

فعالية استخدام التكنولوجيا الحديثة في تحسين كفاءة عمليات التتبع للحاويات والمعدا (دراسة تطبيقية على ميناء دمياط)

اعداد

عاصم علاء حامد عيسى^(١)، علاء عبدالباري^(٢)، نبيل محمود احمد^(٣)

^(١) شركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع

^(٢،٣) الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

DOI NO. <https://doi.org/10.59660/527246>

Received 15/11/2025, Revised 20/01/2026, Acceptance 16/03/2026, Available online 01/07/2026

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of applying modern technologies in improving the efficiency of equipment and container tracking operations within Damietta Container & Cargo Handling Company at Damietta Port, in the context of the transition toward smart ports. The research focused on three main technologies: Global Positioning System (GPS), Radio Frequency Identification (RFID), and Optical Character Recognition (OCR), as they represent key tools for enhancing tracking accuracy, improving operational performance efficiency, and reducing errors resulting from manual data entry.

The importance of this study arises from the need to address deficiencies in the current operating system, which relies on manual entries in the NAVES system without the use of precise tracking technologies. This dependence leads to slow operational procedures, low data accuracy, and difficulty in monitoring the real-time locations of equipment and containers. Accordingly, this study presents an applied model that experimentally implements some modern tracking technologies on a limited scale within a real operational environment to measure their direct impact on tracking efficiency and the satisfaction of employees and customers.

The study adopted the experimental field methodology as the most appropriate approach to measure changes resulting from the implementation of new technologies before and after application. Three consecutive practical experiments were conducted during the period from January to May 2025.

In the first experiment, GPS devices were installed on a set of operational equipment to evaluate the efficiency of tracking their locations. The results showed a significant reduction in the average response time for determining equipment positions, reflecting a notable improvement in the speed and accuracy of information retrieval.

In the second experiment, RFID technology was applied at the entry and exit gates of trucks, and the average waiting time before and after implementation was compared. The results indicated a decrease in average waiting time, which helped reduce congestion and improved the flow of truck movements within the operational yard.

In the third experiment, OCR technology was implemented using cameras mounted on STS cranes to automatically read the numbers of containers and equipment during loading and unloading

operations. This resulted in a noticeable reduction in data entry errors, thereby improving the overall accuracy of operational data.

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية تطبيق التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة عمليات تتبع المعدات والحاويات داخل شركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع بميناء دمياط، وذلك في إطار التحول نحو الموانئ الذكية. وقد ركزت الدراسة على ثلاث تقنيات رئيسية هي: نظام التموضع العالمي (GPS)، وتقنية التعرف بترددات الراديو (RFID)، وتقنية التعرف الضوئي على الحروف (OCR)، باعتبارها من أهم التقنيات المساندة في تعزيز دقة التتبع ورفع كفاءة الأداء التشغيلي وتقليل الأخطاء الناتجة عن الاعتماد على الإدخال اليدوي للبيانات.

تتبع أهمية الدراسة من الحاجة إلى معالجة أوجه القصور في منظومة التشغيل الحالية التي تعتمد على إدخال يدوية في نظام NAVES دون وجود تقنيات تتبع دقيقة، مما يؤدي إلى بطء الإجراءات التشغيلية وضعف في دقة البيانات وصعوبة في تتبع مواقع المعدات والحاويات لحظيًا. ومن ثم جاءت هذه الدراسة لتقديم نموذج تطبيقي لتجربة بعض التقنيات الحديثة على نطاق محدود داخل بيئة تشغيلية حقيقية لقياس أثرها المباشر على كفاءة التتبع ورضا العاملين والعملاء.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي الميداني باعتباره الأنسب لقياس التغيير الناتج عن تطبيق التقنيات الجديدة قبل وبعد التنفيذ، حيث تم تنفيذ ثلاث تجارب عملية متتابعة خلال الفترة من يناير إلى مايو ٢٠٢٥. ففي التجربة الأولى، تم تركيب أجهزة GPS على مجموعة من المعدات التشغيلية بهدف تقييم كفاءة عملية تتبع مواقع المعدات. وقد أظهرت النتائج انخفاض متوسط زمن الاستجابة في تحديد مواقع المعدات، مما يعكس تحسناً كبيراً في سرعة الوصول للمعلومات ودقتها. وفي التجربة الثانية، تم تطبيق تقنية RFID عند بوابات دخول وخروج الشاحنات، وتمت مقارنة متوسط زمن الانتظار قبل وبعد التطبيق. وقد بينت النتائج انخفاض متوسط زمن الانتظار، وهو ما ساهم في تقليل التكدس وتحسين انسيابية حركة الشاحنات داخل الساحة التشغيلية.

أما التجربة الثالثة، فتم فيها تطبيق تقنية OCR باستخدام الكاميرات المثبتة على أوناش STS لقراءة أرقام الحاويات والمعدات بشكل آلي أثناء عمليات الشحن والتفريغ، حيث أدى ذلك إلى تقليل معدل الخطأ في إدخال أرقام الحاويات والمعدات، مما ساعد في رفع دقة البيانات التشغيلية، وأوصت الدراسة بضرورة توسيع نطاق تطبيق تقنيات التتبع الذكية في جميع أنشطة التشغيل بميناء دمياط، وتكثيف برامج التدريب للعاملين لرفع الجاهزية التقنية، مع العمل على دمج تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي في منظومة التتبع المستقبلية، بما يساهم في دعم مسار التحول الرقمي وتحقيق رؤية الميناء الذكي المتكامل.

