مجلة التجارة والتمويل

https://caf.journals.ekb.eg/

كلية التجارة – جامعة طنطا

العدد : الأول

مارس ٢٠٢٣

دور الاقتصاد الرقمي في تحقيق الاستدامة البيئية في الوطن العربي

في الفترة من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٩ باستخدام مؤشر CO2

د .محمد السيد راضي [١] د. أسامة محمد بدر [٢] د. دينا عبد الهادي [٣]

[١] أستاذ الاقتصاد المساعد المعهد العالي للإدارة وتكنولوجيا المعلومات بكفر الشيخ ، Mradi75@gmail.com

[٢] أستاذ الاقتصاد، كلية التجارة جامعة طنطا Badr@commerce.edu.eg

[٣] أستاذ الاحصاء، كلية التجارة جامعة طنطا dina.abdelhady@commerce.edu.eg

ملخص:

يهدف البحث إلى تحديد دور الاقتصاد الرقمي في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمقياس تقريبي لتحقيق التنمية المستدامة في بعض دول الوطن العربي، وكذلك تحديد الصعوبات التي تواجه بعض الدول العربية في تطبيق أو نشر الاقتصاد الرقمي في هذه الدول. استخدمت هذه الورقة بيانات مجمعة Panel data لـ ١٣ دولة عربية للفترة الزمنية من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٩ لإجراء انحدار ذي تأثيرات ثابتة. أظهرت نتائج الانحدار الأساسي أن تربيع الاقتصاد الرقمي سالب ومعنوي إحصائيًا عند مستوى ١٪، مما يشير إلى وجود علاقة على شكل حرف U مقلوب بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الرقمي (نقطة الانقلاب ln digital=22.18 وهو يعادل ٤٢٩١٩١٩٩٠٥ مليون دولار التي تمثل صادرات الخدمات الرقمية لعينة الدول العربية ١٣ دولة). نستنتج من الدراسات السابقة أن من أهم الصعوبات التي تواجه بعض الدول العربية وخاصة مصر ارتفاع تكاليف عملية الرقمنة من استخدام أجهزة التليفون المحمول، وارتفاع تكاليف استخدام النت وعدم استقرار وثبات خدمة النت لفترات طويلة وعدم وصوله إلى مناطق كثيرة من الريف وخاصة في القرى الأشد فقرًا على الرغم من جهود الحكومة في هذا المجال، عدم انتشار ثقافة استخدام الرقمنة في كثير من المناطق لشعور كثير من الأفراد بعدم أمانها خاصة في العمليات المالية. وفقًا لنتائج هذه الدراسة نقترح بعض التوصيات التالية. **أولاً**: في بداية الرقمنة، سيؤدي تطوير الاقتصاد الرقمي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لذلك، تحتاج الحكومات إلى اعتماد سياسات تحوط للتخفيف من الآثار السلبية للاقتصاد الرقمي من أجل منع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصناعية، والاتجاه إلى استخدام الهيدروجين الأخضر في العمليات الصناعية بشكل موسع. **ثانيًا**: عندما يصل تطور الاقتصاد الرقمي إلى مستوى معين، يمكن التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل فعال، لذلك، يجب على جميع الدول الالتزام بتطوير الاقتصاد الرقمي تفعيل دوره لتقصير وقت التلوث الذي يسببه في المرحلة المبكرة والاستفادة منه بشكل أفضل لتحقيق هدف حماية البيئة العالمية بشكل تعاوني. **ثالثا**: رفع كفاءة النت وتوصيلة إلى جميع مناطق مصر، تفعيل الخدمات الرقمية في مصر وتأمينها وخاصة خدمات تحويل الأموال من وإلى البنوك والأفراد وأداء الخدمات الحكومية بشكل رقمي وليس حجز دور كما يحدث في خدمات الشهر العقاري على سبيل المثال.

كلمات مفتاحية: الاقتصاد الرقمي، ثاني أكسيد الكربون CO2، الاستدامة البيئية، بيانات مجمعة.

Abstract:

The research aims to determine the role of the digital economy in reducing carbon dioxide emissions as an approximate measure for achieving sustainable development in some Arab countries, as well as identifying the difficulties that some Arab countries face in implementing or spreading the digital economy in these countries. This paper used panel data for 13 Arab countries for the time period 2005 to 2019 to perform a fixed effects regression. The basic regression results showed that the squaring of the digital economy is statistically negative and significant at the 1% level, which indicates an inverted U-shaped relationship between CO2 emissions and the digital economy (inversion point ln digital=22.18 which is equivalent to $4291919905 million representing digital services exports). For a sample of Arab countries, 13 countries. We conclude from previous studies that among the most important difficulties facing some Arab countries, especially Egypt, are the high costs of the digitization process from the use of mobile phones, the high costs of using the Internet, the instability and stability of the Internet service for long periods and its lack of access to many areas of the countryside, especially in the poorest villages, despite Among the government's efforts in this field, the culture of using digitization has not spread in many areas due to the feeling of many individuals insecure, especially in financial operations.

According to the results of this study, we suggest some of the following recommendations. First: At the beginning of digitization, the development of the digital economy will lead to an increase in carbon dioxide emissions. Therefore, governments need to adopt precautionary policies to mitigate the negative effects of the digital economy in order to prevent industrial carbon dioxide emissions, and to use green hydrogen in industrial processes extensively. Second: When the development of the digital economy reaches a certain level, carbon dioxide emissions can be effectively mitigated. Therefore, all countries must commit to developing the digital economy and activate its role to shorten the time of pollution it causes in the early stage and make better use of it to achieve the goal of protecting the global environment cooperatively. Third: Raising the efficiency of the Internet and its connection to all regions of Egypt, activating, and securing digital services in Egypt, especially money transfer services to and from banks and individuals, and performing government services in a digital form, not reserving a role, as happens in real estate services, for example.

Keywords: digital economy, co2, sustainable development, panel data.

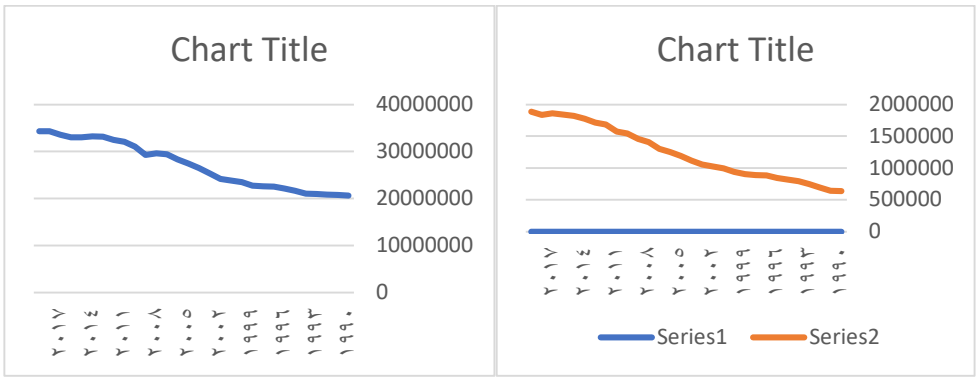
مقدمة:

أصبحت النماذج المستدامة للنمو الاقتصادي مرتبطة بشكل متزايد مع التكنولوجيا الرقمية في جميع دول العالم، حيث يوفر الاقتصاد الرقمي قوة دفع واتجاه جديد لاستدامة النمو الاقتصادي **(Jiao & Sun, 2021)**، للاقتصاد الرقمي تأثير على التنمية المستدامة، كما أن الحفاظ على معدل نمو اقتصادي مناسب يعتبر مطلبًا لا مفر منه لتحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية عالية الجودة، التي تهددها المشاكل البيئية العالمية، مثل الانخفاض الحاد في مساحات الغابات، وتدهور المساحات الخضراء للأرض، زيادة معدل التصحر، تكرار العواصف الرملية، تلوث الهواء، وأزمة المياه وانقراض بعض أنواع النباتات والأسماك والطيور وغيرها، هذه المشاكل تؤثر بشكل كبير على جميع جوانب حياة الإنسان **(Li et al., 2021)**.

منذ الثورة الصناعية، أدت الأنشطة البشرية إلى انبعاث الكثير من غازات الدفيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون، مما أدى إلى زيادة تركيز غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي بشكل حاد مما أدى إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض بشكل خطير. يحذر تقرير الاحترار العالمي بمقدار ١,٥ درجة مئوية الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ من أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض سيزداد بين ٣ و٤ درجات مئوية (٥,٤ و٧,٢ درجة فهرنهايت) بحلول عام ٢١٠٠ إذا استمرت انبعاثات الكربون بمعدلاتها الحالية **(Li et al., 2021)**.

ويوضح الشكل التالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية (شكل أ) والعالم (شكل ب)

شكل أ شكل ب



المصدر: البنك الدولي

الاستدامة لها ثلاثة أبعاد رئيسية: البيئية والاقتصادية والاجتماعية، تركز الاستدامة **"البيئية"** على الحفاظ على رأس المال الطبيعي وتتكون من أربعة أنشطة رئيسية، هي استخدام الموارد المتجددة وغير المتجددة، والتلوث واستيعاب النفايات، بينما تتضمن الاستدامة **"الاقتصادية"** استخدام الأصول بكفاءة وتحقيق أرباح إلى أجل غير مسمى، من ناحية أخرى، ولكن حظيت الاستدامة **"الاجتماعية"** باهتمام أقل بكثير مقارنة بالاستدامة البيئية والاقتصادية، التي تركز على تأثيرات النظم والعمليات والهياكل الاجتماعية على الأفراد إيجابًا وسلبًا **(Zakaria et al., 2021)**. والاستدامة الاجتماعية تركز على مراعاة استقرار المجال الاجتماعي، فيما يتعلق بمصالح جميع شرائح المجتمع؛ احترام المجال الثقافي، بما في ذلك الحفاظ على الثقافة الأصيلة والتراث التاريخي؛ تدخل مقبول في مجال البيئة، مصحوبًا بالحفاظ على حالتها الموثوقة والسماح بضمان سلامة حياة الأفراد في الوقت الحالي وفي المستقبل **(Rubaeva & Nikitina, 2019)**.

وعندما نتحدث عن الاقتصاد الرقمي وهو ما يطلق عليه **"الثورة الصناعية الرابعة"** فتم تعريفة من قبل مبادرة التعاون والتنمية الاقتصادية الرقمية لمجموعة العشرين، الصادرة في قمة Hangzhou لعام ٢٠١٦. وفقًا لها، يشير "الاقتصاد الرقمي" إلى سلسلة من الأنشطة الاقتصادية التي تستخدم المعرفة والمعلومات الرقمية كعوامل رئيسية للإنتاج، وشبكات المعلومات الحديثة باعتبارها ناقلات مهمة، وتقنيات المعلومات والاتصالات كقوة دافعة مهمة لتعزيز الكفاءة وتحسين الهياكل الاقتصادية **(Li & Yang, 2021)**.

وأشار **Turban et al. (2002)** إلي أن الاقتصاد الرقمي، المعروف أيضًا باسم اقتصاد الإنترنت، أو الاقتصاد الجديد، أو اقتصاد الويب، يشير إلي الاقتصاد الذي يعتمد في جزء كبير منه على التقنيات الرقمية، بما في ذلك شبكات الاتصالات الرقمية (الإنترنت، والشبكات الداخلية، إلخ)، وأجهزة الكمبيوتر، والبرمجيات، وتقنيات المعلومات الأخرى ذات الصلة.

ويري **Borremans et al. (2018)** أن الاقتصاد الرقمي هو "نشاط مرتبط مباشرة بتطوير التقنيات الرقمية، والتي تشمل توفير الخدمات عبر الإنترنت، والمدفوعات الإلكترونية، والتجارة الإلكترونية، والتمويل الجماعي".

