International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)

IJFAES
March 2025

المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)

الأثر المحاسبي لتقنية (IOT) على دعم الابتكار لسلاسل التوريد والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية: دراسة نظرية تحليلية

مي حسن أحمد طوبار
أستاذ مساعد، الكلية التطبيقية، جامعة طيبة، المملكة العربية السعودية
أستاذ مساعد، كلية التجارة، جامعة الأزهر (القاهرة)، مصر
mtaubar@taibahu.edu.sa

ملخص البحث

يشهد العالم تحولًا رقميًا متسارعًا تلعب فيه تقنية (IoT) دورًا محوريًا في إعادة تشكيل سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، مما يسهم في رفع الكفاءة التشغيلية وخلق فرص جديدة للابتكار. في المملكة العربية السعودية؛ ينظر إلى هذه التقنية كأداة استراتيجية لدعم التحول الرقمي ورفع تنافسية القطاعات الاقتصادية، بما يتماشى مع أهداف رؤية 2030.

تهدف هذه الدراسة التحليلية إلى استكشاف تأثيرات تقنية (IOT) على إدارة سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، مع تسليط الضوء على كيفية توظيف أجهزة الاستشعار الذكية، والتتبع الفوري، والتحليلات التنبؤية في تحسين تدفق العمليات، وخفض التكاليف، وتحسين دقة القرارات التشغيلية. كما تتناول الدراسة التحديات المحاسبية والمالية المصاحبة لاعتماد هذه التقنية، بما في ذلك ارتفاع التكاليف الأولية، وصعوبات التوفيق بين الحسابات، وإدارة المخاطر المالية المرتبطة بالاستثمارات التكنولوجية. بالإضافة إلى ذلك، تستعرض الدراسة الجوانب التنظيمية والتشغيلية، مؤكدة الحاجة إلى أطر حوكمة قوية لضمان حماية البيانات والامتثال القانوني.

من خلال تحليل شامل للأدبيات البحثية والدراسات المتخصصة؛ تقدم الدراسة تقييمًا معمقًا لدور تقنية (IoT) في تحسين أداء سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية. وتخلص النتائج إلى أهمية الاستثمارات المدروسة، والدعم المؤسسي، وبناء القدرات البشرية لضمان تحقيق أقصى استفادة من هذه التقنية، وتحسين كفاءة واستدامة العمليات اللوجستية وسلاسل التوريد في بيئة اقتصادية متغيرة.

الكلمات المفتاحية: تقنية (IOT)، الأداء المحاسبي، سلاسل الإمداد، الخدمات اللوجستية، الابتكار المستدام، إدارة التكاليف المستدامة، التحول الرقمي المستدام.

International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)

IJFAES

المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)

March 2025

The Accounting Impact of IOT Technology on Supporting Innovation for Supply Chains and Logistics in Kingdom of Saudi Arabia: Analytical theoretical study

Mai Hassan Ahmed Tobar
Assistant Professor, College of Applied Sciences, Taibah University, Saudi Arabia
Assistant Professor, Faculty of Commerce, Al-Azhar University (Cairo), Egypt
mtaubar@taibahu.edu.sa

Abstract

The world is witnessing a rapid digital transformation in which (IOT) plays a pivotal role in reshaping supply chains and logistics services, contributing to increased operational efficiency and creating new opportunities for innovation. In Saudi Arabia, this technology is seen as a strategic tool to support digital transformation and enhance the competitiveness of economic sectors, aligning with the goals of Vision 2030.

This analytical study aims to explore the impacts of (IOT) on supply chain and logistics management, highlighting how the use of smart sensors, real-time tracking, and predictive analytic can improve process flow, reduce costs, and enhance the accuracy of operational decisions. The study also addresses the accounting and financial challenges associated with adopting this technology, including high initial costs, difficulties in reconciling accounts, and managing financial risks linked to technological investments. Additionally, the study examines the regulatory and operational aspects, emphasizing the need for strong governance frameworks to ensure data protection and legal compliance.

Through a comprehensive review of research literature and specialized studies, the study provides an in-depth evaluation of the role of (IOT) in improving the performance of supply chains and logistics services in Saudi Arabia. The results

highlight the importance of well-planned investments, institutional support, and capacity building to maximize the benefits of this technology, enhancing the efficiency and sustainability of logistics operations and supply chains in an evolving economic environment.

Keywords: The Internet of Things, Accounting Performance, Supply Chains, Logistics, Sustainable Innovation, Sustainable Cost Management, Sustainable Digital Transformation.

مقدمة

في ظل التطور الرقمي السريع الذي يشهده العالم، أصبحت التكنولوجيا أداة محورية في تحسين الكفاءة وزيادة الإنتاجية عبر مختلف القطاعات الاقتصادية على المستويين المحلي والدولي. ومن بين أحدث الابتكارات التكنولوجية التي أدت إلى تحول جذري في بيئات الأعمال، تتصدر تقنية (TOI) التي تعتمد على ربط شبكة من الأجهزة الذكية عبر الإنترنت لتمكينها من جمع البيانات والمعلومات وتحليلها وتبادلها في الوقت الفعلي.

ولا يقتصر هذا التأثير على تطوير الأداء التشغيلي فحسب، بل يمتد ليغير بشكل جذري الممارسات المحاسبية التقليدية. فالتقنية توفر بيانات ومعلومات لحظية تحسن دقة القياس المحاسبي، بالإضافة إلى قدرتها على ترشيد إدارة التكاليف عبر تقديم رؤى أوضح حول الإنفاق المالي. ويؤدي ذلك إلى اتخاذ قرارات مالية أكثر دقة، مما يرفع مستوى الشفافية المالية ويضمن التزامًا صارمًا بالمعايير المحاسبية (Tiwari etal., 2024), (Abinayasree, 2024)

وتظهر أهمية تقنية (TOI) بوضوح في مجالات سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، التي اعتمدت في الماضي على أساليب تقليدية في تتبع العمليات وإدارة المخزون، مما أدى إلى ارتفاع التكاليف وانخفاض الكفاءة. ومع تبني هذه التقنية؛ أصبح بالإمكان الحصول على رؤية متكاملة للعمليات، الأمر الذي انعكس إيجابًا على إدارة المخزون، وتوزيع البضائع، وتنظيم عمليات النقل. كما أن تحليل البيانات والمعلومات الفورية ساهم في الحد من الأخطاء وتحسين الأداء العام، مما أدى إلى رفع مستوى الشفافية في التشغيلية وزيادة كفاءة استخدام الموارد. (Mashayekhy et al., 2022)

إلى جانب ذلك؛ تمتد فوائد (IOT) إلى تحسين دقة التقارير المالية وجودتها. (Banerjee, 2019) حيث يساعد التنبؤ الدقيق بالطلب على تقليل المخزون الفائض وتجنب والهدر المالي، مما يسهم في تحقيق أداء مالي أكثر كفاءة (Dweekat & Al-Aomar, 2018). كما أن تحليل العلاقة بين التكلفة والحجم والربح بفعالية أكبر يمكن من تحديد العوامل المؤثرة على القرارات الاستثمارية، مما يسهم في موثوقية المعلومات المحاسبية المقدمة للمستثمرين، ويجعلها أكثر امتثالاً للمعايير المحاسبية الدولية التي تركز على الشفافية والدقة. (Ahmed et al., 2021)

ومع استمرار تقنيات (IOT) وتدفق البيانات الضخمة من الأجهزة المتصلة، أصبح الابتكار المالي أكثر فاعلية وتأثيرًا. فلم تعد المحاسبة تقتصر على تسجيل للمعاملات، بل تحولت إلى أداة استراتيجية تدعم اتخاذ القرارات من خلال التحليل الفوري للبيانات والمعلومات التشغيلية. ويؤدي هذا التكامل إلى تطوير نماذج الأعمال وتقليل المخاطر التشغيلية، مما يمنح الشركات قدرة أكبر على التكيف مع التغيرات السوقية.

ويعتمد نجاح هذا التكامل على التحليل الذكي للبيانات المعلومات التشغيلية، الذي لا يقتصر على تحسين الكفاءة الداخلية فقط، بل يشمل أيضًا تقديم حلول مخصصة تزيد من رضا العملاء، وتدعم النمو المستدام، وترسخ التنافسية القائمة على الابتكار. (Ganesan et al., 2016)

وعلى الصعيد الوطني؛ وفي إطار رؤية المملكة العربية السعودية 2030 للتحول الرقمي، أضحت تقنية (TOI) عنصرًا أساسيًا في دفع عجلة الابتكار وتنمية الاقتصاد. (Saudi Vision 2030, 2022) إذ تدعم هذه التقنية العديد من القطاعات الحيوية، مثل الخدمات اللوجستية وإدارة سلاسل التوريد، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة العمليات من خلال تدفق البيانات والمعلومات وتحليلها في الوقت الفعلي، مما يسهم في تحقيق الاستدامة وبناء اقتصاد رقمي متكامل.

ورغم المزايا العديدة التي توفرها (IOT)، إلا أن هناك تحديات، من بينها ارتفاع التكاليف الرأسمالية اللازمة لإنشاء البنية التحتية لهذه التقنيات، إلى جانب التعقيدات التي قد تواجهها الشركات عند مواءمتها مع الأنظمة المحاسبية والتقنية التقليدية. كما يتطلب استخدام هذه التقنية استراتيجيات متقدمة لضمان أمن البيانات وحمايتها، خاصة مع تزايد حجم المعلومات المتداولة. بالإضافة إلى ذلك، تحتاج الشركات إلى كفاءات متخصصة في تحليل البيانات المحاسبية لتحقيق أقصى استفادة من إمكانيات تلك التقنية.

وفي هذا السياق؛ أصبح تطوير نماذج تحليل مالي قائمة على البيانات الضخمة ضرورة ملحة، حيث يتيح ذلك تحقيق دقة أكبر في التنبؤات المالية واتخاذ قرارات مستندة إلى معلومات دقيقة. كما يؤدي دمج هذه التقنيات مع الأنظمة المحاسبية الحديثة إلى رفع مستوى الامتثال لمعايير الحوكمة وتحسين آليات إدارة المخاطر. ويشكل التوسع في تطبيق هذه الحلول فرصة لإعادة تصميم الأنظمة المحاسبية التقليدية، بما يواكب التحولات الرقمية، مما يدعم الأهداف الاستراتيجية لرؤية المملكة 2030.

مشكلة البحث وأهميته

تتمثل مشكلة البحث في الإجابة عن السؤال الرئيسي: إلى أي مدى يمكن لتقنية (TOI) أن تساعد في تحسين الممارسات المحاسبية في سلاسل التوريد، وذلك من خلال تخفيض التكاليف التشغيلية والفاقد المالي، ورفع دقة القياس المالي للموارد؟ وكيف تؤثر هذه التقنية على تحسين الخدمات اللوجستية من خلال التحليل الذكي للبيانات والمعلومات المحاسبية والتكامل بين العمليات التشغيلية والمالية؟

من هذا السؤال الرئيسي، تنبثق مجموعة من الأسئلة الفرعية التي تركز على جوانب محددة من تأثيرات تقنية (IOT)، وهي كالتالي:

1. ما هو تأثير تقنية IOT على إدارة المخزون في سلاسل التوريد؟
2. كيف يمكن لتحسين دقة التتبع وتقليل التكاليف الفاقد أن يزيد من الكفاءة التشغيلية؟
3. كيف يمكن لتقنية IOT تحسين عمليات التوزيع والنقل في الخدمات اللوجستية؟
4. ما هي التحديات الرئيسية التي تواجه الشركات عند تبني تقنيات IOT في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية؟
5. ما هي الاستراتيجيات الممكنة لتقليل التكلفة وتسهيل التكامل مع الأنظمة القائمة؟
6. كيف يمكن لتقنية IOT أن تعزز الابتكار داخل الشركات؟
7. ما هو تأثير تقنية IOT على تحسين العمليات الداخلية وتحقيق ميزة تنافسية؟

أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من الدور المحوري لتقنيات (IOT) في إحداث تحول جوهري على مستوى الكفاءة التشغيلية، ورفع القدرة التنافسية، وخفض التكاليف التشغيلية للشركات في المملكة العربية السعودية. كما أن لهذه التقنيات تأثيرًا مباشرًا على الأنظمة المحاسبية، حيث تمكن من تحسين دقة البيانات

المالية، وأتمتة العمليات المحاسبية، وتعميق الشفافية في التكاليف والتدفقات النقدية. بما يتماشى ذلك مع مستهدفات رؤية 2030، التي تسعى إلى تنويع الاقتصاد وترسيخ مكانة المملكة كمركز لوجستي عالمي.

هدف البحث

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث إلى تحليل دور تقنية (IOT) في تحسين سلاسل التوريد وتطوير الابتكار، مع التركيز على تأثيرها على الأداء المحاسبي، بما في ذلك خفض التكاليف اللوجستية وتحسين الكفاءة التشغيلية، ولاسيما في المملكة العربية السعودية.

منهج البحث

ولتحقيق الهدف من هذا البحث اعتمدت الباحثة على المنهج الاستقرائي بما ورد في الفكر المحاسبي من كتب وأبحاث ودوريات مؤتمرات ومواقع على الإنترنت سواء العربية والأجنبية التي تناولت موضوع البحث، وذلك بهدف الحصول على المعلومات الأدبيات والمصادر الثانوية التي تحقق الهدف من هذا البحث.

خطة البحث

ينقسم هذا البحث إلى قسمين رئيسيين؛ بناءً على مشكلة البحث وأهدافه التي يسعى لتحقيقها على النحو التالي:

- القسم الأول (الإطار العام): والذي يهدف إلى وضع الخلفية العامة للبحث وتحديد المشكلة والتساؤلات، بالإضافة إلى تحليل الدراسات السابقة ذات الصلة بالموضوع.
- القسم الثاني (الإطار النظري للبحث): والذي يركز على تحديد المفاهيم الأساسية المتعلقة بتقنية (IOT)، وتأثيرها على الأداء المحاسبي في تحسين سلاسل التوريد وتطوير الابتكار؛ بالإضافة كذلك على الخدمات اللوجستية.

أولاً: الإطار العام

1. الدراسات السابقة

1/1 الدراسات العربية:

1/1/1 دراسة: (نصر الدين والإدريسي، 2023)؛ بعنوان: "الابتكار ودوره في التميز الصناعي وتطوير الخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية":

هدفت الدراسة إلى تحليل دور الابتكار في التميز الصناعي وأداء الخدمات اللوجستية في السعودية خلال الفترة 2010-2021، باستخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد، تم تقييم تأثير متغيرات مثل عدد منشآت تكنولوجيا المعلومات، ونسبة صادرات التكنولوجيا، والإنفاق على البحث والتطوير، وبراءات الاختراع، والاستثمار الأجنبي. وخلصت النتائج إلى وجود علاقة طردية بين التميز الصناعي وعدد منشآت التكنولوجيا والصادرات التكنولوجية، بينما لم يظهر الإنفاق على البحث والتطوير تأثيرًا يذكر. أما بالنسبة لأداء الخدمات اللوجستية، فتبين وجود علاقة عكسية مع الإنفاق على البحث والتطوير وبراءات الاختراع.

2/1/1 دراسة: (خروف وآخرون، 2023)؛ بعنوان: "أداء النظام اللوجستي الذكي بالاعتماد على إنترنت الأشياء بالموانئ البحرية التجارية لترقية الصادرات الجزائرية -دراسة قياسية":

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تأثير النظام اللوجيستي الذكي المعتمد على إنترنت الأشياء على قيمة الصادرات الإجمالية في الجزائر. استخدم الباحثون المنهج الإحصائي القياسي، من خلال نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة لقياس الأثر في الأجلين القصير والطويل، مستعينين ببرنامج (ARDL EViews12) وسبع متغيرات مستقلة. وكشفت النتائج عدم وجود تأثير مباشر للنظام اللوجيستي الذكي على قيمة الصادرات الإجمالية. بناءً على ذلك؛ أوصت الدراسة بالتركيز على الإدارة الجمركية الذكية وتطوير الموانئ البحرية التجارية باعتبارها عنصرًا حيويًا يخدم الاقتصاد الوطني بشكل عام.

3/1/1 دراسة: (الخديدي، 2023)؛ بعنوان: "دور إدارة سلسلة التوريد في تعزيز جودة الخدمات: دراسة ميدانية على مؤسسات الطوافة":

هدفت الدراسة إلى استكشاف دور إدارة سلسلة التوريد في تحسين جودة الخدمات المقدمة في مؤسسات الطوافة في مكة المكرمة. تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي لجمع البيانات، وشارك في الدراسة 138 موظفًا من العاملين في مؤسسات الطوافة. وأظهرت النتائج وجود علاقة إحصائية دالة بين إدارة سلسلة

التوريد وجودة الخدمات، مع تأثير إيجابي للتوريد والتخزين على الجودة، في حين لم يظهر النقل أي تأثير ملحوظ. وأوصت الدراسة بزيادة الاهتمام بمجال النقل وتحسين جودة الخدمات المقدمة.

4/1/1 دراسة: (بن التركي، موسي، وخالدي، 2021)؛ بعنوان: "دور التعلم الآلي في تحسين إدارة سلاسل التوريد اللوجستية"

هدفت الدراسة إلى تحديد دور تقنية التعلم الآلي في تحسين إدارة سلاسل التوريد اللوجستية، واعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي لمعالجة الموضوع. وتوصلت النتائج إلى أن التعلم الآلي يسهم بشكل كبير في تحسين إدارة سلاسل التوريد، حيث أصبح جزءًا حيويًا من عملياتها. كما توقعت الدراسة أن يعيد التعلم الآلي تشكيل هذه الصناعة في المستقبل، نظرًا لقدرته على خلق بيئة أكثر قابلية للتكيف مع التغيرات والاضطرابات.

