

UKJAES

University of Kirkuk Journal
For Administrative
and Economic Science

ISSN:2222-2995 E-ISSN:3079-3521

University of Kirkuk Journal For
Administrative and Economic Science



Jasim Talib Ghani, Al-weead Ahmed Abdullah Mohammed & Ibrahim Ibrahim Bahjat. The Role of the Internet of Things in the Era of Digital Transformation in Developing Countries: Solutions and Challenges. *University of Kirkuk Journal for Administrative and Economic Science* Volume (15) Issue (4) Part (2) Supplement (1) A special issue of the 1st Scientific Conference of the College of Administration and Economics - University of Kirkuk - Information technology, digitization, and their impact on sustainable development - 8-9, Oct- 2025, p-p:482-487.

The Role of the Internet of Things in the Era of Digital Transformation in Developing Countries: Solutions and Challenges

Talib Ghani Jasim ¹, Ahmed Abdullah Mohammed Al-weead ², Ibrahim Bahjat Ibrahim ³

¹ collage of Administration and Economics, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq

² Remote Sensing Center, University of Mosul, Mosul, Iraq

³ Department of Quality Assurance and University Performance, University of telafer, Mosul, Iraq

talibghani@uokirkuk.edu.iq ¹
ahmed.abdullah@uomosul.edu.iq ²
Ibrahim@uotelafer.edu.iq ³

Abstract: The Internet of Things (IoT) has emerged as a transformative force in the digital age, offering promising solutions to long-term development challenges across various sectors, particularly in developing countries. This research explores the strategic role of IoT in accelerating digital transformation by enabling real-time data collection, intelligent decision-making, and automation in areas such as healthcare, agriculture, energy, transportation, and public services. Despite the immense potential of IoT, its adoption in developing countries faces numerous challenges, including inadequate digital infrastructure, limited financial resources, cybersecurity concerns, a shortage of skilled human capital, and difficulties in systems integration. The study reviews key success stories, analyzes current obstacles, and proposes practical solutions, such as strengthening public-private partnerships, enacting supportive policies, investing in human capacity building, and fostering innovation ecosystems. Ultimately, this research highlights the importance of leveraging IoT as a catalyst for sustainable development, economic efficiency, and improved quality of life in developing environments.

Keywords: Internet of Things (IoT), digital transformation, developing countries, infrastructure, innovation, smart technologies, sustainable development.

دور انترنت الاشياء في عصر التحول الرقمي للبلدان النامية: الحلول والتحديات

م.م. طالب غني جاسم ¹، م.م. احمد عبدالله محمد ²، م.م. ابراهيم بهجت ابراهيم ³

¹ كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة كركوك، كركوك، العراق

² مركز الاستشعار عن بعد، جامعة الموصل، الموصل، العراق

³ قسم ضمان الجودة وأداء الجامعة، جامعة تلعفر، الموصل، العراق

المستخلص: برز إنترنت الأشياء (IoT) كقوة تحويلية في العصر الرقمي، مقدماً حلولاً واعدة لتحديات التنمية طويلة الأمد في مختلف القطاعات، وخاصة في الدول النامية. يستكشف هذا البحث الدور الاستراتيجي لإنترنت الأشياء في تسريع التحول الرقمي من خلال تمكين جمع البيانات في الوقت الفعلي، واتخاذ القرارات الذكية، والأتمتة في مجالات مثل الرعاية الصحية، والزراعة، والطاقة، والنقل، والخدمات العامة. ورغم الإمكانيات الهائلة لإنترنت الأشياء، إلا أن تبنيه في الدول النامية يواجه تحديات عديدة، منها عدم كفاية البنية التحتية الرقمية، ومحدودية الموارد المالية، ومخاوف الأمن السيبراني، ونقص رأس المال البشري الماهر، وصعوبات تكامل الأنظمة. تستعرض الدراسة قصص النجاح الرئيسية، وتحلل العوائق الحالية، وتقدم حلولاً عملية، مثل تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص، وبن سياسات داعمة، والاستثمار في بناء القدرات البشرية، وتعزيز منظومات الابتكار. وفي نهاية المطاف، يُسلط هذا البحث الضوء على أهمية الاستفادة من إنترنت الأشياء كمحفز للتنمية المستدامة، والكفاءة الاقتصادية، وتحسين جودة الحياة في سياق البيئات النامية.