إن مفتاح المفهوم الرقمي هو تبادل المعرفة، والتقنيات التي تسمح بذلك، ومجتمع يمكنه المشاركة في هذا التبادل وإدارته، في الوقت الحاضر، يدخل المجتمع عصر الاقتصاد الرقمي، والذي يغير بشكل كبير المجالات المعتادة أو التقليدية **(Valenduc & Vendramin, 2016)**

- يتبع الاقتصاد الرقمي - إلى جانب مجموعة متزايدة باستمرار من الأنشطة الاقتصادية الملموسة وغير الملموسة - مبادئ العوائد المتزايدة (العوامل الخارجية الإيجابية للشبكة) والتكاليف الحدية الصفرية أو شبه الصفرية.
- أصبحت المعلومات الرقمية موردًا استراتيجيًا، وأصبحت الشبكة هي المبدأ التنظيمي الرئيسي للاقتصاد والمجتمع ككل. جيل جديد من التقنيات الرقمية يولد الآن كميات غير مسبوقة من البيانات ويوفر الأدوات اللازمة لتسخير هذا الأصل والاستفادة من قيمته.
- تظهر نماذج الأعمال الجديدة للاستفادة من الأسواق ذات الوجهين والاقتصاد القائم على النظام الأساسي، لا سيما تلك التي تنطوي على التعاون أو المشاركة، والديناميكيات التنافسية الجديدة - التي يهيمن عليها نموذج "الفائز يأخذ كل شيء" - تترسخ في الأسواق الرقمية السلع وخدمات.
- يتضمن نموذج الإنتاج الصناعي الناشئ حديثًا (يشار إليه أحيانًا باسم الثورة "الصناعة ٤,٠") عمليات إنتاج قصيرة للسلع المخصصة على نطاق واسع، والتجزئة العالمية لسلاسل القيمة، وشبكات القدرات الإنتاجية، وعدم وضوح الحدود بين المنتجين والبائعين والمستهلكين من جهة والصناعة وقطاع الخدمات من جهة أخرى.
- تمت إعادة حساب الربحية للاستثمارات التكنولوجية من خلال حدوث طفرة في تكلفة الأجهزة والبرامج مقترنة بقفزة في الأداء والكفاءة الإنتاجية.
- لا تقتصر منصات التداول على الإنترنت بأي شكل من الأشكال.
- لا تحتاج الشركة إلى أن تكون ضخمة للمنافسة بنجاح.
- يمكن استخدام نفس المصدر المادي لعدد غير محدود من المرات لتقديم خدمات مختلفة.

- حجم العمل التشغيلي محدود فقط بحجم الإنترنت.

إن اغتنام فرص الاقتصاد الرقمي يتطلب رغبة وقدرة قطاع الأعمال على الابتكار، وأيضا رغبة وقدرة المؤسسات على تعزيز البنية التحتية على أسس سليمة، لكي تتبنى نموذج الإدارة الرقمية التي يتم دمجها في إدارة القدرات المؤسسية المالية والبشرية والفنية والمعرفية، وهذه القدرات لها خمسة أبعاد استراتيجية **(مؤشر الاقتصاد الرقمي العربي، ٢٠١٨)**

١- **الحكومة الرقمية:** تعني تقديم الخدمات العامة بطريقة سلسة وسريعة ومتاحة طوال الوقت ، وتعمل الرقمنة على تحسين الكفاءة والفعالية والشفافية داخل القطاع الحكومي.
٢- **الأسس الرقمية:** وتشمل البنية التحتية والسياسات واللوائح والمهارات الرقمية والتمويل والحوكمة لتوفير الأسس اللازمة لبناء نظام بيئي رقمي قوي.
٣- **المواطن الرقمي:** وهو محور النظام البيئي الرقمي، حيث يتركز دور التكنولوجيات الرقمية على تحسين نوعية حياة المواطنين بما في ذلك المستضعفين والأقليات.
٤- **الابتكار الرقمي:** وهو المحفز الأساسي للتطور الرقمي، حيث أحدثت التكنولوجيات الجديدة مثل الذكاء الاصطناعي والحوسبة السحابية والبيانات الضخمة ثورة في المفاهيم وأوجدت مصادر جديدة ذات قيمة للعديد من الصناعات.
٥- **الأعمال الرقمية:** وهي القطاعات الاقتصادية التي ستستفيد من التحول الرقمي الذي يزيد القيمة المقدمة للمستهلكين من خلال زيادة الكفاءة المالية وتخفيض التكلفة، ويعمل على توسيع السوق من خلال الوصول إلى قاعدة أكبر من المستهلكين وفتح أسواق جديدة.

جدول (١) محاور الاقتصاد الرقمي العربية

البعد الاستراتيجي	محور مؤشر الاقتصاد الرقمي
الحكومة الرقمية	المحور الأول: المؤسسات المحور الرابع: الحكومة الإلكترونية
الأسس الرقمية	المحور الثاني: البنية الأساسية
المواطن الرقمي	المحور الثالث: التعليم
الابتكار الرقمي	المحور الخامس: الابتكار المحور السادس: الجاهزية التكنولوجية
الأعمال الرقمية	المحور السابع: تطور الأسواق المحور الثامن: نمو سوق المال
متعدد الأبعاد	المحور التاسع: التنمية المستدامة

المصدر: مؤشر الاقتصاد الرقمي العربي – ٢٠١٨.

وتقع مصر في المرتبة ١١ بين الدول العربية بواقع ٤٧,١٩ درجة وتحتل الإمارات المركز الأول بواقع ٧٥,٤٦ درجة، ويحتل عرب آسيا المراكز الأولى باستثناء اليمن

وفلسطين، والمغرب تقع في المرتبة الأولى لعرب أفريقيا تليها تونس ثم مصر في أعوام من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢١.

ويشتمل **"الاقتصاد الرقمي"** على جانبين: التصنيع الرقمي والصناعية الرقمية، **"التصنيع الرقمي"** يشجع ويعمل على تطوير الصناعة الرقمية من خلال توجه السوق نحو تكنولوجيا المعلومات الحديثة، بما في ذلك الصناعات الناشئة مثل الحوسبة السحابية والبيانات الضخمة والإنترنت والذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى الصناعات الأساسية مثل الدوائر المتكاملة والبرامج المتطورة وشبكات الاتصالات وشاشات العرض الجديدة والتكنولوجيات المتطورة مثل سلسلة الإمداد والواقع الافتراضي والإلكترونيات المرنة، تستخدم **"الصناعية الرقمية"** تكنولوجيا المعلومات الحديثة لتحويل الصناعات التقليدية بشكل جذري وتحسين الإنتاجية من خلال تعزيز تكامل الإنترنت والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي والاقتصاد الحقيقي، بما في ذلك التحول الذكي، والتصنيع الموجه نحو الخدمة، و "سحابة المؤسسة"، والإنترنت الصناعي، والتطوير الرقمي لصناعات الخدمة الحياتية والخدمات الإنتاجية **(Li & Yang, 2021)**.

وعن مؤشر الجاهزية الرقمية الذي يعده المنتدى الاقتصادي العالمي (World Economic Forum) والذي يمثل الثورة الصناعية الرابعة فهو مكون من ثلاثة مكونات كما يلي:World Economic Forum – Annual Report 2021-2022

أ- **الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي:** شراء حلول الذكاء الاصطناعي - مساران للعمل يهدفان إلى تمكين الحكومات والشركات من استخدام الذكاء الاصطناعي بمسؤولية وتعزيز طرق مبتكرة لخدمة العملاء والمواطنين، تمكين الذكاء الاصطناعي للقادة - مشروع يوفر مجموعة من الأدوات للمديرين التنفيذيين للشركات لتحديد فوائد الذكاء الاصطناعي وكيفية تشغيله بطريقة مسؤولة، حدود المسؤولية على أوجه التكنولوجيا من خلال وضع أطر حوكمة مصممة بشكل مشترك لتوجيه نشر التعرف على سلاسل التوريد وإنفاذ القانون، الاستخدام المسؤول للتكنولوجيا - مبادرة تجمع خبراء في أخلاقيات التكنولوجيا وتعزز مشاركة المعرفة من خلال دراسات الحالة المتعمقة للشركات، استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في مكافحة حرائق الغابات FireAld– مبادرة من خلال ربط البيانات والتكنولوجيا وموارد مكافحة الحرائق، تعمل على التخفيف من مخاطر حرائق الغابات من خلال التنبؤ والاستجابة للطوارئ وإدارة الغابات.

ب- **سلاسل الكتلة Blockchain والأصول الرقمية:** اتحاد حوكمة العملات الرقمية - مجموعة من المؤسسات تستكشف الفرص والتحديات التي تواجه العملات الرقمية للبنك المركزي والعملات المستقرة والعملات المشفرة والأصول الرقمية للأنظمة المالية العالمية والوطنية، مع التركيز على التنظيم وحالات الاستخدام والبحث الموضوعي، تأثير تعجيل واستدامة التشفير- مشروع يتوسع في الابتكار في قطاع التشفير وآثاره خارج التشفير، مع التركيز على المعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة، والشمول المالي والحوكمة.

ت- **سياسة البيانات:** مبادرة البيانات للأغراض المشتركة أو العامة- محرك لإنشاء نموذج مرن جديد لإدارة البيانات يسمح بمجموعة من البيانات من المصادر الشخصية والتجارية والحكومية مع احترام حقوق الخصوصية، ويهدف إلى تمكين أصحاب المصلحة بشكل إيجابي مع إزالة حواجز السياسة غير المقصودة، مسار تحقيق العدالة الرقمية - مشروع لإنشاء إطار عمل سياسي جديد يعالج بفعالية قضايا العدالة الناشئة لمجموعة من السياقات الرقمية وتوجيه جهود السياسة نحو مكافحة الأضرار التي تحركها البيانات، تفعيل المسؤولية للنظام الإيكولوجي للبيانات- تطوير ونشر لاتحاد أصحاب المصلحة المتعددين لأدوات سياسة عملية وفعالة تزيد من السلوك المسؤول في النظام البيئي للبيانات، ويركز على ممارسات بيانات الأعمال التجارية، النظام الإيكولوجي للواقع الممتد (XR) - العمل على صياغة معايير عالمية لنظام XR البيئي المتنامي عبر ركائز مثل الفرص الاقتصادية وقابلية التشغيل البيني؛ الإنصاف والإدماج وإمكانية الوصول؛ السلامة والأخلاق والنزاهة؛ والاستدامة.

أما عند قياس مؤشر التطور الرقمي Digital Evolution Index الذي تصدره جامعة The Fletcher School, Tufts University بالاشتراك مع شركة MASTERCARD فهو مكون من أربعة مكونات أساسية وهي:

١- شروط العرض (الوصول إلى البنية الأساسية المتطورة للاتصالات وتغطيتها؛ البنية الأساسية للمعاملات للوصول إلى المؤسسات المالية وخيارات الدفع الإلكتروني، الوفاء باحتياجات البنية الأساسية جودة البنية للمواصلات وأداء الخدمات اللوجستية).

٢- شروط الطلب (قدرة المستهلك واستعداده للإنفاق والفجوة الرقمية بين الجنسين ومتابعة الدفع الرقمي، تطبيق الدفع الرقمي عن طريق درجة الشمول المالي واستخدام النقود الرقمية، انتشار وكثافة جهاز الدفع الرقمي واستخدام التكنولوجيا والإنترنت والهاتف المحمول).

٣- البيئة المؤسسية (المؤسسات وبيئة الأعمال - البيئة القانونية بما في ذلك الكفاءة في تسوية المنازعات والملكية الفكرية وحماية المستثمر والبيروقراطية، المؤسسات والنظام الإيكولوجي الرقمي - استيعاب الحكومة واستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكنولوجيا الرقمية، الفعالية المؤسسية والشفافية وتفعيل القانون والجودة التنظيمية).

٤- الابتكار والتغيير (المدخلات خيارات التمويل والفرصة، تطور عملية الممارسات التجارية وبحث وتطوير، عمق المخرجات واشتراكات المحمول والوصول إلى الابتكار واستخدام الشبكات الاجتماعية والترفيه الرقمي).

وتحتل مصر المرتبة ٥٤ بواقع ١,٧٤ نقطة عام ٢٠١٧ من بين ٦٠ دولة يشملها التقرير وتأتي الإمارات في المرتبة ٢٢ بواقع ٣,٢٢ نقطة والنرويج في المركز الأول ب ٣,٧٩ نقطة **(Chakravorti & Chaturvedi, 2017)**.