2/1 الدراسات الأجنبية:

1/2/1 دراسة (Junnaidi & Bhalla, 2024)؛ بعنوان: "Role of IT on the Effectiveness of Logistics and Supply Chain Management Systems in the Pharmaceutical Sector in Saudi Arabia Vision 2030"

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تكنولوجيا المعلومات على كفاءة نظم إدارة سلسلة التوريد واللوجستيات في قطاع الأدوية بالمملكة العربية السعودية، بما يتماشى مع رؤية 2030. تم إجراء البحث على 150 مديرًا تنفيذيًا في هذا القطاع باستخدام استبيانات مفتوحة لجمع البيانات، حيث تم تحليلها بواسطة أدوات SPSS. وتوصلت النتائج إلى أن دمج تكنولوجيا المعلومات، بما في ذلك تحليلات البيانات وإنترنت الأشياء (IoT) والأتمتة، يُعد أمرًا حاسمًا لتحسين المرونة والرؤية في سلاسل التوريد. يمكن للشركات من خلال هذه الأدوات التكيف مع التغيرات السوقية وتحسين إدارة المخزون والتنبؤ بالطلب، مما يحسن الكفاءة العمليات اللوجستية.

2/2/1 دراسة (Ikevuje, A. H., Anaba, D. C., & Iheanyichukwu, U. T, 2024) ؛ بعنوان: "Optimizing supply chain operations using IOT devices and data analytics for improved efficiency"

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تقنية إنترنت الأشياء وتحليلات البيانات على عمليات سلسلة التوريد، مع التركيز على تعزيز الكفاءة وتقليل التكاليف وتحسين الأداء العام. واعتمدت الدراسة على

تحليل شامل للممارسات الحالية والتحديات التي تواجه إدارة سلسلة التوريد. وتضمنت المنهجية إطارًا لجمع البيانات ومعالجتها وتحليلها لتوجيه صنع القرار. وكانت من أهم النتائج هي أهمية تكامل تقنيات إنترنت الأشياء وتحليلات البيانات في خلق سلاسل توريد مرنة وسريعة الاستجابة. كما تشير التوصيات الاستراتيجية إلى ضرورة الاستثمار في بنية تحتية لتقنية إنترنت الأشياء، وضمان أمان البيانات، وتطوير المهارات، والتعاون بين أصحاب المصلحة.

3/2/1 دراسة (Muteb, 2024)؛ بعنوان: " The Impact of Using Technologies and Digital Transformation Tools in Supporting" Strategic Decision Making in the Kingdom of Saudi Arabia (A Field Study on a Group of Small and Medium-sized Companies in the Logistics" Sector in the City of Riyadh

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد تأثير استخدام تكنولوجيا المعلومات وأدوات التحول الرقمي في دعم واتخاذ القرارات الاستراتيجية داخل الشركات الصغيرة والمتوسطة العاملة في قطاع الخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي واعتمدت على الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات. وتكون مجتمع الدراسة من 15 شركة صغيرة ومتوسطة تعمل في مدينة الرياض، وتم توزيع الاستبيانات على 140 موظفًا، حيث تم تحليل 119 استبيانًا صالحًا باستخدام برنامج SPSS. وتوصلت النتائج إلى وجود تأثير معنوي لاستخدام التكنولوجيا الرقمية في عملية اتخاذ القرارات.

4/2/1 دراسة (Mashat, Abourokbah, & Salam, 2024)؛ بعنوان: " Mediating analysis of supply chain integration, performanceand competitive advantage"

بحثت الدراسة في الدور الوسيط لدمج سلسلة الإمداد (SCI) في تحسين أداء سلسلة الإمداد (SCP)، والمزايا التنافسية (CA)، والأداء التنظيمي (OP) من خلال تبني تقنيات (IOT) في الشركات السعودية. استخدم الباحثون نهجًا يعتمد على الاستبيانات، حيث جمعوا بيانات من شركات سعودية تستخدم تطبيقات تعتمد على إنترنت الأشياء ضمن سلاسل الإمداد الخاصة بها. وتوصلت النتائج إلى أن دمج سلسلة الإمداد يتوسط جزئيًا العلاقة بين تبني إنترنت الأشياء وأداء سلسلة الإمداد والمزايا التنافسية. علاوة على ذلك؛ فإن أداء سلسلة الإمداد والمزايا التنافسية يتوسطان تأثير دمج سلسلة الإمداد على الأداء التنظيمي الكلي، مما يبرز الدور الحيوي لتلك التقنية في كفاءة سلاسل إمداد.

5/2/1 دراسة (Alshahrani, 2024)؛ بعنوان: "Enabling blockchain for Saudi Arabia drug supply chain using Internet of Things (IOT) "

هدفت هذه الدراسة إلى معالجة المشكلات الموجودة في سلسلة الإمداد الدوائي في السعودية، بما في ذلك نقص التوفر، وقابلية التتبع، والشفافية. تم تقديم نموذج يعتمد على تقنية البلوكشين متصل بالأجهزة المعتمدة على (IOT) لتوفير نظام موثوق وآمن لتتبع الأدوية. وكشفت الدراسة أن استخدام نموذج البلوكشين مع تلك التقنية يؤدي إلى فعالية سلسلة الإمداد الدوائي، من خلال ضمان سلامة المعلومات وتوفير الشفافية اللازمة بين مختلف الأطراف المعنية.

6/2/1 دراسة (Pethe, Sahu, Kodarlikar, & Vamshidhar, 2024)؛ بعنوان: " IOT Research in Supply Chain Management and Logistics: Real-Time Asset Tracking and Inventory Management "

تناولت الدراسة تأثير دمج تقنيات إنترنت الأشياء في إدارة سلسلة التوريد والخدمات اللوجستية، بهدف تحسين الكفاءة وخفض التكاليف من خلال استخدام أجهزة مثل أجهزة تتبع نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وأجهزة الاستشعار. واستندت الدراسة إلى تحليل تطبيقات إنترنت الأشياء في شركات التصنيع، بما في ذلك تتبع الأصول والصيانة التنبؤية وإدارة المخزون والتخزين الذكي وتحسين مسار النقل. وكشفت النتائج أن هذه التقنيات زادت من وضوح العمليات وحسنت الكفاءة وقللت من النفايات، مما يجعل إنترنت الأشياء أداة قيمة في إدارة سلسلة التوريد والخدمات اللوجستية.

7/2/1 دراسة (González Vásquez et al., 2023)؛ بعنوان: "Internet of things technologies applied in the supply chain: a systematic review"

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير التقنيات المطبقة على (IOT) في سلسلة الإمداد، مع التركيز على كيفية تحسين الكفاءة وعمليات اللوجستيات. وتمت مراجعة شاملة للتقنيات المستخدمة، مثل المستشعرات الذكية، وعلامات RFID، وأجهزة التتبع، وكيفية دمجها مع إدارة سلسلة الإمداد. وتوصلت النتائج إلى توفير هذه التقنيات رؤية واضحة وقابلية للتتبع، مما يسهل اتخاذ قرارات فورية. كما تم تحليل أنواع IOT المستخدمة في المراقبة والتحكم في درجة الحرارة وإدارة المخزون.

8/2/1 دراسة (Melibari, Baodhah, & Akkari, 2023) بعنوان: " IOT- Based Industry Transformation in Saudi Arabia"

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف الدور الصناعي (IOT) في التحول الصناعي في المملكة العربية السعودية وتحليل كيفية إسهام هذه التكنولوجيا في تحقيق أهداف رؤية 2030. واعتمدت الدراسة على تحليل شامل لقطاع الصناعة في المملكة، مع تسليط الضوء على كيفية تكامل IOT في مجالات مثل الطاقة، والتعدين، والصناعة واللوجستيات. كما تم مناقشة الفوائد المرتبطة بتطبيق هذه التكنولوجيا. وتوصلت الدراسة إلى أن (IOT) تعد التكنولوجيا محورية تعمل كحلقة وصل بين العوالم الحقيقية والافتراضية، مما يساهم في زيادة الإنتاجية وتحسين كفاءة العمليات الصناعية.

9/2/1 دراسة: (Crnjac Milić, Dujmenović, & Peko, 2022) بعنوان: " An Approach to the Application of the Internet of Things in Logistics"

سعت هذه الدراسة إلى استكشاف تطبيقات تقنية (IOT) في تحسين عمليات اللوجستيات، مع التركيز على إدارة سلسلة الإمداد والتحكم في النقل والتخزين. واعتمدت المنهجية على تقديم أمثلة واقعية للحلول الذكية التي توفرها تقنية (IOT)، بالإضافة إلى مقارنة بين التقنيات والمعايير المختلفة المستخدمة في تنفيذها مثل NB-IoT و5G. ومن خلال التحليل، تم استنتاج أن هذه التقنيات تساعد في رفع كفاءة الأعمال في سياق اللوجستيات وتفتح آفاقًا جديدة لتطوير تطبيقات (IOT) في المستقبل.

10/2/1 دراسة (Gowri, 2022)؛ بعنوان: " Impact of the Internet of Things (IOT) on Logistics"

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تأثير تقنية (IOT) على قطاع الخدمات اللوجستية، مع التركيز على كيفية مساهمة التقنيات الرقمية في تحسين أداء سلسلة التوريد وزيادة الكفاءة التشغيلية. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لاستكشاف دور إنترنت الأشياء في إدارة الأسطول، وتشغيل المخازن بشكل تلقائي، وتحليل البيانات بهدف زيادة الإنتاجية وتحسين السلامة. وخلصت النتائج إلى أن إنترنت الأشياء يلعب دورًا أساسيًا في تقليل التكاليف وتحسين سلاسل التوريد، إلا أن التحديات تكمن في نقص العمالة الماهرة، والتكاليف المرتفعة، ووجود اللوائح الحكومية الصارمة.

11/2/1 دراسة (Lopes et al., 2021)؛ بعنوان: " The Role of IOT in the Relationship Between Strategic Logistics Management and Operational Performance"

هدفت هذه الدراسة إلى التحقق من دور تقنية إنترنت الأشياء (IOT) كوسيط في العلاقة بين إدارة اللوجستيات الاستراتيجية (SLM) والأداء التشغيلي (OP). واستخدمت الدراسة منهجًا كميًا من خلال جمع البيانات عبر استبيان شبه منظم تم توزيعه على 76 شركة، حيث تم تحليل البيانات باستخدام الإحصاءات الوصفية والنمذجة في المعادلات الهيكلية. وأظهرت النتائج أن إنترنت الأشياء يلعب دورًا وسيطًا جزئيًا في رفع الكفاءة التشغيلية من خلال تحسين اتخاذ القرارات وتبادل الموارد والتحكم عن بعد.

12/2/1 دراسة (Hrynchak, 2019)؛ بعنوان: Analysis of the Impact of the Internet of "Things Technology on the" Development of the Transport and Logistics Market

هدفت الدراسة إلى تحليل تأثير تقنية إنترنت الأشياء (IOT) على تطوير سوق الخدمات اللوجستية والنقل، حيث تم تعريف مفهوم (IOT) وتوضيح أهميته في تحسين كفاءة السوق. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لتحليل البيانات الإحصائية المتعلقة بتطبيقات (IOT) في قطاع النقل واللوجستيات، وخلصت إلى أن هذه التقنية توفر فوائد كبيرة في زيادة فعالية السوق ودعم الإنفاق على الخدمات اللوجستية المرتبطة بـ (IOT). كما استعرضت الدراسة أمثلة على استخدامات فعالة لـ (IOT) في شركات عالمية، مما يؤكد أن النقل واللوجستيات من القطاعات الأكثر وعدًا لتطبيق هذه التقنية.

وتكتسب الدراسات السابقة حول تقنية (IOT) أهمية كبيرة في فهم دور هذه التقنية في تحسين سلاسل التوريد وتطوير الابتكار. إذ تسلط هذه الدراسات الضوء على التأثير المتزايد لتقنيات (IOT) في تحسين كفاءة العمليات اللوجستية، لاسيما من خلال مساهمتها في تقليل التكاليف وزيادة الشفافية عبر مختلف مراحل سلسلة التوريد. ويصبح هذا التأثير أكثر وضوحًا في ظل النمو السريع لقطاع اللوجستيات في المملكة العربية السعودية، حيث تفتح آفاقًا جديدة لتحسين الأداء وتطوير نماذج عمل مبتكرة، تتماشى مع رؤية المملكة 2030، وتدعم مكانتها كمركز لوجستي عالمي.

ويركز هذا البحث على معالجة الفجوات الموجودة في الأدبيات السابقة حول تأثير تقنية (IOT) في تحسين سلاسل التوريد واللوجستيات. ورغم أن هذه الدراسات تغطي مجموعة متنوعة من المواضيع المتعلقة

بتقنية (IOT)، مثل التميز الصناعي وأداء الموانئ وجودة الخدمات، إلا أنها تفتقر إلى التركيز الكافي على كيفية تكامل (IOT) مع تقنيات أخرى متقدمة مثل البلوك تشين والذكاء الاصطناعي. ويمكن أن يسهم هذا التكامل بشكل كبير في تحسين فعالية سلاسل التوريد، مما يرفع الكفاءة التشغيلية ويزيد من القيمة المضافة للقطاع.

بالإضافة إلى ذلك؛ تظهر أيضًا فجوة في الدراسات حول تأثير أتمتة العمليات على القوى العاملة في قطاع سلاسل التوريد، حيث يغفل غالبًا تأثير التحولات التكنولوجية على القوى العاملة المحلية. لذا؛ يسعى هذا البحث إلى تقديم توصيات عملية لإعادة تأهيل العاملين وتطوير مهاراتهم بما يتناسب مع التغييرات الناتجة عن إدخال تقنيات (TOI) في العمليات اللوجستية، لضمان أن التحول الرقمي يعزز من قدرات الإنسان بدلاً من أن يكون عبئًا عليه.

وفي سياق التحول الرقمي؛ تعد تقنية (IOT) عنصرًا محوريًا في تحسين الكفاءة المحاسبية ضمن سلاسل التوريد، حيث تلعب دورًا حاسمًا في تحسين دقة القياسات المالية وكفاءة حساب التكاليف التشغيلية، مما يساعد على تقليل الخسائر الناتجة عن الفاقد. علاوة على ذلك؛ تساهم هذه التقنية في زيادة الشفافية ودقة القرارات المالية، مما يرتقي بمستوى الأداء المحاسبي داخل الشركات ويدعم قدرتها على التكيف مع التحديات الاقتصادية المعاصرة.

مما سبق؛ يتضح أن البحث يسلط الضوء على كيفية إحداث تقنيات (IOT) تغييرًا جوهريًا في سلاسل التوريد واللوجستيات، مما يسهم بشكل فعال في تحقيق الأهداف التنموية الوطنية للمملكة العربية السعودية ورؤيتها 2030. وكذلك يزيد من كفاءة النظم المحاسبية عبر توفير بيانات دقيقة وحالية حول التكاليف التشغيلية والتدفقات المالية، مما يساعد في تحسين عمليات التخطيط المالي واتخاذ القرارات، وتعزيز الامتثال للمعايير المحاسبية، والمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة.

2. الإطار النظري للبحث

1/2 (IOT) المفهوم والتقنيات والتطبيقات:

1/1/2 تعريف (IOT) وخصائصه:

تعرف تقنية (IOT) على إنها شبكة من الأجهزة المادية المزودة بتقنيات مدمجة تسمح لها بالاتصال بالإنترنت وتبادل البيانات مع أجهزة وأنظمة أخرى (Rabah et al., 2023). فهي تعتمد على أجهزة

حوسبة مترابطة قادرة على جمع ونقل البيانات عبر شبكة لاسلكية دون تدخل بشري (Bikos & Kumar, 2022).

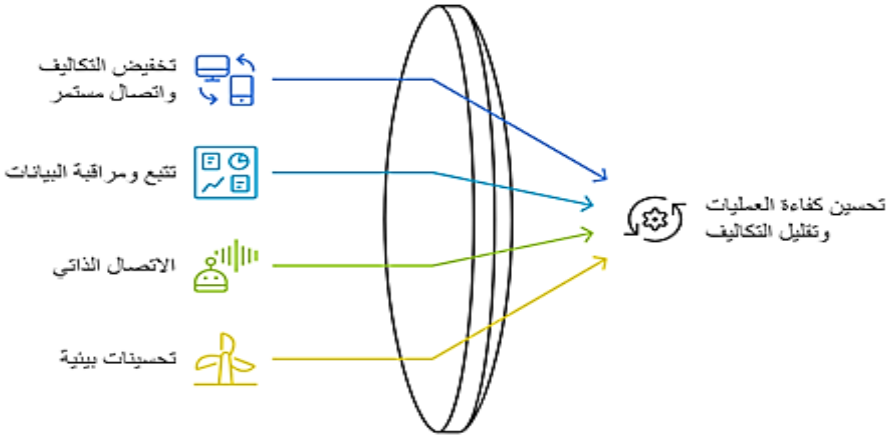
وتتميز هذه التقنية بقدرتها على جمع وتبادل المعلومات في الوقت المحدد من خلال ثلاثة عناصر أساسية هي: الجيل الجديد من الإنترنت الذي يتيح التفاهم بين الأجهزة المترابطة، والحساسات والمعالجات التي تجمع وتحلل البيانات. وأخيرًا، الأنظمة التي تستفيد من تلك البيانات لتحسين كفاءة العمليات واتخاذ قرارات أفضل (Nooruddin & Valles. (2023، 2023، والهدف الرئيسي لتقنية (IOT) هو تحسين التواصل بين الأجهزة لتحسين الأداء والتفاعل بين الأنظمة بشكل ذكي ومترابط (Bouloukakis et al., 2021). ويتم ذلك من خلال شبكة من الأجهزة المتصلة بالإنترنت والقادرة على جمع وتحليل البيانات واتخاذ قرارات بناءً عليها. (Andreou et al., 2023)

2/1/2 خصائص تقنية (IOT):

تتميز تقنية (IOT) بالعديد من الخصائص؛ ومن أبرزها (إبراهيم وشورب، 2020):

- **تخفيض التكاليف واتصال مستمر:** يمكن للأجهزة والأشياء المتصلة بتقنية (IOT)التواصل وتبادل المعلومات بشكل مستمر وبتكلفة منخفضة، وبالتالي تحسين الاتصال وتقليل التكلفة (Hernández-Gutiérrez et al., 2023)
- **تتبع ومراقبة البيانات والمعلومات:** يمكن لأجهزة تقنية (IOT) تتبع ومراقبة البيانات والمعلومات بشكل مستمر، مما يساعد على تحسين العمليات واتخاذ القرارات الصحيحة في الوقت المناسب (Waleed et al., 2023).
- **لاتصال الذاتي:** تتميز تقنية (IOT) بقدرتها على الاتصال الذاتي بين الأجهزة والأشياء، دون تدخل بشري. وهذا يساعد بشكل كبير في تحسين كفاءة العمليات وتوفير الوقت والجهد وتقليل التكلفة (خليفة والجداوي، 2022).
- **توفير الكفاءة والتحسينات البيئية:** يساعد استخدام تقنية (IOT)على تحسين الكفاءة في العديد من المجالات وترشيد الطاقة والاستخدام الأمثل الموارد، الأمر الذي يؤدي إلى تحقيق التحسينات البيئية والحفاظ على البيئة (Benson, 2024).