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء (IoT)، التحول الرقمي، الدول النامية، البنية التحتية، الابتكار، التقنيات الذكية، التنمية المستدامة.

Corresponding Author: E-mail: talibghani@uokirkuk.edu.iq

المقدمة

يُعتبر "إنترنت الأشياء (Internet of Things - IoT) واحداً من أكثر الابتكارات التقنية تأثيراً في العالم المعاصر، حيث يتمحور حول ربط الأجهزة والأدوات المختلفة عبر الإنترنت لتمكينها من تبادل البيانات والعمل بشكل ذكي ومستقل. في ظل التوجه العالمي المتسارع نحو التحول الرقمي، أصبحت تقنيات IoT جزءاً لا يتجزأ من استراتيجيات التنمية الاقتصادية والاجتماعية في العديد من الدول. وبينما شهدت البلدان المتقدمة قفزات نوعية في تبني هذه التقنيات (eckshawer,2023). لا تزال البلدان النامية تواجه تحديات وفرصاً متباينة في هذا السياق، تشهد البلدان النامية زيادة ملحوظة في انتشار الهواتف الذكية، وتحسناً تدريجياً في البنية التحتية الرقمية، مما يجعلها بيئة واعدة لاعتماد حلول إنترنت الأشياء. تساعد هذه التقنيات في تجاوز الكثير من التحديات التقليدية مثل نقص الخدمات الصحية، تدني كفاءة الأنظمة الزراعية، وضعف الخدمات اللوجستية. من خلال توفير بيانات دقيقة وفورية، يمكن للحكومات والمؤسسات الخاصة اتخاذ قرارات أكثر ذكاءً وفاعلية، مما يعكس على تحسين جودة الحياة وزيادة كفاءة الأداء الاقتصادي، بالرغم من الإمكانيات الهائلة لإنترنت الأشياء (Mutunhu,2023). إلا أن هناك العديد من العقبات التي تحول دون انتشاره الكامل في الدول النامية. تشمل هذه العقبات ضعف البنية التحتية التكنولوجية، ارتفاع تكاليف الأجهزة والاتصال، نقص الكوادر البشرية المؤهلة، بالإضافة إلى التحديات المتعلقة بمخاوف الامان والخصوصية وحماية البيانات. وللتغلب على هذه المعوقات، يتطلب الأمر جهوداً تكاملية تشمل استثمارات استراتيجية في البنية التحتية، إصلاحات تنظيمية، وتعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص (Al-Huwaidi,2022). تتزايد أهمية إنترنت الأشياء في مجالات حيوية مثل الزراعة الذكية، حيث تُمكن التقنيات المزارعين من مراقبة التربة والطقس وإدارة الموارد بكفاءة. وفي قطاع الرعاية الصحية، تسهم الأجهزة الذكية القابلة للارتداء وأنظمة المراقبة عن بُعد في تحسين الوصول إلى الخدمات الطبية، خصوصاً في المناطق الريفية والناحية. أما في مجال إدارة المدن، فتوفر حلول المدن الذكية إمكانيات واسعة لتحسين إدارة الطاقة، والمياه، والنقل، والنفايات، مما يساهم في رفع كفاءة الخدمات العامة وتعزيز الاستدامة (Khan, Shahbaz, et al.,2023). يتناول هذا البحث دور إنترنت الأشياء في دعم التحول الرقمي بالبلدان النامية من خلال استعراض الفوائد، تحليل التحديات، عرض دراسات حالة ناجحة، وأخيراً تقديم توصيات عملية لتعزيز تبني هذه التكنولوجيا الواعدة. يهدف البحث إلى توفير فهم شامل للكيفية التي يمكن من خلالها استخدام إنترنت الأشياء كأداة استراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة والتحول الرقمي الفعال، مع التركيز على خصوصية البيانات النامية ومتطلباتها الخاصة.