خصائص الاقتصاد الرقمي:

يتميز الاقتصاد الرقمي عن الاقتصاد التقليدي في اعتماده على نشر مجتمع المعلومات والمعرفة، وتشجيع بناء الحكومة الإلكترونية واستخدام المدفوعات الإلكترونية من خلال الشركات الإلكترونية والبنوك الإلكترونية التي تساعد في نشر التجارة والتسويق والاستثمار الإلكتروني ولعل أهم ما يميز الاقتصاد الرقمي برقمنة العديد من المنتجات والخدمات وباستخدام الإنترنت والشبكات الأخرى لدعم الأنشطة الاقتصادية. مثل هذه الحوسبة تغير الطريقة التي تتم بها الأعمال وتحسن إلى حد كبير الأنشطة الاقتصادية والمنافسة، وأنه أوجد أنماطًا جديدة لأشكال السوق يمكن إيضاح ذلك فيما يلي **(Unold, 2003)**:

١- **المنتجات الرقمية:** هناك مجموعة كبيرة من المنتجات التي يمكن أن تأخذ الشكل الرقمي وهي:-
- المعلومات والمنتجات الترفيهية (المستندات الورقية، والرسومات، والصور، والصوت والفيديو، والبرمجيات).
- الرموز والمفاهيم (تذاكر، حجوزات، أدوات مالية).
- العمليات والخدمات (الخدمات الحكومية، الرسائل الإلكترونية، عمليات خلق القيمة التجارية، المزادات، التعلم عن بعد، الترفيه).

٢- **المستهلكون:** على الرغم من وجود عشرات الملايين من الأشخاص في جميع أنحاء العالم الذين يتصفحون الويب، وهم مشترون محتملون، فإن ٨٥٪ من أنشطة التجارة الإلكترونية تقوم بها المنظمات.

٣- **الباعة:** هناك مئات الآلاف من واجهات المحلات التجارية على الويب تُعلن وتقدم ملايين العناصر.

٤- **الوسطاء:** يختلف دور جميع أنواع الوسطاء على الويب عن دور الوسطاء العاديين. إنهم ينشئون ويديرون السوق عبر الإنترنت، ويساعدون في التوفيق بين المشترين والبائعين، ويقدمون بعض خدمات البنية التحتية، ويساعدون الأطراف على إجراء المعاملات وإتمامها، معظم الوسطاء عبارة عن أنظمة محوسبة، يشار إليها باسم الوسطاء الإلكترونيين أو الوسطاء المعلوماتيين.

٥- **خدمات الدعم:** يتم إنشاء هذه الخدمات من أجل معالجة مشكلات التنفيذ، وهي تتراوح من خدمات التصديق والثقة، التي تضمن الأمان، إلى موفري المعرفة.

٦- **شركات البنية التحتية:** توفر العديد من الشركات الأجهزة والبرامج اللازمة لدعم التجارة الإلكترونية والخدمات الاستشارية حول كيفية إنشاء متجر على الويب، شركات أخرى خدمات استضافة قضاعة للبائعين الصغار.

٧- **صانعي المحتوى:** تعد جودة محتوى الويب عامل نجاح رئيسي في التجارة الإلكترونية، وهناك المئات من الشركات ذات الوسائط الإعلامية التي تقوم بإنشاء صفحات ومواقع الويب وتحديثها باستمرار.

٨- **شركاء العمل:** تعمل بالإضافة إلى المشترين والبائعين، في الغالب على طول سلسلة التوريد.

٩- **الأسواق الإلكترونية:** تشمل الأنواع الرئيسية للأسواق الإلكترونية، يمكن أن تكون الأسواق الإلكترونية عامة وخاصة، هناك العديد من الأسواق التي يمكن استخدامها في الأسواق الإلكترونية، والمزادات الإلكترونية هي الأكثر شيوعًا وأهمية.

مما سبق يتضح أن الاقتصاد الرقمي يتميز باعتماده على المعرفة والمعلومات، وشدة المنافسة التي تخطت كونها قومية إلى الحدود العالمية أو الكونية مما عمل على تخفيض التكاليف والسرعة في إنجاز الصفقات، وتغيرت القوانين لتتناسب مع هذه السرعة وشكل المعاملات وحماية حقوق الملكية الفكرية في ظل الاقتصاد الرقمي، أصبحت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تمثل نسبة لا تقل عن ٩٪ من حجم الناتج العالمي **(Turban et al., 2002)**، أصبحت الصادرات العالمية من التكنولوجيا المتقدمة تزيد عن ٢٢,٨٪ من حجم الصادرات العالمية عام ٢٠١٨ بعدما كانت ٢٠٪ عام ٢٠٠٨ **(البنك الدولي, ٢٠٢٢)**.

واقع التكنولوجيا الرقمية في مصر

يعد قطاع التكنولوجيا الرقمية ثاني أسرع القطاعات نموًا في مصر. كما ينتج البلد عددًا كبيرًا من الخريجين المهرة؛ لديها أكبر عدد من خريجي التعليم العالي في دول المنطقة العربية، مصر تعد شركة إقليمية رائدة في خلق الوظائف الرقمية الماهرة من خلال مجموعات العاملين المستقلين عبر الإنترنت في مجالات الإبداع والوسائط المتعددة، وتطوير البرمجيات والتكنولوجيا، وفي الكتابة والترجمة. نظرًا لأن ٥٠٪ من سكانها تقل أعمارهم عن ٣٠ عامًا ولديها سوق تجارة إلكترونية ضخم، تعمل مصر أيضًا على تطوير أحد مراكز ريادة الأعمال الأسرع نموًا في المنطقة **(Chakravorti et al., 2017)**

١- نظرًا لأن ٨٪ فقط من المصريين الذين تزيد أعمارهم عن ١٥ عامًا قد سددوا مدفوعات رقمية في العام الماضي، يجب تنفيذ سياسات لتعزيز استخدام المدفوعات الرقمية. القانون الأخير الذي يقضي بأن يتم دفع أكثر من ٥٠٠ جنيه مصري (٢٩ دولارًا) للحكومة، ومعظم الرواتب والرسوم التي تدفعها الهيئات العامة والخاصة، يتم سدادها إلكترونيًا هو مثال، لكن هناك حاجة إلى إجراءات أخرى.

٢- تعد مصر من أضعف السجلات في مجال الحريات على الإنترنت في الشرق الأوسط، يمكن لها خلق فرص في وسائل الإعلام الرقمية من خلال تخفيف قواعد الرقابة على الإنترنت.

٣- يجب تقليل الانقطاع المتكرر للإنترنت وحجب مواقع الويب.

الجدول التالي يوضح عدد سكان مصر ومستخدمي الإنترنت والفيس بوك والنمو في نسبة مستخدمي النت في الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢١

جدول (٢) سكان مصر واستخدامهم النت

AFRICA	Population (2022 Est.)	Internet Users 31-DEC-2000	Internet Users 31-DEC-21	Internet Penetration	Internet Growth % 2000 – 2021	Facebook subscribers 30-APRIL-22
Egypt	105,530,371	450,000	54,741,493	51.9 %	12,064 %	51,286,200

المصدر: /https://www.internetworldstats.com

مشكلة البحث:

تمثل حماية البيئة والاستدامة البيئية الشغل الشاغل لجميع دول العالم، فمن خلال البيانات المنشورة في قاعدة بيانات البنك الدولي نجد أن نسبة كبيرة من السكان في الوطن العربي تعاني من انخفاض نصيب الفرد من المياه الصالحة للشرب وكذلك عدم توافر مصادر صرف الصحي وزيادة متوسط نصيب الفرد من انبعاثات أول وثاني أكسيد الكربون وارتفاع معدلات الفقر في كثير من الدول العربية، وهي كلها من أهداف التنمية المستدامة، ولتحقيق هذه الأهداف يمكن تصميم برامج تعمل على تخفيض انبعاثات الكربون من خلال استخدام وسائل الاتصال الإلكتروني كبديل لاستخدام وسائل الانتقال والنقل التقليدية التي تزيد من انبعاثات الكربون، وكذلك استخدام الوسائل الإلكترونية في الحصول على الخدمات المالية على مدار (٧/٢٤) من المنزل دون الذهاب إلى البنوك من خلال نشر الشمول المالي لجميع فئات المجتمع واستخدام أجهزة التليفون المحمول والتطبيقات عبر الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت)، وبالتالي تقليل استخدام وسائل النقل التقليدية التي تزيد من انبعاثات الكربون، وهذه الوسائل من أهم مكونات الاقتصاد الرقمي التي يمكن أن تساعد على توفير فرص عمل لم تكن موجودة من قبل، تعمل على توفير دخل لبعض الفئات الهشة وبالتالي تخفيض معدلات الفقر، مما سبق يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤل التالي: ما مدى قدرت الاقتصاد الرقمي على تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؟ وما هي المشاكل أو العقبات التي تواجه التوسع في نشر وتطبيق الاقتصاد الرقمي في الوطن العربي؟

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحديد دور الاقتصاد الرقمي في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمقياس تقريبي لتحقيق التنمية المستدامة في بعض دول الوطن العربي، وكذلك تحديد الصعوبات التي تواجه بعض الدول العربية في تطبيق أو نشر الاقتصاد الرقمي في هذه الدول.

فروض البحث:

يمكن تحقيق هدف البحث من خلال اختبار الفرض التالي:

التوسع في استخدام الاقتصاد الرقمي في الوطن العربي يؤدي إلى انخفاض معدلات الانبعاثات الكربونية وبالتالي تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

الدراسات السابقة:

- **دراسة (Sui & Rejeski, 2002):** على الرغم من أن الإنترنت لديه إمكانات كبيرة لتحسين البيئة، إلا أن للاقتصاد الرقمي أيضًا آثارًا سلبية على البيئة، حيث يعمل الاقتصاد الرقمي الذي يقوده الإنترنت على تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك على المستوى العالمي . على الرغم من وجود إمكانات كبيرة لتسخير تكنولوجيا المعلومات بشكل عام والإنترنت بشكل خاص وتحسين البيئة، ينبغي أيضًا النظر في الآثار السلبية المحتملة للتجارة الإلكترونية على البيئة والتعامل معها، في هذه الورقة، نناقش كلاً من الآثار الإيجابية والسلبية المحتملة للتجارة الإلكترونية .بالاعتماد على الأفكار المكتسبة من النظرية، قمنا أيضًا بتحديد بعض الخطوط العريضة للسياسات البيئية في عصر المعلومات .نظرًا للطبيعة المتناقضة للابتكارات التكنولوجية، نريد تحذير المجتمع العلمي وصانعي السياسات من عدم التعامل مع الإنترنت على أنها الكأس المقدسة للخلاص البيئي.
- **دراسة (Zhou et al., 2017):** تهدف هذه الورقة إلى الكشف عن العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO2) والدخل، بالإضافة إلى آثار التقدم التقني على انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت في الصين بناءً على فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC). يتم استخدام تقنية اللوحة المكانية في حالة انحياز تقديرات المعامل بسبب إهمال الاعتماد المكاني. مع بيانات مجمعة (panel data) للمقاطعات في الصين من ٢٠٠٤ إلى ٢٠١٤، هذا هو أول بحث يجد مسار N معكوسًا للعلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت والنمو الاقتصادي ويؤكد الآثار المفيدة للتقدم التقني على خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت. تشير النتائج التجريبية أيضًا إلى أن تغيير الهيكل الصناعي يمثل قوة دافعة مهمة لـ SO2 EKC. بالإضافة إلى ذلك، يتم توضيح الآثار المباشرة وغير المباشرة للمحددات على انبعاثات الكبريت وتقديرها من خلال نهج صحيح. أخيرًا، تتحقق الورقة من استقرار الاستنتاجات حول شكل EKC لـ SO2 وتأثيرات التقدم التقني عند التحكم في المتغيرات والمواصفات المختلفة، والتي من خلالها نجد أن نقاط التحول حساسة لتحديدات المتغيرات.
- **دراسة (MARTYNENKO & VERSHININA, 2018):** يتيح التطور السريع للتكنولوجيا اعتبارها مصدرًا للتنسيق المحتمل للعلاقات بين المجتمع والطبيعة. يتم الكشف عن خصوصيات انتقال المؤسسات الصناعية إلى "الرقمية"، ويتم البحث في احتمالات هذه العملية وحدودها ومخاطرها. تتناول المقالة عدم المساواة المكانية والبيئية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك التوزيع غير المتكافئ للمخاطر البيئية، فضلاً عن عواقبها، والتي تؤثر سلبًا على مدة ونوعية حياة المجتمع الروسي في الوقت الحاضر. وتم التوصل إلى

