أثر تطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بهيئة ميناء دمياط

إعداد
عبده سعد محمد عبد الجواد [١]، هشام هلال [٢]، داليا حسنى الدياسطي [٣]
[١] هيئة ميناء دمياط
[٢،٣] الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
[٢] رئيس هيئة تحرير مجلة الجمعية العربية للملاحة

DOI NO. https://doi.org/10.59660/527220
Received 10/08/2025, Revised 06/10/2025, Acceptance 20/11/2025, Available online 01/07/2026

Abstract

Recent decades have witnessed rapid technological developments, most notably the emergence of automation, which has radically transformed economic sectors, particularly seaport operations. This research aims to examine the impact of implementing modern automation technologies on the performance of Damietta Port, one of Egypt's strategic ports overlooking the Mediterranean. The port faces growing challenges due to increased ship traffic, increased cargo volumes, and regional and international competition. The research focuses on analyzing the role of automation in improving operational efficiency, such as accelerating handling procedures (tanking, unloading, and loading), reducing costs, and enhancing safety and governance. It also discusses the possibility of integrating modern technologies with traditional systems to achieve an effective balance that keeps pace with the requirements of the digital age. The research relies on an analytical methodology that includes a literature review, a case study, and an analysis of port operational data, with the aim of providing a scientific and practical vision on the feasibility of automation in enhancing Damietta Port's competitiveness. Preliminary results indicate that the planned application of automation can contribute to improving operational performance, rationalizing resources, and elevating the port's status as a leading logistics hub in the Mediterranean region.

Keywords: Automation, Seaports, Operational Efficiency, Damietta Port, Technology Integration

المستخلص

شهدت العقود الأخيرة تطورات تكنولوجية متسارعة، كان أبرزها ظهور الأتمتة التي أحدثت تحولاً جذرياً في القطاعات الاقتصادية، خاصة في العمليات التشغيلية للموانئ البحرية. يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تطبيق تقنيات الأتمتة الحديثة على أداء ميناء دمياط، الذي يُعدّ من الموانئ الاستراتيجية المصرية المطلة على البحر المتوسط، حيث يواجه تحديات متنامية بسبب زيادة حركة السفن، وتضخم الحمولات، والمنافسة الإقليمية والدولية.

يركز البحث على تحليل دور الأتمتة في رفع كفاءة العمليات التشغيلية، مثل تسريع إجراءات التداول (التراكي، التفريغ، والتحميل)، وخفض التكاليف، وتعزيز السلامة والحوكمة. كما يناقش إمكانية التكامل بين التقنيات الحديثة والأنظمة التقليدية لتحقيق توازن فعال يواكب متطلبات العصر الرقمي.

اعتمد البحث على منهجية تحليلية تشمل مراجعة الأدبيات، ودراسة الحالة، وتحليل البيانات التشغيلية للميناء، بهدف تقديم رؤية علمية وعملية حول جدوى الأتمتة في تعزيز القدرة التنافسية لميناء دمياط. وتشير النتائج الأولية إلى أن التطبيق المدروس للأتمتة يمكن أن يسهم في تحسين الأداء التشغيلي، وترشيد الموارد، ورفع تصنيف الميناء كمركز لوجستي رائد في منطقة البحر المتوسط.

الكلمات المفتاحية: الأتمتة، الموانئ البحرية، الكفاءة التشغيلية، ميناء دمياط، التكامل التكنولوجي

١. المقدمة:

في عالم يتسم بتزايد العولمة والتشابك الاقتصادي، يمثل النقل البحري عصب التجارة الدولية، حيث ينقل أكثر من ٨٠% من حجمها العالمي. (العينين، ٢٠٢٤)، وتعد الموانئ البحرية نقاط ارتكاز حيوية في هذه الشبكة، تسهل تدفق البضائع بين الدول وتدعم الاقتصادات الحديثة. وفي مصر، التي تتميز بموقع استراتيجي فريد على ملتقى القارات، تكتسب موانئها أهمية خاصة كبوابات للتجارة بين الشرق والغرب (أحمد بربرى، ٢٠٢٥).

وحيث يبرز ميناء دمياط كأحد أهم هذه الموانئ المصرية، ليس فقط لموقعه المتميز وقربه من قناة السويس، بل أيضًا لتطوره التكنولوجي وسعيه الدؤوب نحو الاتمتة. فمنذ عهد الفراعنة، شهد ميناء دمياط تطورات متلاحقة، وصولًا إلى تبني أحدث النظم التكنولوجية سعيًا ليصبح "ميناءً ذكيًّا" يستوعب تدفقات تجارية متزايدة ويعزز قدرته التنافسية. (العينين، ٢٠٢٤)

ولتحقيق هذا الطموح، يركز ميناء دمياط على تحسين العمليات التشغيلية، التي تُعد مجموعة الأنشطة والإجراءات المنظمة التي تضمن تدفقًا سلسًا للبضائع والسفن عبر الميناء، وتشمل حركة السفن، الشحن والتفريغ، المستودعات، الجمارك، والأمن والسلامة. ومع التطورات التكنولوجية المتسارعة، ظهر مفهوم الأتمتة كأداة أساسية لتحسين هذه العمليات، حيث تُعرف الأتمتة بأنها استخدام التكنولوجيا لأداء المهام تلقائيًا أو شبه تلقائيًا، بهدف تحسين الكفاءة، تقليل الأخطاء، وتوفير الوقت والجهد.