أولاً: إنترنت الأشياء:

صاغ كيفن أشتون، من مختبرات أوتو-آي دي، مصطلح إنترنت الأشياء لأول مرة عام ١٩٩٩. ولفهم التصنيع الذكي في سياق الثورة الصناعية الرابعة، يُعرّف إنترنت الأشياء بأنه أنظمة سيبيرية فيزيائية متصلة أيضاً بالمنزل الرقمية والمدن الحديثة، والشبكات الذكية، وأنظمة النقل الذكية. ويمكن التعرف عليه من خلال مزيج من الأتمتة المُفعّلة التي تغطي تحديد ترددات الراديو، وشبكات الاستشعار عن بُعد، وتحليل البيانات، وخدمات الويب، وبروتوكولات (ARPANet) (Symeonaki, et al.2020). تُحسن تقنية شبكات الاستشعار اللاسلكية (WSN) العديد من جوانب الحياة العصرية، حيث تُتيح القدرة على حساب واستنتاج وفهم المؤشرات المحيطة، بدءاً من البيانات الهشة والموارد التي تنتقل من الطبيعة إلى البيئات الحضرية (Khan, Yasser, et al.,2022). ويُعرّف إنترنت الأشياء نفسه بأنه ملايين الأجهزة المادية المتصلة (سلكياً أو لاسلكياً) لجمع المعلومات ومشاركتها. إنه مجال تطبيق يجمع بين مختلف التقنيات (البرمجيات) والأجهزة (Abbasi et al., 2019). "الإنترنت" هو الاتصال الذي يساعد في الاتصالات ومصطلح "الأشياء" يعني مزيجاً من أجهزة الاستشعار وأجهزة الحوسبة والهواتف المحمولة الذكية وتحديد الترددات الراديوية (RFID) وما إلى ذلك. يمكن الحفاظ على الشفافية والتجانس في عدد كبير من أنظمة النهاية المختلفة وغير المتجانسة من خلال إنترنت الأشياء، / مع إعطاء وصول مفتوح لمجموعات مختارة من البيانات لنشر عدد كبير من الخدمات الرقمية (AIZubi and Galyna, 2023). كما عرفت دراسة (Vass,et al.,2018) بانها احد التقنيات المستحدثة التي تسهم في تقليص الفجوة بين العالم المادي والعالم الرقمي، كما قدمت دراسة (Ben-Daya,et al.,2019) مفهوم مبسط لها بانها شبكة من الاشياء المادية التي ترتبط رقمياً بمجموعة من اجهزة الاستشعار (الحساسات الذكية) والمراقبة والتفاعل داخل وخارج المؤسسات،

من خلال توفير قدرات تحديد الهوية والاستشعار والمعالجة للتواصل مع الاجهزة والخدمات الاخرى عبر الانترنت. ويتجسد الهدف الرئيسي لتقنيات انترنت الاشياء في انشاء وتحسين العمليات في مختلف القطاعات، من خلال تقديم نماذج عمل تسهم في رفع كفاءة الاعمال، وتخفيض التكاليف، وتعزيز الابتكار، وخلق فرص تجارية جديدة، وزيادة الربحية وطرح رؤى جديدة للمؤسسات في عملياتهم التشغيلية والتي تسهم في تقديم حلول متطورة ومبتكرة سواء للأشخاص او الشركات وفي مختلف القطاعات الحيوية مثل الصناعة، التعدين، الطاقة، المياه، النقل، الصحة، التعليم، السياحة، الزراعة، البيئة الأمن، وسائل المتعة والرفاهية، وغيرها من القطاعات الاخرى من اجل تحسين نوعية الحياة (Shaheen, et al.,2021).