هذه النتيجة من خلال الدراسات التالية: تأثرت ثورة المعلومات والاتصالات بدرجات متفاوتة، بجميع أعضاء المجتمع الدولي في المجالات الاجتماعية والسياسية والاقتصادية والثقافية **(Osipova, 2014)**. أدى إدخال أنظمة التصنيع القائمة على الكمبيوتر وأنظمة النقل والاتصالات الجديدة إلى زيادة الاتصال والترابط والتفاعل على جميع الطبقات الاجتماعية وفي جميع المجالات - الاقتصاد والسياسة والثقافة والعلوم والتعليم **(Polyakova, 2015)**. غيرت عواقب التحولات الثورية حياة الناس المعاصرين إلى درجة لا يمكن التعرف عليها وجعل علماء الاجتماع المعاصرين يتعرفون على السمات الجديدة للمجتمع **(Dobrinskaya et al., 2018)**. لا تحفز التقنيات الحديثة (إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والروبوتات، وما إلى ذلك) تطوير نماذج أعمال جديدة ورقمنة الإنتاج فحسب، بل تجعلنا أيضًا نفكر في الحاجة إلى تغيير التركيز في تقييم فعالية الاقتصاد، مع الأخذ في الاعتبار ليس فقط حجم الناتج المحلي الإجمالي، ولكن أيضًا نوعية حياة الناس. وبذلك نلاحظ اتجاه انتقال الأولوية من المؤشرات الاقتصادية إلى المؤشرات الإنسانية. من المسلم به أن المحركات الرئيسية لتطوير الإنتاج ليست فقط الابتكارات والتقنيات، ولكن أيضًا رأس المال البشري والتنمية المستدامة **(Readiness for the Future of Production Report, 2018)**. يحدد بعض الباحثين مشاكل الرأسمالية المرتبطة بالتطور الجغرافي غير المتكافئ **(Harvey, 1993)**، والذي يؤدي إلى عدم المساواة الاجتماعية والبيئية، ويأخذون بعين الاعتبار سيناريوهات كارثية مختلفة **(Mann, 2013)**. ومع ذلك، ووفقًا لوجهة نظر أخرى، فإننا نشهد ثورة صناعية رابعة، أي تغيرات أساسية في جميع الصناعات، مما أدى إلى ولادة نماذج أعمال جديدة، وتحول جذري في أنظمة الإنتاج وتغيير النماذج في المجال الاجتماعي **(Schwab, 2017)**. ومع ذلك، فمن الضروري أن نفهم أن التقنيات الجديدة ليس فقط تقليل المخاطر البيئية، ولكن أيضًا إنشاء مخاطر جديدة. على سبيل المثال، يمكن للطباعة ثلاثية الأبعاد تقليل تكاليف الموارد، ولكنها ستؤدي إلى زيادة كمية النفايات **(Schwab, 2017)**، ومع ذلك، يمكن حل هذه المشكلة من خلال إعادة تدويرها وإعادة استخدامها، تكتسب أهمية الآن مشكلة تكوين الثقافة البيئية بين السكان **(Korkia et al., 2017)** التي يجب أن تشمل أكثر جوانب الحياة اليومية تنوعًا، والتي بدورها يمكن أن تسهم في تقليل استهلاك الموارد، واستقرار الوضع البيئي والحد من وعدم المساواة البيئية والاجتماعية. في نفس الوقت، من الضروري فهم أن التقنيات الرقمية، مثلها مثل جميع الظواهر المعقدة، توحد الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والأيديولوجية والسياسية وغيرها، وبالتالي تمثل ظاهرة غامضة، ويتطلب تنفيذها تفصيلاً للآليات الأمنية.

- **دراسة (Rubaeva & Nikitina,2019):** تعرض الورقة تبرير الاقتصاد الرقمي كعامل لزيادة الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي (الاستدامة) في المناطق الريفية، وتحديد مستويات ومراحل تكوين الاقتصاد الرقمي، ويقدم المؤلف شرحًا لمفاهيم التنمية المستدامة والاقتصاد الرقمي. تم تحديد العوامل التي تؤثر على تطور النشاط الحيوي لسكان الرقمنة. ويتم تقديم البيانات المتعلقة بتوفير التقنيات الرقمية في روسيا ككل. وتم اقتراح قائمة

بخصائص الاقتصاد الرقمي لتقييم استقرار المناطق. ويتم التركيز على تأخر كبير في وتيرة تنفيذ الرقمنة في مجالات حياة سكان الريف. إن الأسباب الرئيسية لرفض سكان الريف استخدام الإنترنت هي: عدم الاهتمام باستخدام الإنترنت (٢٢٪)؛ نقص المعرفة والمهارات الكافية لاستخدام الإنترنت (٨,٩٪)؛ ارتفاع تكلفة الاتصال بالإنترنت (٥,٩٪)؛ نقص القدرة الفنية على إدارة الإنترنت (٤,١٪). سيؤدي إدخال التقنيات الرقمية في المناطق الريفية وتكوين الكفاءات الرقمية في المناطق الريفية إلى الحد من عدم المساواة في المعلومات بين سكان المدن والقرى وتحسين جودة حياة السكان، والذي سيتم التعبير عنه من خلال زيادة مستوى التوظيف والتعليم في المناطق الريفي.

- **دراسة (Shvakov & Petrova, 2019):** تهدف الورقة إلى حل المشكلة من خلال تحديد أحدث الاتجاهات والسيناريوهات المستقبلية للتنمية المستدامة للاقتصاد الرقمي، وتحديد وتبرير السيناريو الأكثر تفضيلاً. يستخدم المؤلفون طريقة تحليل الارتباط. يتم استخدام طريقة تحليل الانحدار والطريقة البسيطة لرسم سيناريوهات مستقبلية للتنمية المستدامة للاقتصاد الرقمي. يتم استخدام طريقة التحليل البسيط لإيجاد القيم المستهدفة لمتغيرات العوامل لتحقيق القيم المستهدفة للمتغيرات الناتجة في كل سيناريو، ويتم استخدام طريقة تحليل الاتجاه لتقدير نمو القيم المستهدفة لـ مقارنة بعام ٢٠١٩. تم اختيار أفضل ١٠ دول من حيث القدرة التنافسية الرقمية في عام ٢٠١٩ ومنها روسيا كأهداف. تبين النتائج أن الاتجاه الأخير في تطور الاقتصاد الرقمي هو تضاربها مع أهداف التنمية المستدامة العالمية. أظهرت تجربة الدول العشر الأولى من حيث مستوى التنافسية الرقمية في عام ٢٠١٩ وروسيا أن الرقمنة لا تساهم في تطوير اقتصاد مستدام أو اقتصاد "أخضر" ودائري أو اقتصاد موفر للطاقة، بل ويعيق تطورهم. السيناريو المستقبلي الواعد للاقتصاد الرقمي المستدام هو الاقتصاد الرقمي "الأخضر"، حيث يسمح بمضاعفة متوسط مؤشرات التنمية المستدامة الحالية، مثل تحسن ١,٦٣ في مؤشر جودة الحياة، ١,٥٨ في مؤشر الاقتصاد "الأخضر"، وتحسنًا بمقدار ٤,٤٥ في حصة الطاقة البديلة والنووية، وانخفاض بنسبة ٠,٣٥ في نصيب الفرد من استهلاك الطاقة. وبناءً على ذلك، فمن المعقول أن تنفيذ أهداف التنمية المستدامة العالمية يتطلب الحد من معدل نمو الاقتصاد الرقمي.
- **دراسة (Wen et al., 2021):** تبحث الورقة في العلاقة بين الرقمنة الصناعية والأداء البيئي للمؤسسات من خلال توظيف عينة كبيرة من مؤسسات التصنيع الصينية، على الرغم من الاستخدام المتزايد للتكنولوجيا الرقمية في الإنتاج الصناعي، لا تزال كيفية تأثير الرقمنة الصناعية على الأداء البيئي لأنشطة الإنتاج غير واضحة، إلا أن النتائج تظهر أن الأداء البيئي لمؤسسات التصنيع قد تحسن بشكل كبير في عملية التحول الرقمي الصناعي، والتأثيرات الهيكلية والتكنولوجية هي قنوات الإرسال؛ بالإضافة إلى ذلك، فإن التأثير الهيكلي هو المساهم الرئيسي في الآثار البيئية الإيجابية لتغلغل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تقلل الرقمنة الصناعية من حجم الإنتاج للمؤسسات شديدة التلوث وتحسن ابتكار المنتجات والإنتاجية الكلية الخضراء للعوامل، ولكن لها تأثير ضئيل على الإنتاجية الكلية للعوامل، علاوة على ذلك، تعمل الرقمنة الصناعية على تحسين الأداء البيئي

للمؤسسات من خلال إدخال تقنيات إنتاج أنظف أمامية، بدلاً من زيادة مرافق معالجة الملوثات في نهاية الأنابيب. تشمل التكنولوجيا الرقمية اعتماد الإنترنت أو الأجهزة الذكية لجمع المعلومات وتخزينها وتحليلها ومشاركتها، بما في ذلك تطبيق تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتحسين كفاءة الإنتاج والأنشطة الاقتصادية.

- **دراسة (Li et al., 2021):** منذ الثورة الصناعية، أدت الأنشطة البشرية إلى انبعاث الكثير من غازات الدفيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون، مما أدى إلى زيادة تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي بشكل حاد مما أدى إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض بشكل خطير. مع التطور السريع لتكنولوجيا الكمبيوتر، أصبح الاقتصاد الرقمي تدريجيًا محرك النمو الاقتصادي. كأسلوب اقتصادي جديد، فإن كيفية تأثير الاقتصاد الرقمي على البيئة تستحق الدراسة. في هذه الورقة، تم تقديم الاقتصاد الرقمي في نموذج نمو سولو Solow باعتباره تقدمًا تقنيًا وتم إجراء انحدارات التأثيرات الثابتة استنادًا إلى بيانات عالمية مجمعة لـ ١٩٠ دولة من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٦. وجد علاقة على شكل حرف U مقلوب وغير خطية بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الرقمي، مما يدعم فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC) لاقتراح ذلك لا تحتاج الحكومات فقط إلى اعتماد سياسات تحوط للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الاقتصاد الرقمي في المرحلة المبكرة، بل يتعين عليها أيضًا تعزيز تنمية الاقتصاد الرقمي لتحقيق هدف التعاون الدولي لحماية البيئة.
- **دراسة (Jiao & sun, 2021):** في الوقت الحاضر، هناك إجماع على أن الاقتصاد الرقمي يوفر قوة دفع جديدة للتنمية الاقتصادية المستدامة. بناءً على مراجعات الأدبيات المحلية والأجنبية، تركز هذه الورقة على قطاعات الصناعة؛ تقدم مؤشر تنمية الاقتصاد الرقمي في الصين ٢٠١١- ٢٠١٨ لـ ١٧٣ مدينة، من منظور ثلاثي المستويات - تطوير الإنترنت، ومحو الأمية الرقمية، وتحسين الكفاءة الصناعية. تم استخدام نماذج مختلفة، مثل طريقة المتغير الآلي، وطريقة الفروق المزدوجة، ونموذج التأثير الوسيط، ونموذج الاقتصاد القياسي المكاني للتحليل الكمي لتأثير التنمية الاقتصادية الرقمية على النمو الاقتصادي الحضري في الصين. توصلت الدراسة إلى أن: **(١)** التنمية الاقتصادية الرقمية في الصين لها تأثير إيجابي على النمو الاقتصادي الحضري، وهناك تباين في الآثار بين المدن المختلفة. **(٢)** العمالة الحضرية هي "آلية تأثير" النمو الاقتصادي الرقمي على النمو الاقتصادي الحضري. **(٣)** التأثير المباشر للتنمية الاقتصادية الرقمية على النمو الاقتصادي الحضري في الصين إيجابي، وتأثير غير مباشر إيجابي، والتأثير المباشر أكبر من التأثير غير المباشر، والتأثير الكلي إيجابي. تثري نتائج البحث طرق القياس المستخدمة في التنمية الاقتصادية الرقمية الحضرية في الصين، مما يوفر آفاقًا جديدة لدراسة آليات تأثير التنمية الاقتصادية الرقمية على النمو الاقتصادي الحضري.
- **دراسة (Cagno et al., 2021):** تم الاعتراف بدور التقنيات الرقمية وتمكينها في التحول إلى الاقتصاد الدائري، ومع ذلك، لدعم هذا التحول أو الانتقال، لازال هناك حاجة لتفعيل هذه النقطة، تقوم الدراسة الحالية بمراجعة للأدبيات، مما يعمق المعرفة حول دور التقنيات الرقمية في تفعيل التحول إلى الاقتصاد الدائري، تم تشكيل التحليل وفقًا لإطار

إعادة الحل، حيث تم التعرف على أنه قادر على توجيه الشركات الصناعية عمليًا نحو انتقال للاقتصاد الدائري. على الرغم من التركيز الواسع على الموضوع من قبل الأدبيات الموجودة، تظهر نتائج التحليل جوانب محدودة من الاقتصاد الدائري تم تناولها وتقنيات معينة تم أخذها في الاعتبار، مما يجعل من الصعب الحصول على نظرة عامة كاملة على تنفيذ التقنيات الرقمية في التحول للاقتصادي الدائري، والتي تتناول بشكل عملي. يتم تحديد أوجه القصور فيما يتعلق بعدم وجود تحليل متكامل وشامل للعلاقات، والحاجة إلى التحقيق في عملية صنع القرار وممارسات الاقتصاد الدائري المحددة، كل ذلك من منظور تجريبي. تقترح الورقة في النهاية تيارات لمزيد من البحث مع تقديم آثار نظرية وعملية.

