دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط

إعداد
ممدوح ابراهيم محمد المشد [١]، عبد الخالق كمال الدين سليمان السلمي [٢]، نبيل محمود احمد عبد الوهاب [٣]
[١] هيئة ميناء دمياط
[٢،٣] الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

DOI NO. https://doi.org/10.59660/527228
Received 02/09/2025, Revised 05/10/2025, Acceptance 19/11/2025, Available online 01/07/2026

Abstract

This study aims to analyze the role of artificial intelligence (AI) technologies in enhancing logistical performance at the Damietta Port Authority, in light of the operational challenges facing seaports—specifically Damietta Port—due to a lack of advanced technological integration. The research problem manifests in the limited use of AI applications within logistical operations, which negatively impacts operational efficiency and limits the port's competitiveness, despite the government's strategic orientation toward developing digital infrastructure.

The study employed a descriptive-analytical approach, utilizing a simple random sample of (408) participants, including employees and stakeholders of the Port Authority, with data collected via an electronic questionnaire. The study addressed AI as the independent variable through five main dimensions: Expert Systems, Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms, Intelligent Agents, and Robotics, against logistical performance as the dependent variable.

The results demonstrated a statistically significant positive impact of AI applications on improving logistical performance. AI contributed to increasing the efficiency of transport operations through the use of predictive models and big data analytics, and enhanced storage effectiveness through real-time inventory monitoring and process automation. Furthermore, it assisted in reducing operational costs by optimizing resource allocation and minimizing waste.

Keywords: Artificial Intelligence, Logistical Performance, Damietta Port, Digital Transformation, Supply Chain.

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط، وذلك في ظل التحديات التشغيلية التي تواجه الموانئ البحرية، وبخاصة ميناء دمياط، نتيجة غياب التكامل التكنولوجي المتقدم. تتجلى المشكلة البحثية في محدودية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل العمليات اللوجستية، مما ينعكس سلبًا على الفعالية التشغيلية ويحد من القدرة التنافسية للميناء، بالرغم من التوجه الحكومي نحو تطوير البنية التحتية الرقمية.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، باستخدام عينة عشوائية بسيطة مكونة من (٤٠٨) مشاركين من العاملين والمتعاملين مع هيئة الميناء، تم جمع بياناتها من خلال استبانة إلكترونية. تناولت الدراسة الذكاء

الاصطناعي باعتباره المتغير المستقل، من خلال خمسة أبعاد رئيسية: النظم الخبيرة، الشبكات العصبية الاصطناعية، الخوارزميات الجينية، الوكيل الذكي، والروبوتات، مقابل الأداء اللوجستي بوصفه المتغير التابع.

أظهرت النتائج وجود تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين الأداء اللوجستي، حيث أسهمت في رفع كفاءة عمليات النقل من خلال استخدام النماذج التنبؤية وتحليل البيانات الضخمة، وزادت من فعالية التخزين عبر المراقبة اللحظية للأرصدة وأتمتة الإجراءات. كما ساعدت في تقليل التكاليف التشغيلية عبر تحسين تخصيص الموارد، وتقليل الفاقد.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، الأداء اللوجستي، ميناء دمياط، التحول الرقمي، سلسلة الإمداد.

١. مقدمة

أصبحت تقنيات الذكاء الاصطناعي إحدى الركائز الأساسية لتطوير الأداء اللوجستي في الموانئ البحرية، نظرًا لقدرتها على تحليل البيانات بشكل لحظي وتقديم حلول تنبؤية تسهم في تحسين عمليات اتخاذ القرار وزيادة كفاءة التشغيل. وقد أشارت الدراسات الحديثة إلى أن تقنيات مثل النظم الخبيرة والشبكات العصبية الاصطناعية تسهم في رفع كفاءة إدارة تدفقات البضائع، وتحسين تخصيص الموارد، وتقليل الخطأ البشري، مما يؤدي إلى خفض التكاليف وتعزيز سرعة تنفيذ العمليات اللوجستية.(Zhu et al., 2022; Zhu, 2024)