ثانياً: التحول الرقمي في البلدان النامية:

ان التحول الرقمي يتشكل من بيئات تكنولوجيا المعلومات الشخصية والمؤسسية، بالإضافة الى انه يغلف التأثير التحويلي للتقنيات الرقمية الجديدة، مثل التقنيات الاجتماعية والمنتقلة، والتحليلية، والسحابية، وانترنت الاشياء. والتحول الرقمي يتم تقديمه على انه تكامل التقنيات الرقمية والعمليات التجارية في الاقتصاد الرقمي (Ziyadin et al.,2019). وأشار (Al-Hilali,2021) الى انها سلسلة من التعديلات التي يجب إجراؤها بناء على المنظمة او المجموعة الراغبة في تحويل البيات عملهم من الشكل التقليدي الى الشكل الالكتروني بالاعتماد على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والحاسب الالي في التعامل مع المؤسسات، سواء موظفين او مستفيدين. وذكر (Al-Huwaidi,2022) ان التحول الرقمي لا يقتصر على الشركات التي تبيع المنتجات الرقمية او تركز على الانترنت والتكنولوجيا، بل يؤثر على جميع المجالات والقطاعات وخدمات الاعمال ويساهم في الانتشار السريع والتوسع للمؤسسات، فهي تكسب اعدادا كبيرة من الجمهور وتنفيذ سرعة الاجراءات الرقمية وتنظيمها وتحسين الكفاءة التشغيلية. وأكدت (Al-Rabghi,2022) ان التحول الرقمي يجب ان يشمل الانتقال من مرحلة الى اخرى، ولكل منها متطلباتها الخاصة، وطرق بنائها وتكوينها والتعامل معها ومواكبة التطورات المستمرة واعتماد التقنيات الناشئة وتأهيل افراد المجتمع رقمياً وتزويدهم بالمهارات الرقمية التي يحتاجونها لتحقيق اهداف الرؤية والاستراتيجية، وينجلى هذا التحول بلا شك في ثلاثة اقطاب رئيسية: الفرد والافراد الاخرين، والمجتمع الاخر، المؤسسات والمؤسسات الحكومية والخاصة.

١- أهمية انترنت الاشياء في التحول الرقمي

تلعب تقنيات إنترنت الأشياء دورًا حيويًا في دفع عجلة التحول الرقمي من خلال تمكين الاتصال الذكي بين الأجهزة، وتحليل البيانات الفورية، وتعزيز الكفاءة التشغيلية في مختلف القطاعات. يمكن توضيح أهمية إنترنت الأشياء في التحول الرقمي من خلال عدة محاور رئيسية: (Al-Fuqaha, Ala, et al.,2015) (Al-Hilali,2021)

أ- تحسين الكفاءة التشغيلية

توفر تقنيات إنترنت الأشياء أدوات متطورة لمراقبة الأداء، التنبؤ بالأعطال، وتحسين العمليات التشغيلية عبر مختلف الصناعات. عبر جمع البيانات الحية من الحساسات وأجهزة المراقبة، تتمكن المؤسسات من اتخاذ قرارات أسرع وأكثر دقة. يساهم ذلك في تقليل الفاقد، تحسين استهلاك الموارد، وزيادة الإنتاجية.

أمثلة تطبيقية:

- في قطاع الطاقة: رصد استهلاك الكهرباء وتحسين توزيع الأحمال.
- في الصناعة: مراقبة خطوط الإنتاج وتحسين الصيانة التنبؤية.
- في المياه: كشف التسريبات وإدارة شبكات الإمداد بكفاءة.

ب- دعم الابتكار وتطوير نماذج أعمال جديدة

إنترنت الأشياء لا يقتصر فقط على تحسين العمليات التقليدية، بل يفتح المجال أمام خلق نماذج أعمال مبتكرة. من خلال جمع البيانات وتحليلها، تستطيع الشركات تطوير خدمات جديدة مخصصة للعملاء، مما يعزز ولاء العملاء ويفتح أسواقاً جديدة.

أمثلة:

- شركات التأمين تستخدم أجهزة استشعار في السيارات لحساب الأسعار بناءً على سلوك السائق.
- الشركات الزراعية تقدم خدمات استشارية قائمة على بيانات أجهزة استشعار الطقس والتربة.