١. مقدمة

شهد قطاع النقل البحري خلال العقود الأخيرة تطوراً تكنولوجياً متسارعاً، جعل من التحول الرقمي والتقنيات الحديثة عنصرًا أساسياً في رفع كفاءة التشغيل وتعزيز التنافسية، خاصة أن هذا القطاع يستحوذ على أكثر من ٨٠% من حجم التجارة العالمية (UNCTAD, 2022). وفي هذا الإطار، اتجهت الموانئ البحرية إلى تبني تقنيات متقدمة لتسريع عمليات المناولة وتحسين الشفافية والأمان، مثل أنظمة التتبع الذكية وتقنيات التعرف الآلي وإنترنت الأشياء، وقد أسهم تطبيق تقنيات مثل GPS و RFID و OCR في تحسين دقة تبادل المعلومات

وتقليل الأخطاء التشغيلية، مما منح الموانئ التي تستثمر في هذه الحلول ميزة تنافسية واضحة. (Heilig et al., 2017)

يعد ميناء دمياط من الموانئ المصرية الحيوية ذات الموقع الاستراتيجي على ساحل البحر المتوسط، وقد شهد جهودًا متواصلة لتطوير بنيته التحتية وتطبيق بعض الحلول التكنولوجية لدعم عملياته التشغيلية. وعلى الرغم من ذلك، لا يزال الميناء يواجه تحديات تتعلق بتحديث وتكامل تقنيات التتبع والمناولة، بما يستدعي دراسة فعالية تطبيق التقنيات الحديثة، وعلى رأسها GPS و RFID و OCR، باعتبارها خطوة ضرورية لتعزيز كفاءة الأداء التشغيلي ودعم توجه الميناء نحو التحول إلى ميناء ذكي متكامل يتماشى مع الاتجاهات العالمية في صناعة النقل البحري. (هيئة ميناء دمياط. ٢٠٢٣)

٢. الموانئ البحرية

تعد الموانئ البحرية عنصرًا استراتيجيًا في منظومة التجارة العالمية، إذ تمثل البنية التحتية الأساسية لانسياب السلع ودعم سلاسل الإمداد، وتسهم في تعزيز القدرة التنافسية للدول وجذب الاستثمارات، فضلًا عن دورها المتنامي كمنصات لوجستية متكاملة تقدم خدمات تخزين وإعادة تصدير وخدمات رقمية متقدمة. ومع تطور التحول الرقمي، لم تعد الموانئ مجرد نقاط عبور، بل أصبحت مراكز لوجستية معقدة تدمج بين البنية التحتية والتكنولوجيا والحوكمة الفعالة لتحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف ومواجهة التحديات البيئية (نيفين عباس، ٢٠٢٥). كما تؤكد الدراسات الحديثة أن التكامل المعلوماتي والتحول إلى الموانئ الذكية يعززان الأداء العام والاستدامة، ويجعلان الموانئ ركيزة أساسية في خطط التنمية المستدامة والاقتصاد العالمي. (Jiang et al., 2021؛ Haezendonck, 2021؛ Yang, 2024)

١.٢ تطور أجيال الموانئ

شهدت الموانئ البحرية تطورًا تدريجيًا عبر عدة أجيال، انتقلت خلالها من موانئ تقليدية يقتصر دورها على شحن وتفريغ البضائع بوسائل بدائية وبطء تشغيلي، إلى موانئ متخصصة مع ظهور الحاويات والمعدات الميكانيكية، ثم إلى موانئ لوجستية متكاملة تقدم خدمات ذات قيمة مضافة وتندمج في سلاسل الإمداد العالمية. ومع تسارع التحول الرقمي، تطورت الموانئ إلى موانئ ذكية تعتمد على الأتمتة والرقمنة وتقنيات التتبع الحديثة، وصولًا إلى الموانئ المستقبلية التي تجمع بين الكفاءة التشغيلية العالية، والاستدامة البيئية، والقدرة على التكيف مع المتغيرات العالمية. ويعكس هذا التطور أهمية تبني الموانئ الحديثة، مثل ميناء دمياط، لتقنيات التتبع الذكية ضمن مسار التحول نحو الموانئ الذكية المتكاملة.

٢.٢ ميزات ميناء دمياط

يعد ميناء دمياط من الموانئ الرئيسية في مصر، ويتميز بموقعه الجغرافي الفريد عند ملتقى البحر المتوسط بنهر النيل، ما يمنحه قدرة لوجستية عالية في الربط بين حركة التجارة البحرية والنهرية. كما يُعد الميناء بوابة رئيسية لحركة الصادرات والواردات المصرية، وخاصة للسلع الزراعية والمواد الغذائية، إلى جانب كونه مركزًا مهمًا لتداول الحاويات.

أهمية الميناء لا تقتصر على البعد الاقتصادي فحسب، بل تمتد لتشمل البعد الاستراتيجي حيث يُعتبر أحد الموانئ القريبة من قناة السويس، وهو ما يعزز مكانته كميناء محوري في سلاسل الإمداد الإقليمية والدولية.

٣.٢ ميزات شركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع

تعتبر شركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع إحدى الشركات المحورية العاملة داخل ميناء دمياط، حيث تأسست لتقديم خدمات شحن وتفريغ وتداول وتخزين الحاويات والبضائع العامة، مستفيدة من الموقع الجغرافي الاستراتيجي للميناء على ساحل البحر المتوسط وربطه بشبكة نقل بري ونهري فعالة تدعم سلاسل الإمداد المحلية والدولية. وقد شهدت الشركة تطوراً ملحوظاً في بنيتها التحتية والفوقية، شمل تحديث الأرصفة والساحات التخزينية، وتزويدها بمعدات مناولة حديثة مثل الرافعات الجسرية (STS) ورافعات الساحات (RTGs/RMGs)، إلى جانب تطبيق أنظمة إدارة تشغيل متقدمة أبرزها نظام TOS Navis N4.