وقد أظهرت تجارب عالمية ناجحة كيف أسهم تطبيق الأتمتة في الموانئ في زيادة الإيرادات وتقليل التكاليف. ففي ميناء روتردام، أدت الأتمتة إلى زيادة الإيرادات بنسبة ١٥% وتقليل تكاليف التشغيل بنسبة ٢٠% بين عامي ٢٠٠٥ و٢٠١٥. (Burns, 2018) وفي ميناء شنغهاي، زادت الإيرادات بنسبة ٢٥% وانخفضت تكاليف التشغيل بنسبة ٣٠% بعد تطبيق الأتمتة في عام ٢٠١٧.(Kim & Park, 2018)

وانطلاقًا من هذه الخلفية، يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر تطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بميناء دمياط، بهدف، تقديم إطار متكامل لتعزيز كفاءة الميناء ورفع قدرته التنافسية مع إمكانية تحقيق موازنة فعالة بين الاتمتة والعمليات التشغيلية في ميناء دمياط، مما يسهم في تعزيز مكانته كمركز تجاري رائد في المنطقة.

٢. مشكلة الدراسة:

يواجه ميناء دمياط، كنقطة استراتيجية في حركة التجارة والنقل، تحديات متزايدة نتيجة للمنافسة الشرسة بين الموانئ، والأعداد المتزايدة من السفن والحمولات. وفي ظل التطور الهائل والمستمر في التكنولوجيا، يصبح البحث عن وسائل لتحسين الميزة التنافسية للميناء، من خلال كفاءة التشغيل وتقليل التكلفة والخدمات اللوجستية، أمرًا بالغ الأهمية.

ومع تسارع وتيرة التطور في مجالات التكنولوجيا والأتمتة عالميًا، تواجه الموانئ البحرية ضغوطًا متزايدة لتطوير قدرتها التنافسية وتحسين أدائها التشغيلي. حيث يواجه ميناء دمياط تحديات متعددة تتعلق بتحسين جودة خدماته، خفض التكاليف، وزيادة كفاءة وسرعة العمليات. ومع ذلك، تعوق عملية الاتمتة عدة عوامل مثل ضعف البنية التحتية الرقمية، قلة التكامل بين الأنظمة، ومقاومة التغيير التنظيمي.

وتهدف هذه الرسالة إلى تسليط الضوء على كيفية تحسين كفاءة العمليات التشغيلية من خلال تقنيات الأتمتة الحديثة، ومناقشة الفوائد المرجوة من تطبيق هذه التقنيات، مثل تسريع إجراءات التراكي والتفريغ والتحميل، وتقليل التكاليف التشغيلية، وتعزيز سلامة العمليات وحوكمتها.

بالإضافة إلى ذلك، تدرس هذه الرسالة مدى وإمكانية تحسين عمليات الأتمتة وتكاملها مع كافة الجهات والإدارات في الميناء، مع مقارنة الميناء بموانئ أخرى تستخدم هذه التكنولوجيا لتأكيد النتائج واستكشاف إمكانية الارتقاء وتحديث العمليات لتحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة، والمساهمة في زيادة الدخل القومي للدولة.

وتبرز المشكلة البحثية في التساؤل حول كيف يمكن لتطبيق الأتمتة أن يساهم في تعزيز الميزة التنافسية لميناء دمياط من خلال تطوير الكفاءة التشغيلية، وتحسين جودة الخدمات، وتعزيز الترابط بين العمليات اللوجستية، وتحقيق رؤية مصر ٢٠٣٠؟

٣. تساؤلات الدراسة:

ومن هنا يمكن صياغة أسئلة البحث فيما يلي:-

السؤال الرئيسي: ما أثر تطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بميناء دمياط؟

الأسئلة الفرعية:

١) ما هو أثر تطبيق الأتمتة على تحسين حركة السفن؟
٢) ما هو أثر تطبيق الأتمتة على تحسين عمليات الشحن والتفرغ؟
٣) ما هو أثر تطبيق الأتمتة على تحسين حركة التداول فى المستودعات (المخازن)؟
٤) ما هو أثر تطبيق الأتمتة على تحسين الإجراءات الجمركية؟

٤. أهمية الدراسة:

أهمية علمية:

١) تهدف هذه الرسالة إلى تقليل الفجوة بين الجانب الأكاديمى واحتياجات السوق العملية.
٢) قد تساهم الرسالة في تطوير نموذج مقترح لتطبيق الأتمتة في ميناء دمياط
٣) تمثل الرسالة دراسة حالة تفصيلية لتطبيق الأتمتة في ميناء دمياط، يمكن الاستفادة منها في دراسات أخرى مماثلة في موانئ أخرى في مصر والمنطقة العربية.
٤) إجراء مقارنة معيارية مع موانئ عالمية رائدة في مجال الأتمتة، واستخلاص الدروس المستفادة والتوصيات القابلة للتطبيق في ميناء دمياط.