ت- تسريع التحول نحو الاقتصاد القائم على البيانات

إنترنت الأشياء هو ركيزة أساسية لاقتصاد المستقبل القائم على البيانات. عبر جمع وتحليل كميات هائلة من البيانات، يمكن للجهات الحكومية والخاصة تحسين التخطيط، تقديم خدمات أكثر تخصيصاً، وتحقيق كفاءة أكبر في إدارة الموارد.

أمثلة:

- المدن الذكية تعتمد على بيانات المرور والبيئة لتحسين الخدمات العامة.
- أنظمة الرعاية الصحية تستخدم بيانات المرضى لتحسين التشخيص المبكر والعلاج.

ث- تعزيز جودة الحياة وتحقيق التنمية المستدامة

إنترنت الأشياء يساهم بشكل مباشر في تحسين نوعية الحياة، خاصة في البلدان النامية، من خلال حلول ذكية في مجالات مثل الصحة، التعليم، النقل، والزراعة. تساهم هذه الحلول في تحقيق أهداف التنمية المستدامة عبر:

- تقليل الفقر عبر تحسين الإنتاجية الزراعية.
- توفير رعاية صحية عن بُعد للمناطق النائية.
- تحسين جودة التعليم عبر تطبيقات ذكية للمراقبة والتفاعل.

ج- تمكين الحكومات الذكية

توفر تقنيات إنترنت الأشياء أدوات مهمة للحكومات لزيادة الكفاءة الإدارية وتحسين الخدمات المقدمة للمواطنين. عبر شبكات الاستشعار الذكية، تستطيع الحكومات مراقبة البنية التحتية الحيوية، إدارة النفايات، تحسين المرور، وتعزيز الاستجابة للكوارث.

أمثلة:

- مواقف سيارات ذكية توفر الوقت وتقلل الازدحام.
- أنظمة مراقبة جودة الهواء تساعد في وضع السياسات البيئية.

جدول (١)

المجال	التأثير المتوقع
الصحة	تحسين التشخيص والرعاية عبر المراقبة الذكية
الزراعة	زيادة الإنتاجية عبر إدارة دقيقة للموارد
النقل	تحسين حركة المرور وخفض الحوادث
الصناعة	رفع كفاءة الإنتاج وتقليل الأعطال
التعليم	دعم التعلم التفاعلي والافتراضي
البيئة	مراقبة جودة الهواء والمياه والاستجابة للكوارث

باختصار، إنترنت الأشياء يُمثل حجر الزاوية للتحويل الرقمي، حيث يوفر البنية الأساسية للتحويل من الاقتصاد التقليدي إلى الاقتصاد الرقمي القائم على الذكاء الاصطناعي، البيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، مما يمهد الطريق لتحقيق تنمية اقتصادية مستدامة ومجتمعات أكثر ذكاءً وشمولية.

٢. التحديات الرئيسية أمام تبني IoT

على الرغم من الإمكانيات الواعدة لإنترنت الأشياء، إلا أن البلدان النامية تواجه العديد من التحديات التي تعيق تحقيق الاستفادة الكاملة من هذه التكنولوجيا. يمكن تصنيف هذه التحديات إلى: (Khan, Yasser, et al.2022) (Abbasi,2019)

أ- نقص البنية التحتية التكنولوجية

تعاني معظم الدول النامية من ضعف في البنية التحتية الداعمة مثل شبكات الإنترنت عالية السرعة، توافر الطاقة المستدامة، والأنظمة التكنولوجية الداعمة. يؤدي ذلك إلى عدم استقرار الاتصال وانقطاع الخدمات، مما يحد من قدرة نشر تقنيات إنترنت الأشياء.

حلول مقترحة:

- الاستثمار في توسيع شبكات الجيل الرابع والخامس.
- إنشاء شركات دولية لدعم تمويل مشاريع البنية التحتية.

ب- محدودية الكوادر البشرية والمهارات الرقمية

يوجد نقص حاد في الكفاءات المتخصصة في مجالات البرمجة، تحليل البيانات، أمن الشبكات، وتطوير الحلول الذكية. هذا النقص يعوق تصميم وتنفيذ حلول IoT محلية.

حلول مقترحة:

- إطلاق مبادرات وطنية لتدريب الشباب على المهارات الرقمية.
- إدماج تقنيات IoT ضمن المناهج الأكاديمية.