International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)
IJFAES
March 2025
المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)



شكل رقم (1): يوضح تأثير تقنية (IOT) على الكفاءة (المصدر: من إعداد الباحثة)

2/2 التقنيات والتطبيقات الرئيسية لتقنية (IOT):

1/2/2 الحساسات (Sensors) وتطبيقاتها:

تعتبر الحساسات العيون والآذان لهذه التقنية، حيث تلتقط البيانات من العالم الحقيقي وتحولها إلى إشارات رقمية قابلة للمعالجة (Gerlée, 2023). وتستخدم الحساسات في مختلف التطبيقات مثل:

- أجهزة الاستشعار المدعمة بتلك التقنية والمثبتة على الشحنات، تتيح للشركات رؤى حية حول المتغيرات المهمة مثل الموقع ودرجة الحرارة، والرطوبة، وحتى الصدمات التي تحدث أثناء النقل (تعمل هذه الشفافية في الوقت الفعلي على تمكين أصحاب المصلحة من اكتشاف المشكلات المحتملة ومعالجتها على الفور، مما يقلل الخسائر ويحافظ على جودة المنتج).
- مراقبة الحالة والصيانة؛ حيث يتم دمج المستشعرات التقنية في الآلات والمعدات الطريق لمراقبة الحالة في الوقت الفعلي، ومن خلال تحليل مقاييس الأداء المستمدة من المعلومات الناتجة منها يتمكن مديرين سلاسل التوريد من التنبؤ بمتطلبات الصيانة على الفور وتقليل وقت التوقف عن العمل، وتحسين دورة حياة الاصول. مما يحقق توفير في التكاليف على المدى الطويل وأيضاً يحسن من الكفاءة التشغيلية (Heredia, 2021).
- توفر أنظمة إدارة المخزون المعتمدة على تلك التقنية رؤية شاملة لمستويات المخزون في الوقت الفعلي، مما يساعد في تحقيق توازن دقيق بين العرض والطلب. ويؤدي ذلك إلى تقليل مخاطر نفاذ

المخزون أو تراكم الفائض، وخفض التكاليف التشغيلية وزيادة كفاءة سلاسل التوريد بصورة أكثر فعالية.

- تمكن الصناعات الخاضعة للوائح الصارمة، مثل قطاعي الأدوية والمواد الغذائية، من ضمان الامتثال لمعايير السلامة والجودة من خلال تسجيل وتتبع رحلة المنتجات بدقة عبر سلسلة التوريد، ويضمن الشفافية ويحد من المخاطر التشغيلية (Tran & Misra, 2019).

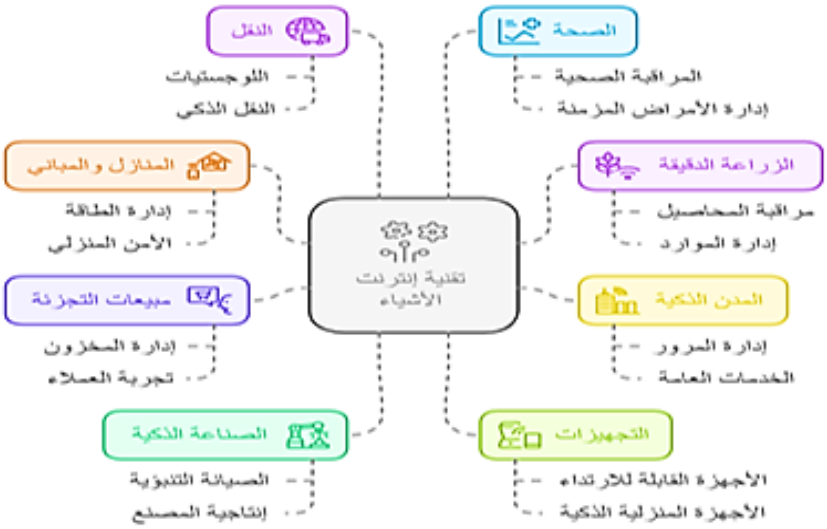
2/2/2 شبكات الاتصال (Communication Networks) وتطبيقاتها:

تُعد شبكات الاتصال بمثابة الجهاز العصبي لتقنية (IOT)، حيث تتيح للأجهزة تبادل البيانات والمعلومات بكفاءة وسرعة (خضرة وخيرة، 2022). وتختلف تقنيات الشبكات المستخدمة وفقًا لطبيعة التطبيقات ومتطلباتها، فعلى سبيل المثال، تعتمد شبكات Wi-Fi في المنازل الذكية نظرًا لحاجتها إلى اتصال مستمر وسرعات عالية (National Control Devices, LLC, n.d.). في المقابل، تستخدم شبكات LPWAN في المدن الذكية لنقل البيانات بكميات صغيرة عبر مسافات طويلة، وهو ما يجعلها مثالية لتطبيقات كإدارة المرافق العامة والمراقبة البيئية. أما شبكات 5G فتدعم التطبيقات التي تتطلب استجابة فورية وزمن استجابة منخفض، مثل السيارات ذاتية القيادة والعمليات الصناعية المتقدمة، مما يسهم في تحسين الكفاءة التشغيلية ودعم التحول الرقمي في مختلف القطاعات.

3/2/2 تحليلات البيانات (Data Analytics) وتطبيقاتها:

تُعتبر تحليلات البيانات بمثابة العقل المحرك لتقنية (IOT) حيث تعالج البيانات المجمعة وتحولها إلى رؤى عملية (Raj, 2023). وتستخدم التحليلات التنبؤية لتحسين كفاءة سلاسل الإمداد من خلال التنبؤ بالطلب وتحسين أداء العمليات اللوجستية، مما يقلل التكاليف ويزيد من سرعة الاستجابة (Amos, 2024). أما في قطاع الرعاية الصحية، فتستخدم التحليلات التوجيهية لتوفير توصيات دقيقة للأطباء حول أفضل خطط العلاج، وذلك استنادًا إلى البيانات الحيوية التي تجمعها أجهزة الاستشعار الطبية. (Tamizharasi et al., 2017) وتسهم هذه التحليلات في تحسين استجابة الأنظمة وتعزيز فعالية تقنية (IOT) في مختلف القطاعات، مما يسرع من التحول الرقمي ويدعم اتخاذ القرارات القائمة على البيانات (GEP, 2023).

International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)
IJFAES
March 2025
المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)



شكل رقم (2): يوضح تطبيقات تقنية (IOT) (المصدر: من إعداد الباحثة)

3.الابتكار في الأعمال ودوره في تحسين سلاسل التوريد واللوجستيات عبر تقنيات IOT

1/3 تعريف الابتكار في الأعمال:

هو عملية إنشاء وتنفيذ أفكار أو أساليب أو منتجات أو خدمات جديدة سواء من خلال تبني تقنيات جديدة أو تحسين العمليات القائمة بهدف إضافة قيمة إلى الشركة أو العملاء (EU Business School, 2022). ويتضمن الابتكار استخدام التكنولوجيا والتفكير الإبداعي لتحسين الأداء وتخفيض التكاليف، لتحقيق ميزة تنافسية (Jain, 2023)، (Atherton & Hannon, 2000) (Patterson, 2009)

2/3 أهمية الابتكار في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية باستخدام تقنية (IOT):

يبرز الابتكار في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية عبر استخدام تقنية (**IOT**) في النقاط التالية:

- **القدرة التنافسية:** الابتكار ضروري للحفاظ على القدرة التنافسية في بيئة الأعمال المتسارعة؛ مما يتيح للشركات التفوق على منافسيها. (Nowicka, 2019)
- **فتح آفاق النمو والتوسع:** يمكن للابتكار من خلال تطبيق تقنيات (**IOT**)، أن يفتح أسواقًا جديدة ويزيد من الإيرادات، مما يساعد على النمو والتوسع. (Geng & He, 2016)

- **حل المشكلات بفعالية:** يساعد الابتكار في معالجة التحديات التي تواجه الشركات والعملاء، مما يساهم في تحسين رضا العملاء وولائهم. (Bayram, 2024)
- **تحسين الكفاءة التشغيلية:** يؤدي الابتكار إلى تحسين العمليات، وتقليل التكاليف، وزيادة الإنتاجية، من خلال تطبيق تقنيات متقدمة لتحسين إدارة سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية. (Pethe et al., 2024)

3/3 دور تقنية (IOT) في تحسين سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية:

1/1/3 تعريف سلسلة التوريد والخدمات اللوجستية:

- **تعرف سلسلة التوريد:** بأنها شبكة معقدة من المنظمات، والأشخاص، والأنشطة، والموارد، والتكنولوجيا التي تعمل معًا لتوصيل المنتجات أو الخدمات من المورد إلى المستهلك (Aji, 2024). وتشمل سلسلة التوريد عادة المراحل التالية (Yuvaraj et al., 2023):
  - **التوريد:** شراء المواد الخام والمكونات من الموردين. (Waters, 2003)
  - **التصنيع:** تحويل المواد الخام والمكونات إلى منتجات نهائية (Venkataraman & Pinto, 2023)
  - **التوزيع:** نقل المنتجات النهائية من المصنع إلى المستهلك (Brandimarte & Zotteri, 2013)
- **تعرف الخدمات اللوجستية:** هي مجموعة من الأنشطة والعمليات التي تهدف إلى إدارة تدفق المواد والسلع والمعلومات بشكل فعال عبر سلاسل الإمداد. تشمل هذه الخدمات تخطيط وتنظيم وتنفيذ ومراقبة جميع جوانب النقل والتخزين وإدارة المخزون وإدارة المعلومات المتعلقة بالسلع (Bowersox, Closs &Cooper, 2012)، وتتمثل عناصر الخدمات اللوجستية من هذا التعريف في: النقل، والتخزين، وإدارة المخزون، والتعبة والتغليف، وإدارة المعلومات.

ومن هنا يمكن القول؛ إن سلاسل التوريد تعد ركيزة أساسية في الاقتصاد العالمي، حيث تساهم في نقل السلع والخدمات بفعالية من المنتجين إلى المستهلكين. ورغم ذلك؛ فإن هذه الشبكات تواجه تحديات متزايدة تتمثل في تعقيد العمليات، وارتفاع توقعات العملاء، والضغط المستمر للحد من التكاليف.

2/1/3 أهمية دراسة تأثير تقنية IOT على سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية:

تمثل دراسة تأثير تقنية (IOT) على سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية من المجالات الحديثة المهمة لأنها توفر رؤى قيمة حول كيفية تحسين كفاءة العمليات، وتقليل التكاليف، وتحسين القدرة على التنبؤ والتخطيط (Ikevuje et al., 2024). كما توفر الحلول الواعدة التي تؤدي إلى تحسين الكفاءة والفعالية العمليات لتشغيلية (Oleśków-Sztapka et al., 2016). وكذلك؛ يساعد فهم هذه التأثيرات الشركات في تحقيق التالي:

- **تحسين تتبع البضائع:** باستخدام أجهزة الاستشعار لمتابعة موقع البضائع وحالتها طوال سلسلة التوريد، مما يساعد على منع الضياع والتلف (Pethe et al., 2024).
- **تحسين إدارة المخزون:** من خلال مراقبة دقيقة لمستويات المخزون في الوقت الفعلي، مما يساعد على منع نقص المخزون وفائضه. (Mashayekhy et al., 2022)
- **تحسين كفاءة النقل:** يمكن استخدام أجهزة الاستشعار لتحسين مسارات النقل وتقليل وقت التسليم. (Liu, 2023)
- **تحسين خدمة العملاء:** من خلال الاستفادة من المعلومات التي تجمعها أجهزة الاستشعار لتقديم تجارب عملاء مخصصة، أسرع وأكثر دقة. (Udeh et al., 2024)
- **زيادة الأمان:** يمكن أن تؤدي المراقبة المستمرة للبنية الأساسية الرقمية والمادية إلى الارتقاء بالأداء وتحسين الكفاءة وتقليل مخاطر السلامة.

شكل رقم (3): يوضح أهمية دراسة تأثير تقنية IOT على سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية (المصدر: من إعداد الباحثة)

بالإضافة إلى ذلك؛ فإن دراسة تأثير تقنية (IOT) على سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، تعد ضرورية للأسباب التالية (Agostino et al., 2020):

- تحديد الفرص الجديدة لتحسين العمليات.
- تقييم المخاطر والتحديات المحتملة.
- تطوير استراتيجيات فعالة لتطبيق التقنية.

وتأسيساً على ذلك؛ يعتبر فهم تأثير تقنية (IOT) على سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية أمرًا أساسيًا للشركات التي تسعى إلى تحسين كفاءتها وفعاليتها وتنافسيتها. فمن خلال تحسين دقة القياسات المالية وكفاءة حساب التكاليف التشغيلية، تساهم هذه التقنية في تقليل الخسائر الناتجة عن الفاقد. بالإضافة إلى ذلك؛ تعمل هذه التقنية على زيادة الشفافية في العمليات المالية مما يساهم في تحسين القدرة على التنبؤ بالتكاليف واتخاذ قرارات مالية سليمة. كما أن هذه التحسينات تساعد في خفض استهلاك الطاقة والمواد، يؤدي إلى الاستخدام الأمثل للموارد ويساعد في تحسين استدامة العمليات.

وفي هذا الإطار؛ تتمتع المملكة العربية السعودية برؤية استراتيجية طموحة لتطوير بنيتها التحتية، حيث وضعت خططًا واعدة لاستثمار (40 مليار ريال سعودي) حوالي 10.6 مليار دولار أمريكي في عام 2023، بهدف تحسين شبكة الطرق في المملكة. وتتضمن هذه الخطط بناء أربعة مشاريع طرق سريعة عبر نموذج الشراكة بين القطاعين العام والخاص، مما يساهم في تسريع عملية تحول المملكة إلى مركز عالمي للنقل. وبالإضافة إلى هذه الاستثمارات الكبيرة، تسعى المملكة أيضًا إلى استثمار أكثر من 147 مليار دولار أمريكي في المستقبل القريب، مركزة في تطوير قطاع النقل والخدمات اللوجستية كجزء من خططها التنموية الطموحة (الشرق الأوسط، 2024).

ولا تقتصر استثمارات المملكة على قطاع النقل فحسب، بل تشمل أيضًا مجالات حيوية أخرى تساهم في تحقيق تطور مستدام على المدى الطويل. وتبرز العديد من المشاريع الكبرى التي تدعم التنمية الاجتماعية والحضرية، (JLL MENA, 2023) مثل برنامج الإسكان السكني الذي يهدف إلى تلبية احتياجات المواطنين (وزارة الإسكان والبلديات، 2024). إضافة إلى ذلك، تواصل المملكة اعتماد التكنولوجيا الذكية كأداة رئيسية لدفع عجلة التقدم، لتحقيق أهداف التنمية المستدامة وتحسين جودة الحياة. وتضع الحكومة السعودية خططًا طموحة لتحسين التنقل داخل المدن، حيث تعمل على توسيع شبكة النقل في الرياض عبر مشاريع

International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)
IJFAES
March 2025
المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)

ضخمة مثل مترو الرياض ونظام النقل السريع بالحافلات، مع استثمارات إجمالية تصل إلى 22.5 مليار دولار أمريكي (الروقي والغربي، 2024).

من جهة أخرى، يعد قطاع الخدمات اللوجستية أحد أبرز المجالات التي تشهد نموًا متسارعًا في المملكة. ففي عام 2023، بلغ حجم سوق الخدمات اللوجستية نحو 32.7 مليار دولار، ومن المتوقع أن يتجاوز 38 مليار دولار بحلول عام 2026، مقارنة بحجم السوق البالغ 29 مليار دولار في عام 2021. ويشير هذا النمو إلى تنامي الاستثمارات في هذا القطاع الحيوي الذي يسهم بشكل كبير في دعم الاقتصاد الوطني وتعزيز مكانة المملكة كمركز تجاري إقليمي وعالمي (Mordor Intelligence, 2023).

كما هو موضح في الشكل رقم (4):

(المصدر: من إعداد الباحثة)

3/1/3 تأثير تقنية IOT على سلاسل التوريد:

تحدث تقنية (IOT) تحولًا جوهريًا في سلاسل التوريد من خلال ربط جميع عناصرها ببعضها البعض؛ بدءً من الموردين والمصانع، مرورًا بالمستودعات ومراكز التوزيع، وصول إلى العملاء. (Locke, 2020) ويساهم هذا الترابط في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف، مما ينعكس إيجابًا على الأداء العام للشركات (Kvak & Straka, 2024).