أهمية تطبيقية:

١) تحقيق أهداف رؤية مصر ٢٠٣٠ :تدعم الرسالة تحقيق أهداف رؤية مصر ٢٠٣٠ المتعلقة بتطوير قطاع النقل واللوجستيات، وتحويل مصر إلى مركز إقليمي للتجارة العالمية.
٢) تحسين الكفاءة التشغيلية و تعزيز القدرة التنافسية .
٣) دعم اتخاذ القرار وتطوير المهارات.
٤) نموذج يحتذى به :يمكن أن يكون ميناء دمياط نموذجًا يحتذى به في تطبيق الأتمتة في الموانئ المصرية الأخرى، مما يساهم في تطوير قطاع الموانئ بشكل عام.
٥) تطوير إجراءات التراكي والتفريغ والتحميل و تعزيز سلامة العمليات وحوكمتها.

٥. أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى بيان أثر تطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بميناء دمياط، من خلال:

١) بيان تطبيق الأتمتة على تحسين حركة السفن في ميناء دمياط بتقليل أوقات الانتظار في الميناء
٢) تحديد أثر تطبيق الأتمتة على تحسين عمليات الشحن والتفرغ في ميناء دمياط بتسريع عمليات الشحن والتفريغ وتقليص وقت الإجراءات لطلبات الشحن والتفريغ.
٣) تحديد أثر تطبيق الأتمتة على تحسين حركة التداول فى المستودعات (المخازن) في ميناء دمياط بتقليل الوقت اللازم لتداول البضائع.
٤) تحديد أثر تطبيق الأتمتة على تحسين الإجراءات الجمركية في ميناء دمياط بتقليل وقت استخراج الافراج الجمركي للشحنات

بناء عليه تقديم خطة تدريجية لتحسين الأتمتة بناءً على نقاط الضعف التي تكشفها الدراسة.

التعريفات الإجرائية:

١.٥.٥ مفهوم المتغير المستقل: الأتمتة

- يعرفها (Burns) على انها تطبيق أنظمة التحكم الآلي، الروبوتات، والذكاء الاصطناعي لإدارة وتنفيذ العمليات اللوجستية في الموانئ. تشمل هذه العمليات تفريغ الحاويات، نقلها، تخزينها، وتتبعها باستخدام أنظمة مثل الروبوتات الذكية، وأنظمة إدارة الموانئ المتكاملة".(Burns, 2018)
- ومما سبق يرى الباحث ان الأتمتة هي استخدام التكنولوجيا لأداء المهام تلقائيًا دون تدخل بشري، أو بتدخل محدود لتحسين الكفاءة، تقليل الأخطاء، وتوفير الوقت والجهد.

ويعرف الباحث إجرائيا الأتمتة على انها: استخدام التكنولوجيا لأداء المهام تلقائيًا دون تدخل بشري، أو بتدخل محدود لتحسين الكفاءة، تقليل الأخطاء، وتوفير الوقت والجهد.

٢.٥.٥ مفهوم المتغير التابع: العمليات التشغيلية

- وقد عرفها (Notteboom& Rodrigue) على انها مجموعة الأنشطة والعمليات المُنظمة التي يتم تنفيذها لإدارة وتشغيل الميناء بكفاءة. تشمل هذه العمليات التعامل مع البضائع، وإدارة السفن، وتخزين البضائع، وتنسيق النقل الداخلي، بالإضافة إلى الامتثال للأنظمة الجمركية. (Notteboom & Rodrigue, 2008)

ويعرفها الباحث إجرائيا أنها: مجموعة الأنشطة والإجراءات التي تُنفذ لضمان تشغيل الميناء بشكل فعال وكفء، تشمل هذه العمليات جميع الخطوات المطلوبة لإدارة وتنظيم السفن وحركة البضائع داخل الميناء، من لحظة وصول السفن حتى مغادرتها.

٦. منهجية الدراسة:

تم اعتماد المنهج الوصفي الكمي التحليلي، حيث يتيح هذا المنهج وصف وتحليل الظواهر التشغيلية قبل وبعد تطبيق الأتمتة، مع إجراء المقارنات الكمية لقياس حجم التحسن في كفاءة العمليات التشغيلية، ومدى انعكاس ذلك على القدرة التنافسية للميناء.