كما أن تطبيق هذه التقنيات لا يقتصر على تحسين الكفاءة التشغيلية فحسب، بل يمتد أيضًا لدعم الاستدامة البيئية من خلال تقليل الهدر في الموارد، وخفض الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة اللوجستية. وقد أظهرت تجارب موانئ دولية مثل روتردام وأنتويرب أن دمج الأنظمة الموجهة آليًا (AGVs) والتنبؤ الذكي بحركة السفن ضمن منظومة العمل يسهم بشكل ملموس في تحسين الأداء اللوجستي، وتقليل زمن الانتظار، ورفع القدرة التنافسية.(Martinčič et al., 2020; Tsolakis et al., 2021)

في ضوء هذه التطورات، تسعى هيئة ميناء دمياط إلى تعزيز موقعها التنافسي من خلال تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي ضمن خطتها للتحول الرقمي، خاصة في ظل التحديات التشغيلية الناجمة عن محدودية التكامل بين الأنظمة الرقمية الحالية والتطبيقات الذكية المتقدمة. وتستند الدراسة الحالية إلى تقييم الواقع الرقمي للميناء، وتحليل تأثير أبعاد الذكاء الاصطناعي على رفع كفاءة الأداء اللوجستي به، من خلال جمع بيانات ميدانية من العاملين والمتعاملين، وتحليلها باستخدام أساليب إحصائية متقدمة (البديوى محمد واخرون، ٢٠٢٤).

تهدف هذه المقدمة إلى إبراز أهمية الذكاء الاصطناعي كمدخل استراتيجي لتطوير الموانئ البحرية، وتحديد سياق الدراسة وأطرها النظرية والتطبيقية.

٢. الذكاء الاصطناعي

يشهد قطاع الموانئ البحرية تحولًا جذريًا نتيجة لدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي التي أسهمت في رفع كفاءة العمليات التشغيلية، وتطوير الاستدامة البيئية، وتحسين إدارة الموارد. فقد أثبتت تقنيات مثل الأتمتة، التحليلات التنبؤية، والتعلم الآلي فعاليتها في تقليل الاعتماد على القوى البشرية، وتحسين إدارة حركة السفن والحاويات، وتقليل أوقات الانتظار والتكاليف(Abdelsalam & Elnabawi, 2024; Lehmacher et al., 2022) ، تعد الرؤية الحاسوبية والذكاء التنبئي والتحليلات المتقدمة من أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الموانئ، حيث تستخدم هذه التقنيات لتحليل وتحسين مسارات الحاويات، وتخطيط الجداول الزمنية، وإدارة سلاسل

الإمداد بدقة وفعالية. كما تُستخدم الأنظمة المؤتمتة مثل الروبوتات ووكلاء الذكاء الافتراضي لتسريع الإجراءات التشغيلية وتقليل الأخطاء البشرية.

وقد أثبتت الدراسات أن الدمج بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء (IoT) داخل منظومات الموانئ الذكية يعزز من كفاءة التشغيل، ويتيح مراقبة البضائع والمعدات في الوقت الحقيقي، مما يقلل من التأخيرات ويعزز الجودة الشاملة للخدمات اللوجستية(Munim et al., 2020; Khaleel et al., 2023) ، يؤكد هذا التحول الرقمي على أهمية اعتماد استراتيجيات متكاملة لتطوير البنية التحتية الرقمية وتأهيل الموارد البشرية داخل الموانئ، بما يدعم التطبيق الفعّال لحلول الذكاء الاصطناعي، ويسهم في تحقيق تنافسية الموانئ على المستوى الإقليمي والعالمي.

٣. الذكاء الاصطناعي ودوره في تطوير إدارة وتشغيل الموانئ البحرية

أصبح الذكاء الاصطناعي أحد أهم الأدوات الحديثة لتطوير إدارة وتشغيل الموانئ البحرية، خاصة في ظل التنافس العالمي في قطاع النقل البحري. فقد ساهم في رفع الكفاءة التشغيلية من خلال الأتمتة وتقنيات الروبوتات الذكية التي تقلل الاعتماد على العمالة التقليدية وتخفض تكاليف الشحن والتفريغ. كما أسهمت تقنيات التحليل الذكي للبيانات في دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بالتخطيط اللوجستي وإدارة حركة السفن.