ومن أبرز الفوائد التي تحققها تقنية (IOT) عند دمجها في استراتيجيات إدارة سلاسل التوريد ما يلي (Monsreal et al., 2022):

- رفع كفاءة العمليات: تساعد أجهزة (IOT) في تحسين كفاءة العمليات اللوجستية من خلال المراقبة والتحكم في الوقت الفعلي، مما يسهم في خفض التكاليف وتقليل زمن التسليم. (Magruk, 2016) ووفقًا لتقرير ديلويت (Deloitte) لعام 2020، يمكن لهذه التقنية تقليص مدة تسليم المنتجات بنسبة تصل إلى 30% (Horton et al., 2020).
- تعزيز الرؤية والتحكم: تتيح أجهزة (IOT) للشركات رؤية متكاملة لسلاسل التوريد، مما يشمل متابعة موقع البضائع وحالتها، ما يمكن الشركات من اتخاذ قرارات دقيقة لتحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل المخاطر. (Mostafa et al., 2019)
- الأتمتة وتحسين الكفاءة: تتيح أجهزة (IOT) أتمتة المهام المتكررة وتحسين العمليات في جميع مراحل سلسلة التوريد، مما يقلل من الأخطاء البشرية ويحسن الإنتاجية. (Anozie et al., 2024)
- تعزيز التعاون: تمكن هذه التقنية الشركات من التعاون بشكل أكثر فاعلية مع الموردين والشركاء، من خلال مشاركة البيانات في الوقت الفعلي وتحسين التنسيق بين مختلف الأطراف.
- تطوير منتجات وخدمات جديدة: توفر أجهزة (IOT) كميات ضخمة من البيانات التي يمكن تحليلها لاكتشاف احتياجات العملاء وتطوير حلول جديدة تلبي تطلعاتهم بشكل أكثر دقة (Prabhu et al., 2024)
- تحسين تجربة العملاء: تساهم التقنية في تعزيز تجربة العملاء عبر توفير ميزات مثل تتبع الشحنات في الوقت الفعلي، وإرسال إشعارات عن حالة الطلبات ومواعيد التسليم (Kalverkamp et al., 2013)
- تعزيز التكامل مع الشركاء: تساعد تقنية (IOT)في إنشاء منصات مشتركة لتبادل البيانات بين مختلف الشركاء في سلسلة التوريد، مما يسهم في تحسين التنسيق واتخاذ القرارات المبنية على البيانات. (Kulkarni et al., 2024)
- خلق نماذج أعمال جديدة: يفتح تبني (IOT) آفاقًا جديدة للأعمال، مثل تقديم خدمات الصيانة التنبؤية أو تطوير نماذج قائمة على مشاركة المنتجات بدلًا من امتلاكها. (Bhaskar et al., 2024), (Prabhu et al., 2024)

- إدارة المخاطر بفعالية: تتيح المستشعرات الذكية مراقبة العوامل التي قد تؤثر على سلاسل التوريد، مثل الأحوال الجوية أو المخاطر الأمنية، مما يساعد الشركات على التنبؤ بالمخاطر واتخاذ إجراءات استباقية للحد منها. (Arora et al., 2020)
- تعزيز الاستدامة: تدعم تقنية (IOT) استراتيجيات الاستدامة من خلال تقليل استهلاك الطاقة وتحسين إدارة النفايات، مما يسهم في الحد من البصمة البيئية لسلاسل التوريد. (Erzhanuly, 2023)
- زيادة الشفافية: تحدث تقنية (IOT) تحولًا جذريًا في شفافية سلاسل التوريد، إذ تتيح تتبع حركة المنتجات وحالتها لحظيًا، مما يضمن تدفق المعلومات بدقة وسرعة بين الشركات والموردين. ويسهم هذا في الكشف المبكر عن المشكلات، وتحسين الاستجابة، وتعزيز الثقة من خلال توفير بيانات موثوقة تدعم اتخاذ قرارات فورية، تضمن تكامل العمليات التجارية بكفاءة أعلى (Awasthi et al., 2021) .

شكل رقم (3): يوضح تأثير تقنية IOT على سلاسل التوريد (المصدر: من إعداد الباحثة)

4/1/3 الخدمات اللوجستية في سلاسل التوريد: المفهوم والأهمية والكفاءة التشغيلية

1/4/1/3 مفهوم الخدمات اللوجستية:

الخدمات اللوجستية هي مجموعة من الأنشطة التي تضمن تدفق المواد والمنتجات والمعلومات من نقطة البداية إلى نقطة النهاية بأعلى درجات الكفاءة والاقتصاد. (Al Zadajali et al., 2024) وتشمل هذه الأنشطة التخطيط والتنفيذ والتحكم في حركة وتخزين البضائع والخدمات والمعلومات عبر سلسلة التوريد، بدءً من الموردين وصولًا إلى المستهلكين النهائيين، مع ضمان التسليم في الوقت والمكان المناسبين. (Anca, 2019)

2/4/1/3 أهمية الخدمات اللوجستية:

تكتسب الخدمات اللوجستي أهمية كبيرة بسبب الدور الحيوي الذي تلعبه في الاقتصاد؛ ويتضح ذلك في العديد من الجوانب (Farahani et al., 2011):

- تحسين كفاءة التكاليف: من خلال التخطيط الأمثل لمسارات النقل وتخزين البضائع، تساعد الخدمات اللوجستية الشركات على تقليل التكاليف المرتبطة بالنقل والتخزين، فضلًا عن تقليل الفاقد. (Sokhetska et al., 2024)
- زيادة رضا العملاء وولائهم: تساهم الخدمات اللوجستية في ضمان تسليم المنتجات في الوقت المحدد وبجودة عالية، مما يزيد من رضا العملاء وولائهم للعلامة التجارية (Semenda et al., 2023)
- توفير الوقت: من خلال التخطيط الجيد وإدارة النقل والمخزون، يمكن تقليل الزمن اللازم للوصول إلى الأسواق. (Akmalov & Khalid, 2024)
- تعزيز التنافسية: الشركات التي تتمتع بعمليات لوجستية فعالة تكون أكثر قدرة على المنافسة، حيث يمكنها تقديم أسعار تنافسية وتلبية طلبات العملاء بسرعة. (Albrecht et al., 2024)
- دعم النمو الاقتصادي: تلعب الخدمات اللوجستية دورًا حيويًا في دعم النمو الاقتصادي من خلال تسهيل التجارة وتبادل السلع والخدمات بين الدول. (Liu et al., 2024)

- التعامل مع التحديات: تساعد الخدمات اللوجستية الشركات على التكيف مع التغيرات في العرض والطلب، والتعامل مع الأزمات مثل نقص المواد أو التأخيرات في النقل (Akmalov & Khalid, 2024)

ويتضح مما سبق؛ أن الخدمات اللوجستية تتجاوز دورها التقليدي في تحسين تدفق البضائع، لتصبح عنصرًا محوريًا في الإدارة المالية. فهي تسهم في ضبط التكاليف التشغيلية، وتحسين تخصيص الموارد، وتقليل المصروفات غير الضرورية من خلال أنظمة نقل وتخزين أكثر كفاءة. كما أن البيانات الدقيقة ترفع دقة التقديرات المالية، خصوصًا في تكاليف الشحن وإدارة المخزون والتدفقات النقدية، مما يدعم استراتيجيات تسعير أكثر دقة ويرسخ الاستقرار المالي طويل الأمد. وبذلك، تتكامل الخدمات اللوجستية مع النظم المحاسبية لتوفير رؤية شاملة تعمل على كفاءة التخطيط المالي واتخاذ القرارات الاستراتيجية.

3/4/1/3 المكونات الأساسية للخدمات اللوجستية:

تتضمن المكونات الأساسية للخدمات اللوجستية العناصر التالية (Fernie & Sparks, 1999):

- التخطيط: تتمثل في تحديد احتياجات العملاء وتطوير استراتيجيات لتلبية تلك الاحتياجات وضمان رضاهم.
- التخزين: يشمل تخزين البضائع بشكل آمن وفعال إلى حين شحنها. (Robeson et al., 1994)
- التغليف: يتضمن حماية السلع أثناء النقل والتخزين لضمان وصولها بحالة جيدة.
- النقل: يتم نقل البضائع من نقطة المنشأ إلى نقطة الاستهلاك باستخدام وسائل النقل الأنسب. (Farahani et al., 2011)
- إدارة المستودعات: يشمل مراقبة مستويات المخزون وضمان توافر الكمية المطلوبة من المنتجات لتلبية احتياجات السوق.
- معالجة الطلبات: يتم من خلالها تنفيذ طلبات العملاء بكفاءة وسرعة (Davis & Manrodt, 1991) .

International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)
IJFAES
March 2025
المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)

شكل رقم (4): يوضح المكونات الأساسية للخدمات اللوجستية (المصدر: من إعداد الباحثة)

ويجدر الإشارة هنا؛ أن المكونات الأساسية للخدمات اللوجستية تشكل جوهر النظام الذي يدير سلاسل التوريد، حيث تتكامل العمليات بدءً من التخطيط وصولًا إلى معالجة الطلبات لتشكيل هيكل متكامل يضمن الكفاءة التشغيلية. ويمتد هذا التكامل ليؤثر بشكل مباشر على الممارسات المحاسبية. إذ يسهم التخطيط الدقيق وإدارة المخزون الفعالة في تقليل التكاليف وتحقيق تخصيص دقيق للموارد، مما يحسن من دقة التقديرات المالية ويقلل من الفاقد. علاوة على ذلك، فإن تحسين عمليات النقل والتخزين يساهم في تقليص المصروفات غير الضرورية، مما يسهم في تحسين التدفق النقدي وزيادة الربحية والاستدامة المالية. وبهذه الطريقة، تشكل هذه المكونات دعامة أساسية ليس فقط في تحسين الأداء التشغيلي، بل أيضًا في ضمان استدامة الأعمال من خلال رفع القدرة التنافسية وتحقيق التوازن المالي.

5/1/3 تقنية (IOT) ودورها في تحويل سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية نحو كفاءة مبتكرة ومستدامة:

في ظل التطورات المتسارعة في الأنظمة المحاسبية والإدارية، باتت تقنية IOT عنصرًا أساسيًا في إعادة تشكيل سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، حيث توفر أدوات دقيقة لتحسين الكفاءة التشغيلية والرقابة المالية. فمن خلال تدفق البيانات الفورية، تتيح هذه التقنية رؤية شاملة لحركة المخزون والتكاليف، مما يسهم في رفع دقة التنبؤات المحاسبية ودعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية. وأيضاً، تساهم في تطوير المنتجات والخدمات، مما يفتح مجالات جديدة للنمو والتنافسية ويحقق استدامة العمليات. ويمكن تحليل هذا التحول من خلال العناصر التالية:

1/5/1/3 تعزيز الرؤية والشفافية عبر تقنية (IOT) في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية:

تمثل تقنية (IOT) الثورة القادمة في عالم إدارة سلاسل التوريد، حيث تعزز الكفاءة والمرونة وتسهم في زيادة قدرة الشركات على التكيف السريع مع تقلبات السوق. (Chen & Ho, 2021) ومن خلال توفير رؤى دقيقة وشاملة لكافة العمليات، تساعد هذه التقنية في تحسين سير العمل داخل سلاسل التوريد؛ عبر عدة محاور (Shehzad et al., 2021):

- **الرؤية الشاملة:** تتيح تقنية (IOT) تتبع كل جانب من سلسلة التوريد بدءً من الموردين وصولًا إلى العملاء، مما يمكن الشركات من متابعة حركة البضائع، ومستويات المخزون، وحالة المعدات في أي وقت ومن أي مكان. (Zhou, 2022)
- **تحسين اتخاذ القرارات:** تجمع أجهزة الاستشعار البيانات التي تساهم في اتخاذ قرارات أفضل بشأن إدارة المخزون، وتخطيط الطرق، وتنفيذ الصيانة الوقائية. (Liu, 2023)
- **الأتمتة وتقليل الأخطاء:** تساهم عملية أتمتة العمليات باستخدام تقنية (IOT) في تقليل الأخطاء البشرية وزيادة الإنتاجية بشكل ملحوظ. (Zhang et al., 2012)
- **مراقبة الجودة:** تستخدم أجهزة الاستشعار لمراقبة جودة المنتجات خلال عملية الإنتاج والتوزيع، مما يضمن وصول منتجات عالية الجودة إلى العملاء. (Magruk, 2016)
- **خفض التكاليف:** من خلال تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد، تسهم تقنية (IOT) بشكل كبير في خفض التكاليف اللوجستية، مما يعد خطوة مهمة نحو تحقيق استدامة اقتصادية. (Murala et al., 2024)

ولا شك أن تقنية (IOT) تحدث تحولًا جذريًا في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، حيث تعزز الشفافية وتحسن القدرة على التكيف مع التغيرات السريعة. فمن خلال البيانات الفورية التي توفرها أجهزة (IOT) تتمكن الشركات من مراقبة التدفقات المالية بدقة، وتحليل التكاليف المباشرة وغير المباشرة، وتحسين إدارة المخزون، مما يرفع كفاءة الممارسات المحاسبية ويقلل من الهدر المالي. كما أن الأتمتة تقلل الأخطاء البشرية، مما يعزز دقة التقارير المالية وجودة العمليات التشغيلية. بهذا، تصبح (IOT) ركيزة أساسية لتحقيق الابتكار المستدام وتعزيز القدرة التنافسية في بيئة الأعمال الحديثة.

2/5/1/3 تعزيز الابتكار في المنتجات والخدمات باستخدام تقنية IOT في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية:

يتم تحقيق ذلك من خلال عدة جوانب أساسية تلعب دورًا محوريًا في تحسين الكفاءة والابتكار، وتشمل (Dubey & Singhal, 2021):

- **المركبات الذكية:** تسهم في تحسين إدارة الأسطول من خلال المراقبة الفورية للأداء وتحليل البيانات لتحسين لضمان الكفاءة القصوى في العمليات. (Sun, 2012)
- **الصيانة التنبؤية:** تتيح تقليل الأعطال غير المتوقعة للمعدات والمركبات عن طريق مراقبة الحالة المستمرة واستخدام البيانات للتنبؤ بالأعطال قبل حدوثها، مما يعزز استمرارية العمليات. (Abinaya, Aswini, & Sugitha, 2023)
- **زيادة فعالية العمليات وتقليل التكاليف:** عبر تحليل بيانات النقل، تساعد تقنية (IOT) في تحسين مسارات النقل وتقليل استهلاك الوقود، مما يسهم في الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل التكاليف. (Taiwo et al., 2024)
- **التخصيص**: يمكن تخصيص الخدمات للعملاء وفقًا لتفضيلاتهم واحتياجاتهم الخاصة، الأمر الذي يزيد من ولاء العملاء. (Basiratia et al., 2019)
- **نماذج الأعمال الجديدة:** تقديم خدمات مبتكرة مثل التتبع الفوري أو الاشتراكات المدفوعة يساهم في تحسين تجربة العملاء، ويزيد من تفاعل العملاء مع العلامة التجارية. (Zhou, 2022)

وتساهم هذه الجوانب في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليص التكاليف، مما يرفع دقة التوقعات المالية والتقارير المحاسبية. من خلال تقليل الأعطال والنفقات الزائدة، تضمن الشركات تدفقًا نقديًا أكثر استقرارًا وتزيد من استدامة الربحية.

3/5/1/3 تحسين الكفاءة التشغيلية في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية باستخدام تقنية (IOT): تعد تقنية (IOT) من أبرز التطورات التكنولوجية التي تسهم بشكل كبير في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف في سلاسل التوريد وقطاع الخدمات اللوجستية (Madhura & Raghavendra, 2024) وتتيح هذه التقنية العديد من الفوائد التي تعود مباشرة على الأداء المالي والمحاسبي، ومن أبرز الفوائد التي توفرها تقنية (IOT) (Cao, 2024):

- **مراقبة العمليات في الوقت الفعلي:** باستخدام تقنية (IOT) يمكن للشركات متابعة سلسلة التوريد بشكل فوري، مما يساعد على الاستجابة السريعة لمشاكل الطوارئ وتقليل التأثيرات المالية السلبية. (Geng & He, 2016)
- **تقليل التكاليف:** تحليل البيانات يساهم في تحسين إدارة المخزون وتقليل النفايات، مما يخفض النفقات التشغيلية. (Charoenporn, 2018) ووفقاً لتقرير شركة برايس ووترهاوس كوبرز (PwC) لعام 2021، يمكن لتقنية (IOT) تقليل تكاليف إدارة المخزون بنسبة تصل إلى 25% (PwC, 2021). مما يؤدي إلى تحسين التوقعات المالية وتقارير المحاسبة.
- **زيادة الإنتاجية:** من خلال الأتمتة والربط الذكي بين الأجهزة، يتم تحسين سير العمل، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف غير الضرورية. (Seiger et al., 2018)
- **التنبؤ بالأعطال:** توفر بيانات (IOT) القدرة على تحديد الأعطال المتوقعة في المعدات والعمليات قبل حدوثها، مما يقلل من التوقفات غير المخطط لها ويحسن كفاءة المعدات. (Santos, 2024)
- **تحسين مسارات النقل:** باستخدام أجهزة الاستشعار ونظم تحديد المواقع، تساهم التقنية في تحسين مسارات النقل، مما يقلل وقت التسليم والتكاليف ويزيد الكفاءة التشغيلية. (Kumar et al., 2017)
- **رفع كفاءة استهلاك الوقود:** تحليل بيانات استهلاك الوقود يساعد الشركات على تحديد أوقات القيادة الأكثر كفاءة وتحديد السائقين الأكثر أداء، مما يقلل من التكاليف المرتبطة بالوقود. (Manjunath et al., 2024)
- **تحسين تجربة العملاء:** تقديم معلومات دقيقة في الوقت الفعلي حول حالة الشحنات يعزز رضا العملاء، ويزيد الثقة في الخدمة. (Udeh et al., 2024), (Kumar et al., 2019)

4/5/1/3 دور تقنية (IOT) في خفض تكاليف سلاسل التوريد واللوجستية:

تُعد تقنية (IOT) من الأدوات المتطورة التي تساهم بشكل كبير في تحسين العمليات اللوجستية وخفض التكاليف المرتبطة بها. (Chitkara et al., 2015) فمن خلال قدراتها على تتبع الأصول وإدارة سلاسل التوريد بشكل أكثر كفاءة ودقة، تساهم هذه التقنية في تقليل الهدر وزيادة الكفاءة التشغيلية. (Agostino et al., 2020) وفيما يلي أبرز النقاط التي تساهم فيها تقنية (IOT) (Chen & Ho, 2021):