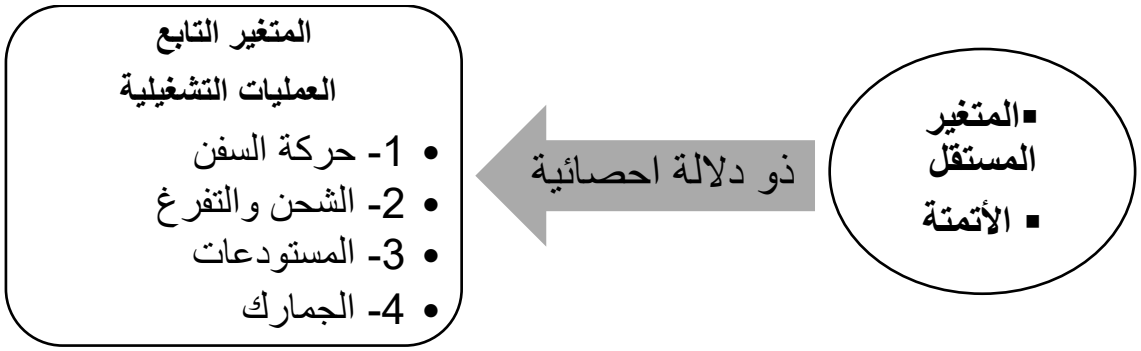
المتغير المستقل: الأتمتة

المتغير التابع: العمليات التشغيلية (حركة السفن، الشحن والتفرغ، المستودعات، الجمارك)

١.٦ فرضيات الدراسة:

فرض العدم H0: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بهيئة ميناء دمياط.

الفرض البديلH1: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بهيئة ميناء دمياط.



شكل (١): متغيرات الدراسة

٧. حدود الدراسة:

الحدود الموضوعية تشمل تطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية على هيئة ميناء دمياط:

الحدود المكانية: اقتصر البحث فى مجال تطبيقه على هيئة ميناء دمياط فقط دون غيرها.

الحدود الزمانية: تم اختيار أعوام من ٢٠١٢، ٢٠٢٤ في تطبيق هذا البحث وذلك من خلال جمع وتصنيف البيانات بشكل دقيق من مواقعها الموثقة، ومن الواقع العملي السائد بهيئة ميناء دمياط البحرى، إضافة إلى أنه ذات توقيت إعداد واستيفاء هذا البحث.

٨. الدراسة التحليلية

لقد بدأت مسيرة الرقمنة والأتمتة في هيئة ميناء دمياط منذ عام ٢٠١٠ من خلال تبنّي حزمة من النظم البرمجية والتقنية، واقتناء تراخيص ومعدات متقدمة، مع الاستمرار في عمليات التحديث الدوري. وفي عام ٢٠١٨ شهد الميناء نقلة نوعية تمثلت في تحقيق التكامل والربط بين مختلف التطبيقات والجهات ذات العلاقة، وهو ما ترتب عليه التحول التدريجي من المعاملات الورقية إلى بيئة رقمية متكاملة، وذلك وفقاً للإحصاءات الرسمية الصادرة عن هيئة ميناء دمياط.

تم تقسيم التحليل إلى محورين رئيسيين:

١- تحليل ومقارنة لمرحلة البدايات الأولى للتطوير الرقمي والاتمتة.

٢- تحليل ومقارنة لمرحلة التكامل والربط بين الأنظمة.

يتم تقديم مجموعة من الإحصاءات الدقيقة المستخلصة من دراسة حالة تطبيق نظام مجتمع الميناء (PCS) في ارتباطه بالأنظمة الآلية السابقة داخل هيئة ميناء دمياط، يعقبها تحليل تفصيلي للنتائج المتحققة.

تحليل ومقارنة لمرحلة البدايات الأولى للتطوير الرقمي والاتمتة.

زمن مكوث السفن في الميناء (Vessel Dwell Time)

قبل تطبيق PCS (2006-2010): كان متوسط زمن مكوث السفن في الميناء يتراوح بين ٤.٥ و٦ أيام.

بعد تطبيق PCS (2011-2021): انخفض متوسط زمن مكوث السفن إلى ٢.٥-٣ أيام.

هذا الانخفاض يُعزى إلى تحسين تنسيق العمليات داخل الميناء وزيادة سرعة الإجراءات مثل التحميل والتفريغ والتخليص الجمركي.

النتيجة: تطبيق PCS أدى إلى تقليل الزمن الذي تقضيه السفن في الميناء بنسبة تصل إلى ٥٠% تقريباً. هذا التحسن ساهم بشكل كبير في زيادة قدرة الميناء على استقبال مزيد من السفن دون التأثير على الكفاءة.

زمن مكوث الشاحنات داخل الميناء(Trucking Dwell Time)

قبل تطبيق PCS: كان متوسط زمن مكوث الشاحنات داخل الميناء يصل إلى ٤٦ ساعة.

بعد تطبيق PCS: انخفض المتوسط إلى ٦-٨ ساعات.