تعزز تقنيات الذكاء الاصطناعي الاستدامة البيئية من خلال ترشيد استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة اللوجستية. كما تساهم في رفع مستوى الأمان عبر أنظمة مراقبة وتحليل ذكية قادرة على رصد التهديدات والمخاطر الأمنية في الوقت الفعلي.

تشير الدراسات المستقبلية إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي مع تقنيات أخرى مثل إنترنت الأشياء (IoT) وشبكات الجيل الخامس (٥G) سيدعم تطوير الموانئ الذكية ويعزز قدرتها التنافسية في ظل التوسع العالمي لحركة التجارة البحرية.(Kuo et al., 2022; Wolniak & Stecuła, 2024; Xiao et al., 2024)

٤. تحديات تطبيق الذكاء الاصطناعي في الموانئ البحرية

على الرغم من المزايا الكبيرة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، إلا أن تنفيذها في الموانئ البحرية يواجه عدة تحديات تقنية وبشرية وتنظيمية، تشمل:

- **ارتفاع تكلفة البنية التحتية الذكية:** تمثل الاستثمارات الأولية في الأنظمة الذكية والروبوتات ومعالجة البيانات تحديًا للموانئ التي تعاني من محدودية الموارد المالية.
- **نقص الكفاءات البشرية المؤهلة:** يتطلب استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي تدريبًا متخصصًا للكوادر البشرية، وهو ما يفرض تحديات إضافية في ظل نقص الخبرات الفنية ضمن القطاع.
- **مخاطر الأمن السيبراني:** يؤدي الاعتماد المتزايد على البيانات والأنظمة المتصلة إلى زيادة التهديدات المتعلقة بالهجمات الإلكترونية.
- **التشريعات واللوائح غير المستعدة:** تفتقر بعض الدول إلى تشريعات مناسبة لاستخدام الذكاء الاصطناعي، مما يعيق اعتماده بشكل فعّال.

- **دمج الأنظمة التقليدية :**يعد التكامل بين الأنظمة الرقمية الحديثة والبنية التحتية التقليدية تحديًا تقنيًا وإداريًا كبيرًا.

تشير عدة دراسات إلى ضرورة وضع سياسات واضحة، وتطوير خطط تدريب شاملة، والاستثمار في بنية تحتية متقدمة لضمان نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الموانئ البحرية (Kuo et al., 2022; Wolniak & Stecuła, 2024; Xiao et al., 2024).

٥. مكونات البنية التحتية الرقمية والنظم الآلية المطبقة بهيئة ميناء دمياط

تعد هيئة ميناء دمياط من الموانئ المصرية الرائدة في تطوير بنيتها التحتية الرقمية، حيث قامت بإنشاء شبكة تكنولوجية متكاملة تدعم تشغيل نظام «الميناء الذكي». وتتضمن البنية التحتية ما يلي:

- شبكة ألياف ضوئية بطول يقارب ٩٠ كم.
- منظومة خوادم تضم ١٦ خادمًا رئيسيًا و٨٠ خادمًا افتراضيًا.
- وحدة تخزين بحجم ٧٨ تيرابايت مدعومة بنسخ احتياطي بسعة ١٦.٥ تيرابايت.
- أكثر من ١٥٠٠ محطة عمل (Work stations) موزعة على الإدارات.

وتدعم هذه البنية أنظمة تشغيل لوجستية متقدمة تشمل:

- نظام حركة السفن (SPS-Harbor) لتخطيط ومتابعة تراكي السفن ومغادرتها.
- نظام محاكاة الميناء (Port Simulator) لتحليل وتخطيط الأرصفة.
- منظومة التراكي الآلي (JIT - Just In Time) لضبط مواعيد تراكي السفن.
- نظام تخطيط موارد المؤسسات (ERP) وإدارة الحاويات مثل.NAVIS N4
- تطبيقات الهواتف المحمولة ونظام الدفع الإلكتروني.