- **مراقبة الأصول والشحنات:** تتيح تقنية (IOT) المثبتة على الحاويات والشاحنات والمعدات توفير معلومات دقيقة حول مواقعها وحالتها، مما يقلل من خسارة الأصول ويساعد في تحسين جدولة الصيانة. (Su et al., 2017)
- **تحسين التخزين وإدارة المخزون:** باستخدام أجهزة الاستشعار، تتمكن الشركات من معرفة مستويات المخزون في الوقت الفعلي، مما يسهم في تقليل تكاليف التخزين الزائدة وتجنب العجز في المخزون. (Joe et al., 2023)
- **تحسين التوزيع والتسليم:** من خلال المعلومات المستخلصة من تقنية (IOT)، يمكن تحسين توزيع المنتجات وجدولة التسليم بطريقة تقلل من التأخير وتكاليف الشحن الزائدة. (Behl & Dhir, 2022)
- **التحليل المعلومات وتحسين العمليات:** باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، تساهم (IOT) في تحليل البيانات بشكل فعال لتحديد الاتجاهات والأنماط، مما يساعد في اتخاذ قرارات تشغيلية أفضل وتحسين العمليات. (Kafile & Mbhele, 2023), (Perotti et al., 2022)
- **توفير الطاقة والصيانة الوقائية:** من خلال مراقبة استهلاك الطاقة وبيانات الصيانة الوقائية، تساعد تقنية (IOT) شركات اللوجستيات في تقليل تكاليف الصيانة وتحسين كفاءة الأداء. (Uchechukwu et al., 2024)

5/5/1/3 تحديات تطبيق تقنية (IOT) في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية:

تلعب تقنية (IOT) دورًا أساسيًا في رفع الكفاءة التشغيلية في قطاع الخدمات اللوجستية، حيث تتيح للشركات إدارة سلاسل التوريد بشكل أكثر فعالية، مما يؤدي إلى تحقيق وفورات ملحوظة في الوقت والموارد. (Cao, 2024) كما أنها تدعم القدرة على اتخاذ قرارات استراتيجية قائمة على البيانات، وتحد من التأخيرات في عمليات التسليم، مما يؤدي إلى تحسين الأداء العام لسلاسل الإمداد. (Kafile & Mbhele, 2023) ورغم الفوائد الكبيرة التي توفرها التقنية، إلا أن الشركات تواجه تحديات متعددة تعرقل تطبيقها الفعال. وتتنوع هذه التحديات تبعًا لحجم الشركة، ومستوى بنيتها التحتية التقنية، وطبيعة القطاع الذي تعمل فيه. (Waqar et al., 2024), (Rajora et al., 2024) ويمكن تصنيفها ضمن ثلاثة محاور رئيسية: التشغيلية، المالية، المحاسبية (IOT): (Gupta et al., 2023), (A-Team Global, 2023)

أولًا: التحديات التشغيلية:

- يُعد دمج تقنية (IOT)مع الأنظمة المحاسبية واللوجستية الحالية تحديًا تقنيًا كبيرًا، حيث يتعين على الشركات ضمان توافق الأنظمة الحديثة مع البنية التحتية القديمة دون التأثير سلبًا على سير العمليات، مما قد يؤدي إلى تعقيدات تقنية وزيادة التكاليف. (Kapoor, 2023)
- يولد تطبيق (IOT)كميات هائلة من البيانات التي تحتاج إلى جمعها وتخزينها وتحليلها. ويتطلب ذلك بنية تحتية متطورة وتقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات واستخلاص رؤى مهمة تدعم اتخاذ القرارات. (Kunwar, 2023), (Singh et al., 2022)
- تتطلب تقنية (IOT) شبكة اتصالات قوية وموثوقة لضمان تدفق البيانات بسلاسة بين الأجهزة والأنظمة. ومع ذلك؛ قد تعاني بعض الشركات من بنية تحتية غير كافية أو غير مستقرة، مما يؤدي إلى مشكلات في الاتصال ويؤثر سلبًا على الأداء العام للأنظمة. (Mouha, 2021)
- تحتاج أجهزة (IOT)إلى صيانة دورية واستجابة سريعة للأعطال لضمان أدائها الفعال، مما يزيد من الضغط على الموارد الفنية للشركات. لذلك، من الضروري أن تضع الشركات خططًا واضحة للدعم التقني والصيانة. (Sallam et al., 2023)
- يتطلب تطبيق وإدارة تقنيات (IoT) خبرات تقنية متقدمة في البرمجة وتحليل البيانات، وهو ما يمثل تحديًا للشركات التي تعاني من نقص في الكفاءات المؤهلة. (Samsukha, 2023)
- يواجه العديد من الموظفين صعوبة في التكيف مع التقنيات الحديثة، مما قد يؤدي إلى مقاومة داخلية تبطئ عملية التحول وتنفيذ التقنية. ولضمان انتقال سلس، تحتاج الشركات إلى استراتيجيات فعالة لإدارة التغيير وتدريب الفرق العاملة. (Richter & Sinha, 2020)
- يمثل الأمن السيبراني أحد أبرز التحديات المرتبطة بتقنية إنترنت الأشياء (IoT)، نظرًا لتزايد الهجمات السيبرانية التي تستهدف أجهزة (IoT) وسلاسل التوريد، مما يجعل البيانات الحساسة أكثر عرضة للاختراق والوصول غير المصرح به. (Khan & Puri, 2024; Caballero-Gil et al., 2013) وتشمل هذه البيانات معلومات تتعلق بتتبع الشحنات، وحركة الموظفين، وتفاصيل العملاء، مما يثير مخاوف كبيرة بشأن الخصوصية وأمن المعلومات. ولمواجهة هذه التحديات، تستثمر الشركات الكبرى مثل AmazonوDHL في حلول أمنية متقدمة، بما في ذلك تطوير بروتوكولات أمان مشددة لحماية

البيانات والأجهزة، واعتماد تقنيات التشفير المتقدمة، وتطبيق أنظمة مصادقة متعددة المستويات لضمان سلامة المعلومات والحد من المخاطر السيبرانية.

- نقص التوحيد في المعايير والبروتوكولات المستخدمة في تقنية (IOT) يعيق التكامل بين الأجهزة المختلفة. لذلك، يجب على الشركات التعامل مع تنوع البروتوكولات لضمان فعالية وكفاءة النظام. (Kumar et al., 2019)

ثانيًا: التحديات المالية:

- يستلزم تبني تقنية (IOT) استثمارات مالية كبيرة تشمل شراء الأجهزة المتطورة، وتطوير البرمجيات، وتحديث البنية التحتية، مما قد يشكل تحديًا للشركات، لاسيما تلك ذات الموارد المالية المحدودة. وتتمثل الصعوبة الأساسية في تأمين التمويل اللازم لهذه الاستثمارات، حيث قد يؤدي ارتفاع التكاليف الأولية إلى تأخير عملية التحول الرقمي أو الحد من نطاق تطبيق التقنية. (Madhura & Raghavendra, 2024) كما تتطلب هذه النفقات قرارات دقيقة بشأن تصنيفها كمصروفات تشغيلية تخصم مباشرة من الأرباح، أو كأصول رأسمالية تخضع للإهلاك التدريجي، وهو ما يؤثر على القوائم المالية وهيكلة التكاليف طويلة الأجل للشركات.
- تشمل رسوم التخزين السحابي، وصيانة الأجهزة، وتراخيص البرمجيات، مما يزيد الأعباء المالية.
- تجد حوالي 25% من الشركات صعوبة في قياس العائد المتوقع من تبني تقنيات (IoT)، مما يجعلها مترددة في الاستثمار بهذه الحلول.
- تفشل 70% من المشاريع التقنية في الالتزام بالميزانية المحددة، مما يؤدي إلى تجاوزات مالية قد تؤثر على ربحية المؤسسة، ويتطلب ذلك استخدام أدوات التحليل التنبئي لمراقبة الإنفاق وإدارة الموارد بفعالية.
- يواجه قطاع الخدمات اللوجستية تحديات تنظيمية وقانونية معقدة عند تبني تقنية (IOT)، حيث تخضع هذه التقنية لمتطلبات قانونية متغيرة تتعلق بحماية البيانات والخصوصية والأمن. وهذا يجعل الامتثال لهذه اللوائح أمرًا صعبًا ومكلفًا، خاصة في ظل غياب أطر تنظيمية موحدة. إذ تختلف القوانين المنظمة لاستخدام التقنية بين الدول والمناطق، مما يؤدي إلى صعوبات في الامتثال ويزيد من التكاليف التشغيلية للشركات.

وتفرض هذه التحديات على الشركات تكاليف إضافية تتعلق بالامتثال القانوني، حيث تحتاج إلى استثمارات كبيرة في الاستشارات القانونية وأنظمة إدارة الامتثال لضمان توافقها مع اللوائح التنظيمية المختلفة. ومن أجل مواجهة هذه التحديات، تعمل العديد من الشركات على تعزيز الامتثال من خلال توظيف خبراء قانونيين متخصصين، والاستثمار في حلول تقنية متقدمة تضمن الامتثال للمعايير التنظيمية المتغيرة. (Bentotahewa et al., 2022)

ثالثًا: التحديات المحاسبية:

- رغم دور (IoT) في الأتمتة، لا تزال بعض المؤسسات تعتمد على إدخال البيانات يدويًا، مما قد يؤدي إلى تقارير مالية غير دقيقة تؤثر على القرارات الإدارية.
- تواجه الشركات صعوبات في دمج تقنيات (IoT) مع الأنظمة المحاسبية القديمة، مما يتطلب تحديثات مكلفة وتدريبًا إضافيًا للموظفين.
- يؤدي التدفق الكبير للبيانات من أجهزة (IoT) إلى زيادة تعقيد عمليات التوفيق المحاسبي، الأمر الذي يتطلب تقنيات تحليل بيانات متقدمة لتقليل الأخطاء البشرية.
- مع التطور المستمر للقوانين المحاسبية، تحتاج الشركات إلى تحديث سياساتها باستمرار لضمان الامتثال، مما يفرض تحديات تشغيلية ومالية إضافية.
- تصبح البيانات المالية أكثر عرضة لمحاولات الاحتيال، مما يستدعي الاستثمار في تقنيات تحليل البيانات والذكاء الاصطناعي لاكتشاف الأنشطة المشبوهة وتعزيز الأمان المالي.

ورغم التحديات التشغيلية والمالية والمحاسبية التي قد تواجه الشركات عند دمج تقنيات (IOT)، فإن التغلب عليها يفتح فرصًا كبيرة لتحسين الكفاءة التشغيلية ودقة البيانات المالية. ويتطلب ذلك تبني استراتيجيات مالية مرنة، وتحديث الأنظمة المحاسبية، والاهتمام بالتدريب واستثمار التكنولوجيا لضمان الانتقال بنجاح إلى بيئة مالية رقمية متطورة. كذلك، يتعين على الشركات لضمان نجاح تطبيق تلك تقنيات، وضع خطط دقيقة واستثمارات مدروسة تدعم الابتكار في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية. كما ينبغي تبني استراتيجيات شاملة لإدارة المخاطر وزيادة الثقة في الأنظمة الجديدة لضمان استخدامها الفعال في تحسين العمليات اللوجستية. (Shah et al., 2024)

4. تقنية (IOT) وسلاسل التوريد والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية: (الواقع والمآمول)

1/4 تقنية (IOT) ودورها في تطوير سلاسل التوريدوالخدمات اللوجستية في السعودية من التحول الرقمي إلى الاستدامة:

رؤية المملكة 2030؛ تُعد خطوة استراتيجية تهدف إلى تحويل الاقتصاد السعودي نحو مستقبل أكثر ازدهارًا واستدامة، حيث يمثل التحول الرقمي ركيزة أساسية لتحقيق هذه الأهداف. ومن خلال تبني التقنيات الحديثة مثل تقنية (IOT) تسعى المملكة إلى رفع كفاءة القطاعات الاقتصادية المختلفة، لا سيما قطاع اللوجستيات وسلاسل التوريد. (Vision 2030 Saudi Arabia, 2020) وتلعب هذه التقنية دورًا محوريًا في تحسين العمليات التشغيلية واللوجستية، إذ تعتمد على جمع وتحليل البيانات في الوقت الفعلي لتوفير حلول ذكية تعزز من كفاءة الأداء وتقلل من الهدر. (KPMG, 2024)

وإحدى التطبيقات البارزة لتقنية (IOT) في قطاع الخدمات اللوجستية تتمثل في استخدام أجهزة الاستشعار الذكية في النقل والمستودعات، حيث تسهم هذه الأجهزة في رفع كفاءة العمليات التشغيلية للشركات السعودية (هيئة الفضاء والاتصالات والتقنية، 2021). فمن خلال مراقبة حركة البضائع بشكل مستمر، تتيح هذه التقنية تقليل التأخير وتحسين دقة التنبؤات اللوجستية. (Samigulin et al., 2024) فمثلًا، تلعب أجهزة الاستشعار دورًا حاسمًا في مجال نقل الأدوية والمواد الغذائية الحساسة، حيث تراقب الظروف البيئية مثل درجات الحرارة والرطوبة، مما يضمن الحفاظ على جودة المنتجات ويقلل من احتمالية التلف (Omolayo et al., 2024) ولا يؤدي هذا التطور في إدارة المخزون إلى تحسين الجودة فحسب، بل يسهم أيضًا في خفض التكاليف التشغيلية، وهو أمر بالغ الأهمية خاصة في القطاعات التي تتطلب دقة عالية مثل الصناعات الغذائية والخدمات اللوجستية. (Li, 2024)

وإلى جانب تحسين العمليات التشغيلية؛ توفر تقنية (IOT) رؤية أكثر وضوحًا لسلاسل التوريد في المملكة العربية السعودية، حيث تمكن الشركات من تتبع الأصول والمخزون في الوقت الفعلي، مما يقلل من الأخطاء التشغيلية ويعمل على تبسيط الإجراءات المعقدة (Ahmed et al., 2021). كما يسهم استخدام أنظمة التتبع المعتمدة على الحوسبة السحابية في رفع مستوى الشفافية بين مختلف شركاء سلسلة التوريد،

مما يزيد من قدرة الشركات على تبادل المعلومات بسرعة وسهولة، الأمر الذي يتيح لها الاستجابة بمرونة أكبر لمتغيرات السوق العالمي التنافسي. (Anderseck & Hille 2013)

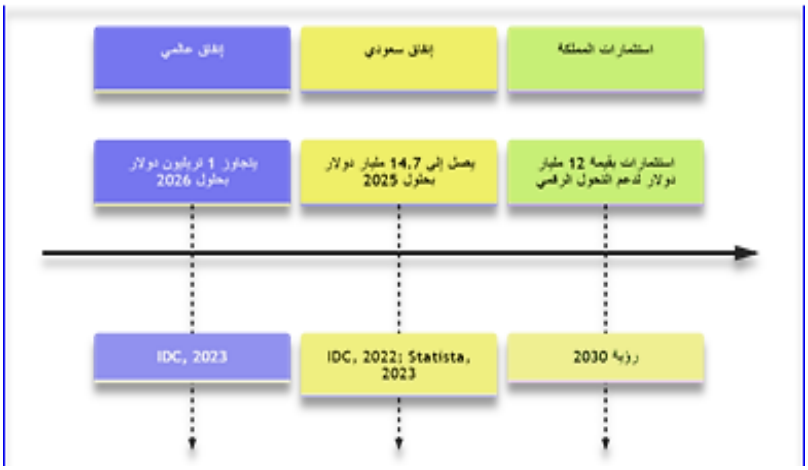
وفي الواقع؛ تتجاوز فوائد تقنية (IOT) من مجرد تحسين الكفاءة التشغيلية، لتصل إلى تمكين الابتكار وتعزيز الميزة التنافسية للشركات السعودية. ففي عالم الأعمال المعاصرة، حيث تتزايد التحديات وتتعقد الأسواق، تتيح هذه التقنية للشركات تحليل البيانات في الوقت الفعلي، مما يسهم في تطوير نماذج أعمال جديدة تعتمد على دقة القرارات الاستراتيجية. (Wagenaar, 2012) وهذا التحول لم يكن مقتصرًا على تحسين أداء العمليات اليومية فحسب، بل شمل أيضًا ابتكارات حيوية في قطاع الخدمات اللوجستية الذكية. فتسهم تقنيات (IOT) في تحسين إدارة الموانئ الذكية، وزيادة كفاءة عمليات النقل، مما يرفع من جودة سلاسل التوريد في المملكة، ويجعلها عنصرًا أساسيًا في تحقيق النجاح في بيئة عمل تتسم بالتنافسية العالية. (Jardas et al., 2018)

ومن خلال هذه التحولات الجوهرية، تتجاوز تقنية (IOT) كونها مجرد أداة تقنية إلى كونها محفزًا رئيسيًا لتحقيق التطوير الاقتصادي المستدام. إنها لا تدعم فقط الأداء التقني، بل تساهم بشكل فعال في استدامة القطاعات الحيوية، مما يرسخ التزام المملكة في تحقيق أهداف رؤية 2030. ففي ظل هذا التحول الرقمي، تظهر المملكة كقوة رائدة في العالم، حيث تسعى إلى تسخير التقنيات الحديثة لبناء بنية تحتية رقمية ولوجستية متطورة تواكب الطموحات المستقبلية.

واستنادًا إلى تقارير موثوقة؛ من المتوقع أن يتجاوز الإنفاق العالمي على تقنية (IOT) تريليون دولار بحلول عام 2026، وهو ما يعكس النمو الكبير في قطاعات متعددة مثل التصنيع والتجزئة (IDC. , 2023) وفي المملكة العربية السعودية، يُعد تبني هذه التقنيات ركيزة أساسية في تحسين عمليات سلسلة التوريد.

وبحسب التوقعات، سيرتفع حجم السوق السعودي لهذه التقنية ليصل إلى 14.7 مليار دولار بحلول 2025 (IDC, 2022; Statista, 2023)، مما يعكس التزام المملكة الراسخ بتطوير هذا القطاع الحيوي. وفي إطار هذه الرؤية، تخصص استثمارات تصل إلى 12 مليار دولار لدعم التحول الرقمي والابتكار، بما يتماشى مع أهداف رؤية 2030. (Digital Government Strategy, 2023)

International Journal of Financial, Administrative, and Economic Sciences (IJFAES)
Vol. (4), No. (3)
IJFAES
March 2025
المجلة الدولية للعلوم المالية والإدارية والاقتصادية
الإصدار (4)، العدد (3)



شكل رقم (5): يوضح توقعات إنفاق على تقنية (IOT) (المصدر: من إعداد الباحثة)

وتتجسد جهود التحول الرقمي في المملكة من خلال مشروعات بارزة مثل مدينة الملك سلمان للطاقة ومنطقة اللوجستيات المتكاملة، بالإضافة إلى مشروع "نيوم"، الذي أصبح نموذجًا عالميًا للمدن الذكية (هيئة الفضاء والاتصالات والتقنية، 2021). ففي "نيوم"؛ تدمج تقنيات (IOT) ضمن البنية التحتية لتحسين كفاءة الطاقة، والنقل، والخدمات العامة. بينما تسهم منطقة اللوجستيات المتكاملة في رفع الكفاءة التشغيلية للشركات عبر تقديم حلول ذكية تبسط العمليات المعقدة.