تم تقليص الوقت بشكل رئيسي من خلال تحسين عمليات دخول الشاحنات، معالجة الوثائق إلكترونياً، وتقليل الانتظار في المراكز الجمركية.

النتيجة: التقليص الكبير في زمن إقامة الشاحنات (بنسبة حوالي ٨٠%) يُظهر كيف ساهم نظام PCS في تبسيط الإجراءات اللوجستية، مما انعكس إيجابياً على تدفق البضائع.

وقت التخليص الجمركي للبضائع المستوردة (Customs Clearance Time)

قبل تطبيق PCS: كان متوسط وقت التخليص الجمركي للبضائع المستوردة يتراوح بين ٨ أيام.

بعد تطبيق PCS: انخفض الوقت بشكل ملحوظ ليصل إلى ٥يوم.

النتيجة: التحسن في زمن التخليص الجمركي يُظهر التأثير الكبير لتطبيق PCS في تسريع الإجراءات الجمركية من خلال تحسين تدفق الوثائق والمعلومات عبر الأنظمة الإلكترونية .

إيرادات الهيئة العامة للضرائب المصرية (Egyptian Tax Authority Revenues)

قبل تطبيق PCS: تم تسجيل عدد كبير من حالات تهريب الضرائب على البضائع.

بعد تطبيق PCS: انخفضت حالات التهرب الضريبي بنسبة حوالي ٥٠-٦٠%.

ساعد التحول إلى نظام إلكتروني في تحسين تتبع البضائع وتقليل التلاعب.

النتيجة: النظام الرقابي المحسن عبر PCS ساعد الهيئة العامة للضرائب على زيادة الإيرادات من خلال تحسين عمليات التوثيق ومراقبة المستوردات والصادرات، مما قلل من فرص التهرب الضريبي.

عدد الوثائق المتبادلة بين أصحاب المصلحة (Documents Exchanged)

قبل تطبيق PCS: كان يتم تبادل حوالي ١٠٠-١٢٠ وثيقة بين الأطراف المختلفة في كل عملية تجارية (شركات النقل، السلطات الجمركية، ميناء دمياط).

بعد تطبيق PCS: تم تقليص عدد الوثائق المتبادلة إلى حوالي ٢٠-٣٥ وثيقة. كما تم استبدال معظم الوثائق الورقية بتبادل إلكتروني للبيانات.

النتيجة: تطبيق PCS ساهم في تقليص عدد الوثائق بنسبة تصل إلى ٧٨% تقريباً، مما أدى إلى تحسين الكفاءة وتقليل التكلفة المرتبطة بإدارة الوثائق.

مناولة الميناء (Throughput)

يعرض هذا القسم تطور أحجام المناولة في ميناء دمياط، وهي تداول البضائع للفترة من ٢٠١٧ إلى ٢٠٢٤. بالإضافة إلى ذلك، يعرض إجمالي عدد السفن التي تزور الميناء لنفس الفترة.

حركة السفن

يستقبل ميناء دمياط سنويًا حوالي ٢٩١٧ سفينة في المتوسط خلال السنوات الخمس الماضية. كان التأثير الرئيسي الذي أثر على تداول البضائع في عام ٢٠٢٠ هو تفشي جائحة COVID-19، وبسبب الاتجاه العالمي لاستخدام سفن أكبر لنقل السلع والاحداث الجيوسياسية بالمنطقة.

جدول (١): حركة السفن من ٢٠١٧ حتى ٢٠٢٤

السنة	٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠٢٠	٢٠٢١	٢٠٢٢	٢٠٢٣	٢٠٢٤
إجمالي عدد السفن التي تزور الميناء	٢٨٣٢	٣٠١١	٣١٨٣	٢٨٩٥	٢٦٦١	٣٣٤٢	٣٣٨٨	٣٠٠٠

المصدر: هيئة ميناء دمياط, ٢٠٢٤

حركة البضائع

يحقق ميناء دمياط سنويًا حوالي ٣٨.٤٢ مليون طن في المتوسط من أنواع البضائع المختلفة خلال السنوات الخمس الماضية. كان التأثير الرئيسي الذي أثر على تداول البضائع في عام ٢٠٢٠ هو تفشي جائحة COVID-19، والاحداث الجيوسياسية بالمنطقة ولكن في عام ٢٠٢٤ زادت تداول البضائع بنسبة ١٧.٢%.

جدول (٢): تفصيل إجمالي مناولة الميناء من ٢٠١٧ إلى ٢٠٢٤ بالمليون طن

السنة	٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠٢٠	٢٠٢١	٢٠٢٢	٢٠٢٣	٢٠٢٤
إجمالي تداول البضائع	٣٧.٧	٤٠.٤	٣٨.٩	٣٥	٤٠.١	٤٠.٩	٤٥.٨	٤٤.٢

تحليل ومقارنة لمرحلة التكامل والربط بين الأنظمة.