كما اتجهت الشركة نحو التحول الرقمي من خلال إدخال تقنيات التتبع الحديثة مثل GPS و RFID و OCR – وإن كان تطبيقها لا يزال في نطاق محدود – بهدف رفع دقة البيانات وتقليل الأخطاء وتحسين كفاءة العمليات. وشهدت السنوات الأخيرة توسعاً في الخدمات اللوجستية المقدمة، من بينها إنشاء مخازن مشتركة، وتدشين محطة تعبئة الحاويات الصادر، وتقديم خدمات إصلاح وصيانة الحاويات وفحص ما قبل الرحلة (PTI)، إلى جانب عقد شراكات مؤسسية، مثل بروتوكول التعاون مع الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري. وقد توج هذا التطور بدخول الشركة قائمة أفضل ١٠٠ محطة حاويات على مستوى العالم لعام ٢٠٢٤، واستقبالها سفن حاويات عملاقة مثل MSC AMELIA، بما يعكس قدرتها على مواكبة تطورات صناعة النقل البحري. وتستهدف الشركة مستقبلاً تعزيز مكانتها كمركز لوجستي إقليمي بشرق المتوسط عبر التوسع في التقنيات الذكية، وزيادة الطاقة الاستيعابية، وتبني ممارسات الاستدامة البيئية، وتنمية الموارد البشرية، دعمًا للتحول نحو نموذج المحطة الذكية المتكاملة.

٤.٢ الرقمنة والتحول الرقمي في الموانئ

الرقمنة (Digitization) هي تحويل البيانات من الشكل الورقي أو اليدوي إلى صيغة رقمية يمكن تخزينها ومعالجتها إلكترونياً، وتعد أساساً لتطبيق أنظمة مثل OCR، RFID، ونظام تشغيل المحطات (TOS)، مما يدعم التخطيط واتخاذ القرارات وتحسين كفاءة العمليات. تهدف الرقمنة إلى تعزيز الكفاءة التشغيلية، زيادة الدقة وتقليل الأخطاء، تحسين الشفافية وإمكانية التتبع، دعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية، وخفض التكاليف التشغيلية، وتسهم الرقمنة في تكامل سلسلة التوريد، دعم الاستراتيجيات الرقمية الوطنية، رفع القدرة التنافسية، وتعزيز الاستدامة البيئية من خلال تقليل الحركات غير الضرورية للشاحنات وانبعاثات الكربون. (Panayides & Song, 2013; Carlan et al., 2017)

أما التحول الرقمي (Digital Transformation)، فهو مرحلة أكثر شمولاً تشمل إعادة هندسة العمليات، تطوير الهياكل التنظيمية، وتعزيز الثقافة المؤسسية لدعم القدرات الرقمية، مثل البوابات الذكية، التكامل مع النظم الجمركية، منصات تبادل البيانات، ونظم تتبع الحاويات والمعدات (Heilig et al., 2017; Notteboom & Rodrigue, 2020). ويهدف التحول الرقمي إلى تحويل الميناء إلى منصة خدمات رقمية، رفع التشغيل الآلي، تطوير التحليلات التنبؤية، تحسين الاستجابة للطوارئ، وتأسيس ميزة تنافسية مستدامة. رغم الفوائد، تواجه العملية عدة معوقات منها: التكاليف الاستثمارية العالية، مقاومة التغيير لدى العاملين، ضعف تكامل الأنظمة، قضايا أمن المعلومات، البنية التحتية المحدودة، والتحديات القانونية والتنظيمية. أما عوامل النجاح فتشمل: التزام الإدارة العليا، وجود استراتيجية رقمية واضحة، تكامل الأنظمة، تدريب وتأهيل

الموظفين، تطبيق تدريجي، الأمن السيبراني، وشراكات مع مزوّدي التكنولوجيا العالميين (جبل علي، روتردام كمنادج) لضمان انتقال سلس نحو الموانئ الذكية.

٥.٢ تقنيات التتبع الحديث

تقنيات التتبع الحديثة تشكّل أحد الركائز الأساسية للتحويل الرقمي في الموانئ، إذ تعزز الكفاءة التشغيلية والدقة وتقليل الأخطاء وتسريع تبادل المعلومات بين الأطراف المختلفة. من أبرز هذه التقنيات في ميناء دميّاط: نظام التموضع العالمي (GPS) الذي يتيح تحديد المواقع اللحظي للمعدات والمركبات، ما ساعد على تقليل أزمّة الانتظار ومراقبة الحركة بكفاءة عالية، مع الحاجة أحياناً لتصحيح الإشارات في المناطق المظلمة، نظام التعرف بترددات الراديو (RFID) يتيح قراءة بيانات الحاويات والشاحنات تلقائياً عند البوابات والأرصفة، ما يقلل التدخل اليدوي ويعزز سرعة تسجيل البيانات، رغم تكلفته وصيانة أجهزته (Wang et al., 2006; Ngai et al., 2007). أما تقنية التعرف الضوئي على الحروف (OCR) فتستخدم لالتقاط أكواد الحاويات وتحويلها إلى بيانات رقمية دقيقة، مما يرفع مستوى دقة السجلات ويُسهّل التكامل مع أنظمة المراقبة، مع مراعاة التحديات المرتبطة بالإضاءة وجودة الأكواد (Zhang et al., 2024; Zhao et al., 2021). جميع هذه التقنيات تُسهم في تعزيز عمليات التتبع، رفع رضا العملاء، وتحسين الأداء التشغيلي للميناء.