- **دراسة (Xiang et al., 2022):** استنادًا إلى بيانات مجمعة (panel data) من ٣٠ مقاطعة في الصين، تستخدم هذه الورقة نموذجًا ثنائي الاتجاه للتأثير الثابت لاختبار تجريبي لتأثير تنمية الاقتصاد الرقمي الإقليمي على مستوى النمو الشامل منخفض الكربون. تُظهر الدراسة التجريبية ما يلي: **(١)** للاقتصاد الرقمي تأثير كبير على شكل حرف U مقلوب على نمو الإقليمي منخفض الكربون والشامل في الصين. يُظهر أن التنمية الاقتصادية الرقمية الإقليمية لها تأثير كبير على شكل حرف U المقلوب على النمو الشامل منخفض الكربون (نقطة الانقلاب ٠,٣٠٨١)، ووجد أن معظم الملاحظات تقع على الجانب الأيسر من شكل U المقلوب. **(٢)** التأثير المقلوب على شكل حرف U له تجانس كبير في الموقع الإقليمي ودرجة المعلومات ومستوى إنتاجية العامل. **(٣)** يشجع الاقتصاد الرقمي نموًا شاملاً منخفضًا الكربون بشكل أساسي من خلال تحسين الكفاءة الإجمالية لتخصيص الموارد، ولكن النمو الشامل منخفض الكربون قد يتم تقليله أو كبحه عن طريق تشويه تخصيص عناصر رأس المال. **(٤)** من خلال تحليل تقليل الأبعاد، وجدنا أن التأثير المقلوب على شكل حرف U للتطبيقات الرقمية والتمويل الرقمي على النمو الشامل منخفض الكربون الإقليمي أكثر وضوحًا. بالإضافة إلى ذلك، وجد أيضًا أن التأثير على شكل حرف U المقلوب للتنمية الاقتصادية الرقمية الإقليمية على البيئة منخفضة الكربون والشمول الاجتماعي أكثر وضوحًا. توفر هذه الدراسة قيمة مرجعية مهمة للإدارات ذات الصلة لصياغة سياسات تنمية شاملة منخفضة الكربون من منظور التنمية الاقتصادية الرقمية الإقليمية.
- **دراسة (Rosário & Dias, 2022):** أظهرت عمليات التحول الرقمي قدرة هائلة على تطوير وتنفيذ حلول مستدامة، والتي تسمح بحل العديد من المشكلات مثل الفقر، وارتفاع معدلات انقراض الأنواع، وعدم تكافؤ الفرص، ومع ذلك، لا يتم إيلاء اهتمام كبير للعلاقة بين التحول الرقمي والاستدامة، وبالتالي، تم تطوير مراجعة منهجية للأدبيات الاقتصادية لملء هذه الفجوة المعرفية وإظهار المساهمات المحتملة للتحول الرقمي إلى جوانب الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، القدرة على الاستدامة البيئية، يتضمن التحول الرقمي تطبيق تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي (AI)، وتحليلات البيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء (IoT)، وتقنيات الهاتف المحمول التي تُستخدم لتطوير وتنفيذ حلول الاستدامة في مجالات مثل استدامة التنمية الحضرية، والإنتاج المستدام، ومكافحة التلوث،

في مجال الاستدامة الاقتصادية، يمكن للتقنيات الرقمية الناشئة أن تقود التحول إلى اقتصاد دائري أكثر استدامة، والاقتصاد التشاركي الرقمي، وإنشاء التصنيع المستدام وتصميم البنية التحتية، والتحول الرقمي إلى الاستدامة الاجتماعية، تظهر الدراسات التي تم تحليلها الحاجة إلى وجهات نظر سياسية متعددة الأبعاد لمعالجة الفجوة الرقمية الحالية، للإدارة الفعالة للتحول الرقمي الذي يحقق الاستدامة الأهداف، تناقش الدراسة الأساليب البديلة التي تشمل الابتكار من خلال التجريب ومزايا ديناميكية ومستدامة يمكن تحقيقها من خلال الفوائد المؤقتة.

- **دراسة (Zhong et al., 2022):** تعتمد هذه الورقة بيانات مجمعة (panel data) لـ ٣٠ مقاطعة في الصين من ٢٠١٠ إلى ٢٠١٩ للتحقيق في تأثير الاقتصاد الرقمي على فصل انبعاثات الكربون من خلال إنشاء نموذج PSTR على هذا الأساس، يتم استكشاف الآلية المحددة للاقتصاد الرقمي التي تؤثر على فصل انبعاثات الكربون وعدم التجانس الذي تجلبه مختلف مراكز الشبكة، الاستنتاجات التالية يمكن استخلاصها. **أولاً**، للاقتصاد الرقمي مساهمة عامة كبيرة في فصل انبعاثات الكربون، ولا تزال النتيجة صحيحة بعد سلسلة من اختبارات القوة. هذا النوع من التأثير المعزز له خصائص غير خطية، عندما يتطور الاقتصاد الرقمي إلى حد معين، يتلاشى تأثير التعزيز تدريجيًا حتى يظل مستقرًا عند مستوى منخفض. **ثانيًا**، يشجع الاقتصاد الرقمي فصل انبعاثات الكربون عن طريق تحسين الهيكل الصناعي، وللمركزية الشبكية للاقتصاد الرقمي تأثير إيجابي معتدل على هذه الآلية، على وجه التحديد، له تأثير إيجابي معتدل على عملية الاقتصاد الرقمي، مما يعزز تحسين الهيكل الصناعي. **ثالثًا**، يوجد عدم تجانس في دور الاقتصاد الرقمي في تعزيز فصل انبعاثات الكربون، والذي ينتج عن الدرجات المختلفة لمركزية شبكة الاقتصاد الرقمي في مختلف المحافظات. على وجه التحديد، في الشبكة، كان الاقتصاد الرقمي للعقد في الموضع الأساسي دائمًا أقوى من العقد الموجودة في الموضع المحيطي في تعزيز فصل انبعاثات الكربون، ولكن يتم أيضًا تخفيف تأثير التعزيز للعقد الأساسية بقوة أكبر عندما يحدث انتقال النظام. وبناءً على الاستنتاجات السابقة، ترسم هذه الورقة الآثار السياسية التالية. **أولاً**، يجب على الحكومة تشجيع التطوير المبتكر للصناعات الرقمية الناشئة، وإفساح المجال كاملاً لدور الاقتصاد الرقمي في تحسين الهيكل الصناعي، وتعزيز التحول والارتقاء بالصناعات كثيفة الاستخدام للموارد والعمالة إلى الصناعات كثيفة التكنولوجيا، لتحل محل القطاعات الصناعية عالية الانبعاثات، وفي الوقت نفسه، يجب على الحكومات والشركات توسيع نطاق تطبيق التقنيات الرقمية ليشمل عمليات إنتاج أكثر تقليدية، لتحسين كفاءة الإنتاج وتقليل الانبعاثات. **ثانيًا**، يجب الانتباه إلى أسباب التخفيف من التأثير المعزز للاقتصاد الرقمي على فصل انبعاثات الكربون؛ أي انبعاثات الكربون الناتجة عن تطور الاقتصاد الرقمي نفسه، بالنسبة لمشاكل الانبعاث الجديدة التي جلبها الاقتصاد الرقمي، يجب إصدار اللوائح ذات الصلة في أقرب وقت ممكن.
- **دراسة (Yu et al., 2022):** تدرس هذه الورقة بشكل أساسي تأثير الاقتصاد الرقمي على انبعاثات الكربون واتجاهات تنميتها على المدى الطويل، والأثر غير المتجانس

للاختلاف في مستوى تطوير الاقتصاد الرقمي على الحد من انبعاثات الكربون، ودور كفاءة الطاقة الخضراء في العلاقة بين الاقتصاد الرقمي وانبعاثات الكربون. لذلك، استنادًا إلى بيانات مجمعة (panel data) للمدن الصينية من ٢٠١١ إلى ٢٠١٩، تبني هذه الورقة نظام فهرس لقياس مؤشر للتنمية الشاملة للاقتصاد الرقمي، وتستخدم نموذج التأثير الثابت ونموذج العتبة لاختبار تأثير الاقتصاد الرقمي بشأن انبعاثات الكربون ودور كفاءة الطاقة الخضراء في أبعاد متعددة. استنتاجات البحث الرئيسية هي كما يلي: **أولاً**، يمكن أن يؤدي تطوير الاقتصاد الرقمي إلى تقليل انبعاثات الكربون بشكل كبير. بعد سلسلة من الاختبارات، كانت النتائج قوية. تظهر نتائج الانحدار أن للاقتصاد الرقمي تأثيرًا ايجابيًا كبيرًا على انبعاثات الكربون، بينما تلعب مستويات التنمية الاقتصادية والتنمية المالية وهيكل الطاقة والتنمية الصناعية دورًا مُهمًا في تعزيز انبعاثات الكربون. قد يكون هذا بسبب زيادة الاستثمار في إنشاء البنية التحتية الجديدة، مما يزيد من انبعاثات الكربون، أو قد يكون بسبب الهيكل الصناعي غير الكامل، مما يؤدي إلى كمية كبيرة من انبعاثات الكربون. تظهر نتائج تأثير الفصل أنه مع تطور الاقتصاد الرقمي، أصبح لدى العديد من المدن انفصالاً مطلقًا، من التوسع المكثف إلى التنمية منخفضة الكربون. **ثانيًا**، نظرًا للاختلافات في مستوى تطور الاقتصاد الرقمي بين المدن، فإن التأثير على انبعاثات الكربون مختلف أيضًا. عندما يتطور الاقتصاد الرقمي إلى مستوى أعلى، يقلل الاقتصاد الرقمي من انبعاثات الكربون. تظهر نتائج تحليل عدم التجانس أيضًا أن مستوى تطور الاقتصاد الرقمي له تأثيرات مختلفة على انبعاثات الكربون. قد يكون هذا مرتبطًا بمرحلة تطور الاقتصاد الرقمي. عندما يكون الاقتصاد الرقمي في بداياته، يؤدي قدرًا كبيرًا من الاستثمار إلى زيادة انبعاثات الكربون. مع تطور الاقتصاد الرقمي، تظهر مكاسب الاقتصاد الرقمي على انبعاثات الكربون تدريجياً وتقلل من انبعاثات الكربون. **ثالثًا**، يوضح نموذج التأثير التفاعلي أن تأثير الاقتصاد الرقمي على انبعاثات الكربون يتأثر بكفاءة الطاقة الخضراء. عندما تكون كفاءة الطاقة الخضراء في قطاع منخفض، فإن الاقتصاد الرقمي يعزز انبعاثات الكربون إلى حد معين. ومع ذلك، عندما تتطور كفاءة الطاقة الخضراء إلى مستوى أعلى، يمكن للاقتصاد الرقمي أن يمنع انبعاثات الكربون بشكل كبير. خاتمة البحث لهذه الورقة لها دور مرجعي في تطوير الاقتصاد الرقمي بثبات للحد من انبعاثات الكربون. **أولاً**، أثناء تطوير الاقتصاد الرقمي بقوة، يجب على المدن في جميع أنحاء البلاد الانتباه إلى تحسين جودة التنمية. توصلت الصين إلى توافق في الآراء لتسريع تنمية الاقتصاد الرقمي من أعلى إلى أسفل، لكنها لا تولي اهتمامًا كافيًا لجودة تنمية الاقتصاد الرقمي. لمزيد من تطوير الاقتصاد الرقمي الصيني، يجب على الحكومة الجمع بين المزايا المحلية، ولعب دورًا إرشاديًا وداعمًا، وخلق بيئة أعمال جيدة، وزيادة جذب الاستثمار الأجنبي، واستيعاب التكنولوجيا والأفكار الرقمية المتقدمة الأجنبية، وإفساح المجال كاملاً للتأثير غير المباشر لـ المعرفة والتكنولوجيا، وتحسين جودة القوى العاملة، وتسريع تطبيق تسويق G٥، وتحفيز الشركات على استكشاف سيناريوهات التطبيق للاقتصاد الرقمي لزيادة إطلاق مكاسب الاقتصاد الرقمي وقيادة الاقتصاد الرقمي إلى مستوى أعلى. **ثانيًا**، هناك فجوة كبيرة في تطوير الاقتصاد الرقمي بين المدن في الصين، كما أن مستويات التنمية المختلفة لها تأثير كبير غير متجانس على انبعاثات

الكربون. لذلك، يعتبر الاعتراف بالوضع الحالي للتنمية الإقليمية وتكييف التدابير مع الظروف المحلية من المتطلبات الأساسية لتنمية الاقتصاد الرقمي.