المقدمة التحليلية

يهدف هذا التحليل إلى قياس الأثر الإحصائي لتطبيق نظام الأتمتة في ميناء دمياط على ثلاثة مؤشرات أداء رئيسية هي: عدد السفن الوافدة، إجمالي حجم التداول (بالأطنان)، وإيرادات النشاط الجاري (بالمليون جنيه). اعتمد التحليل على منهجية المقارنة بين فترتين زمنيتين: ست سنوات قبل التطبيق (٢٠١٢-٢٠١٧) وست سنوات بعد التطبيق (٢٠١٩-٢٠٢٤)، مع استبعاد عام التطبيق نفسه (٢٠١٨) لضمان نقاء النتائج وعدم تشويهها بفترة الانتقال. تم استخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لإجراء التحليلات.

الإحصاء الوصفي للبيانات

يوضح الجدول (٣) الملخص الوصفي للمتغيرات محل الدراسة في فترتي ما قبل وبعد تطبيق النظام.

جدول (٣): الإحصاء الوصفي للمتغيرات

عدد السفن

المتغير / الفترة	المتوسط	الانحراف المعياري	عدد المشاهدات (N)
قبل التطبيق	2486	195.58	6
بعد التطبيق	3128.83	322.13	6

حجم التداول (طن)

المتغير / الفترة	المتوسط	الانحراف المعياري	عدد المشاهدات (N)
قبل التطبيق	30,174,804.33	4,273,139.42	6
بعد التطبيق	40,979,140.00	4,119,346.40	6

الإيرادات (مليون جنيه)

المتغير / الفترة	المتوسط	الانحراف المعياري	عدد المشاهدات (N)
قبل التطبيق	1171.77	729.59	5
بعد التطبيق	3280.94	1199.25	5

ملاحظة على البيانات: يظهر من الجدول وجود فرق واضح في المتوسطات لصالح الفترة التي أعقبت تطبيق النظام الآلي في جميع المتغيرات، مما يشير إلى وجود تحسن أولي في الأداء.

اختبار Shapiro-Wilk (Tests of Normality)

لضمان ملاءمة البيانات للاختبارات الإحصائية المعلمية (Parametric Tests) مثل اختبار (t)، تم اختبار توزيع البيانات للتأكد من عدم انحرافه بشكل كبير عن التوزيع الطبيعي باستخدام اختبار Shapiro-Wilk.

جدول (٤): نتائج اختبار Wilk-Shapiro للعادية

عدد السفن

المتغير / الفترة	إحصائية الاختبار	قيمة الدلالة (Sig.)
قبل التطبيق	0.878	0.262
بعد التطبيق	0.991	0.992

حجم التداول

المتغير / الفترة	إحصائية الاختبار	قيمة الدلالة (Sig.)
قبل التطبيق	0.909	0.43
بعد التطبيق	0.944	0.689

الإيرادات

المتغير / الفترة	إحصائية الاختبار	قيمة الدلالة (Sig.)
قبل التطبيق	0.896	0.388
بعد التطبيق	0.871	0.27

التفسير: نظرًا لأن جميع قيم الدلالة (Sig.) أكبر من ٠.٠٥، فإننا نقبل الفرضية الصفرية التي تنص على أن البيانات موزعة توزيعًا طبيعيًا. وهذا يسمح لنا باستخدام اختبار t للعينات المرتبطة كأداة مناسبة لتحليل الفروقات.

اختبار t (Paired-Samples t-test)

تم استخدام اختبار (t) للعينات المرتبطة لفحص وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي فترتي ما قبل وما بعد التطبيق لكل متغير على حدة.

الفرضية الصفرية (H0): لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي الأداء قبل وبعد تطبيق الأتمتة.

الفرضية البديلة (H1): هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي الأداء قبل وبعد تطبيق الأتمتة لصالح فترة ما بعد التطبيق.

جدول (٥): نتائج اختبار t للعينات المرتبطة

المتغير	متوسط الفرق	قيمة t	درجات الحرية (df)	قيمة الدلالة (Sig. ٢-tailed)
عدد السفن	-642.833	-5.036	5	0.004
حجم التداول	-10,804,335.67	-12.15	5	0.000
الإيرادات	**-2,109.17**	**-9.574**	**4**	**0.001**

التفسير:

- **قيمة الدلالة (Sig.):** جميع قيم الدلالة أصغر من مستوى الدلالة ٠.٠٥. وهذا يعني أننا نرفض الفرضية الصفرية (H0) ونقبل الفرضية البديلة (H1) وهذا يعنى توجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق الأتمتة على تحسين العمليات التشغيلية بهيئة ميناء دمياط وبالتالي:
- **قيمة t:** جميع قيم t سالبة وكبيرة، مما يؤكد أن متوسطات الأداء بعد التطبيق هي أعلى بشكل ذي دلالة إحصائية منها قبله.
- **قوة الأثر:** يظهر الأثر بشكل أقوى على حجم التداول (بقيمة t = -12.15)، يليه الإيرادات، ثم عدد السفن.