تشير هذه التطورات إلى التزام الهيئة بتطوير منظومة رقمية متكاملة، تمهيدًا لتفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء اللوجستي بالميناء (هيئة ميناء دمياط، ٢٠٢٥)

شكل (١) مكونات البنية التحتية الرقمية والنظم الآلية المطبقة بهيئة ميناء دمياط.
(ميناء دمياط،٢٠٢٥)

٦. متطلبات تطبيق الذكاء الاصطناعي

يتطلب تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع الموانئ تهيئة منظومة متكاملة من العناصر التقنية والتنظيمية لضمان تحقيق أعلى مستويات الأداء التشغيلي. ومن أبرز هذه المتطلبات:

- **البنية التكنولوجية المتقدمة :**توفر أنظمة اتصال وشبكات قوية تتيح تبادل البيانات في الوقت الفعلي.
- **أنظمة إدارة البيانات :**جمع وتحليل وتخزين البيانات التشغيلية باستخدام تقنيات متطورة لتدعم اتخاذ القرار الذكي.
- **التكامل مع إنترنت الأشياء :(IoT)** استخدام أجهزة استشعار مرتبطة بالأنظمة التشغيلية يتيح مراقبة لحظية للمعدات والبضائع.
- **تعزيز الأمن السيبراني :**حماية بيانات الميناء من التهديدات الإلكترونية مع تزايد الاعتماد على الأنظمة الذكية.

تشير الأبحاث إلى أن توفير هذه المتطلبات يُعد أساسًا للتحول نحو الموانئ الذكية ورفع كفاءة التحول الرقمي (Ibokette et al., 2024; Yau et al., 2020).

٧. مفهوم الأداء اللوجستي وأبعاده

الأداء اللوجستي هو مؤشر لقياس كفاءة وفعالية العمليات اللوجستية عبر سلاسل الإمداد، ويشمل النقل والتخزين وإدارة المخزون وتنفيذ الطلبات. يُقاس الأداء من خلال عدد من المؤشرات مثل دقة التسليم، سرعة التنفيذ، وموثوقية الخدمة. ويعتمد تقييم الأداء على نظم مثل SCOR التي تدمج أفضل الممارسات وتتيح قياس الأداء وفق معايير واضحة.(Maharjan & Kato, 2024) .

أبعاد الأداء اللوجستي تشمل:

- **النقل :**كفاءة حركة البضائع بين المواقع المختلفة.
- **التخزين :**إدارة المستودعات والمخزون بفعالية.
- **التكلفة :**التحكم في المصروفات التشغيلية.
- **السرعة :**تخفيض زمن انتظار الشحنات وتحسين دوران البضائع.

تساعد هذه الأبعاد في تحسين تنافسية الموانئ وتعزيز رضا العملاء ضمن سلسلة الإمداد.

٨. الدراسة الاستطلاعية ونتائجها

أجريت دراسة استطلاعية على عينة مبدئية لتقييم الجاهزية الرقمية لهيئة ميناء دمياط تجاه تطبيقات الذكاء الاصطناعي. شملت العينة ٤٠ مشاركًا من العملاء والعاملين، لقياس مدى توافر التقنيات الرقمية، فعالية التواصل، وسرعة الاستجابة.

نتائج الدراسة الاستطلاعية:

- أظهرت النتائج أن ٦٥% من المشاركين يجدون أن التقنيات الرقمية تسهل الوصول للخدمات.
- 62.5% يرون أن الهيئة تعتمد على أنظمة ذكية لحل المشكلات.
- أشار ٦٠% إلى سهولة تبادل المعلومات عبر الأنظمة الرقمية.
- 67.5% أكدوا التزام الميناء بتحديث بيانات التخزين والنقل.

تشير النتائج إلى وجود استعداد تقني جيد لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، إلا أن هناك حاجة إلى تحسين التكامل الرقمي والتدريب.

٩. مشكلة الدراسة وتساؤلاتها

تتمثل مشكلة الدراسة في وجود فجوة بين الإمكانيات التشغيلية الحالية لهيئة ميناء دمياط وإمكانيات التحسين المحتملة الناتجة عن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي داخل المنظومة اللوجستية. وعلى الرغم من التوجه العالمي نحو رقمنة العمليات وتعزيز الكفاءة باستخدام نظم الذكاء الاصطناعي، إلا أن الميناء لا يزال يواجه تحديات مرتبطة بضعف التكامل التكنولوجي، وقصور في استخدام الأنظمة الذكية بشكل فعال، مما يؤثر سلبًا على الأداء اللوجستي ويحد من القدرة التنافسية للميناء.