- **دراسة (Song et al., 2022):** يعد الاقتصاد الرقمي وجودة الهواء من القضايا الرئيسية التي تهتم بها الحكومة والأوساط الأكاديمية. إن التنمية الصحية والمستدامة للاقتصاد الرقمي والتحسين المستمر لجودة الهواء في المناطق الحضرية لا يؤديان فقط إلى تنمية اقتصادية عالية الجودة ولكنهما يرتبطان ارتباطًا وثيقًا بمعيشة الناس. استنادًا إلى بيانات مجمعة (panel data) لـ ٢٢٨ مدينة من ٢٠١٥ إلى ٢٠٢٠، باستخدام أساليب انحدار اللوحة وطرق اختبار التأثير الوسيط، تتحقق هذه الورقة من تأثير تطور الاقتصاد الرقمي على جودة الهواء في المناطق الحضرية ثم تحلل التباين. النتائج الرئيسية هي كما يلي. يمكن أن يؤدي تطوير الاقتصاد الرقمي إلى تحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية بشكل فعال. يمثل التأثير الوسيط للنهوض بالهيكل الصناعي الحضري ١٧,٢٧٪، بينما يمثل تأثير TFP الحضري ١٤,٥٥٪. يكون تأثير تحسين جودة الهواء في المدن ذات الاقتصاد الرقمي عالي المستوى أكثر وضوحًا، والتأثير في المدن الكبيرة والمتوسطة الحجم يكون أكثر شمولاً. وفي الوقت نفسه، في المدن ذات معدل التحضر المرتفع، يكون تأثير الاقتصاد الرقمي على تحسين جودة الهواء أكثر وضوحًا.
- **دراسة (Liang et al., 2022):** في ٢ فبراير ٢٠٢١، أصدرت الحكومة المركزية الآراء الإرشادية لمجلس الدولة بشأن تسريع إنشاء وتحسين نظام اقتصادي إنمائي دائري أخضر منخفض الكربون. أشارت الآراء إلى أنه من الضروري متابعة النشر، وتنفيذ مفهوم التنمية الجديد، وتطوير البيئة الخضراء في جميع الاتجاهات، والتحكم الفعال في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وإنشاء وتحسين نظام اقتصادي تنمية دائرية خضراء منخفضة الكربون، وتعزيز التنمية الخضراء في الصين مستوى جديد. بتوجيه من السياسات، اتخذت مقاطعة آنهوي إجراءات فعالة للتنفيذ الجاد لاستراتيجية الحد من انبعاثات الكربون المنخفض. تحلل هذه الورقة **أولاً** آلية تطوير الاقتصاد الرقمي في مقاطعة آنهوي فيما يتعلق بانبعاثات الكربون، **ثم** تحلل بشكل تجريبي تأثير تطور الاقتصاد الرقمي في مقاطعة آنهوي على انبعاثات الكربون بناءً على البيانات ذات الصلة من ٢٠١٥ إلى ٢٠٢٠. **أخيرًا**، تقدم الورقة بعض الاقتراحات حول تطوير الاقتصاد الرقمي وانبعاثات الكربون في مقاطعة آنهوي.

الفجوة البحثية:

لم يتم تناول العلاقة بين الاقتصاد الرقمي والتنمية المستدامة في الوطن العربي من قبل، وكذلك لا يوجد اجماع على أثر الاقتصاد الرقمي على التنمية المستدامة هل تأثيره سلبي أم إيجابي.

الدراسة التطبيقية:

افترض أن دالة الإنتاج هي دالة تقدم تكنولوجي محايدة لهارولد كما بالمعادلة **(١)**:

$$Y = F(K, DL) \quad \ldots\ldots\ldots 1$$

حيث **Y** هو الناتج الإجمالي، **K** هو إجمالي رأس المال، **L** هو إجمالي للعمالة، و**D** هو مستوى الرقمنه (أي التقدم التكنولوجي)، يمكن للرقمنه تحسين تخصيص عوامل الإنتاج وتحسين إنتاجية العمل.

افترض أن دالة الإنتاج هي ذات عوائد ثابتة وتقلل من الإنتاجية الحدية. كل عامل من عوامل الإنتاج ضروري، وهو دالة إنتاج نيو كلاسيكية من الدرجة الثانية، قابلة للتفاضل باستمرار وتفي بالشروط **(Inada, 1964)** ويتم كتابتها على النحو التالي من المعادلة **(٢)** إلى المعادلة **(٤)**.

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L), \forall \lambda > 0 \ldots 2$$

$$F1 > 0, \quad F11 < 0, \quad F2 > 0, \quad F22 < 0 \ldots 3$$

$$\begin{cases} F(0, L) = F(K, 0) = 0, \\ \lim\limits_{x_i \to 0} F_i(x_1, x_2) = +\infty, \\ \lim\limits_{x_i \to +\infty} F_i(x_1, x_2) = 0 \end{cases} \qquad i = 1, 2 \ldots \quad 4$$

وفقًا لافتراض العوائد الثابتة، يمكن إعادة كتابة دالة الإنتاج في شكل مكثف مثل المعادلة **(٥)**:

$$\hat{y} \equiv \frac{Y}{DL} = Y = f\left(\frac{K}{DL}, 1\right) \equiv f(\hat{k}) \ldots . 5$$

حيث $\hat{k} = \frac{K}{DL}$ هو رصيد رأسمال للعمالة الفعالة للفرد ويتم التعبير عن $\hat{y} \equiv \frac{Y}{DL}$ على أنه ناتج نصيب الفرد من العمالة الفعالة. توضح المعادلة **(٥)** العلاقة الدالية بين رأس المال الفعال للفرد والناتج الفعال للفرد، افترض أن عدد العمالة ينمو بمعدل n كما في المعادلة **(٦)** وأن درجة الرقمنة (إنتاجية العمالة) تزداد بسرعة gD كما في المعادلة **(٧)**:

$$\acute{L} = nL \ldots \quad 6$$

$$\dot{D} = gDD \ldots \quad 7$$

عندما يكون سوق السلع في حالة توازن، فإن الاستثمار يساوي الادخار. وفقًا **(Inada, 1964)** قمنا بصياغة معادلة تراكم رأس المال للاقتصاد ككل كما توضحها المعادلة **(٨)**:

$$\acute{k} = s(Y - \delta K - E) = \cdots 8$$

حيث s هو معدل ادخار ثابت ويتراكم رأس المال من خلال المدخرات ويسبق بمعدل δ، E هي تكلفة معالجة ثاني أكسيد الكربون التي تمت صياغتها كما في المعادلة (٩)، حيث Z هي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والتي ترتبط بمستوى الإنتاج، وهي تكلفة معالجة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة. وبالمثل، يمكن الحصول على شكل مكثف من معادلة تكلفة معالجة ثاني أكسيد الكربون كما في المعادلة (١٠):

$$E = \theta z(Y) \ldots . \quad 9$$

$$\hat{e} \equiv \frac{E}{DL} = \frac{\theta z(Y)}{DL} = \theta z(\hat{y}) = \theta z(\hat{k}) \ldots . \quad 10$$

بإحلال المعادلتين (٩) و (١٠) في المعادلة (٨) وقسمة طرفي المعادلة (٨) على K، نحصل على المعادلة (١١):

$$\frac{\acute{k}}{k} = s\left(\frac{Y}{k} - \delta - \frac{E}{k}\right) = s\frac{\left(f(\hat{k}) - \hat{e}\right)}{\hat{k}} - s\delta = \cdots . . 11$$

لذلك، تتم كتابة المعادلة الديناميكية لرأس المال الفعال للفرد على أنها المعادلة (١٢).

يتم الحصول على المعادلة (١٣) بفرز المعادلة (١٢):

$$\frac{\acute{k}}{\hat{k}} = \frac{\acute{k}}{K} - \frac{\acute{L}}{L} = \frac{s\left(1 - \theta z(\hat{k})\right) f(\hat{k})}{\hat{k}} - s\delta - gD - n \ldots . \quad 12$$

$$\hat{\acute{k}} = s\, f(\hat{k}) - s\theta z(\hat{k}) - (s\delta + gD + n)\hat{k} \ldots . \quad 13$$

$$z(\hat{k}) = \frac{1}{\theta}\left(f(\hat{k}) - \delta\hat{k}\right) - \frac{gD + n}{\theta s}\hat{k} \ldots . \quad 14$$

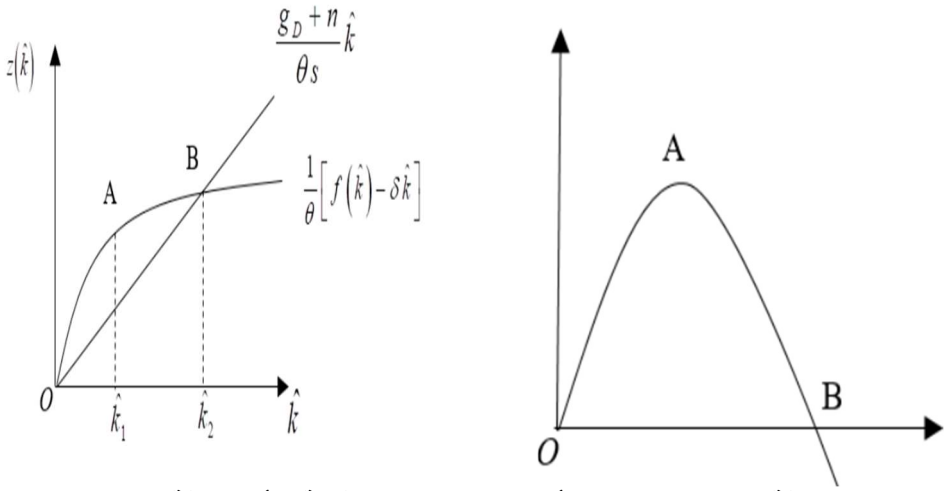
عندما يكون الاقتصاد في حالة توازن، يكون معدل نمو رأس المال الفعلي للفرد صفرًا، مما يعني $\hat{\acute{k}} = 0$. لذلك، فإن العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الفعلية للفرد ورأس المال للفرد والرقمنة للفرد تحددها المعادلة (١٤). بالإضافة إلى ذلك، يظل معدل نمو الرقمنة gD ومعدل النمو السكاني n دون تغيير في الحالة المستقرة، مما يعني أن كلاهما ينمو بمعدل ثابت.

في المعادلة (١٤)، يكون نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الفعالة على الجانب الأيسر. على الجانب الأيمن، يشير العنصر الأول إلى أن الناتج يزداد بسبب التراكم المستمر لرأس المال، وبالتالي زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، يشير العنصر الثاني على الجانب الأيمن إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عملية الإنتاج تتناقص مع التحسين المستمر للرقمنة.