٩. النتائج

أسفرت دراسة أثر الأتمتة على أداء ميناء دمياط عن النتائج الرئيسية التالية:
تحسن ملحوظ في الكفاءة التشغيلية

أدى تطبيق الأتمتة إلى:

- تقليص زمن إجراءات تفريغ وتحميل السفن والشاحنات بشكل كبير.
- زيادة عدد السفن التي يتم خدمتها وحجم البضائع المتداولة، بفضل تحسين تدفق المعلومات وتطبيق أنظمة مثل (Just-in-Time).
- تحقيق استغلال أمثل للبنية التحتية الموجودة.

تحسن في الأداء المالي: تم رصد زيادة كبيرة في الإيرادات، يعزى جزء منها إلى:

- تحسين تتبع البضائع وتقليص فرص التهرب الضريبي والجمركي.
- مع الأخذ في الاعتبار أن جزءًا من هذه الزيادة قد يكون مرتبطًا بعوامل خارجية مثل تغيرات سعر الصرف (انخفاض الجنيه المصري مقابل الدولار).

تعزيز التكامل والشفافية:

- ساهم التبادل الإلكتروني للبيانات (EDI) في خفض التكاليف الزمنية والمالية وزيادة كفاءة سلسلة التوريد داخل الميناء.

حساسية الأداء للصدمات الخارجية:

- أظهرت الدراسة أن البيانات تتأثر بشكل واضح بالأحداث العالمية (مثل جائحة كورونا والأزمة في البحر الأحمر)، مما يؤكد على أهمية عزل أثر الأتمتة عن هذه العوامل عند التقييم.

أثر الأتمتة على الكفاءة والسلامة والخدمة

- **خفض أزمنة المكوث والتخليص:** وجدت دراسة أكاديمية تطبيقية على دمياط أن تفعيل Port Community System (PCS) خفّض زمن مكوث الشاحنات والسفن ومتوسط زمن التخليص، ورفع إيرادات جهات منها مصلحة الضرائب عبر تقليل التلاعب .
- **رفع إنتاجية محطة الحاويات:** اعتماد NAVIS N4 وأنظمة TOS الحديثة) مع إدخال معدات كهربائية مؤتمتة eRTG في مشروعات الحاويات الجديدة (يعزز الدقة والاعتمادية والتخطيط بالزمن الحقيقي .
- **سلامة ودقة الوزن والتتبع:** الموازين الإلكترونية مع RFID تخفّض أخطاء الإدخال وتحقق امتثال IMO/SOLAS لوزن الحاويات (VGM) ضمن تدفقات آلية .
- **تحسين تجربة المتعاملين:** التوقيع والدفع الإلكترونيان والفاتورة الموحدة وتطبيقات الموبايل تقلص أوراق المعاملة وتزيد الشفافية والمتابعة اللحظية
- **حوكمة البيانات والتكامل:** الربط G2G والنافذة الواحدة يحدّان الازدواجية ويُسريان تبادل البيانات والتحقق الآني من الهوية والبيانات الإحصائية.

المراجع

المراجع العربية :

- أبو بكر عبد الله سالم قاجوم، محمد سعد زغلول، نبيلة عباس ابراهيم، وإيمان الحداد. (يوليو, ٢٠٢٣). ٥. أثر تطبيق أبعاد التنمية المستدامة من خلال توظيف تكنولوجيا المعلومات على الأداء التشغيلي للموانئ البحرية: دراسة تطبيقية على ميناء مصراته البحري. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، ٣(١٤)، الصفحات ١-٢٢. تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من jces.2023.322914/١٠.٢١٦٠٨

- أسماء الطاهر الخبولي. (٢٠٢٤). لتحديات والفرص للذكاء الاصطناعي في الموانئ البحرية. مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي، ٢(٤)، الصفحات ١٨٣-١٩٣. تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من https://najsp.com/index.php/home/article/view/313

- أشرف على عبده قردش. (يوليو, ٢٠٢١). تحليل الوضع التنافسي لمحطة عدن للحاويات في ظل المنافسة الإقليمية. مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، ١(١)، الصفحات ٦٣٧-٧٠٢. تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من https://dx.doi.org/10.21608/hiss.2024.303632.1381

- أشرف علي عبده، كريم أشرف عبدالكريم ، و أحمد إسماعيل أحمد. (يوليو, ٢٠٢٢). قياس القدرة التنافسية لمحطة عدن للحاويات وللمحطات المجاورة المنافسة لها. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، ٣(١٣)، الصفحات ٢٦٧-٣٠٠. تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من https://doi.org/10.21608/jces.2022.268922

