموذج الأول بالمعادلة (3) العلاقة السببية من المتغير $\ln GDPP$ إلى المتغير $\ln IT$ ، بينما يوضح النموذج الثاني بالمعادلة (4) العلاقة السببية من المتغير $\ln IT$ إلى المتغير $\ln GDPP$.

المبحث الثاني: التحليل التجريبي

المطلب الأول: اختبار السكون Stationarity test

اختبار التكامل المشترك.

في هذا القسم، يتم فحص العلاقة طويلة المدى بين المتغيرات IT ، LF ، $GDPP$ باستخدام إجراء اختبار الحدود وفقاً لنموذج $ARDL$. في الخطوة الأولى، ترتيب التأخيرات في المتغيرات الأولى المختلفة في المعادلة (1) يتم الحصول عليها من النماذج غير المقيدة باستخدام معيار معلومات Akaike ومعيار Schwartz Bayesian.

بعد تحديد طول التأخر الأمثل للمعادلة (1)، نقوم بتطبيق اختبار الحدود F على المعادلة (1) من أجل إقامة علاقة توازن طويلة المدى بين المتغيرات قيد الدراسة كما بالجدول 2.

الجدول 2: اختبار الحدود F (Bounds F-test) للتكامل المشترك

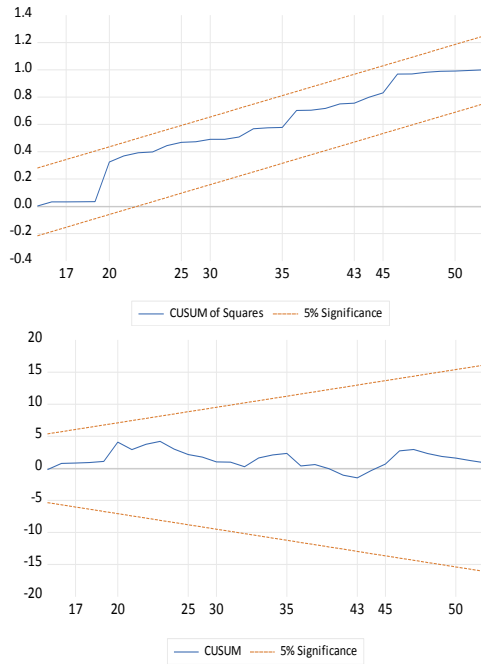
المتغير التابع	النموذج	F-test statistic	EMC(-1)
IT	$lnIT = f(lnGDPP, lnLF, lnFC)$	9.228*	-0.789***
القيم الحرجة المقارنة			
%1		%5	
%10		%5	
I(1)	I(0)	I(1)	I(0)
2.37	3.2	3.67	2.79
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test			
0.9114	Prob. F(2,30)	0.093098	F-statistic
0.8839	Prob. $\chi^2(2)$	0.246731	Obs*R2

ملاحظة: ***, **, * تشير إلى دلالة إحصائية عند مستويات 1%، 5%، 10% على التوالي.

من الجدول 2، إحصاء $F <$ من قيمة الحد الأعلى الحرج عند مستوى أهمية 10%؛ مما يدل على وجود علاقة تكامل طويلة الأمد بين التحول الرقمي والتنمية. وعلى ضوء نتائج نموذج تصحيح الخطأ في الجدول أعلاه، نلاحظ معنوية، حد تصحيح الخطأ (ECT_{t-1})، حيث في كل فترة زمنية نسبة اختلال التوازن من الفترة ($t-1$) تقدر بـ 0.79 والتي تعد معامل تعديل (تكيف) عالي نسبياً، بمعنى آخر عندما ينحرف مؤشر التحول الرقمي خلال الفترة قصيرة الأجل في الفترة السابقة ($t-1$) عن قيمتها

التوازنية في الآجل الطويل فإنه يتم تصحيح ما يعادل 79 % من هذا الاختلال في الفترة t إلى أن يصل إلى التوازن في المدى الطويل بعد حوالي أقل من عامين، وهذا تأكيد أيضا على وجود علاقة توازن طويلة الآجل لنموذج التحول الرقمي.