تم فهم دلالات المعادلة (١٤) بشكل أفضل من خلال الشكل ٢. ففي الشكل ٢ أ، رأس المال الفعال الأولى للفرد هو صفر، مما يعني أنه لا يوجد انتاج عندما تكون انبعاثات ثاني أكسيد الكربون صفر. في المرحلة المبكرة من التطور الاقتصادي (أو في المرحلة الأولى من

الرقمنة)، تكون كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الإنتاج على نطاق واسع أكبر من تلك التي يتم تقليلها عن طريق الرقمنة وتكون سرعة انبعاث ثاني أكسيد الكربون أسرع من تلك الخاصة بمعالجة ثاني أكسيد الكربون (منحنى *OA*). عندما يستمر الاقتصاد في التطور، يتحسن مستوى الرقمنة. لا تزال كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أكبر من تلك التي تم تقليلها من خلال التقدم التكنولوجي الرقمي، ولكن سرعة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أبطأ من سرعة معالجة ثاني أكسيد الكربون (منحنى *AB*). عندما يتطور الاقتصاد أكثر، يتحسن مستوى الرقمنة. لا تزال كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أكبر من تلك التي تم تقليلها من خلال التقدم التكنولوجي الرقمي، ولكن سرعة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أبطأ من سرعة معالجة ثاني أكسيد الكربون (منحنى *AB*). عندما يتطور الاقتصاد أكثر، يتحسن مستوى الرقمنة. كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من الإنتاج أقل من تلك التي يتم تقليلها عن طريق الرقمنة، مما يعني أن الرقمنة لا يمكنها فقط تقليل انبعاثات تلوث الهواء ولكن أيضًا تحسين البيئة المحيطة من خلال انتشار التكنولوجيا والتأثيرات الأخرى. الشكل ٢ ب عبارة عن علاقة مقلوبة على شكل حرف *U* بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والرقمنة مستمدة من الشكل ٢ أ وتعني أنه مع تطور الرقمنة، ترتفع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أولاً ثم تنخفض، وهو ما يتوافق مع فرضية *EKC*.

(ب) **(أ)**



الشكل ٢: العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والرقمنة، (أ) العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ونصيب الفرد من رأس المال الفعال، (ب) منحنى *EKC* لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون والرقمنة.

المصدر: **(Li et al., 2021)** بتصرف

النموذج التجريبي ووصف المتغير والبيانات:

الفرض الذي سيتم اختباره في هذا القسم من الدراسة هو وجود علاقة على شكل حرف *U* مقلوب بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الرقمي. في المرحلة المبكرة من تطور الاقتصاد الرقمي، زادت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى ذروتها، مع زيادة تطوير الاقتصاد الرقمي، تنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

وصف المتغيرات والبيانات ومصادرها:

يتم جمع بيانات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٩ بالاعتماد على بيانات البنك الدولي وأخذ اللوغاريتم الطبيعي *lnCO2* واستخدامه كمتغير تابع. قمنا أيضًا بجمع بيانات الصادرات من الخدمات التكنولوجية من عام ٢٠٠٥ إلى عام ٢٠١٩ بالاعتماد على بيانات البنك الدولي والقسمة على إجمالي عدد السكان للدولة المقابل للحصول نصيب الفرد من هذه الخدمات، وكذلك بيانات إجمالي عدد السكان. تم الحصول على متغير التجانس الرقمي بعد أخذ اللوغاريتم الطبيعي. قمنا بتربيع المتغير الرقمي للحصول على المتغير الأساسي المستقل^2 *(ln digital)* ، تم اختيار المتغيرات الخمسة التالية كمتغيرات تحكم: اللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (*ln GDPP*)، واللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من الاستثمار الأجنبي المباشر (*ln FDI*)، ومستوى التصنيع (*Industry*)، ومستوى التحضر (*Urban*)، ومستوى الإمداد بالطاقة (*Electricity*)، تم أخذ الفرق بين التدفقات الداخلة والتدفقات الخارجة من الاستثمار الأجنبي المباشر ثم قسمة الناتج على عدد السكان وأخذ اللوغاريتم الطبيعي للحصول على المتغير (*ln FDI*)، يتم الحصول على مستوى التصنيع (*Industry*) بنسبة قيمة الصناعية إلى الناتج المحلي الإجمالي، ومستوى التحضر (*Urban*)، ونسبة سكان الحضر من إجمالي عدد السكان، ومستوى الإمداد بالطاقة (*Electricity*) من خلال وصول السكان إلى الكهرباء، وتم الحصول على جميع البيانات من قاعدة بيانات البنك الدولي أيضا، وكذلك تم استخدام نصيب الفرد من تجارة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (*ICT*) كمقياس للاقتصاد الرقمي واستخدامه في النموذج الثاني للدراسة بالاعتماد على نفس مصدر البيانات للبنك الدولي.

اختيار النموذج التجريبي:

يتم دراسة تأثير الاقتصاد الرقمي على تلوث الهواء من خلال اختيار نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمتغير تابع ومربع تجارة الخدمات للفرد كمتغير مستقل لقياس مستوى تطور الاقتصاد الرقمي. تركيزنا منصب على المعامل β_1 للمتغير الأساسي المستقل $ln\ digital^2$ لتحديد ما إذا كان اختبار العلاقة على شكل حرف *U* المقلوب بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الرقمي سلبيًا بشكل كبير. تم بناء النموذج على أنه المعادلة **(١٥)** التالية، وفقًا لـ ***(Neag, 2019)***، والتي تتوافق مع النموذج النظري:

$$\ln CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1(\ln digital)^2_{it} + \beta_2 \ln digital_{it} + \beta_3 x_{it} + \varepsilon_{it}, \ldots . \mathbf{15}$$

حيث تمثل *i* الدولة رقم *i*، و*t* تمثل العام *t-th*، و*lnCO2* المتغير التابع، و *(ln digital)* 2 تمثل المتغير التفسيري الأساسي، وتمثل *X* متغيرات التحكم نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي *ln GDPP*، وصافي نصيب الفرد من الاستثمار الأجنبي المباشر (*ln FDI*)، والتصنيع (*Industry*)، والتحضر (*Urban*)، والكهرباء (*Electricity*).

في ضوء الاختلافات بين الدول، نقوم أولاً ببناء نموذج معامل متغير للبيانات المجمعة *panel data* واختيار النموذج الأمثل بناءً على نتائج تقدير النموذج. بالإضافة إلى ذلك، تم اختيار التأثيرات الثابتة الفردية أو التأثيرات العشوائية الفردية عند بناء النموذج. تمت كتابة نموذج التأثيرات الثابتة على شكل معادلة **(١٦)**، وفقًا لـ **(Zhang et al., 2017)**، حيث يلتقط *Country* $_i$ التأثير الثابت للدولة والسنة التي يكون فيها التأثير العام ثابتًا على النحو التالي:

$$\ln co2_{it} = \beta_0 + \beta_1(\ln digital)^2_{it} + \beta_2 ln\, digital_{it} + \beta_3 X_{it} + country_i + year_t + \varepsilon_{it} \ldots . \mathbf{16}$$

ويتم كتابة نموذج التأثيرات العشوائية كما في المعادلتين (١٧) و (١٨) على النحو التالي:

$$lnCO2_{it} = \alpha_i + \beta_0 + \beta_1 (\ln digital)^2_{it} + \beta_2 \ln digital_{it} + \beta_3 X_{itt} + \varepsilon_{it} \ldots \mathbf{17}$$

$$\alpha_i = \alpha_1 + \varepsilon_i \ldots \ldots \qquad \mathbf{18}$$

لتحديد النموذج الأكثر ملاءمة، يتم اختبار Hausman وكانت فرض العدم أنه لا يوجد فرق معنوي في المقدرات بين نموذج الآثار الثابتة ونموذج الآثار العشوائية. إذا تم رفض فرض العدم، فإن الاستنتاج هو أن نموذج التأثيرات العشوائية غير مناسب، لأن التأثيرات العشوائية قد تكون مرتبطة بواحد أو أكثر من عوامل الانحدار، في هذه الحالة، كان نموذج التأثيرات الثابتة أفضل من نموذج التأثيرات العشوائية. تظهر نتيجة اختبار *Hausman* في الجدول التالي، وفقًا لاختبار *Hausman* (الاحتمال <٠,٠٥)، قمنا ببناء نموذج التأثيرات الثابتة.

جدول (٣) نتائج اختبار *Hausman*

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	199.420110	7	0.0000

Cross-section random effects test comparisons:

Variable	Fixed	Random	Var (Diff.)	Prob.
LN_DIGITAL2	-0.000253	-0.000342	0.000000	0.0048
LN_DIGITAL	0.013361	0.017883	0.000003	0.0139
LN_FDI	0.018203	0.010637	0.000001	0.0000
LN_GDPP	0.000003	-0.000006	0.000000	0.0008
INDUSTRY	0.000762	0.000833	0.000000	0.7000
ELECTRICTY	0.357530	0.386434	0.000708	0.2775
URBAN	0.029061	0.023780	0.000004	0.0060

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات *EViews12*

من نتائج اختبار *Hausman* الفرض العدمي يقر أن مقدرات *FEM* ومقدرات *ECM* غير مختلفة، نجد أن (١٩٩,٤٢٠١١٠> ٠,٠٥) وبالتالي يتم رفض الفرض العدمي وقبول الفرض البديل، أي أن مقدرات *ECM* للتأثيرات العشوائية غير مناسبة للنموذج وبالتالي فان مقدرات *FEM* ذات التأثيرات الثابتة هي المناسبة للنموذج (***D. Gujarati, 2003, pp. 843***).

نتائج الانحدار الأساسية:

تظهر نتائج الانحدار الأساسي للتأثيرات الثابتة للمعادلة **(١٦)** في الجدول **(٤)** التالي نجد أن لوغاريتم مربع الاقتصاد الرقمي ^{٢}(*ln* digital) كان (-٠,٠٠٦) عند مستوى معنوية ١٪، مما يشير إلى علاقة عكسية على شكل حرف *U* بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الرقمي. ويمكن تحديد نقطة الانقلاب في النموذج المستخدم (*ln* digital=*22.18*) أي أنه يتم وجود العلاقة العكسية بين ln co2 والاقتصاد الرقمي *ln digital* عندما يكون لوغاريتم

الاقتصاد الرقمي يعادل (٢٢,١٨) وهو يعادل مقدار (٤٢٩١٩١٩٩٠٥) مليون دولار التي تمثل صادرات الخدمات الرقمية لعينة الدول العربية ١٣ دولة.

جدول (٤) نتائج الانحدار الأساسية

Dependent Variable: LNCO2
Method: Panel Least Squares
Date: 11/09/22 Time: 12:17
Sample: 2005 2019
Periods included: 15
Cross-sections included: 13
Total panel (unbalanced) observations: 152

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C_ID	0.036800	0.084163	0.437242	0.6626
LN_DIGITAL2	-0.006041	0.001229	-4.917187	0.0000
LN_DIGITAL	0.267956	0.049157	5.451044	0.0000
LN_GDPP	-0.001968	0.000157	-12.55018	0.0000
LN_FDI	-0.872272	0.107618	-8.105290	0.0000
INDUSTRY	0.155297	0.015365	10.10726	0.0000
ELECTRICTY	0.989729	0.239223	4.137273	0.0001
URBAN	-0.118946	0.018219	-6.528639	0.0000

Root MSE	2.326218	R-squared	0.753871
Mean dependent var	0.751437	Adjusted R-squared	0.741906
S.D. dependent var	4.704376	S.E. of regression	2.389962
Akaike info criterion	4.631628	Sum squared resid	822.5161
Schwarz criterion	4.790779	Log likelihood	-344.0037
Hannan-Quinn criter.	4.696281	Durbin-Watson stat	0.207910

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات EViews12

من الجدول **(٤)** أعلاه نجد أن جميع المتغيرات سواء المتغيرات الأساسية المتمثلة في الاقتصاد الرقمي ln digital ومتغيرات التحكم المتمثلة في نصيب الفرد من الناتج وصافي تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر والكهرباء والتصنيع والتحضر جميعها معنوية إحصائيا عند مستوى (١٪) والتقاطع (*C_ID*) غير معنوي إحصائيا، بالنسبة للمتغيرات ذات التأثير السلبي أو العكسي على مستوى ثاني أكسيد الكربون *ln co2* كلا من نصيب الفرد من الناتج ومربع الاقتصاد الرقمي $LN_DIGITAL^2$ والاستثمار الأجنبي المباشر LN_FDI ودرجة التحضر URBAN، بينما المتغيرات ذات التأثير الإيجابي أو الطردي فهي الاقتصاد الرقمي *LN*_DIGITAL ودرجة التصنيع INDUSTRY *واستهلاك* الكهرباء ELECTRICTY والسبب في العلاقة الطردية بين استهلاك الكهرباء وثاني أكسيد الكربون في الدول العربية هو أن الدول العربية مازالت تعتمد في توليد الكهرباء على الوقود الاحفوري بنسبة كبيرة.