- أماني نبيل عبد العزيز. (ابريل, ٢٠٢١). انعكاسات التكامل بين نظم تخطيط موارد المشروع ((ERP ومحاسبة استهلاك الموارد ((RCA في ظل التحول الرقمي على دعم القدرة التنافسية ــ دراسة ميدانية ". المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية, ٢(١٢). تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من https://doi.org/10.21608/jces.2021.188628

- انتصار طه عبد الوهاب حسن. (يناير, ٢٠٢٤). أثر تفعيل الذكاء الاصطناعي التسويقي في دعم التكلفة والتمايز كأحد اليات الميزة التنافسية المستدامة. مجلة المعهد العالي للدراسات النوعية، ٨(٤)، الصفحات ٢٦٨١-٢٧٢٥ . تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من https://doi.org/10.21608/hiss.2024.280273.1325

- بربرى, أحمد عبد الحليم. "تأثير تطوير تنافسية الموانئ المصرية على تحسين أداء التجارة الدولية." AIN JOURNAL EN Учредители: Arab Institute of Navigation, ٤٩ (2025 ,no. 1). DOI NO. https://doi.org/10.59660/49133

- سامح عبد المنعم سراج. (يوليو, ٢٠٢٤). دور الجدارات الرقمية في دعم استخدام تقنية إنترنت الأشياء (IOT) في إدارة الأنشطة اللوجستية: دراسة تطبيقية على العاملين بهيئة ميناء دمياط. مجلة الدراسات التجارية المعاصرة، ١٨(١٠)، الصفحات ١٢٥٢-١٢٩٨. تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من csj.2024.341410.1557/١٠.٢١٦٠٨

- شيريهان محمد علي محمد علي. (ديسمبر, ٢٠١٨). دور تكنولوجيا المعلومات في تحسين أداء الموانئ البحرية المصرية من منظور الإدارة اللوجستية دراسة تطبيقية على ميناء شرق بورسعيد الجديد. مجلة البحوث المالية والتجارية, ١٩(٤)، الصفحات ١٧٥-١٩٧. تاريخ الاسترداد مايو, ٢٠٢٥، من doi: 10.21608/jsst.2018.62856

المراجع الاجنبية:

- Adel , S. (2024, January). Can Digital Transformation Enhance Quality of Digital Services & Internal Operations: Evidence from the Egyptian Tax Authority. مجلة راية الدولية للعلوم التجارية, 8(3), pp. 766-812. Retrieved may 2025, from https://www.researchgate.net/publication/384108524_Can_Digital_Transformation_Enhance_Quality_of_Digital_Services_Internal_Operations_Evidence_from_the_Egyptian_Tax_Authority

- Agustian, K., Mubarok, E. S., Zen, A., Wiwin, W., & Malik, A. J. (2023, October). The Impact of Digital Transformation on Business Models and Competitive Advantage. Technology and Society Perspectives, 2(1), pp. 79-93. Retrieved MAY 2025, from http://dx.doi.org/10.61100/tacit.v1i2.55

- Burns, M. G. (2018). Port management and operations. CRC press.

- Groover, M. P. (2016). Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. India: Pearson Education.

- He, X., Hu, W., Li, W., & Hu, R. (2023, May). Digital transformation, technological innovation, and operational resilience of port firms in case of supply chain disruption. Marine Pollution Bulletin, 190. Retrieved may 2025, from https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114811

- Joko, J. (2024, April). Digital Marketing and Competitive Advantage: Moderated by Digital Transformation. Journal of Social Work and Science Education, 3(5), pp. 836-844. Retrieved May 2025, from http://dx.doi.org/10.52690/jswse.v5i3.820

- Kim, K. H., & Park, J. K. (2018). Automation in Container Terminals: The Case of Shanghai Port.

- Notteboom, T., & Rodrigue, J. P. (2008). Port Regionalization: Towards a New Phase in Port Development. Maritime Policy & Management, 35, pp. 297-313.

- Sim, S., Kim, D., Park, K., & Bae, H. (2024, Aug). Artificial Intelligence-based Smart Port Logistics Metaverse for Enhancing Productivity, Environment, and Safety in Port Logistics: A Case Study of Busan Port. Retrieved from https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.10519

UNCTAD. (2023). Review of Maritime Transport. New York: United Nations.

- Vrakas, G., Chan, C., & Thai b, V. (2021, December). The effects of evolving port technology and process optimisation on operational performance: The case study of an Australian container terminal operator. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 4(37), pp. 281-290. Retrieved may 2025, from https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2020.04.001

- Xu, H., Liu, J., Xu, X., Chen, J., & Yue, X. (2024, March). The impact of AI technology adoption on operational decision-making in competitive heterogeneous ports☆. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 183. Retrieved may 2025, from https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103428

- Yigit, Y., Kinaci, O. K., Duong, T. Q., & Canberk, B. (2023, Oct). TwinPot: Digital Twin-assisted Honeypot for Cyber-Secure Smart Seaports. arXiv Is Hiring a DevOps Engineer, 1. Retrieved MAY 2025, from https://arxiv.org/abs/2310.12880