التساؤل الرئيسي: ما دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط؟

التساؤلات الفرعية:

١. هل يسهم تطبيق المنظومة الرقمية في تحسين الأداء اللوجستي؟

٢. هل تطبيق المنظومة الرقمية يحسن من الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط؟

٣. هل تطبيق الذكاء الاصطناعي يحسن الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط؟

٤. هل لتطبيقات الذكاء الاصطناعي وأبعاده (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الخوارزميات الجينية، الوكيل الذكي، الروبوتات) تأثير على الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط؟

٥. هل الحلول العملية القابلة للتطبيق لتعزيز استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي تؤدي إلى تحسين الأداء اللوجستي بميناء دمياط؟

١٠. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:

- **تحليل الوضع الرقمي الراهن** داخل هيئة ميناء دمياط وتحديد مستوى دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمليات اللوجستية.
- **تحديد العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومستوى الأداء اللوجستي** داخل الميناء، من خلال قياس أثر التقنيات الذكية المختلفة مثل: (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الخوارزميات الجينية، الوكيل الذكي، الروبوتات).
- **صياغة حلول عملية قابلة للتطبيق** تهدف إلى تعزيز استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، بما يسهم في تطوير الأداء اللوجستي ويحقق استدامة تشغيلية للميناء.

١١. أهمية الدراسة

تكتسب الدراسة أهمية خاصة من جانبين رئيسيين:

- **الأهمية النظرية** تسهم الدراسة في سد فجوة معرفية واضحة في الأدبيات العربية التي تتناول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الموانئ واللوجستيات، كما تقدم نموذجًا نظريًا يساعد في تفسير العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والأداء اللوجستي، ويمهد لأبحاث مستقبلية في هذا المجال.
- **الأهمية التطبيقية** تقدم الدراسة إطارًا عمليًا يساعد هيئة ميناء دمياط في تعزيز أدائها التشغيلي عبر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي. كما تسهم في: رفع كفاءة العمليات وتقليل الأخطاء، دعم استراتيجيات التحول الرقمي، توجيه الاستثمارات نحو التقنيات الذكية والكوادر البشرية، تعزيز القدرات التنافسية للميناء على المستويين الإقليمي والدولي.

١٢. فروض الدراسة

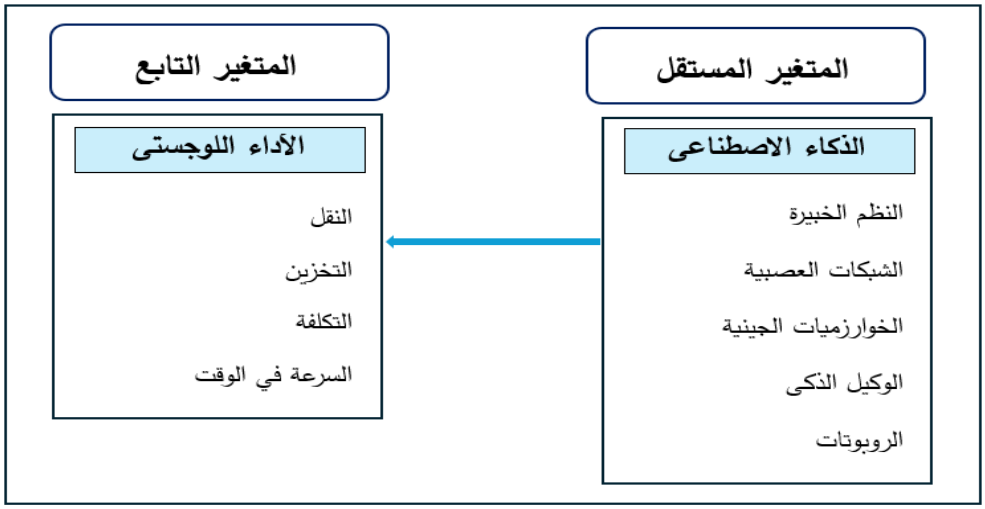
الفرض الرئيسي: هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط.

الفروض الفرعية:

- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق **النظم الخبيرة** وتحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق **الشبكات العصبية** وتحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام **الخوارزميات الجينية** وتحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط.

- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق **الوكيل الذكي** وتحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام **الروبوتات** وتحسين الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط.