للتأكد من جودة النموذج المستخدم في التحليل وخلوه من المشاكل القياسية، تم إجراء الاختبارات التشخيصية التي توضحها نتائج الجدول 2، حيث يشير اختبار LM إلى عدم وجود مشكلة ارتباط تسلسلي نظراً لأن القيمة p أكبر من 0.05. ولاختبار الاستقرار الهيكلي لمعاملات المدى القصير والطويل أي خلو البيانات المستخدمة في هذه الدراسة من وجود أي تغيرات هيكلية فيها عبر الزمن. وبنا على ذلك، يتم استخدام اختبار المجموع التراكمي للبواقي (Cumulative Sum of Recursive Residual CUSUM) واختبار المجموع التراكمي لمربعات البواقي المتابعة (Cumulative Sum of Square Recursive Residual CUSUMSQ) كما بالشكل 2.



الشكل 2: اختبار المجموع التراكمي للبواقي CUSUM،

CUSUMSQ

واضح من الشكل أعلاه أن النموذج لا يعاني من مشكلة الارتباط التسلسلي.ننتقل الآن إلى اختبار اتجاه السببية بين المؤشرين التحول الرقمي والتنمية المستدامة، ولكن قبل تحديد اتجاه السببية بينهما يجب تحديد عدد فترات التباطؤ P المناسب لنموذج $VAR(P)$ ، حيث نختار نموذج $VAR(P)$ الذي يحقق أكبر عدد ممكن من معايير اختيار درجات الإبطاء، لذلك وبناءً على الجدول 4 نختار عدد فترات التباطؤ 2 بحيث يكون النموذج $VAR(2)$.

الجدول 4: اختيار عدد فترات الإبطاء لنموذج VAR

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
-----	------	----	-----	-----	----	----

1	27.84002	NA	0.000471	-1.986669	-1.790326	-1.934579
2	36.42439	14.30728*	0.000323*	-2.368699*	-1.976015*	-2.264520*
3	37.27409	1.274543	0.000426	-2.106174	-1.517147	-1.949905
4	42.61308	7.118660	0.000393	-2.217757	-1.432388	-2.009398
5	45.25587	3.083253	0.000465	-2.104656	-1.122945	-1.844208
6	50.23926	4.983384	0.000469	-2.186605	-1.008551	-1.874067

المتغيرات الداخلية في النموذج LNIT LNGDPP. نلاحظ عند الفجوة الزمنية $P=2$ تحقق أكبر قدر ممكن من معايير المعلومات لذلك اعتمدنا نموذج $VAR(2)$. حيث تشير FPE معيار خطأ التنبؤ النهائي لـ Akaike Final prediction error، معيار المعلومات لـ AIC، information criterion، معيار المعلومات لـ Hannan–Quinn، information criterion.

الجدول 5: اختبار السببية Toda–Yamamoto test

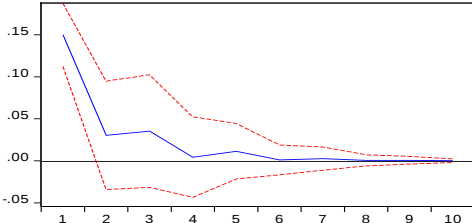
VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
Dependent variable: LNIT			
LNGDPP	4.6257	2	0.0990
Dependent variable: LNGDPP			
LNIT	0.2606	2	0.8778

أظهرت نتائج السببية أن مؤشر نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي يسبب مؤشر التحول الرقمي، في حين أن مؤشر التحول الرقمي لا يسبب مؤشر نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي. بمعنى ذلك العلاقة أحادية الاتجاه تمتد من التنمية المستدامة المعبر عنها

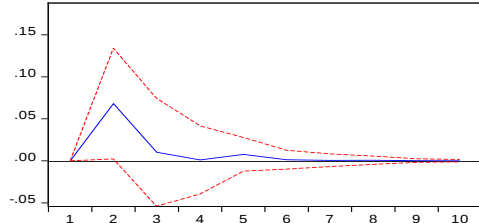
بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي إلى مؤشر التحول الرقمي.

Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations ± 2 S.E.