ت- تحديات مخاوف الامان والخصوصية

تتزايد المخاطر المرتبطة بانتهاكات الخصوصية والهجمات السيبرانية مع انتشار الأجهزة المتصلة. غياب التشريعات والسياسات القوية يزيد من خطورة الوضع.

حلول مقترحة:

- تطوير أطر تشريعية لحماية البيانات.
- تطبيق بروتوكولات أمنية مشددة مثل التشفير والمصادقة المتعددة.

ث- ارتفاع تكاليف التبنّي والتشغيل

يتطلب إنشاء أنظمة IoT استثمارات أولية مرتفعة سواء في الأجهزة أو البرمجيات أو الدعم الفني. يظل هذا التحدي أكبر عائق أمام الشركات الصغيرة والمتوسطة والجهات الحكومية ذات الموارد المحدودة.

حلول مقترحة:

- تقديم حوافز ضريبية ودعم حكومي للمشاريع التقنية.
- تبني نماذج أعمال مرنة تعتمد على السحابة وخدمات الاشتراك.

ج- قضايا التوافق والتكامل بين الأنظمة

نظرًا لتعدد مصنعي الأجهزة والبرمجيات، قد تواجه الدول صعوبة في دمج الأنظمة المختلفة ضمن بنية متماسكة، مما يخلق صعوبات في التشغيل البيئي.

حلول مقترحة:

- تبني معايير مفتوحة للاتصال بين الأنظمة.
- إنشاء مراكز لتوحيد وتنسيق مشاريع التحول الرقمي.

٣. دراسات سابقة

في ظل التوجه العالمي المتسارع نحو التحول الرقمي، أصبحت تقنيات IoT جزءًا لا يتجزأ من استراتيجيات التنمية الاقتصادية والاجتماعية في العديد من الدول. وبينما شهدت البلدان المتقدمة قفزات نوعية في تبني هذه التقنيات، لا تزال البلدان النامية تواجه تحديات وفرصًا متباينة في هذا السياق، تشهد البلدان النامية زيادة ملحوظة في انتشار الهواتف الذكية، وتحسناً تدريجياً في البنية التحتية الرقمية، مما يجعلها بيئة واعدة لاعتماد حلول إنترنت الأشياء، أشارت دراسة (Al-Fuqaha et al., 2021) رؤية نظرية عميقة حول بنية IoT ومكوناته، وسلطت الضوء على التحديات العامة مثل الأمن وقابلية التشغيل البيئي، إلا أنها لم تعالج بعمق خصوصية التطبيق في السياقات المحلية أو الاقتصادية للدول النامية. كما تميزت دراسة (Kumar & Mallick, 2020) بطرح التحديات البنوية في الدول النامية، مثل ضعف البنية التحتية وغياب السياسات، لكنها اقتصر على عرض التحديات دون تقديم نماذج ناجحة أو دراسات حالة فعلية. كما قدمت دراسة (Al-Turjman, 2021). رؤية تطبيقية مهمة في قطاع الرعاية الصحية، وهو من أكثر القطاعات تأثرًا بالتحول الرقمي، وأظهرت كيف يمكن لـ IoT أن يحسن جودة الخدمات الطبية، مما يؤكد أهمية دمج التكنولوجيا مع الخدمات الحيوية.

٤. التوصيات العملية لتعزيز تبني إنترنت الأشياء

أ- تطوير إطار تنظيمي شامل

- سن قوانين وتشريعات داعمة تحفز الابتكار وتحمي خصوصية الأفراد.
- توفير بيئة اختبار آمنة (Regulatory Sandboxes) لابتكار حلول IoT جديدة.

ب- تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص

- تحفيز الشراكات مع شركات التكنولوجيا لتسريع نشر الحلول الذكية.
- دعم مبادرات الاستثمار المشترك في مشاريع التحول الرقمي.

ت- الاستثمار في البحث والتطوير

- إنشاء مراكز ابتكار وطنية تركز على تطوير تطبيقات IoT ملائمة للبيئة المحلية.
- دعم المشاريع الريادية والشركات الناشئة المتخصصة في التقنيات الذكية.