وتُعد هذه المشروعات من الركائز الأساسية لرؤية 2030، حيث لا تقتصر أهميتها على تنويع الاقتصاد السعودي، بل تسهم أيضًا في تحقيق تطلعات المملكة للاستفادة القصوى من التكنولوجيا لزيادة الإنتاجية وترسيخ مكانتها على الساحة العالمية. (Vision 2030 Saudi Arabia, 2020)

2/4 تأثير تقنية (IOT) على سلاسل التوريد الرقمية والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية:

ضمن رؤية 2030؛ تشكل تقنيات (IOT) عنصرًا رئيسيًا في التحول الرقمي لسلاسل التوريد وقطاع الخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية، حيث تلعب دورًا كبيرًا في تحسين إدارة الموارد وزيادة الشفافية، بالإضافة إلى خفض التكاليف التشغيلية من خلال جمع وتحليل البيانات في الوقت الفعلي. (Vision 2030 Saudi Arabia, 2020) وتساعد هذه التقنيات الشركات في تتبع المنتجات من نقطة الانطلاق وحتى وصولها إلى المستهلك النهائي، مما يضمن جودة الخدمة ويزيد من ثقة العملاء. (et al Xu, 2012)

وإلى جانب تحسين إدارة الموارد، تتيح هذه التقنيات تحليل البيانات الضخمة الناتجة عن العمليات اليومية، مما يزيد من دقة القرارات المتعلقة بتنبؤات الطلب وتخطيط الموارد. (Siow et al., 2018) ومن خلال ذلك، تتمكن الشركات في المملكة من تقليص التكاليف التشغيلية وزيادة الكفاءة عبر استخدام حلول ذكية تعتمد على البيانات.

ومع استمرار التوسع في استخدام تقنية (IOT) تصبح الحاجة إلى معايير واضحة وتعاون فعال بين القطاعين العام والخاص أمرًا بالغ الأهمية لدعم الابتكار وزيادة التنافسية. (Communications & Space Technology Commission, 2021) وعلى الرغم من الفوائد العديدة التي تقدمها تقنيات (IOT) في المملكة، إلا أن هناك تحديات قد تواجهها، مثل الحاجة إلى ميزانية مستدامة لتشغيل الحلول المعتمدة، والتعقيدات التقنية المرتبطة بالتنفيذ، بالإضافة إلى متطلبات حماية الأجهزة والبرمجيات ورفع مستوى الأمان السيبراني لضمان حماية البيانات والمعلومات (باناعمه، ٢٠٢٣). كما تحتاج الشركات إلى معالجة القيود المالية وتطوير المهارات البشرية المناسبة مع هذه التقنيات.

ولتجاوز هذه التحديات؛ يمكن للشركات الاستفادة من خيارات الدفع المرنة والتعاون مع موردين ذوي كفاءة عالية. كما يتطلب الأمر تطوير أطر تنظيمية مرنة تراعي التكاليف الأولية للتنفيذ، مما يضمن تطبيق حلول تقنية (IOT) بشكل ناجح ويسهم في دعم التحول الرقمي المستدام في المملكة (هيئة الفضاء والاتصالات والتقنية، 2021).

وفي إطار جهود المملكة لدعم التحول الرقمي، تلعب هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات دورًا محوريًا في تنظيم استخدام تقنيات (IOT). ففي عام 2020؛ أصدرت الهيئة الإطار التنظيمي لتقنية (IOT)، الذي يحدد متطلبات تقديم الخدمات واستخدام الطيف الترددي. كما منحت الهيئة تراخيص لشركتين محليتين لتقديم خدمات الشبكة الافتراضية لتقنية (IOT)، مما يوفر للشركات السعودية فرصًا أوسع لتبني هذه التقنية (الأبيض، 2021)، (CST, 2021).

وفي الواقع؛ لا تقتصر الفرص الاقتصادية التي توفرها تقنيات (IOT) على تحسين الكفاءة الداخلية للشركات، بل تشمل أيضًا خلق فرص عمل جديدة في مجالات مثل تحليل البيانات، الأمن السيبراني، وتكنولوجيا المعلومات. ومع تزايد اعتماد الشركات السعودية على هذه التقنيات، من المتوقع أن يتم تطوير نماذج أعمال جديدة تعتمد على البيانات الذكية، مما يمنح الشركات ميزة تنافسية ويحفز الابتكار في مجالات متعددة مثل الخدمات اللوجستية وإدارة المخزون.

ومن الأمثلة الرائدة في تطبيق تقنيات (IOT)، تبرز شركات مثل "أرامكو"، "معادن"، "و "سابك" كنماذج بارزة توضح كيفية استفادة الشركات من هذه التقنيات لتحسين الكفاءة في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية ودفع الابتكار. شركة أرامكو، على سبيل المثال، قامت بتطبيق تقنيات (IOT) لمراقبة وتحسين عمليات سلسلة التوريد الخاصة بها، حيث تستخدم أجهزة استشعار لتتبع مستويات المخزون، ومراقبة أداء المعدات، وتحسين إدارة الخدمات اللوجستية. ومن جانبها، اعتمدت شركة معادن تقنيات (IOT) لتحسين عمليات التعدين، باستخدام أجهزة استشعار لمراقبة أداء المعدات، وتقليل وقت التوقف، وتحسين السلامة. أما شركة سابك، فقد تبنت تقنيات (IOT) لتحسين عملياتها اللوجستية والنقل، من خلال استخدام أجهزة استشعار متقدمة لتتبع الشحنات، ومراقبة مستويات المخزون، وتحسين أوقات التسليم.

وبفضل هذه الجهود والمبادرات، تمضي المملكة قدمًا نحو تحقيق تحول رقمي شامل يسهم في تقوية مكانتها التنافسية على الصعيدين الإقليمي والعالمي.

3/4 مستقبل تقنية (IOT) في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية:

تشير كافة المؤشرات إلى أن مستقبل تقنية (IOT) في سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية يحمل آفاقًا واعدًا بشكل كبير. ويعكس هذا التوجه المستمر نحو التطور والنمو المتسارع في الاستثمارات في التقنيات الحديثة، إلى جانب الدعم الحكومي المستمر للتحول الرقمي، حيث تواصل المملكة استكشاف تكنولوجيات مثل التعلم الآلي، والذكاء الاصطناعي، وتقنية Blockchain، فضلًا عن الاعتماد المتسارع على شبكات الجيل الخامس. ويمكن القول؛ إن هذه العوامل مجتمعة تساهم في تسريع تطور تقنية (IOT) في مختلف القطاعات، لا سيما سلاسل التوريد واللوجستيات، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة التشغيلية، وتقليل التكاليف وزيادة التنافسية.

ومن المتوقع أن تشهد سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية تحولًا جذريًا بفضل التكامل بين تقنيات (IOT) والذكاء الأعمال، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي (AI) والبيانات الضخمة. وسيتيح هذا التكامل تقديم حلول مبتكرة للتحليلات التنبؤية واتخاذ القرارات التلقائية، إضافة إلى تحسين مستويات الأمان وضمان سلاسة العمليات المستقبلية. كما سيجعل سلاسل التوريد أكثر استقلالية، من خلال إدخال الروبوتات والمركبات ذاتية القيادة والطائرات بدون طيار، مما يسهم في تحسين الخدمات

اللوجستية، ويقلل التكاليف، مع زيادة مستويات السلامة بتقليل التدخل البشري في البيئات ذات المخاطر العالية.

بالإضافة إلى ذلك؛ تسهم تقنيات (IOT) في تقديم مراقبة مستمرة للأصول والبضائع، مما يتيح للشركات تقليل الهدر وزيادة الإنتاجية بشكل ملحوظ. (Ray et al., 2018) وبفضل هذه التكنولوجيا، يصبح التتبع الدقيق للبضائع واقعًا ملموسًا، مما يزيد من الشفافية ويسهم في رفع جودة الخدمة وزيادة ثقة العملاء. (Udeh et al., 2024)

ومن خلال تحليل البيانات الضخمة؛ يمكن للشركات السعودية تحسين دقة التنبؤ بالطلب، وتخطيط الموارد بكفاءة أكبر، مما يؤدي إلى تخفيض التكاليف وزيادة الربحية. ويوفر هذا التوجه فرصًا اقتصادية هائلة تؤدي إلى نمو نماذج الأعمال القائمة على البيانات الذكية، والتي تساهم في تحسين الخدمات اللوجستية، وإدارة المخزون.

وبلا شك؛ تمثل هذه التحولات الاقتصادية والتكنولوجية في المملكة خطوة مهمة نحو تحقيق أهداف رؤية 2030، حيث تساهم بشكل فعال في تسريع التحول الرقمي، ودعم التنمية المستدامة، ورفع القدرة التنافسية للمملكة على الصعيد العالمي.

النتائج والتوصيات

أولاً: النتائج:

ونتيجة لهذه الدراسة فقد توصلت الباحثة إلى أهم النتائج التالية:

- أن تبني تقنيات (IOT) يُعد خطوة استراتيجية لتعزيز التحول الرقمي في المملكة العربية السعودية، مما يسهم في تحقيق أهداف رؤية 2030. فقد ساهمت هذه التقنيات في رفع كفاءة القطاعات الاقتصادية المختلفة، لا سيما قطاع اللوجستيات وسلاسل التوريد، عبر تحسين العمليات التشغيلية وتوفير حلول ذكية تعتمد على البيانات.

- تبين أن تطبيقات تقنية (IOT) في قطاع الخدمات اللوجستية، مثل استخدام أجهزة الاستشعار الذكية في النقل والمستودعات، تساهم في تحسين كفاءة العمليات التشغيلية. إذ تتيح هذه التقنيات مراقبة حركة البضائع في الوقت الفعلي، مما يقلل من التأخير، ويعزز دقة التنبؤات اللوجستية، ويساعد في

الحفاظ على جودة المنتجات مثل الأدوية والمواد الغذائية الحساسة، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل الفاقد وخفض التكاليف التشغيلية.

- أن تقنية (IOT) توفر رؤية أوضح لسلاسل التوريد من خلال تتبع الأصول والمخزون في الوقت الفعلي، مما يقلل الأخطاء التشغيلية ويبسط الإجراءات المعقدة. كما يساعد في استخدام أنظمة التتبع المعتمدة على الحوسبة السحابية في زيادة مستوى الشفافية بين مختلف الأطراف في سلسلة التوريد، ويزيد من قدرة الشركات على الاستجابة بمرونة لمتغيرات السوق التنافسية.

- أن تبني تقنية (IOT) في الشركات السعودية لا يقتصر على تحسين الكفاءة التشغيلية فحسب، بل يمتد إلى تمكين الابتكار وتحسين الميزة التنافسية. فمن خلال تحليل البيانات في الوقت الفعلي، تستطيع الشركات تطوير نماذج أعمال جديدة تعتمد على قرارات استراتيجية أكثر دقة، ويساعد على المنافسة في الأسواق العالمية.

- رغم الفوائد الكبيرة لتقنية (IOT)، أظهرت الدراسة وجود تحديات تعوق التطبيق الفعلي لهذه التقنية في المملكة، مثل الحاجة إلى استثمارات مالية ضخمة، وتعقيدات البنية التحتية التقنية، ومتطلبات الأمن السيبراني لحماية البيانات. كما أن نقص الكفاءات البشرية المؤهلة يمثل عائقًا أمام تبني هذه التقنيات على نطاق واسع.

- توصلت الدراسة إلى أن تجاوز تحديات تطبيق تقنية (IOT) يتطلب تطوير أُطر تنظيمية مرنة تدعم التحول الرقمي المستدام، إلى جانب تعزيز التعاون بين القطاعين العام والخاص. كما أن توفير خيارات تمويل مرنة ودعم الشركات الناشئة في مجال التقنية يعدان عاملين رئيسيين لنجاح تطبيق هذه التقنيات.

- وفقًا للتوقعات، سيشهد سوق تقنية (IOT) في المملكة نموًا كبيرًا، إذ يُتوقع أن يصل حجمه إلى 14.7 مليار دولار بحلول عام 2025. كما أن المشاريع الضخمة، مثل مدينة "نيوم" ومنطقة اللوجستيات المتكاملة، تعكس التزام المملكة بدمج التقنيات الذكية في بنيتها التحتية، مما يعزز مكانتها كقوة رائدة في التحول الرقمي.

- أن تقنية (IOT) يمثل أحد المحركات الأساسية للتحول الرقمي في المملكة العربية السعودية، حيث يسهم في تحسين كفاءة العمليات التشغيلية، وزيادة الشفافية، ودعم الابتكار في سلاسل التوريد. ورغم

التحديات المرتبطة بالتنفيذ، فإن السياسات الداعمة والاستثمارات الاستراتيجية تسهم في التغلب على هذه العقبات وتحقيق الأهداف الاقتصادية والتنموية لرؤية 2030.

ثانياً: التوصيات:

وفي ضوء النتائج السابقة التي توصلت إليها الباحثة؛ فإنها توصى بما يلي:

- يجب الاستمرار في الاستثمار في تطوير بنية تحتية متكاملة وموثوقة، لدعم نمو سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية التي تعتمد على تقنية (IOT).
- ضرورة تطوير جهود الشركات السعودية في أُطر قوية للأمن السيبراني، لضمان حماية سلاسل التوريد من التهديدات المحتملة.
- يتعين على الحكومة والقطاع الخاص التعاون المستمر لتبادل المعرفة وأفضل الممارسات في إدارة سلاسل التوريد. والخدمات اللوجستية.
- يمكن الاستمرار في الجهود الحالية بتقديم المزيد من الحوافز، مثل الإعفاءات الضريبية أو المنح الاستثمارية، لدعم اعتماد تقنية (IOT) هذه الحوافز تساعد الشركات على استثمار المزيد في الابتكار وتحسين سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية.
- يجب الاستمرار في الاستثمار في برامج تدريبية وتطويرها بشكل مستمر لضمان اكتساب الموظفين المهارات اللازمة لتصميم وتنفيذ سلاسل التوريد وكذلك في قطاع اللوجستيات المدعومة بتقنية (IOT). كما ينبغي تعزيز هذه البرامج لتلبية احتياجات السوق المتغيرة وضمان تحقيق الكفاءة والابتكار في العمليات.
- استمرار جهود الحكومة في دعم الابتكار وريادة الأعمال في مجال تقنية (IOT) من خلال تطوير حاضنات الأعمال والمسرعات بشكل مستمر، مما يؤدي إلى تحفيز الشركات الناشئة والمشاريع الصغيرة والمتوسطة على تبني التقنيات الحديثة.
- يجب أن تستمر المؤسسات التعليمية في السعودية في لعب دورها المحوري عبر تقديم برامج تدريبية فعالة لتأهيل الكوادر الوطنية، مما يساعد في تكوين جيل جديد من المهندسين والمبتكرين القادرين على مواكبة التحولات التقنية.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- إبراهيم، وليد، وشورب، رانيا، (2020)، "تكنولوجيا إنترنت الأشياء (IoT): المفهوم والتطبيقات التعليمية"، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، دراسات وبحوث مُحكّمَة، المجلد الثلاثون، العدد العاشر – أكتوبر.

https://tesr.journals.ekb.eg/article_135694_762039214af6c3864297dd31953f86ca.pdf

- الأبيض، سعيد، (2021)، "11 مليون شريحة مستخدمة في السعودية لإنترنت الأشياء"، الشرق الأوسط.
- بانعامة، علاء، محمد، (2023)، "كشف التسلل في إنترنت الأشياء باستخدام التعلم العميق" (رسالة ماجستير)، كلية الحاسبات وتقنية المعلومات، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية.
- بن التركي، زينب، موسي، سهام، وخالدي، فراح (2021)، "دور التعلم الآلي في تحسين إدارة سلاسل التوريد اللوجستية". مجلة العلوم الإنسانية، 21(2)، 526-546.

/https://asjp.cerist.dz/en/article

- الخديدي، عبد اله رده، (2023)، "دور إدارة سلسلة التوريد في تعزيز جودة الخدمات: دراسة ميدانية على مؤسسات الطوافة"، المجلة العالمية للاقتصاد والأعمال، 7(7)، 1-19.

https://www.refaad.com/Journal/Index

- خروف، منير، سعداوي، سلمي، وجبار، ياسين، (2023)، "أداء النظام اللوجستي الذكي بالاعتماد على إنترنت الأشياء بالموانئ البحرية التجارية لترقية الصادرات الجزائرية -دراسة قياسية باستخدام نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة"، مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، 10(1).
- خضرة، صادوق، وخيرة، نيل، (2022)، "تطبيقات إنترنت الأشياء في المكتبات: دراسة نظرية. مجلة الرواق للدراسات الاجتماعية والإنسانية"، 80(80)، 69-118. EISSN 2437-3 .ISSN 2602-6767.
- خليفة، محمد، والجداوي، محمود، (2022)، "دراسة حول أهمية دمج تقنية إنترنت الأشياء في تطوير وتحسين بنية النظام التعليمي"، المجلة الدولية للبحوث الاكاديمية.

https://doi.org/10.5281/zenodo.8123170

- نصر الدين، فيفيان، والإدريسي، ثراء، (2023)، "الابتكار ودوره في التميز الصناعي وتطوير الخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية"، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، 7(7)، 1-19. https://doi.org/10.26389/AJSRP.D171222 .19

- هيئة الفضاء والاتصالات والتقنية. (2021). الطلب على إنترنت الأشياء في المملكة العربية السعودية: دراسة استطلاعية قائمة على استبيان. جمادى الآخرة 1442 هـ (فبراير 2021 م). extension://kdpelmjpfafjppnhbloffcjpeomlnpah/https://www.cst.gov.sa/en/researchs-studies/research-innovation/Documents/CST-IoT-Demand-ar.pdf

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Abinaya, S., Aswini, G., & Sugitha, N. (2023). Enhancing smart logistics and fleet management using Internet of Things. In 2023 International Conference on Intelligent Technologies for Sustainable Electric and Communications Systems (iTech SECOM) (pp. 11-16). Coimbatore, India. https://doi.org/10.1109/iTechSECOM59882.2023.10434961.
- Abinayasree, C. (2024). Internet of things. In Futuristic Trends in Artificial Intelligence Volume 3 Book 5 (IIP Series, Vol. 3, pp. 185-192). https://doi.org/10.58532/V3BBAI5P3CH5.
- Agostino, Í. R. S., Ristow, C., Frazzon, E. M., & Rodríguez, C. (2020). Perspectives on the application of Internet of Things in logistics. In Conference paper, Universidade Federal de Santa Catarina, 387-397. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/springerlink.
- Agostino, Í. R. S., Ristow, C., Frazzon, E. M., & Taboada Rodriguez, C. M. (2020). Perspectives on the application of Internet of Things in logistics. In M. Freitag, H. D. Haasis, H. Kotzab, & J. Pannek (Eds.), Dynamics in Logistics. LDIC 2020. Lecture Notes in Logistics (pp. 387-397). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44783-0_37.
- Ahmed, S., Kalsoom, T., Ramzan, N., Pervez, Z., Azmat, M., Zeb, B., & Rehman, M. U. (2021). Towards supply chain visibility using Internet of Things: A dyadic analysis review. Sensors, 21(12), 4158. https://doi.org/10.3390/s21124158.
- Ahmed, S., Kalsoom, T., Ramzan, N., Pervez, Z., Azmat, M., Zeb, B., & Rehman, M. U. (2021). Towards supply chain visibility using Internet of Things: A dyadic analysis review. Sensors, 21(12), 4158. https://doi.org/10.3390/s21124158.