٦.٢ كفاءة عمليات التتبع وأبعادها

لقياس كفاءة عمليات التتبع في الموانئ، تركز الدراسة على ثلاثة أبعاد رئيسية: الدقة (Accuracy)، التي تعكس مدى مطابقة بيانات النظام للواقع وتحسن باستخدام تقنيات OCR كما أظهرت دراسة Yoon et al. (2016)؛ السرعة (Speed / Timeliness)، والتي تقيس زمن تنفيذ المعاملات مثل مرور الشاحنات أو إيجاد الحاويات، وقد حسّنت أنظمة OCR الحديثة هذه العملية بشكل ملحوظ (Chen et al., 2024)؛ وتقليل الأخطاء (Error Reduction / Reliability)، أي قدرة النظام على خفض معدلات الأخطاء الناتجة عن الإدخال اليدوي، وقد بينت دراسات (Ting, 2012) و (Wang et al., 2006) فعالية RFID و OCR في زيادة موثوقية البيانات.

أما رضا المستخدمين والعملاء فيُعد مؤشراً أساسياً لنجاح الأنظمة المينائية، إذ أن رضا الموظفين الداخليين يسهم في سهولة تبني التكنولوجيا ورفع كفاءة التشغيل، كما أظهرت دراسة (Al-Enezi, 2024) في ميناء الشويخ؛ بينما يمثل رضا العملاء الخارجيين، مثل شركات الشحن ووكلاء الملاحة، مقياساً لقدرة الميناء على تلبية توقعاتهم من حيث السرعة والدقة وشفافية المعلومات، ما يعزز التنافسية والولاء للميناء، كما بينت دراسة (Nguyen et al., 2019) في ميناء Cat Lai بفيتنام.

٣. مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في وجود قصور واضح في دقة وكفاءة أنظمة التتبع التقليدية للمعدات والحاويات القائمة على الإدخالات اليدوية بميناء دميّاط بالرغم كونه من أهم الموانئ المصرية، ما زال يعاني من اعتماد شبه كامل على الإدخالات اليدوية عبر المنظومة التشغيلية الحالية (NAVIS)، وهو ما يؤدي إلى عدة تحديات أبرزها بطء إجراءات التتبع، تكرار الأخطاء، وتظهر هذه القصور بشكل واضح في عمليات تتبع الحاويات والمعدات، وتنظيم دخول وخروج الشاحنات، وكذلك عمليات الشحن والتفريغ. ومن هنا تبرز الحاجة إلى إدخال

وتفعيل التقنيات الحديثة التي أثبتت فعاليتها في موانئ عالمية وإقليمية، حيث يمكن لهذه التقنيات أن تقدم حلولاً عملية لمشكلات التشغيل الراهنة

٤. أسئلة الدراسة

السؤال الرئيسي: ما مدى فعالية استخدام تقنيات (OCR، RFID، GPS) في تحسين كفاءة عمليات التتبع ورفع مستوى رضا المستخدمين والعملاء بميناء دمياط؟ ويتفرع من السؤال الرئيسي والمحوري بعض الأسئلة الفرعية وهي :

- ما أثر استخدام التقنيات الحديثة (OCR، RFID، GPS) على كفاءة عمليات التتبع في ميناء دمياط؟
- إلى أي مدى ساهمت هذه التقنيات في تقليل الأخطاء التشغيلية المرتبطة بالتتبع اليدوي؟
- ما أثر استخدام هذه التقنيات على رضا المستخدمين الداخليين (العاملين بالشركة)؟
- ما أثر استخدام هذه التقنيات على رضا العملاء الخارجيين (المصدرين والمستوردين والشركات اللوجستية)؟
- ما مدى إمكانية دمج هذه التقنيات لتعزيز كفاءة التشغيل وتحقيق رضا الأطراف المعنية؟

٥. أهداف الدراسة

- تحديد أثر تقنيات التتبع الحديثة (OCR، RFID، GPS) على تحسين كفاءة عمليات التتبع بميناء دمياط.
- قياس رضا المستخدمين الداخليين (العاملين في الشركة) عن التقنيات.
- قياس رضا العملاء الخارجيين (المصدرين، المستوردين، الشركات اللوجستية).
- تحليل الفجوات التشغيلية بين النظام التقليدي والأنظمة الحديثة واقتراح حلول لمعالجتها.
- بناء إطار مفاهيمي يربط بين التكنولوجيا والبعد البشري (رضا المستخدم) في بيئة الموانئ المصرية.
- تقديم توصيات عملية يمكن أن تساهم في دعم جهود التحول الرقمي بميناء دمياط والموانئ المصرية المماثلة.

٦. فرضيات الدراسة

انطلاقاً من مشكلة الدراسة وتساؤلاتها وأهدافها، تم صياغة مجموعة من الفرضيات التي تسعى لاختبار أثر تطبيق التقنيات الحديثة (GPS, RFID, OCR) على كفاءة عمليات التتبع للحاويات والمعدات في ميناء دمياط، بالإضافة إلى قياس انعكاس هذه التقنيات على مستوى رضا المستخدمين الداخليين ورضا العملاء الخارجيين. وتتمثل الفرضيات فيما يلي:

الفرضية الأولى: هناك أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنية GPS و RFID و OCR على تحسين كفاءة التتبع.

الفرضية الثانية: هناك أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنية GPS و RFID و OCR على رفع مستوى رضا المستخدمين.

الفرضية الثالثة: هناك أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنية GPS و RFID و OCR على رفع مستوى رضا العملاء.