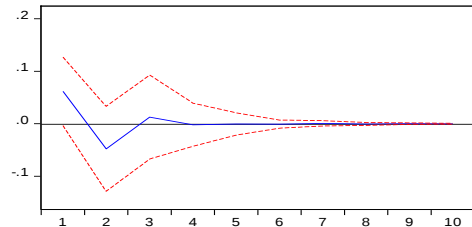
Response of LNIT to LNIT



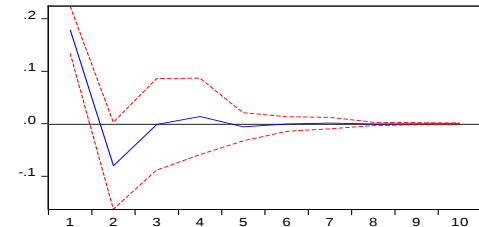
Response of LNIT to LNGDPP



Response of LNGDPP to LNIT



Response of LNGDPP to LNGDPP



الشكل 3: دالة الاستجابة الفورية

من الشكل 3، نلاحظ أن:

أولاً، التأثير الديناميكي لاستجابة التحول الرقمي كما بالشكل 3.

تؤدي صدمة التحول الرقمي إلى استجابة إيجابية متناقصة للتحول الرقمي نفسه خلال ست سنوات الأولى، وبعد ذلك ينعدم تأثيرها حتى نهاية الفترة. أن صدمة في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي تؤدي إلى استجابة إيجابية للتحول الرقمي خلال فترة 6 سنوات الأولى من بعد الصدمة وبعد ذلك ينعدم تأثيرها حتى نهاية الفترة، وكان التأثير الأكبر في السنة الثانية.

ثانياً، التأثير الديناميكي لاستجابة التنمية المستدامة لصدمة التحول الرقمي كما بالشكل 3.

تأثير صدمة التحول الرقمي على الناتج المحلي الإجمالي إيجابية ذات دلالة إحصائية خلال 18 شهر الأولى وبعد ذلك يصبح تأثيرها سلبى حتى السنة الثالثة. وينعدم تأثيرها بعد السنة الرابعة.

وفي حالة تأثير صدمة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي على الناتج المحلي الإجمالي نفسه، نلاحظ أن هناك تأثير متذبذب بين الإيجابي والسلبى وذو دلالة إحصائية خلال 6 سنوات الأولى، حيث تكون إيجابية خلال السنة الأولى والثانية، ثم يصبح تأثيرها سلبى حتى السنة الثالثة وبعد ذلك ينعدم تأثيرها.

الخاتمة

تبحث هذه الورقة في كيفية تأثير التحول الرقمي على توطين وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. تحقيقاً لهذه الغاية، تقدر هذه الدراسة العلاقة السببية بواسطة Yamamoto and Toda والتي تعتمد على نموذج متجه الانحدار الذاتي (VAR) بين التحول الرقمي والتنمية المستدامة باستخدام طريقة panel data على متغيرات بعض البلدان النامية: ليبيا، تونس، الجزائر، المغرب، خلال الفترة 2002-2016.

من خلال اختبارات جذر الوحدة، أظهرت النتائج أن المتغيرات ساكنة بعد أخذ الفرق الأول. كما تم إجراء اختبار التكامل المشترك باستخدام طريقة الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة من خلال أسلوب اختبار الحدود (ARDL) المطور حديثاً من قبل (Pesaran (2001، واختبار

جرنجر للسببية. كذلك أظهرت نتائج اختبار الحدود أن هناك علاقة توازن طويلة المدى بين كل من وكلاء التحول الرقمي والتنمية المستدامة. وعلى ضوء نتائج نموذج تصحيح الخطأ عندما ينحرف مؤشر التحول الرقمي خلال الفترة قصيرة الآجل في الفترة السابقة ($t-1$) عن قيمتها التوازنية في الآجل الطويل فإنه يتم تصحيح ما يعادل 79% من هذا الاختلال في الفترة t إلى أن يصل إلى التوازن في المدى الطويل بعد حوالي أقل من عامين. وهذا تأكيد أيضا على وجود علاقة توازن طويلة الآجل لنموذج التحول الرقمي.