- Aji, F. (2024). Role of supply chain management in the production System Company and operations. Jurnal Dinamik, 29(2). https://doi.org/10.35315/dinamik.v29i2.9269.
- Akmalov, O., & Khalid, S. (2024). The impact of logistics on global economic development: A comprehensive review. The American Journal of Management and Economics Innovations, 6(2), 40-43. https://doi.org/10.37547/tajmei/Volume06Issue02-05.
- Akmalov, O., & Khalid, S. (2024). The impact of logistics on global economic development: A comprehensive review. The American Journal of Management and Economics Innovations, 6(2), 40-43. https://doi.org/10.37547/tajmei/Volume06Issue02-05.
- Al Zadajali, A., & Ullah, A. (2024). The effectiveness of logistics services on firms' performances – A literature review. American Journal of Economics and Business Innovation, 3(1), 125–132. https://doi.org/10.54536/ajebi.v3i1.1744.
- Albrecht, T., Baier, M.-S., Gimpel, H., Meierhöfer, S., Röglinger, M., Schlüchtermann, J., & Will, L. (2024). Leveraging digital technologies in Logistics 4.0: Insights on affordances from intralogistics processes. Information Systems Frontiers, 26(755–774). https://doi.org/10.1007/s10796-023-10394-6.
- Alshahrani, S. M. (2024). Enabling blockchain for Saudi Arabia drug supply chain using Internet of Things (IoT). PeerJ Computer Science, 10, e2072. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2072.
- Amos, Z. (2024, July 23). How predictive analytics helps mitigate supply chain disruptions. Data Science Central. https://www.datasciencecentral.com/how-predictive-analytics-helps-mitigate-supply-chain-disruptions/.
- Anca, V. (2019). Logistics and supply chain management: An overview. Studies in Business and Economics, 14(2), 209-220. https://doi.org/10.2478/sbe-2019-0035.
- Anderseck, B., & Hille, A. (2013). smaRTI: Deploying the Internet of Things in retail supply chains. Landscape Journal, 2013(03).

  https://doi.org/10.2195/LJ_NOTREV_ANDERSECK_EN_201303_01.
- Andreou, A., Mavromoustakis, C., Mastorakis, G., et al. (2023). Enabling IoT Continuous Connectivity in Smart Spaces. International Symposium on Parallel and Distributed Computing (ISPDC). https://doi.org/10.1109/ispdc59212.2023.00011.

- Anozie, U. C., Pieterson, K., Onyenahazi, O. B., Chukwuebuka, U. O., & Ekeocha, P. C. (2024). Integration of IoT technology in lean manufacturing for real-time supply chain optimization. International Journal of Science and Research Archive, 12(02), 1948-1957. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.12.2.1498.
- Arora, R., Haleem, A., Arora, P.K. (2020). Impact of IoT-Enabled Supply Chain—A Systematic Literature Review. In: Yadav, S., Singh, D., Arora, P., Kumar, H. (eds) Proceedings of International Conference in Mechanical and Energy Technology. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 174. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2647-3_46.
- Atherton, A., & Hannon, P. D. (2000). Innovation processes and the small business: A conceptual analysis. International Journal of Business Performance Management, 2(4), 276-292.https://doi.org/10.1504/IJBPM.2000.000084.
- Awasthi, S., Travieso-González, C. M., Sanyal, G., & Singh, D. K. (2021). Impact of Internet of Things on logistics management: A framework for logistics information system. In Artificial Intelligence for a Sustainable Industry 4.0 (pp. 19-30). Springer Link. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77070-9.
- Banerjee, A. (2019). Blockchain with IoT: Applications and use cases for a new paradigm of supply chain driving efficiency and cost. In Advances in Computers (Vol. 115, pp. 259-292). https://doi.org/10.1016/BS.ADCOM.2019.07.007.
- Basiratia, M. R., Weking, J., Hermes, S., Böhm, M., & Krcmar, H. (2019). Exploring opportunities of IoT for product–service system conceptualization and implementation. Asia Pacific Journal of Information Systems, 29(3), 524-546. https://doi.org/10.14329/apjis.2019.29.3.524.
- Bayram, V. (2024). Innovation management and innovation strategies in businesses. In New Strategy Models in Digital Entrepreneurship (pp. 236-246). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3743-1.ch012.
- Behl, R., & Dhir, S. (2022). Role of IoT in supply chain innovation: A survey analysis. In 2022 International Mobile and Embedded Technology Conference (MECON) (pp. 33-36). Noida, India. https://doi.org/10.1109/MECON53876.2022.9752327.

- Benson, D. (2024). The top 10 IoT monitoring tools. Retrieved from https://logit.io/blog/post/iot-monitoring-tools/.
- Bentotahewa, V., Yousif, M., Hewage, C., Nawaf, L., & Williams, J. (2022). Privacy and security challenges and opportunities for IoT technologies during and beyond COVID-19. In R. Montasari, F. Carroll, I. Mitchell, S. Hara, & R. Bolton-King (Eds.), Privacy, security and forensics in the Internet of Things (IoT). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91218-5_3
- Bhaskar, N., Padmapriya, V., Kumar, S. N., Rawat, M., & Singh, A. (2024). IOT for the industry & business. In Futuristic Trends in IOT Volume 3 Book 5 (pp. 255-272). IIP Series. https://doi.org/10.58532/V3BGIO5P5CH.
- Bikos, A. N., & Kumar, S. A. P. (2022). Securing digital ledger technologies-enabled IoT devices: Taxonomy, challenges, and solutions. IEEE Access.

  https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3169141.
- Bouloukakis, G., Georgantas, N., & Issarny, V. (2021). Timed protocol analysis of interconnected mobile IoT devices. Journal of Internet Services and Applications. https://doi.org/10.1186/s13174-021-00143-.
- Bowersox. D, Closs. D, Cooper. M, “Supply Chain Logistics Management”, 4th Edition, McGraw Hill, Jan 2012.
- Brandimarte, P., & Zotteri, G. (2013). Introduction to distribution logistics. Politecnico di Torino. /https://ftp.idu.ac.id/wpontent/ uploads/ ebook/ ip/ LOGISTIK/ Introduction%20to%20Distribution%20Logistics%20(Statistics%20in%20Practice). PDF.
- Caballero-Gil, C., Molina-Gil, J., Caballero-Gil, P., & Quesada-Arencibia, A. (2013). IoT application in the supply chain logistics. In R. Moreno-Díaz, F. Pichler, & A. Quesada-Arencibia (Eds.), Computer Aided Systems Theory - EUROCAST 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 8112. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-53862-9_8.
- Cao, J. (2024). Research on the application of Internet of Things (IoT) in supply chain management. In Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering and Machine Learning. Research and review articles are invited for publication in September - October 2024 (Volume 13, Issue 1).https://doi.org/10.54254/2755-2721/76/20240589.

- Charoenporn, P. (2018). Smart logistic system by IOT technology. In Proceedings of the 6th International Conference on Information and Education Technology (ICIET '18) (pp. 149-153). https://doi.org/10.1145/3178158.3178186.
- Chen, M. C., & Ho, P. H. (2021). Exploring technology opportunities and evolution of IoT-related logistics services with text mining. Complex Intelligent Systems, 7, 2577–2595. https://doi.org/10.1007/s40747-021-00453-3.
- Chen, M.-C., & Ho, P. H. (2021). Exploring technology opportunities and evolution of IoT-related logistics services with text mining. Complex & Intelligent Systems, 7(2577-2595). https://doi.org/10.1007/s40747-021-00453-3.
- Chitkara, R., Ballhaus, W., Acker, O., Song, B., Sundaram, A., & Popova, M. (2015). The Internet of Things: The next growth engine for the semiconductor industry. PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.https://www.pwc.com/gx/en/technology/publications/assets/pwc-iot-semicon-paper-may-2015.pdf.
- Communications & Space Technology Commission. (2021). Internet of Things: LPWAN overview and strategic perspective. https://www.cst.gov.sa/en/researchs-studies/research-innovation/Documents/CITC-IoT_LPWAN.pdf.
- Communications & Space Technology Commission. (2021). Internet of Things: LPWAN overview and strategic perspective. Retrieved from: https://www.cst.gov.sa/en/researchs-studies/research-innovation/Documents/CITC-IoT_LPWAN.pdf.
- Crnjac Milić, D., Dujmenović, I., & Peko, M. (2022). An Approach to the Application of the Internet of Things in Logistics. Journal of Logistics, 134-140.https://doi.org/10.31803/tg-20220609190233.
- Davis, F. W., & Manrodt, K. B. (1991). Service logistics: An introduction. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 21(7), 4-13.

  https://doi.org/10.1108/EUM0000000000393.
- Digital Government Strategy. (2023). Saudi Arabia's investments in technology development. Retrieved fromhttps://www.my.gov.sa/wps/portal/snp/aboutksa/digitalgovstrategy.

- Dubey, S., & Singhal, V. (2021). Impact of Internet of Things on logistics management: A framework for logistics information system. In S. Awasthi, C. M. Travieso-González, G. Sanyal, & D. Kumar Singh (Eds.), Artificial intelligence for a sustainable industry 4.0. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77070-9_2.
- Dweekat, A., & Al-Aomar, R. (2018). An IoT-enabled framework for dynamic supply chain performance management. In 2018 IEEE Technology and Engineering Management Conference (TEMSCON) (pp. 1-5). Evanston, IL, USA. https://doi.org/10.1109/TEMSCON.2018.8488417.
- Erzhanuly, A. (2023). Enhancing enterprise energy management with IoT-based monitoring systems. Eurasian Science Review: An International Peer-Reviewed Multidisciplinary Journal, 1(4). https://doi.org/10.63034/esr-16.
- EU Business School. (2022, May 26). What is business innovation and why is it important? https://www.euruni.edu/blog/what-is-business-innovation-and-why-is-it-important/.
- Farahani, R. Z., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). Logistics operations and management: Concepts and models. Elsevier.
- Farahani, R. Z., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). Logistics operations and management: Concepts and models.
- Fernie, J., & Sparks, L. (Eds.). (1999). Logistics and retail management: Insights into current practice and trends from leading experts (1st ed.). CRC.

  Presshttps://doi.org/10.4324/9780429271144.
- Ganesan, V., Maragatham, G., & Lavanya, U. S. (2016). A study of IoT in SCM and its nodes in multimodal business process. Indian Journal of Science and Technology, 9(21), 1-7. https://doi.org/10.17485/IJST/2016/V9I21/95281.
- Geng, J., & He, Z. (2016). Innovation and development strategy of logistics service based on Internet of Things and RFID automatic technology. International Journal of Future Generation Communication and Networking, 9(12), 251-262.

  http://dx.doi.org/10.14257/ijfgcn.2016.9.12.23.

- Geng, J., & He, Z. (2016). Innovation and development strategy of logistics service based on Internet of Things and RFID automatic technology. International Journal of Future Generation Communication and Networking, 9(12), 251-262. https://doi.org/10.14257/ijfgcn.2016.9.12.23.
- GEP. (2023, April 18). How predictive analytics can predict supply chain success. https://www.gep.com/blog/technology/predictive-analytics-predicting-supply-chain-success.
- Gerlée, K. (2023, February 24). 16 types of sensors used in IoT. Freeeway AG. https://freeeway.com/16-types-of-sensors-used-in-iot/.
- González Vásquez, J. A., & al. (2023). Internet of things technologies applied in the supply chain: a systematic review. PeerJ Computer Science. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2072.
- Gupta, H., Shreshth, K., Kharub, M., & Kumar, A. (2023). Strategies to overcome challenges to smart sustainable logistics: A Bayesian-based group decision-making approach. Environment, Development and Sustainability, 26(11743-11770). https://doi.org/10.1007/s10668-023-01943-6.
- Heredia, R. (2021, August 30). What are IoT sensors? Types, uses, and examples. https://www.zipitwireless.com/blog/what-are-iot-sensors-types-uses-and-examples.
- Horton, R., Watson, J., & Schaefer, G. (2020, November 25). Automation with intelligence: Pursuing organisation-wide reimagination. Deloitte Insights.

  https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/technology-and-the-future-of work/intelligent-automation-2020-survey-results.html
- Hrynchak, N. (2019). Analysis of the Impact of the Internet of Things Technology on the Development of the Transport and Logistics Market. Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit, (4), 74-82. https://doi.org/10.31767/nasoa.4.2019.04
- https://doi.org/10.1109/ITMC.2013.7352666.
- https://doi.org/10.55041/isjem01590.
- Ikevuje, A. H., Anaba, D. C., & Iheanyichukwu, U. T. (2024). Optimizing supply chain operations using IoT devices and data analytics for improved efficiency. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 11(02), 070–079. https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.2.0107.

- Ikevuje, A. H., Anaba, D. C., & Iheanyichukwu, U. T. (2024). Optimizing supply chain operations using IoT devices and data analytics for improved efficiency. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 11(02), 070-079. https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.2.0107.
- International Data Corporation (IDC). (2023, June 20). Worldwide spending on the Internet of Things is forecast to surpass $1 trillion in 2026, according to a new IDC spending guide. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50936423.
- Jain, N. (2023, June 27). What is business innovation? Definition, types, examples and strategy best practices. IdeaScale. https://ideascale.com/blog/what-is-business-innovation/.
- Jamaluddin, A. A., Alkathiri, I. A., Alghamdi, W. A., Khadawardi, H. A., & Alqahtani, A. Y. (2024). Overcoming IoT implementation challenges in the Saudi healthcare supply chain: An integrated ISM-MICMAC analysis. Proceedings of the 14th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dubai, United Arab Emirates. DOI: 10.46254/AN14.202403171283.
- Joe, A., González, V., Maricielo, E., Caciano, A., Miriam, M., Horna, M., Melvin, K., Lopez, A., Luz, M., Solano, Q., & Antony, F. (2023). Internet of things technologies applied in the supply chain: A systematic reviewhttps://doi.org/10.17268/goi4.0.2023.01.
- Junnaidi, M. H., & Bhalla, P. (2024). Role of IT on the Effectiveness of Logistics and Supply Chain Management Systems in the Pharmaceutical Sector in Saudi Arabia Vision 2030. International Journal of Religion, 5(8), 428-440. https://doi.org/10.61707/n6ed3418.
- Kafile, M., & Mbhele, T. P. (2023). Improving last mile distribution systems through the Internet of Things: A South African case. Acta Logistica, 10(4), 597-603.

  https://doi.org/10.22306/al.v10i4.438.
- Kalverkamp, M., Hauge, J. B., & Thoben, K.-D. (2013). Logistics IoT services development with a sensor toolkit in an experiential training environment. In 2013 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE) & IEEE International Technology Management Conference (pp. 1-8).
- Kapoor, M. (2023, August 11). IoT in supply chain: Enhancing efficiency and sustainability in logistics. Cognitive Clouds. https://www.cognitiveclouds.com/insights/iot-in-supply-chain.

- Khan, M. A., & Puri, D. (2024). Challenges and opportunities in implementing quantum-safe key distribution in IoT devices. In 2024 3rd International Conference for Innovation in Technology (INOCONhttps://doi.org/10.1109/INOCON60754.2024.10511390.
- KPMG. (2024). Supply chain trends 2024: The digital shake-up. https://kpmg.com/xx/en/our-insights/ai-and-technology/supply-chain-trends-2024.html.
- Kulkarni, P. M., Pote, S., Gokhale, P., Lakshminarayana, K., & Tigadi, B. (2024). Integrating IoT for enhancing supply chain agility. In Practical Approaches to Agile Project Management (pp. 24). https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3318-1.ch011.
- Kumar, N. M., & Dash, A. (2017). Internet of things: An opportunity for transportation and logistics. Social Science Research Network. Universiti Malaysia Pahang. https://doi.org/10.2139/ssrn.2973758.
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: A review. Journal of Big Data, 6, Article 111. https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2.
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: A review. Journal of Big Data, 6, 111. https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2.
- Kunwar, M. (2023). IoT data collection demystified: A comprehensive guide to how it works. IoT Industry Insights. https://iotindustryinsights.com/iot-data-collection-demystified-a-comprehensive-guide-to-how-it-works/.
- Kvak, K., & Straka, M. (2024). The use of the Internet of Things in the distribution logistics of consumables. Applied Sciences, 14(8), 3263. https://doi.org/10.3390/app14083263.
- Li, P. (2024). Machinery and logistics: Development trends and prospects of automated warehouse technology. Applied and Computational Engineering.

  https://doi.org/10.54254/2755-2721/65/20240472.
- Li, P. (2024). Machinery and logistics: Development trends and prospects of automated warehouse technology. Applied and Computational Engineering.

  https://doi.org/10.54254/2755-2721/65/20240472.