٧. أدوات الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على عدة أدوات لجمع البيانات لضمان شمولية ودقة النتائج، وتشمل ما يلي:

١.٧ التجربة الميدانية (Field Experiment)

- تم تنفيذ تجربة عملية محدودة داخل شركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع، واشتملت على:

- تركيب نظام GPS على بعض المعدات لمتابعة الحركة الفعلية وتحليل كفاءة التشغيل.
- دراسة أثر نظام RFID الموجود على بوابات ميناء دمياط منذ عام ٢٠٢٣، عبر مراقبة البيانات وقياس زمن انتظار الشاحنات وحركة الحاويات، نظرًا لقيود التطبيق داخل الشركة.
- استخدام تقنية OCR لقراءة أرقام الحاويات والمعدات أثناء عمليات التداول بهدف قياس الدقة وتقليل الأخطاء البشرية.
- أسهمت هذه التجربة في توفير بيانات كمية وكيفية تساعد على تقييم كفاءة الأنظمة المقترحة.

٢.٧ الاستبيان (Questionnaire)

صمم الاستبيان ليتوجه إلى فئتين رئيسيتين:

العاملون بالشركة: لقياس رضا المستخدمين عن التقنيات المقترحة وتأثيرها على سهولة الأداء وكفاءة العمل.

العملاء (المصدرون والمستوردون): لقياس رضا العملاء بشأن زمن الاستلام ودقة التتبع.

٣.٧ المقابلات شبه المقتنة (Semi-structured Interviews)

أجريت مقابلات مع مديري الإدارات والمختصين باستخدام التقنيات داخل الشركة، بهدف الحصول على رؤى معمقة حول التحديات الحالية والفرص المتوقعة من تطبيق هذه التقنيات.

٨. منهجية الدراسة

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي المدعم بالجانب التطبيقي (التجريبي)، وذلك بهدف دراسة أثر تطبيق بعض التقنيات الحديثة (GPS، RFID، OCR) على كفاءة عمليات التتبع للمعدات والحاويات داخل شركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع. فقد استُخدم المنهج الوصفي التحليلي في مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بالتحول الرقمي وتطبيق تقنيات التتبع في الموانئ، وكذلك في تحليل الوضع الراهن لشركة دمياط لتداول الحاويات والبضائع، لتحديد نقاط القوة والضعف في العمليات التشغيلية الحالية.

أما المنهج التطبيقي (التجريبي) فقد تم الاعتماد عليه من خلال إجراء تجربة عملية على بعض المعدات والبوابات وحركة تداول الحاويات داخل الشركة، لاختبار فعالية هذه التقنيات وقياس أثرها على دقة وسرعة عمليات التتبع. ولضمان جمع بيانات دقيقة وموثوقة، تم إجراء مقابلة شخصية مع مدير الإدارة المسؤول عن متابعة هذه المعدات لمدة شهر قبل التجربة، خمسة أيام أسبوعيًا، ولمدة شهر آخر بعد التجربة بنفس الوتيرة، وذلك للحصول على المعلومات الميدانية المتوقعة من تطبيق هذه التقنيات وتحليلها في سياق الدراسة.

٩. أساليب التحليل الإحصائي

تم الاستعانة بالأساليب الإحصائية ضمن البرنامج الإحصائي للعلوم الاجتماعية (Statistical Package for Social Sciences - SPSS) وذلك لمعالجة البيانات التي تتم الحصول عليها من خلال الدراسة الميدانية، وبالتحديد فان الباحث استخدم الأساليب الإحصائية التالية:

- مقاييس النزعة المركزية: مثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري والتكرارات والنسب المئوية، وذلك لوصف آراء عينة الدراسة حول متغيرات الدراسة ولتحديد أهمية العبارات الواردة في الاستبيان.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression) وذلك من أجل اختبار تأثير كل متغير مستقل في المتغير التابع وهو أنشطة إدارة ميناء دمياط.

- تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression) وذلك من أجل اختبار تأثير المتغير المستقلة مجتمعة في المتغير التابع وهو أنشطة إدارة ميناء السويس.

اختبار كرونباخ ألفا: وذلك لاختبار مدى الاعتمادية على أداة جمع البيانات المستخدمة في قياس متغيرات الدراسة.

١٠. عينة الدراسة

تمثل فئات مجتمع الدراسة العاملين بميناء دمياط، حيث شملت العينة ٣١٨ فرداً من مختلف الإدارات والقطاعات بالميناء. وتركزت الفئات على قطاع تداول الحاويات، قطاع الموارد البشرية والشئون الإدارية، قطاع الشئون الهندسية والفنية، الإدارة العامة لنظم وتكنولوجيا المعلومات، الإدارة العامة للشئون القانونية، الإدارة العامة للتدريب، الإدارة العامة للأمن، الإدارة العامة لاستراتيجيات التسويق، الإدارات التابعة للعضو المنتدب، بالإضافة إلى بعض الفئات الأخرى. ويعكس هذا التوزيع شمولية الدراسة لكافة الإدارات المشاركة في عمليات ميناء دمياط، مع التركيز الأكبر على قطاع تداول الحاويات نظراً لأهمية دوره في العمليات التشغيلية اليومية.