١٣. نموذج الدراسة



شكل رقم (٢) نموذج الدراسة

يعرض نموذج الدراسة المقترح العلاقة بين أبعاد تقنيات الذكاء الاصطناعي كمتغيرات مستقلة (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الخوارزميات الجينية، الوكيل الذكي، الروبوتات) وبين الأداء اللوجستي كمتغير تابع.

١٤. حدود الدراسة

- **الحدود المكانية :** تقتصر الدراسة على هيئة ميناء دمياط، كأحد أهم الموانئ المصرية على البحر المتوسط، نظرًا لما يمثله من أهمية استراتيجية في عمليات النقل والتجارة البحرية.
- **الحدود الزمنية :** تمتد فترة الدراسة من مايو ٢٠٢٥ حتى سبتمبر ٢٠٢٥، وتشمل جمع البيانات وتحليلها وإعداد التقرير النهائي.
- **الحدود الموضوعية:** تقتصر الدراسة على تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي بالميناء، دون تناول الجوانب المتعلقة بموانئ أخرى أو جوانب غير لوجستية (مثل الجوانب القانونية أو البيئية بشكل منفصل)

١٥. مجتمع وعينة الدراسة

مجتمع الدراسة يتألف من عملاء وعاملين هيئة ميناء دمياط، حيث بلغ عدد العاملين ١٧٠٠ فرد بينما عدد العملاء غير محدد بدقة. نظرًا لكبر حجم المجتمع وصعوبة الحصر الشامل، استخدم الباحث العينة العشوائية البسيطة، فكانت عينة العملاء ٣٨٤ فردًا والعاملين ٣١٣ فردًا، بإجمالي ٧١٥ مشاركًا. تم جمع البيانات عبر استمارات إلكترونية جُمعت ٤٠٨ استمارة صالحة للتحليل بنسبة استجابة ٥٧.٧٪. ركزت الدراسة على دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي، وتم قياس المتغيرات باستخدام مقياس ليكرت الخماسي لتقييم جميع الأبعاد المرتبطة بها.

جدول: (١) معدل ردود عملاء وعاملين هيئة ميناء دمياط

مجتمع الدراسة	عدد الاستمارات الموزعة	عدد القوائم التي تم تجميعها	عدد القوائم الغير مستوفاة	القوائم الصالحة للتحليل	نسبة الاستجابة
عملاء وعاملين هيئة ميناء دمياط	**715**	**408**	**-**	**408**	**57.70%**

١٦. أساليب تحليل البيانات واختبار فروض الدراسة

تم جمع ومراجعة قوائم الاستقصاء وتفريغ البيانات إلكترونيًا، اعتمد الباحث على عدة أساليب إحصائية في برنامج SPSS لتحليل البيانات واختبار فروض الدراسة وفق نوع البيانات وعدد المتغيرات، وتشمل: التحليل الوصفي باستخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لتوضيح النزعة المركزية والتشتت، اختبار الثبات والاعتمادية بواسطة معامل ألفا كرونباخ لضمان التناسق الداخلي للبنود، تحليل الارتباط الخطي البسيط لبيرسون لتحديد قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات، والانحدار الخطي البسيط لدراسة العلاقات السببية وبناء نموذج احتمالي يصف هذه العلاقة.

بعد جمع البيانات من خلال استبين إلكتروني قائم على مقياس ليكرت الخماسي، اعتمد الباحث على مجموعة من الأساليب الإحصائية باستخدام برنامج SPSS، وذلك لاختبار فروض الدراسة وتحليل البيانات، ومن أبرز هذه الأساليب:

- **التحليل الوصفي :** باستخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لشرح الاتجاهات العامة للمتغيرات.
- **معامل الثبات :(Cronbach's Alpha)** للتحقق من اتساق البنود داخليًا.
- **تحليل الارتباط :(Pearson Correlation)** لدراسة قوة واتجاه العلاقة بين متغيرات الدراسة.
- **الانحدار الخطي البسيط والمتعدد :**لفحص أثر متغيرات الذكاء الاصطناعي على الأداء اللوجستي بشكل فردي وجماعي.
- **تحليل الصدق الذاتي :(Construct Validity)** للتأكد من صلاحية البنود في قياس المفاهيم النظرية.