- Liu, M. (2023). On realization of smart logistic warehouse management with Internet of Things. In R. Kountchev, R. Mironov, & K. Nakamatsu (Eds.), New Approaches for Multidimensional Signal Processing. NAMSP 2022. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 332. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7842-5_22.
- Liu, X. (2024). The role of logistics and infrastructure in promoting international trade. Journal of Education and Educational Research, 9(3), 281-286. https://doi.org/10.54097/j25ch550.
- Locke, J. (2020, January 22). IoT and supply chain management: A digital revolution. Digi International.

  https://www.digi.com/blog/post/iot-and-supply-chain-management-digital-revolution.
- Madhura, K., & Raghavendra, B. (2024). Leveraging IoT for smarter supply chain management and logistics: A comprehensive review and future perspectives. In Futuristic Trends in IoT Volume 3 Book 8 (pp. 159-170). IIP Series https://doi.org/10.58532/V3BAIO8P6CH1.
- Magruk, A. (2016). The Internet of Things as the future technological trend of the innovative development of logistics. Research Papers of Wrocław University of Economics, 6(1), 15-24. https://doi.org/10.20883/4942.
- Magruk, A. (2016). The Internet of Things as the future technological trend of the innovative development of logistics. Research in Logistics & Production, 6(1), 15-24. https://doi.org/10.21008/j.2083-4950.2016.6.1.2.
- Manjunath, M., Chandra, S. K., Jain, N. A., Priyanka, S. M., & Monika, S. L. (2024). IOT based smart bus transportation. International Scientific Journal of Engineering and Management, 3(4). https://doi.org/10.55041/isjem01590.
- Mashat, R. M., Abourokbah, S. H., & Salam, M. A. (2024). Impact of Internet of Things Adoption on Organizational Performance: A Mediating Analysis of Supply Chain Integration, Performance, and Competitive Advantage. Sustainability, 16(6), 2250. https://doi.org/10.3390/su16062250.
- Mashat, R. M., Abourokbah, S. H., & Salam, M. A. (2024). Mediating analysis of supply chain integration, performance, and competitive advantage. Sustainability, 16(6), 2250. https://doi.org/10.3390/su16062250.

- Mashayekhy, Y., Babaei, A., Yuan, X.-M., & Xue, A. (2022). Impact of Internet of Things (IoT) on inventory management: A literature survey. Logistics Journal, 6(2), 33.

  https://doi.org/10.3390/logistics6020033.

- Mashayekhy, Y., Babaei, A., Yuan, X.-M., & Xue, A. (2022). Impact of Internet of Things (IoT) on inventory management: A literature survey. Logistics, 6(2), 33.

  https://doi.org/10.3390/logistics6020033.

- Melibari, W., Baodhah, H., & Akkari, N. (2023). IoT-based industry transformation in Saudi Arabia. In 2023 1st International Conference on Advanced Innovations in Smart Cities (ICAISC). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICAISC56366.2023.10085304.

- Monsreal, M. M., & Carmona-Benítez, R. B. (2022). Impact of IoT on supply chain performance. Journal of Applied Research and Technology, 20(5).

  https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2022.20.5.195.

- Mostafa, N., Hamdy, W., & Alawady, H. (2019). Impacts of Internet of Things on supply chains: A framework for warehousing. Social Sciences, 8(3), 84. https://doi.org/10.3390/socsci8030084.

- Mouha, R. (2021). Internet of Things (IoT). Journal of Data Analysis and Information Processing, 9(2), 77-101. https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006.

- Ms. K. Gowri. (2022). Impact of the Internet of Things (IOT) on Logistics. Journal of Image Processing and Intelligent Remote Sensing, 3 (01), 1–10.https://doi.org/10.55529/jipirs.31.1.10

- Murala, D.K., Siddamshetti, K., Milanova, D.M. (2024). Leveraging IOT in Supply Chain Sustainability: A Provenance Perspective. In: Grover, D.V., Balusamy, D.B.B., Milanova, D.M., Felix, D.A.Y. (eds) Blockchain, IoT, and AI Technologies for Supply Chain Management. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0315-4_6.

- Muteb, M. (2024). The impact of using technologies and digital transformation tools in supporting strategic decision making in the Kingdom of Saudi Arabia (A field study on a group of small and medium-sized companies in the logistics sector in the city of Riyadh). International Journal of Research and Studies Publishing, 5(56).

- Namita, Tiwari., Ashutosh, Tripathi., Amit, Virmani., Praveen, Kumar, Agarwal. (2024). the Internet of Things (IoT). 208-222. doi: 10.1201/9781003474838-11.

- National Control Devices, LLC. (n.d.). Top 11 industrial IoT sensors. https://ncd.io/blog/top-11-industrial-iot-sensors/.
- Nooruddin, M., & Valles, D. (2023). An advanced IoT framework for long-range connectivity and secure data transmission leveraging LoRa and ASCON encryption. 2023 IEEE World AI IoT Congress (AIIoT). https://doi.org/10.1109/AIIoT58121.2023.1017440.
- Nowicka, K. (2019). Digital innovation in supply chain management. Research Papers of Wrocław University of Economics, 63(8), 16-30. https://doi.org/10.15611/pn.2019.8.16.
- Oleśków-Szłapka, J., & Lubiński, P. (2016). New technology trends and solutions in logistics and their impact on processes. Social Science, Education and Human Science. https://doi.org/10.12783/dtssehs/icss2016/8989.
- Omolayo, M., Ikumapayi, O. T., Laseinde, R. R., Elewa, T. S., Ogedengbe, E. T., & Akinlabi, T. (2024). Smart sensors for real-time monitoring in a sustainable logistics. E3S Web of Conferences, 552, 01079. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455201079.
- Patterson, M. L. (2009). Innovation as a system. Research-Technology Management, 52(5), 42-51. https://doi.org/10.1080/08956308.2009.11657588.
- Perotti, S., Bastidas Santacruz, R. F., Bremer, P., & Beer, J. E. (2022). Logistics 4.0 in warehousing: a conceptual framework of influencing factors, benefits and barriers. The International Journal of Logistics Management, 33(5), 193-220. https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2022-0068.
- Pethe, S., Sahu, A. P., Kodarlikar, S., & Vamshidhar, M. (2024). IoT research in supply chain management and logistics: Real-time asset tracking and inventory management. In 2024 International Conference on Innovations and Challenges in Emerging Technologies (ICICET) (pp. 1-5). https://doi.org/10.1109/ICICET59348.2024.10616272.
- Pethe, S., Sahu, A., Kodarlikar, S., & Vamshidhar, M. (2024). IoT research in supply chain management and logistics: Real-time asset tracking and inventory management. In 2024 International Conference on Innovations and Challenges in Emerging Technologies (ICICET). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICICET59348.2024.10616272.
- Pethe, S., Sahu, A., Kodarlikar, S., & Vamshidhar, M. (2024). IoT research in supply chain management and logistics: Real-time asset tracking and inventory management. In 2024

International Conference on Innovations and Challenges in Emerging Technologies (ICICET) (pp. 1-5). https://doi.org/10.1109/ICICET59348.2024.10616272.

- Prabhu, H., Joseph, J., Koushik, K. K., Karthikeyan, J., & Deeksha, M. (2024). IoT and its potential for transforming industries. International Journal of Networks and Systems, 13(1), 251-262. https://doi.org/10.30534/ijns/2024/041312024.
- Prabhu, H., Joseph, J., Koushik, K. K., Karthikeyan, J., & Deeksha, M. (2024). IoT and its potential for transforming industries. International Journal of Networks and Systems, 13(1), 27-31. https://doi.org/10.30534/ijns/2024/041312024.
- PwC. (2021). PwC Global Annual Review 2021. https://www.pwc.com/gx/en/about-pwc/global-annual-review-2021/downloads/pwc-global-annual-review-2021.pdf.
- Rabah, S., Zaier, A., & Dahman, H. (2023). Efficiency enhancement of a hybrid sustainable energy harvesting system using HHHOPSO-MPPT for IoT devices. Sustainability, 15(13), 10252. https://doi.org/10.3390/su151310252.
- Raj, A. (2023, December 6). Supply chain predictive analytics: Benefits, use cases and growth potentials. Through Put. https://throughput.world/blog/predictive-analytics-in-supply-chain/
- Raj, K., Yesodha, K., Jagadeesan, A., & Logeshwaran, J. (2023). IoT applications in modern supply chains: Enhancing efficiency and product quality. In 2023 IEEE 2nd International Conference on Industrial Electronics: Developments & Applications (ICIDeA) (pp. 366-371). https://doi.org/10.1109/ICIDeA59866.2023.10295273.
- Rajora, R., Rajora, A., Sharma, B., Aggarwal, P., & Thapliyal, S. (2024). Sensing the future: Challenges and trends in IoT sensor technology. In 2024 4th International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM). https://doi.org/10.1109/ICIPTM59628.2024.10563962.
- Ray, Y., Zhong, W., & Ge, W. (2018). Internet of things enabled manufacturing: A review. International Journal of Agile Systems and Management, 11(2).

  https://doi.org/10.1504/IJASM.2018.092545.
- Richter, F.-J., & Sinha, G. (2020, August 21). Why do your employees resist new tech? Harvard Business Review. https://hbr.org/2020/08/why-do-your-employees-resist-new-tech.

- Robeson, J. F., Copacino, W. C., & Howe, R. E. (1994). The logistics handbook.
- Sallam, K. M., Mohamed, A. W., & Mohamed, M. (2023). Internet of Things (IoT) in supply chain management: Challenges, opportunities, and best practices. SMIJ, 2 https://doi.org/10.61185/SMIJ.2023.22103.
- Samigulin, T., Mlikova, K., Tolengutov, R., Nakhimov, A. Z., & Qasobov, G. L. (2024). Development of a mobile robot platform for smart warehouse management system. Ķazaķstan-Britan tehnikalyķ universitetìnìņ habaršysy, 21(2), 28-41. https://doi.org/10.55452/1998-6688-2024-21-2-28-41.
- Samsukha, A. (2023, February 21). The IoT-powered logistics industry: Use cases, benefits and challenges. Forbes. https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2023/02/21/the-iot-powered-logistics-industry-use-cases-benefits-and-challenges/.
- Santos, M. M. T. dos. (2024). A IoT – Internet of Things - no setor de compras e suprimentos numa empresa de logística: controle de entradas e saídas de suprimentos em almoxarifado. Multidisciplinary Scientific Journal the Knowledge, 3(1), 1–13.

  https://doi.org/10.51473/ed.al.v3i1.599.
- Seiger, R., Assmann, U., & Huber, S. (2018). A case study for workflow-based automation in the Internet of Things. In 2018 IEEE International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C) (pp. 11-18). https://doi.org/10.1109/ICSA-C.2018.00011
- Semenda, O. (2023). Concept of customer service in the logistics industry: Advantages, problems and solutions. Economies' Horizons, 1(23), 26–34. https://doi.org/10.31499/2616-5236.1(23).2023.270796.
- Shah, I. A., Jhanjhi, N. Z., & Ashraf, H. (2024). Logistics with the Internet of Things: Challenges, perspectives, and applications. In N. Jhanjhi & I. Shah (Eds.), Navigating cyber threats and cybersecurity in the logistics industry (pp. 172-195). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3816-2.ch006.
- Shehzad, Ahmed., Tahera, Kalsoom., Naeem, Ramzan., Zeeshan, Pervez., Muhammad, Azmat., Bassam, Zeb., Masood, Ur, Rehman. (2021). Towards Supply Chain Visibility Using Internet of Things: A Dyadic Analysis Review. Sensors, 21(12). https://doi.org/10.3390/s21124158.

- Singh, P., Singh, N., Luxmi, P. R., & Saxena, A. (2022). Artificial intelligence for smart data storage in cloud-based IoT. In F. Al-Turjman, S. P. Yadav, M. Kumar, V. Yadav, & T. Stephan (Eds.), Transforming management with AI, big-data, and IoT. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86749-2_1.
- Singh, P., Singh, N., Luxmi, P.R., Saxena, A. (2022). Artificial Intelligence for Smart Data Storage in Cloud-Based IoT. In: Al-Turjman, F., Yadav, S.P., Kumar, M., Yadav, V., Stephan, T. (eds) Transforming Management with AI, Big-Data, and IoT. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86749-2_1.
- Siow, E., Tiropanis, T., & Hall, W. (2018). Analytics for the Internet of Things: A survey. ACM Computing Surveys, 51(4), Article 74, 1-36. https://doi.org/10.1145/3204947.
- Sokhetska, A., Koren, O., Kravchenko, A., Danik, N., & Leonova, S. (2024). The role of the Internet of Things in increasing the efficiency of logistics companies. Acta Logistica, 11(2), 257-267. https://doi.org/10.22306/al.v11i2.508.
- Statista. (2023). Saudi Arabia's IoT Market Size and Forecast to 2025. Statista. https://www.statista.com.
- Su, J.-P., Wang, C.-A., Mo, Y.-C., & Zeng, Y.-X. (2017). i-Logistics: An intelligent logistics system based on Internet of Things. In 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI), Sapporo, Japan. https://doi.org/10.1109/ICASI.2017.7988419.
- Sun, J. (2012). Design and implementation of IOT-based logistics management system. In 2012 IEEE Symposium on Electrical & Electronics Engineering (EEESYM) (pp. 603-606). https://doi.org/10.1109/EEESym.2012.6258730.
- Taiwo, A. A., Nzeanorue, C. C., Olanrewaju, S. A., Ajiboye, Q. O., Idowu, A. A., Hakeem, S., Nzeanorue, C. G., Agba, J. C., Dayo, F. P., Enabulele, E. C., Stephen, V. I., Oyesanya, A., Ogbe, M. I., & Olusola, R. A. (2024). Intelligent transportation system leveraging Internet of Things (IoT) technology for optimized traffic flow and smart urban mobility management. World Journal of Advanced Research and Reviews, 22(03), 1509-1517.

  https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.3.1886.

- Tamizharasi, G. S., Sultanah, H. P., & Balamurugan, B. (2017). IoT-based E-health system security: A vision architecture elements and future directions. In 2017 International Conference of Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA) (pp. 655-661). Coimbatore, India. https://doi.org/10.1109/ICECA.2017.8212747.
- Team Global. (2023, July 7). Top challenges of IoT in logistics and ways of overcoming them. https://a-team.global/blog/top-challenges-of-iot-in-logistics/.
- Tiwari, N., Tripathi, A., Virmani, A., & Agarwal, P. K. (2024). Security and privacy issues in IoT and its solutions. In Internet of Things Vulnerabilities and Recovery Strategies (1st ed., pp. 1-15). Auerbach Publications. eBook ISBN 9781003474838.
- Tran, C., & Misra, S. (2019). Review: The technical foundations of IoT. IEEE Wireless Communications, 26(3), 8-8. https://doi.org/10.1109/MWC.2019.8752474.
- Uchechukwu, C. A., Pieterson, K., Onyenahazi, O. B., Chukwuebuka, U. O., & Ekeocha, P. C. (2024). Integration of IoT technology in lean manufacturing for real-time supply chain optimization. International Journal of Science and Research Archive, 12(2), 1948-1957. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.12.2.1498.
- Udeh, E. O., Amajuoyi, P., Adeusi, K. B., & Scott, A. (2024). The role of IoT in boosting supply chain transparency and efficiency. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 12(1), 178-197. https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.1.0081.
- Udeh, E. O., Amajuoyi, P., Adeusi, K. B., & Scott, A. O. (2024). The role of IoT in boosting supply chain transparency and efficiency. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 11(01), 178-197. https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.1.0081.
- Udeh, E. O., Amajuoyi, P., Adeusi, K. B., & Scott, A. O. (2024). The role of IoT in boosting supply chain transparency and efficiency. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 11(01), 178-197. https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.1.0081.
- Venkataraman, R. R., & Pinto, J. K. (2023). Supply chain management. In Cost and Value Management in Projects (2nd ed., Chapter 10). https://doi.org/10.1002/9781394207190.ch10.
- Vision 2030 Saudi Arabia. (2020). National Transformation Program (NTP). https://www.vision2030.gov.sa.

- Wagenaar, J. (2012). The impact of the Internet of Things on revenue in supply chains. Corpus ID: 39702733. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:39702733.
- Waqar, A., Shafiq, N., Othman, I., Alsulamy, S. H., Alshehri, A. M., & Falqi, I. I. (2024). Challenges to the implementation of IoT for smart buildings and infrastructure development: A partial least square modeling approach. Heliyon, 10, e31035.

  https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31035.
- Waters, C. D. J. (2003). Logistics: An introduction to supply chain management. Palgrave Macmillan.
  https://juancarlosvergaras.wordpress.com/wpcontent/uploads/2013/06/waters_d_logisticsc_an_introduction_to_supply_chain_management_2003en354s.pdf.
- Xu, Z., He, J., & Chen, Z. (2012). Design and actualization of IoT-based intelligent logistics system. In 2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). https://doi.org/10.1109/IEEM.2012.6838146.
- Yan Lopes, & co-author. (2021). the role of IoT in the relationship between strategic logistics management and operational performance. RAM. Revista de Administração Mackenzie, 22(3). https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMR210032.
- Yuvaraj, D., Vijavyargy, L., Sreekanth, S., & Sasikala, R. (2023). Supply Chain Management. San International Book Publication. https://doi.org/10.59646/scm/055.
- Zhang, D., Liu, Y., Han, K., Liu, A., Liu, L. (2012). The Application of RFID-Based on IOT in Logistics Management. In: Zhang, W. (eds) Software Engineering and Knowledge Engineering: Theory and Practice. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol 162. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29455-6_97.
- Zhou, H. (2022). Applications of computer internet of things technologies in logistics. In 2022 Second International Conference on Advanced Technologies in Intelligent Control, Environment, Computing & Communication Engineering (ICATIECE) (pp. 1-5).

  https://doi.org/10.1109/ICATIECE56365.2022.10047270.

- Zhou, H. (2022). Applications of computer Internet of Things technologies in logistics. In 2022 Second International Conference on Advanced Technologies in Intelligent Control, Environment, Computing & Communication Engineering (ICATIECE) (pp. 1-5).
https://doi.org/10.1109/ICATIECE56365.2022.10047270.