عند استخدام ICT كمؤشر للاقتصاد الرقمي بدلاً من صادرات الخدمات الرقمية التي تم استخدامها في النموذج السابق أعلاه كمؤشر للاقتصاد الرقمي، الجدول **(٥)** التالي يوضح نتائج الانحدار الأساسية لاستخدام ICT وتأثيرها على الاستدامة البيئية باستخدام *ln* co2 كمؤشر لها وتم أخذ عينة مكونة من ١٢ دولة بعد استبعاد العراق حيث لا توجد لها بيانات خاصة ب ICT للفترة محل الدراسة.

جدول (٥) نتائج الانحدار الأساسية باستخدام *ICT*

Dependent Variable: LNCO2
Method: Panel Least Squares
Date: 11/09/22 Time: 20:00
Sample: 2005 2019
Periods included: 15
Cross-sections included: 12
Total panel (unbalanced) observations: 138

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C_ID	0.533740	0.124427	4.289591	0.0000
LN_DIGITAL2	-0.076100	0.019989	-3.807135	0.0002
LN_DIGITAL	1.771189	0.309056	5.730969	0.0000
LN_FDI	-1.004081	0.173634	-5.782744	0.0000
LN_GDPP	-0.002216	0.000501	-4.419770	0.0000
INDUSTRY	0.171074	0.017834	9.592822	0.0000
ELECTRICTY	0.294886	0.197701	1.491578	0.1382
URBAN	-0.210356	0.024408	-8.618372	0.0000

Root MSE	2.185769	R-squared	0.788926
Mean dependent var	0.742401	Adjusted R-squared	0.777560
S.D. dependent var	4.774917	S.E. of regression	2.252019
Akaike info criterion	4.517754	Sum squared resid	659.3066
Schwarz criterion	4.687450	Log likelihood	-303.7250
Hannan-Quinn criter.	4.586714	Durbin-Watson stat	0.186447

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات EViews12

من الجدول **(٥)** أعلاه نجد أن جميع المتغيرات لها تأثير معنوي إحصائي بما فيها القاطع - وجود عوامل أخرى مؤثرة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بخلاف التي تناولها النموذج- مثل النموذج السابق عند مستوى معنوية (١٪)، ماعدا استهلاك الكهرباء له تأثير ولكن غير معنوي إحصائي. (نقطة الانقلاب عندما يكون لوغاريتم الاقتصاد الرقمي باستخدام ICT يساوي (١١,٦٤) وهو يعادل (١١٣٥٥٠,١٦٥) مليون دولار من تجارة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعينة الدول العربية ١٢).

النتائج:

أصبح الاحترار العالمي خطيرًا بشكل متزايد واتضح ذلك جليا في قمة المناخ CCOP 27 مصر بشرم الشيخ ٢٠٢٢، والاحترار يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالأنشطة الاقتصادية للبشر، ومنذ تسعينيات القرن الماضي، تطورت تكنولوجيا الكمبيوتر بسرعة، لتشكل نمطًا اقتصاديًا جديدًا للتشغيل، مثل الاقتصاد الرقمي. وبالتالي فما هو تأثير الاقتصاد الرقمي على ظاهرة الاحتباس الحراري؟ هل الاقتصاد الرقمي يحقق منحنى كوزنتس البيئي؟ ندرس في هذه الورقة تأثير الاقتصاد الرقمي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمؤشر لقياس للاستدامة البيئية. في النموذج النظري، تم إدخال الرقمنة في نموذج نمو Solow كنوع من التقدم التكنولوجي من خلال إنشاء معادلة ديناميكية لتراكم رأس المال، تم حل العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ودرجة الرقمنة. أظهر النموذج علاقة على شكل حرف U مقلوب بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والرقمنة، وهو ما يتوافق مع فرضية EKC منحنى كوزنتس البيئي، في بداية الرقمنة تنتج الشركات المزيد من السلع بسبب التقدم التكنولوجي، وبالتالي إطلاق المزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والتي تعد أكبر من الحد من ثاني أكسيد الكربون بسبب الرقمنة. عندما يكون مستوى الرقمنة مرتفعًا، تكون كمية معالجة ثاني أكسيد الكربون أكبر من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث تنتج الشركات سلعًا بمستوى ثابت ويؤدي التقدم التكنولوجي إلى الاقتصاد الأخضر.

واستخدمت هذه الورقة بيانات مجمعة Panel data لـ ١٣ دولة عربية للفترة الزمنية من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٩ لإجراء انحدار ذي تأثيرات ثابتة. أظهرت نتائج الانحدار الأساسي أن تربيع الاقتصاد الرقمي سالب ومعنوي إحصائيًا عند مستوى ١٪، مما يشير إلى وجود علاقة على شكل حرف U مقلوب بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الرقمي (نقطة الانقلاب ln digital=22.18 وهو يعادل ٤٢٩١٩١٩٩٠٥ مليون دولار التي تمثل صادرات الخدمات الرقمية لعينة الدول العربية ١٣ دولة).

نستنتج من الدراسات السابقة أن من أهم الصعوبات التي تواجه بعض الدول العربية وخاصة مصر ارتفاع تكاليف عملية الرقمنة من استخدام أجهزة التليفون المحمول، وارتفاع

تكاليف استخدام النت وعدم استقرار وثبات خدمة النت لفترات طويلة وعدم وصوله إلى مناطق كثيرة من الريف وخاصة في القرى الأشد فقرًا على الرغم من جهود الحكومة في هذا المجال، عدم انتشار ثقافة استخدام الرقمنة في كثير من المناطق لشعور كثير من الإفراد بعدم أمانها خاصة في العمليات المالية.

وفقًا لنتائج هذه الدراسة نقترح بعض التوصيات التالية:

أولاً: في بداية الرقمنة، سيؤدي تطوير الاقتصاد الرقمي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لذلك، تحتاج الحكومات إلى اعتماد سياسات تحوط للتخفيف من الآثار السلبية للاقتصاد الرقمي من أجل منع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصناعية، والاتجاه إلى استخدام الهيدروجين الأخضر في العمليات الصناعية بشكل موسع.

ثانيًا: عندما يصل تطور الاقتصاد الرقمي إلى مستوى معين، يمكن التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل فعال، لذلك، يجب على جميع الدول الالتزام بتطوير الاقتصاد الرقمي تفعيل دوره لتقصير وقت التلوث الذي يسببه في المرحلة المبكرة والاستفادة منه بشكل أفضل لتحقيق هدف حماية البيئة العالمية بشكل تعاوني.

ثالثًا: رفع كفاءة النت وتوصيلة إلى جميع مناطق مصر، تفعيل الخدمات الرقمية في مصر وتأمينها وخاصة خدمات تحويل الأموال من وإلى البنوك والأفراد وأداء الخدمات الحكومية بشكل رقمي وليس حجز دور كما يحدث في خدمات الشهر العقاري على سبيل المثال.

أما بالنسبة للبحوث المستقبلية في هذا المجال فيمكن استخدام مؤشرات الاقتصاد الرقمي ودراسة أثرها على الاستدامة البيئية وما دور الرقمنة في جذب الاستثمار الأجنبي المباشر لإنتاج الهيدروجين الأخضر.

مراجع البحث:

- Borremans, A. D., Zaychenko, I. M., & Iliashenko, O. Y. (2018). Digital economy. IT strategy of the company development. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 170, p. 01034). EDP Sciences.
- Cagno, E., Neri, A., Negri, M., Bassani, C. A., & Lampertico, T. (2021). The role of digital technologies in operationalizing the circular economy transition: A systematic literature review. *Applied Sciences*, *11*(8), 3328.
- Chakravorti, B., & Chaturvedi, R. S. (2017). Digital planet.
- Chakravorti, B., Chaturvedi, R. S., & Troein, C. (2017). Building "Smart Societies"—A blueprint for action. *The Fletcher School, Tufts University, November*.
- Gujarati, D. N (2003). Basic econometrics (ed.). *Singapore: McGrew Hill Book Co*.
- https://www.internetworldstats.com/
- Inada, K. I. (1964). Some structural characteristics of turnpike theorems. *The Review of Economic Studies*, *31*(1), 43-58.
- Jiao, S., & Sun, Q. (2021). Digital Economic Development and Its Impact on Economic Growth in China: Research Based on the perspective of Sustainability. *Sustainability*, *13*(18), 10245.
- Li, T., & Yang, L. (2021). The Effects of Tax Reduction and Fee Reduction Policies on the Digital Economy. *Sustainability*, *13*(14), 7611.
- Li, X., Liu, J., & Ni, P. (2021). The Impact of the digital economy on CO2 emissions: a theoretical and empirical analysis. *Sustainability*, *13*(13), 7267.
- MARTYNENKO, T. S., & VERSHININA, I. A. (2018). Digital economy: The possibility of sustainable

development and overcoming social and environmental inequality in Russia. *Revista Espacios*, *39*(44).

- Neagu, O. (2019). The link between economic complexity and carbon emissions in the European Union countries: a model based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) approach. *Sustainability*, *11*(17), 4753.
- Rosário, A. T., & Dias, J. C. (2022). Sustainability and the Digital transition: a literature review. *Sustainability*, *14*(7), 4072.
- Rubaeva, O., & Nikitina, T. (2019, June). Digital Economy as a Factor of Increasing the Socio and Economic Sustainability of Rural Territories. In *International Scientific and Practical Conference "Digital agriculture-development strategy" (ISPC 2019)* (pp. 59-63). Atlantis Press.
- Shvakov, E. E., & Petrova, E. A. (2019, December). Newest trends and future scenarios for a sustainable digital economy development. In *Institute of Scientific Communications Conference* (pp. 1378-1385). Springer, Cham.
- Song, B., Shi, H., Wang, M., & Gu, R. (2022). The research on the effect of digital economy development on urban air quality. *Frontiers in Environmental Science*, 1771.
- Sui, D. Z., & Rejeski, D. W. (2002). Environmental impacts of the emerging digital economy: the e-for-environment e-commerce? *Environmental Management*, *29*(2), 155-163.
- Turban, E., King, D., Lee, J., Warkentin, M., & Chung, H. M. (2002). Electronic commerce: A managerial perspective (International Edition). *Prentice Hall USA*, *4*(9), 523-527.
- Unold, J. (2003). Basic aspects of the digital economy.

- Valenduc, G., & Vendramin, P. (2016). *Work in the digital economy: sorting the old from the new* (Vol. 3). Brussels: European Trade Union Institute.
- Wen, H., Lee, C. C., & Song, Z. (2021). Digitalization and environment: how do ICT affect enterprise environmental performance? Environmental *Science and Pollution Research*, *28*(39), 54826-54841.
- World Economic Forum – Annual Report 2021-2022
- Xiang, X., Yang, G., & Sun, H. (2022). The impact of the digital economy on low-carbon, inclusive growth: Promoting or restraining. *Sustainability*, *14*(12), 7187.
- Yu, Z., Liu, S., & Zhu, Z. (2022). Has the Digital Economy Reduced Carbon Emissions? Analysis Based on Panel Data of 278 Cities in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(18), 11814.
- Zakaria, M., Aoun, C., & Liginlal, D. (2021). Objective sustainability assessment in the digital economy: An information entropy measure of transparency in corporate sustainability reporting. *Sustainability*, *13*(3), 1054.
- Zhang, N., Yu, K., & Chen, Z. (2017). How does urbanization affect carbon dioxide emissions? A cross-country panel data analysis. *Energy Policy*, *107*, 678-687.
- Zhong, K., Fu, H., & Li, T. (2022). Can the Digital Economy Facilitate Carbon Emissions Decoupling? An Empirical Study Based on Provincial Data in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(11), 6800.
- Zhou, Z., Ye, X., & Ge, X. (2017). The impacts of technical progress on sulfur dioxide Kuznets curve in China: a spatial panel data approach. *Sustainability*, *9*(4), 674.