ث- تحسين الوصول إلى التمويل

- توفير قروض ميسرة ومنح للشركات الصغيرة والمتوسطة.
- تحفيز صناديق رأس المال الجريء للاستثمار في حلول إنترنت الأشياء.

ج- التوعية ونشر الثقافة الرقمية

- تنفيذ حملات إعلامية لزيادة وعي المجتمع بفوائد وتحديات IoT.
- تنظيم ورش عمل ومؤتمرات لتبادل الخبرات وأفضل الممارسات.

References:

1. Abbasi, Mahmoud, Mohammad Hossein Yaghmaee, and Fereshteh Rahnema. "Internet of Things in agriculture: A survey." *2019 3rd International Conference on Internet of Things and Applications (IoT)*. IEEE, 2019.
2. Al-Fuqaha, Ala, et al. "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications." *IEEE communications surveys & tutorials* 17.4 (2015): 2347-2376.
3. Al-Hilali, Mustafa Mohamed Ibrahim. "Digital Transformation in the Era of Big Data: A Scientific Review." *The International Arab Journal of Information Technology and Data* 1.1 (2021): 197-222.
4. Al-Huwaidi, Maha Yousef Jalil. "The Role of Digital Transformation in Supporting Organizational Entrepreneurship." *Scientific Journal of Financial and Administrative Studies and Research* 13.3 (2022): 1046-1058.
5. Ali, Zainab H., Hesham A. Ali, and Mahmoud M. Badawy. "Internet of Things (IoT): definitions, challenges and recent research directions." *International Journal of Computer Applications* 128.1 (2015): 37-47.
6. Al-Karawi, Khamis. "Internet of Things (IoT) Adoption: Challenges and Barriers." *Springer*, 2023.
7. AlZubi, Ahmad Ali, and Kalda Galyna. "Artificial intelligence and internet of things for sustainable farming and smart agriculture." *Ieee Access* 11 (2023): 78686-78692.
8. David Publisher. "Implementing IoT-Based Solutions in Developing Countries for Achieving Sustainable Development Goals." *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 16, no. 7, 2023, pp. 1–15.
9. Distor, R. "Emerging Technologies in Africa: Artificial Intelligence, Blockchain, and IoT." *United Nations University*, 2023.
10. eckshawer Tom. "5G Impacts, Internet of Things (IoT) and Businesses in Developing Countries." *Technium Social Sciences Journal*, vol. 46, 2023, pp. 87–104.
11. GSMA. "IoT for Development: Use Cases Delivering Impact." *GSMA Mobile for Development*, 2023.
12. Khan, Shahbaz, et al. "Unearthing the Barriers of Internet of Things Adoption in Food Supply Chain: A Developing Country Perspective." *Heliyon*, vol. 9, no. 3, 2023, e14123.
13. Khan, Yasser, et al. "Architectural threats to security and privacy: a challenge for internet of things (IoT) applications." *Electronics* 12.1 (2022): 88.
14. Mutunhu-Ndlovu, B. "An Assessment of Internet of Things (IoT) Adoption Readiness in Water and Sanitation in Zimbabwe: A Case of the City of Gweru." *ResearchGate*, 2023.
15. Sanina, A., et al. "Impact of Digital Government Construction on the Intelligent Transformation of Public Services." *Technological Forecasting and Social Change*, 2024.
16. Shaheen, Abdel Hamid, and Shehata. "The Impact of Applying the Internet of Things Technology on Improving the Transparency of Sustainability Reports as a Pillar for Achieving Egypt's Vision 2030." *Journal of Environmental Studies and Researches* 11.4 (2021): 72-96.
17. Symeonaki, Eleni, Konstantinos Arvanitis, and Dimitrios Piromalis. "A context-aware middleware cloud approach for integrating precision farming facilities into the IoT toward agriculture 4.0." *Applied Sciences* 10.3 (2020): 813.
18. World Bank. "Digital Progress and Trends Report 2023." *World Bank*, 2023.