من ناحية أخرى، تظهر نتائج اختبار السببية أن هناك تدفقا سببيا أحادي الاتجاه من التنمية المستدامة إلى التحول الرقمي. بشكل عام، وجدت الدراسة أن التحول الرقمي يحفز النمو الاقتصادي في بلدان المغرب العربي. يمكن استخلاص العديد من الآثار المثيرة للاهتمام من تلك النتائج ذات الأهمية الخاصة بالبلدان النامية وبالأخص بلدان المغرب العربي. تشير نتائج نموذج الاقتصاد القياسي إلى أنه إذا استطاعت هذه البلدان استغلال مزايا التحول الرقمي، فإن مردودات كبيرة ستعود إلى الاقتصاد من حيث زيادة الإنتاجية وارتفاع نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي ومعدلات التوظيف الأعلى لكن هذه المكاسب لا تقدر بثمن.

قائمة المصادر والمراجع:

- Acs, Zoltan, 'How Is Entrepreneurship Good for Economic Growth?', *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 1 (2006), 97–107
- Aimer, Nagmi, 'The Impact of Exchange Rate Volatility on Stock Prices: A Case Study of Middle East Countries', *Asian*

- Development Policy Review*, 7 (2019), 98–110
- Aimer, Nagmi, Abdulmula Lusta, and Mousbah Abomahdi, ‘The Impact of Electronic Commerce on Libya’s Economic Growth.’, *CLEAR International Journal of Research in Commerce \& Management*, 8 (2017)
- Callou, Gustavo, Joao Ferreira, Paulo Maciel, Dietmar Tutsch, and Rafael Souza, ‘An Integrated Modeling Approach to Evaluate and Optimize Data Center Sustainability, Dependability and Cost’, *Energies*, 7 (2014), 238–77
- Chandola, Vikas, ‘Digital Transformation and Sustainability: Study and Analysis’, 2015
- Galindo-Martín, Miguel-Ángel, María-Soledad Castaño-Martínez, and María-Teresa Méndez-Picazo, ‘Digital Transformation, Digital Dividends and Entrepreneurship: A Quantitative Analysis’, *Journal of Business Research*, 101 (2019), 522–27
- Harris, Richard, and Robert Sollis, *Applied Time Series Modelling and Forecasting* (Wiley, 2003)
- Katz, Raul, ‘Social and Economic Impact of Digital Transformation on the Economy’, *International Telecommunications Union*, 2017, 41
- Kvochko, Elena, ‘Five Ways Technology Can Help the Economy’, in *World Economic Forum*, 2013
- Maronna, Ricardo A, R Douglas Martin, Victor J Yohai, and Mat’ias Salibián-Barrera, *Robust Statistics: Theory and Methods (with R)* (John Wiley & Sons, 2019)
- Mergel, Ines, Noella Edelmann, and Nathalie Haug, ‘Defining Digital Transformation: Results from Expert Interviews’, *Government Information Quarterly*, 36 (2019), 101385
- Park, HyunJee, and Sang Ok Choi, ‘Digital Innovation Adoption and Its Economic Impact Focused on Path Analysis at National Level’, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5 (2019), 56
- Pesaran, M. Hashem, Yongcheol Shin, and Richard J. Smith, ‘Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships’, *Journal of Applied Econometrics*, 16 (2001), 289–326 <<https://doi.org/10.1002/jae.616>>
- Pesaran, M Hashem, and Bahram Pesaran, *Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis* (Oxford University Press, 1997)

- Pesaran, M Hashem, and Yongcheol Shin, 'An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis', *Econometric Society Monographs*, 31 (1998), 371–413
- Richter, Chris, Sascha Kraus, Alexander Brem, Susanne Durst, and Clemens Giselbrecht, 'Digital Entrepreneurship: Innovative Business Models for the Sharing Economy', *Creativity and Innovation Management*, 26 (2017), 300–310
- Srai, Jagjit Singh, and Harri Lorentz, 'Developing Design Principles for the Digitalisation of Purchasing and Supply Management', *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25 (2019), 78–98
- Toda, Hiro Y, and Taku Yamamoto, 'Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes', *Journal of Econometrics*, 66 (1995), 225–50
-