١١. تحليل النتائج واختبار الفرضيات

١.١١ اختبار الفرضية الرئيسية

قام الباحث باستخدام مصفوفة الارتباط، والانحدار البسيط المتعدد عن طريق حساب معاملات الارتباط واختبار الفروض الخاصة بتأثير تطبيق التقنيات الحديثة في ميناء دمياط حيث تبين النتائج التي يتضمنها الجدول (٤-١٦) (Pearson Correlation)

الجدول (١) اختبار الفرضية الرئيسية : تطبيق التقنيات الحديثة في ميناء دمياط

المتغير المستقل التقنيات الحديثة في ميناء دمياط	GPS دقة التتبع بميناء دمياط	تقنية RFID إجراءات التتبع بميناء دمياط	تقنية OCR الأخطاء التشغيلية بميناء دمياط	رفع مستوى دقة التتبع بميناء دمياط	تحسين سرعة الإجراءات التشغيلية بميناء دمياط	تقليل الأخطاء التشغيلية بميناء دمياط	رضا العملاء الداخليين	رضا العملاء الخارجيين
GPS دقة التتبع بميناء دمياط	1	.776**	.127*	.106	.133*	.089	.269**	.064
تقنية RFID إجراءات التتبع بميناء دمياط	.776**	1	.247**	.016	.158**	.098	.341**	.049
تقنية OCR الأخطاء التشغيلية بميناء دمياط	.127*	.247**	1	.342**	.211**	.191**	.227**	.056

دال إحصائياً عند مستوي معنوية (0.01) ؛ * دال إحصائياً عند مستوي معنوية (. 0.05)

توضح النتائج أن التقنيات الحديثة في ميناء دمياط مرتبطة إيجابياً بأنشطة الميناء، حيث ساهمت في تحسين سرعة الإجراءات التشغيلية بقيم ارتباط: (GPS (.133*)، RFID (.158*)، OCR (.158*)، ورفع رضا العملاء الداخليين بقيم: (GPS (.269*)، OCR (.277*)، RFID (.341*)، كما أسهمت OCR في تقليل

الأخطاء التشغيلية بقيمة (١٩١**). وتشير هذه الأرقام إلى أن تطبيق هذه التقنيات يعزز كفاءة عمليات التتبع ويحسن الأداء العام للميناء.

٢.١١ اختبار الفرضية الفرعية الأولى:

وتنص هذه الفرضية على أنه "لا يوجد تأثير على أثر بتأثير تطبيق التقنيات الحديثة في ميناء دمياط".

جدول رقم (٢) : نتائج اختبار الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression) للفرضية الفرعية الأولى

المتغير المستقل	Sig	R 2	B	المحسوبة T	جودة النموذج F
دقة التتبع بميناء دمياط	.000a	.044	18.810	15.908	14.099

تشير نتائج الانحدار الخطي البسيط إلى أن تقنية GPS لها تأثير إيجابي معنوي على كفاءة عمليات التتبع للحاويات والمعدات بميناء دمياط، حيث يرتفع المتغير التابع بمقدار ١٨.٨١٠ وحدة لكل زيادة وحدة في GPS ، رغم أن النموذج يفسر فقط ٤.٤% من التباين، مما يدل على أن هناك عوامل أخرى تؤثر على الكفاءة أيضاً.

٣.١١ اختبار الفرضية الفرعية الثانية:

وتنص هذه الفرضية على أنه "لا يوجد تأثير على أثر بتأثير تطبيق التقنيات الحديثة في ميناء دمياط".

جدول رقم (٣) : نتائج اختبار الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression) للفرضية الفرعية الثانية

المتغير المستقل	Sig	R 2	B	المحسوبة T	جودة النموذج F
دقة التتبع بميناء دمياط	.000a	.041	32.978	12.472	13.215

تشير النتائج إلى أن تقنية GPS كمتغير مستقل تفسر ٤.١% ($R^2 = 0.041$) فقط من التباين في كفاءة عمليات التتبع للحاويات والمعدات بميناء دمياط، مما يدل على أن النموذج ضعيف في التفسير، إلا أن العلاقة كانت دالة إحصائياً عند $Sig = 0.000 < 0.05$. كما أظهرت قيمة $T = 12.472$ أن معامل الانحدار مختلف عن الصفر بشكل معنوي، بينما يوضح اختبار $F = 13.215$ أن النموذج ككل معنوي إحصائياً. كما يبلغ معامل الانحدار $B = 32.978$ ، ما يعني أنه مع زيادة وحدة واحدة في استخدام تقنية OCR، تزيد كفاءة عمليات التتبع بمعدل ٣٢.٩٧٨ وحدة في المتوسط.

٤.١١ اختبار الفرضية الفرعية الثالثة

وتنص هذه الفرضية على أنه "لا يوجد تأثير على أثر بتأثير تطبيق التقنيات الحديثة في ميناء دمياط".

جدول رقم (٤) : نتائج اختبار الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression) للفرضية الفرعية الثالثة

المتغير المستقل	Sig	R2	B	المحسوبة T	جودة النموذج F
تقنية OCR الأخطاء التشغيلية بميناء دمياط	.000a	.001	15.245	18.646	420

تشير النتائج إلى أن تقنية OCR كمتغير مستقل تفسر ٠.١% فقط ($R^2 = 0.001$) من التباين في كفاءة عمليات التتبع للحاويات والمعدات بميناء دمياط، مما يدل على ضعف النموذج في التفسير، إلا أن العلاقة كانت دالة إحصائياً عند $Sig = 0.000 < 0.05$. كما أظهرت قيمة $T = 18.646$ أن معامل الانحدار مختلف عن الصفر بشكل معنوي، بينما يوضح اختبار $F = 420$ أن النموذج ككل معنوي إحصائياً. ويبلغ معامل الانحدار $B =$

15.225، ما يعني أنه مع زيادة وحدة واحدة في استخدام تقنية OCR، تزيد كفاءة عمليات التتبع بمعدل ١٥.٢٢٥ وحدة في المتوسط.