١٧. الصدق والثبات للاستبانة

تم التحقق من ثبات أدوات القياس من خلال معامل **ألفا كرونباخ**، حيث أظهرت النتائج أن جميع المتغيرات تجاوزت الحد المقبول (٠.٧٠)، مما يشير إلى مستوى عالٍ من الاتساق الداخلي.

جدول (٢): معاملات الصدق والثبات لمتغيرات الدراسة

البعد	معامل الفاكرونباخ (مقياس الثبات)	الصدق الذاتي
بعد النظم الخبيرة	**0.886**	**0.941**
بعد الشبكات العصبية	**0.827**	**0.909**
بعد الخوارزميات الجينية	**0.823**	**0.907**
بعد الوكيل الذكي	**0.872**	**0.934**

البعد	معامل الفاكرونباخ (مقياس الثبات)	الصدق الذاتى
بعد الروبوتات	**0.908**	**0.953**
متغير الأداء اللوجستي	**0.883**	**0.940**

المصدر: نتائج التحليل الإحصائى

تشير نتائج الثبات المرتفعة إلى أن الاستبانة تتمتع بدرجة عالية من الموثوقية، كما أن الصدق الذاتي يؤكد صحة بناء المتغيرات وعلاقتها بالمفاهيم النظرية قيد التحليل.

١٨. اختبار فروض الدراسة:

اعتمد الباحث على نموذج الانحدار الخطي المتعدد لاختبار تأثير متغير الذكاء الاصطناعي (بأبعاده الخمسة) على الأداء اللوجستي داخل هيئة ميناء دمياط. وأظهرت النتائج ما يلي:

جدول رقم (٣) نتائج اختبار الانحدار المتعدد لتأثير الذكاء الاصطناعى على الأداء اللوجستي

المتغير	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة (T)	مستوى الدلالة (sig)	القرار
الثابت	**0.623**	**0.052**	**11.942**	**0.00**	
الذكاء الاصطناعى	**0.884**	**0.017**	**52.640**	**0.00**	معنوى
معامل الارتباط **R**	**0.934**				
قيمة R^2 (معامل التحديد)	**0.872**				
قيمة **F**	**2771.01**				
مستوى الدلالة للنموذج ككل (**Sig**)	**0.00**				
الخطأ المعياري للنموذج ككل	**0.2087**				

تشير نتائج اختبار الانحدار المتعدد إلى أن الذكاء الاصطناعي له تأثير معنوي وقوي على الأداء اللوجستي بهيئة ميناء دمياط. فقد بلغت قيمة معامل الانحدار ٠.٨٨٤، مما يعني أن زيادة وحدة واحدة في الذكاء الاصطناعي ترتبط بزيادة ٠.٨٨٤ وحدة في الأداء اللوجستي، كما أن قيمة T = 52.64 عند مستوى دلالة ٠.٠٠ تؤكد معنوية التأثير. وأظهر النموذج قوة ارتباط مرتفعة R = 0.934 ، وقدرته على تفسير ٨٧.٢٪ من التغيرات في الأداء اللوجستي ($R^2 = 0.872$) ، مع خطأ معياري منخفض للنموذج (٠.٢٠٨٧)، ما يدل على دقة النموذج وموثوقية التنبؤ. وبناءً على ذلك، يقبل الفرض الرئيسي بأن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أثر ذو دلالة إحصائية على تحسين الأداء اللوجستي بنسبة ثقة ٩٥٪.

١٩. نتائج الدراسة

- الذكاء الاصطناعي له تأثير إيجابي كبير على الأداء اللوجستي في هيئة ميناء دمياط، حيث يساهم في تحسين الكفاءة التشغيلية، تسريع العمليات، وتقليل الأخطاء.
- جميع أبعاد الذكاء الاصطناعي (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الخوارزميات الجينية، الوكيل الذكي، الروبوتات) أثبتت تأثيرًا معنويًا على الأداء اللوجستي بدرجة ثقة ٩٥٪.