جدول (٥) ملخص اختبارات الفرضيات

النتيجة	Beta		F		صيغة الفرض	الفرض
	المعنوية	القيمة	المعنوية	القيمة		
قبول	000a	18.810	.000a	14.099	يوجد تأثير ذو دلالة احصائية عند مستوى معنوية اقل من او يساوى 0.05 بين التقنيات الحديثة في انظمة عمليات التتبع للحاويات والمعدات في ميناء دمياط	الاول
قبول	000a	32.978	.000a	13.215	يوجد تأثير ذو دلالة احصائية عند مستوى معنوية اقل من او يساوى 0.05 بين التقنيات الحديثة في انظمة عمليات التتبع للحاويات والمعدات في ميناء دمياط	الثاني
قبول	000a	15.245	.000a	420	يوجد تأثير ذو دلالة احصائية عند مستوى معنوية اقل من او يساوى 0.05 بين التقنيات الحديثة في انظمة عمليات التتبع للحاويات والمعدات في ميناء دمياط	الثالث

٥.١١ النتائج الخاصة بالدراسة الميدانية

جدول (٦) نتائج الدراسة الميدانية قبل وبعد استخدام نظام GPS علي بعض المعدات لمتابعة الحركة الفعلية داخل الساحة

بعد التجربة (توفير GPS)		قبل التجربة (غياب GPS)		الحالة	
عند توفير GPS كم يبلغ متوسط زمن الوصول إلى موقع المعدة		في غياب نظام GPS كم يبلغ متوسط زمن الوصول إلى موقع المعدة		وصف الحالة	
النسبة	التكرار	النسبة	التكرار	الوقت	
92.5%	37	12.5%	5	١-١٠ دقائق	
7.5%	3	72.5%	29	١٠ الى دقائق ٢٠	
0%	0	15.0%	6	أكثر من ٢٠ دقائق	
1.0750±.26675		2.0250±.53048		المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري	
92.5%	37	2.5%	1	منخفض	معدل البحث عن المعدات ومتابعة الحركة الفعلية
7.5%	3	10.0%	4	متوسط	
0%	0	87.5%	35	مرتفع	
1.0750±.26675		2.8500±.4266		المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري	

يتضح من البيانات أن توفير تقنية GPS أدى إلى تقليل متوسط زمن الوصول إلى موقع المعدات إلى ١٠ دقائق بنسبة ٩٢.٥%، كما بلغ معدل متابعة حركة المعدات والحاويات ٨٧.٥%، وهو مستوى مرتفع. في المقابل، عند غياب نظام GPS، ارتفع متوسط زمن الوصول إلى ١٠-٢٠ دقيقة بنسبة ٧٢.٥%، بينما انخفض معدل متابعة المعدات والحاويات إلى ٧.٥% فقط، مما يبرز الأثر الكبير لأهمية توفر تقنية GPS في تحسين سرعة وكفاءة عمليات التتبع بالميناء.

جدول (٧) نتائج الدراسة الميدانية قبل وبعد استخدام نظام RFID على بوابة دخول وخروج الشاحنات لتقليل زمن الانتظار وتكدس الشاحنات.

الحالة		قبل التجربة (غياب RFID)	بعد التجربة (توفير RFID)
وصف الحالة		في غياب نظام RFID ، كم يبلغ متوسط زمن انتظار الشاحنات عند بوابات الدخول والخروج	في حالة توافر نظام RFID ، كم يبلغ متوسط زمن انتظار الشاحنات عند بوابات الدخول والخروج
الوقت	التكرار	النسبة	النسبة
	١-٥ دقائق	2	5.0%
	٥-١٠ دقائق	11	27.5%
	أكثر من ١٠ دقائق	27	67.5%
المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري		2.6250±.58562	1.1500±.3616 2
تكدس الشاحنات عند بوابات الدخول والخروج	التكرار	النسبة	النسبة
	قليل	1	2.5%
	متوسط	9	22.5%
	مرتفع	30	75.0%
المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري		2.7250±.50574	1.1250±.3349 3

يتضح من الجدول انه عند توافر نظام RFID بلغ زمن الاستعلام عن الشاحنات عند بوابات الدخول والخروج (١-٥ دقائق) بنسبة (٨٥.٠) في الموقع مما أدى الى تقال وقت الاستعلام الذي نتج عنه تقليل تكدس الشاحنات عند بوابات الدخول والخروج واصبحت منخفضة بنسبة (٨٧.٥%) وعلى العكس في حالة غياب نظام RFID، بلغ زمن الاستعلام عن الشاحنات عند بوابات الدخول والخروج أكثر من ١٠ دقائق بنسب (٦٧.٥%) وكانت نسبة التكدس للحاويات قد بلغت (٧٥.٠%) مرتفعة لمدة أكثر من ١٠ دقائق بنسب (٦٧.٥%) عند بوابات الدخول والخروج.

٦.١١ استخدام تقنية OCR في قراءة أرقام الحاويات أثناء عمليات التداول :
جدول (٨) قياس نسبة مستوى الدقة وتقليل الأخطاء البشرية باستخدام تقنية OCR خلال الشهر

الحالة	قبل التجربة (غياب OCR)	بعد التجربة (توفير OCR)
وصف الحالة	في غياب نظام OCR في قراءة أرقام الحاويات أثناء عمليات التداول بهدف قياس مستوى الدقة وتقليل الأخطاء البشرية.	عند توفير OCR في قراءة أرقام الحاويات أثناء عمليات التداول بهدف قياس مستوى الدقة وتقليل الأخطاء البشرية.
التكرار	4	1
النسبة المئوية	80%	20%

يتضح من الجدول أن توافر نظام OCR في قراءة أرقام الحاويات والجرارات أثناء عمليات التداول ساهم في تقليل نسبة الأخطاء البشرية إلى ٢٠%، ويرجع ذلك إلى بعض الأخطاء الفنية مثل تبادل أرقام الحاويات أو عدم الإلمام الكامل باستخدام النظام. في المقابل، عند غياب نظام OCR، بلغت نسبة الأخطاء البشرية ٨٠%، وهي نسبة مرتفعة جداً مقارنة بالحالة التي يتوفر فيها النظام، مما يبرز الأثر الكبير لتقنية OCR في رفع مستوى الدقة وتقليل الأخطاء التشغيلية بالميناء.

١٢. نتائج الدراسة

- هناك اهتمام كبير بتطوير وتحديث الموانئ وإدخال التكنولوجيا الحديثة (GPS، RFID، OCR) لتحسين كفاءة عمليات التتبع للحاويات والمعدات بميناء دمياط.
- التكنولوجيا الحديثة ساعدت على رفع كفاءة عمليات التتبع داخل ميناء دمياط، مما يجعل تطبيقها أمراً عاجلاً وضرورياً.
- هناك علاقة طردية بين استخدام GPS و RFID و OCR وتحسين سرعة الإجراءات التشغيلية داخل الميناء.
- استخدام GPS و RFID و OCR يساهم في تقليل الأخطاء التشغيلية في عمليات التتبع للحاويات والمعدات.
- التكنولوجيا الحديثة أدت إلى زيادة دقة التتبع للحاويات والمعدات داخل ميناء دمياط.
- هناك علاقة إيجابية ومعنوية بين التكنولوجيا الحديثة ورضا العملاء الداخليين مثل الموظفين ومشغلي المعدات.
- هناك علاقة إيجابية ومعنوية بين التكنولوجيا الحديثة ورضا العملاء الخارجيين مثل المصدرين والمستوردين وشركات اللوجستيات.
- نتائج اختبار الفرضيات أظهرت أن العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة وكفاءة عمليات التتبع معنوية إحصائياً، حيث كانت قيم T و F دالة عند مستوى ٠.٠٥.
- عند توفر نظام GPS، بلغ متوسط زمن الوصول إلى موقع المعدات ١٠ دقائق بنسبة ٩٢.٥%، بينما عند غيابه بلغ ١٠-٢٠ دقيقة بنسبة ٧٢.٥%.
- عند توفر نظام RFID، كان زمن الاستعلام عن الشاحنات ١-٥ دقائق بنسبة ٨٥%، وتقليل التكدس عند البوابات بنسبة ٨٧.٥%، بينما عند غياب النظام ارتفع زمن الاستعلام لأكثر من ١٠ دقائق بنسبة ٦٧.٥% والتكدس بنسبة ٧٥%.

- عند توفر نظام OCR، بلغت نسبة الأخطاء البشرية ٢٠%، بينما عند غيابه بلغت نسبة الأخطاء ٨٠%.
- التعليقات من المشاركين في الاستبانة أظهرت اهتمامًا كبيرًا بأهمية الدراسة، مما يعزز إمكانية التطبيق العملي لهذه النتائج لتحسين أداء ميناء دمياط.

المراجع

- هيئة ميناء دمياط. (٢٠٢٣). التقرير السنوي لميناء دمياط ٢٠٢٣. دمياط، مصر: الهيئة العامة للموانئ المصرية.

- "فاعلية استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الأنشطة اللوجستية بالموانئ المصرية (دراسة مقارنة ميناء السخنة و ميناء تيانجين). AIN Journal 50, no. 2 (July 1, 2025). <https://doi.org/10.59660/50718>.

- Carlan, V., Carlan, I., & Morel, K. (2017). Digital transformation in ports: Opportunities and challenges. *Maritime Economics & Logistics*, 19(4), 513–533.
- Chen, L., Zhang, H., & Li, Y. (2024). OCR-based container tracking and operational efficiency in smart ports. *Journal of Shipping and Trade*, 9(1), 1–18.
- Haezendonck, E. (2021). Port management and governance: Smart port evolution. *Transport Policy*, 108, 1–12.
- Heilig, L., Lalla-Ruiz, E., & Voß, S. (2017). Digital transformation in maritime ports: Analysis and case studies. *Computers in Industry*, 83, 121–133.
- Jiang, Y., Notteboom, T., & Yang, Z. (2021). Port digitalization and smart port development: Global trends. *Ocean & Coastal Management*, 204, 105525.
- Ngai, E. W. T., Chau, D. C. K., & Poon, J. K. L. (2007). RFID adoption in logistics: A case study of a container terminal. *International Journal of Production Economics*, 108(1–2), 197–212.
- Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2020). *Port management and policy in the digital era*. Routledge.
- Nguyen, T., Tran, N., & Hoang, D. (2019). Customer satisfaction in container terminals: A Vietnamese case study. *Maritime Policy & Management*, 46(7), 870–887.
- Panayides, P. M., & Song, D.-W. (2013). Port operations and digital technologies: Enhancing efficiency. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 5(4), 389–407.
- Ting, S.-C. (2012). RFID and OCR implementation for reliability in ports. *Journal of Transportation Systems*, 14(2), 45–59.
- UNCTAD. (2022). *Review of Maritime Transport 2022*. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva: UNCTAD.

- Wang, Y., Lim, A., & Fong, S. (2006). RFID applications for container terminals. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36(10), 765–786.
- Yang, H. (2024). Smart port initiatives and the future of maritime logistics. *Logistics Research*, 16(2), 115–132.
- Yoon, H., Kim, S., & Park, J. (2016). Accuracy improvement in port container tracking using OCR technology. *Expert Systems with Applications*, 58, 37–46.
- Zhang, L., Li, R., & Chen, J. (2024). Advanced OCR systems for smart port container management. *Computers & Industrial Engineering*, 178, 109407.
- Zhao, Q., Wang, X., & Liu, Y. (2021). OCR-based container identification in automated ports: Challenges and solutions. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(11), 1290.
- Al-Enezi, K. (2024). Employee and customer satisfaction in port operations: Case of Shuwaikh Port. *Journal of Maritime Affairs*, 19(2), 225–242.