- مستوى التأثير يختلف بين الأبعاد، إذ يفسر الذكاء الاصطناعي العام أكبر نسبة من التغيرات (٨٧.٢%)، تليه الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية والوكيل الذكي والنظم الخبيرة والروبوتات، مما يعكس أهمية كل أداة في تحسين الأداء.
- تطبيق الذكاء الاصطناعي يعزز اتخاذ القرار، تحسين إدارة البيانات، التنبؤ بالحركة اللوجستية، والتخطيط الأمثل للموارد.
- توجد معوقات رئيسية مثل ضعف الوعي والتدريب، مقاومة التغيير، ضعف البنية التحتية التقنية، تحديات التكامل، مشاكل البيانات، التكاليف العالية، ونقص الدعم الإداري والفني، والتي تحتاج إلى معالجة لضمان نجاح التطبيق.
- الاستفادة العامة :توجيه الاستثمارات نحو تطوير البنية التحتية الرقمية، تدريب الكوادر، وتعزيز التكامل بين الأنظمة الحالية والذكاء الاصطناعي لتحقيق أداء لوجستي متقدم ومستدام في ميناء دمياط.

المراجع

- البديوى السيد مح, سامح فرحات السيد, and مختار حبشي. "أثر تطوير المنظومة اللوجستية علي الميزة التنافسية بالموانئ" مقارنة بين ميناء روتردام و دمياط"." AIN Journal ٤٧ (٢٠٢٤). DOI NO. https://doi.org/10.59660/47115

- هيئة ميناء دمياط. (٢٠٢٥). التقرير السنوي حول البنية التحتية الرقمية والنظم الآلية المطبقة بالميناء .دمياط: الإدارة العامة للتخطيط والتطوير.

- Abdelsalam, H., & Elnabawi, M. (2024). *Artificial Intelligence in port operations: Enhancing efficiency and sustainability*. Journal of Maritime Logistics, 12(1), 45–67.

- Ibokette, E., Chukwu, E., & Nwokolo, N. (2024). *AI implementation requirements for smart ports: Infrastructure and cybersecurity considerations*. International Journal of Shipping and Logistics, 9(2), 101–118.

- Khaleel, M., Zaki, R., & Ahmed, S. (2023). *Integration of AI and IoT in smart port management: Case studies and best practices*. Journal of Advanced Transportation Systems, 7(3), 55–78.

- Kuo, Y., Lin, P., & Chiu, W. (2022). *Emerging AI technologies for port operations: Opportunities and challenges*. Maritime Policy & Management, 49(5), 613–632.

- Lehmacher, W., Meersman, H., & Van de Voorde, E. (2022). *Artificial Intelligence for port logistics: Optimizing operations and sustainability*. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 15, 100703.

- Maharjan, R., & Kato, T. (2024). *Measuring logistics performance: SCOR-based approaches in port operations*. International Journal of Supply Chain Management, 13(2), 125–140.

- Martinčič, T., Štepec, D., Costa, J., Čagran, K., & Chaldeakis, A. (2020). *Vessel and port efficiency metrics through validated AIS data*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 136, 101899.

- Munim, Z. H., Schramm, H., & Al-Khater, A. (2020). *Smart port operations using AI and IoT integration: Lessons learned*. Journal of Cleaner Production, 276, 124184.

- Tsolakis, N., Zissis, D., Papaefthimiou, S., & Korfiatis, N. (2021). *Towards AI-driven environmental sustainability: An application of automated logistics in ports*. Journal of Cleaner Production, 320, 128875.

- Wolniak, R., & Stecuła, K. (2024). *Artificial intelligence applications in smart port development: Integration with 5G and IoT*. Journal of Marine Technology, 13(1), 23–42.

- Xiao, L., Zhang, H., & Li, Y. (2024). *AI and smart ports: Enhancing operational efficiency and environmental sustainability*. Ocean & Coastal Management, 230, 106468.

- Yau, K., Ng, W., & Chan, T. (2020). *Digital transformation and AI adoption in port logistics: Challenges and best practices*. Maritime Economics & Logistics, 22(4), 551–574.

- Zhu, X., Li, Q., & Chen, Y. (2022). *AI-based predictive logistics in container ports: A comparative study*. International Journal of Logistics Management, 33(2), 255–273.

- Zhu, X. (2024). *Next-generation AI technologies for port efficiency: Trends and applications*. Journal of Advanced Maritime Systems, 11(1), 1–20.