دور الموانئ الذكية في تحسين كفاءة الأداء التشغيلي للموانئ البحرية

إعداد
عبدالملك عمر فرج فرحات، سامح فرحات، مختار الحبشي
الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

DOI NO. https://doi.org/10.59660/50735
Received 12/03/2025, Revised 05/04/2025, Acceptance 17/05/2025, Available online and Published 01/07/2025

Abstract

Given the weak operational performance of some ports, which do not have sufficient advanced information technology, and the noticeable slowdown in the development of these terminals, especially since they are characterized by their unique location and other components that make them a matter of attention, the research aims to study the role of smart ports in improving the operational performance of seaports. Therefore, the requirements of digitization and transformation into a smart port were used in this research as an independent variable, and raising the efficiency of the port's operational performance as a dependent variable. Through analyzing the questionnaire data, a relationship was found between these variables through the research hypothesis, which is the presence of a statistically significant effect in applying the requirements of digitization and transformation into a smart port to raise the efficiency of operational performance. The questionnaire also aimed to collect data from port workers. The descriptive analytical approach was used, as well as regression and correlation analysis using the (SPSS) program.

المستخلص

نظرا لضعف الأداء التشغيلي لبعض الموانئ، والتي لا تمتلك تكنولوجيا المعلومات المتقدمة الكافية، والتباطؤ الملحوظ في تطوير تلك المحطات، وخاصة أنها تتميز بالموقع الفريد، والمقومات الأخرى التي تجعلها محل عناية، يهدف البحث إلى دراسة دور الموانئ الذكية في تحسين الأداء التشغيلي للموانئ البحرية، لذلك تم استخدام متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي في هذا البحث كمتغير مستقل، والرفع من كفاءة الأداء التشغيلي للميناء كمتغير تابع، ومن خلال تحليل بيانات الاستبيان تم إيجاد علاقة بين تلك المتغيرات من خلال فرضية البحث والتي تتمثل في وجود أثر ذو دلالة إحصائية في تطبيق متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي للرفع من كفاءة الأداء التشغيلي، كما استهدف الاستبيان جمع البيانات من العاملين في الميناء, وقد تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي، وتحليل الانحدار والارتباط باستخدام برنامج (SPSS).

١ـ مقدمة

إن التقدم العلمي والتقني وانتشار شبكة الانترنت، نتج عنه بروز تأثيرات عديدة على طبيعة وشكل عمل النظم الإدارية، والتي تراجعت معها أشكال الخدمة العامة التقليدية إلى نمط جديد يرتكز على البعد التكنولوجي والمعلوماتي.

نظرًا لأن ٨٠٪ من التجارة العالمية يتم نقلها عن طريق البحر، فيجب على الموانئ التكيف للحفاظ على القدرة التنافسية في السوق ولتحقيق ذلك، تعمل العديد من الموانئ على زيادة إنتاجيتها وكفاءتها للحصول على ميزة

تنافسية. أصبح استخدام التكنولوجيا والتحول الرقمي منتشرًا على نطاق واسع من أجل تحقيق هذه الأهداف مما أدى إلى ظهور مفهوم الموانئ الذكية.
ويعد التحول الرقمي وتطبيق مبدأ الموانئ الذكية هو الاستثمار في الفكر وتغيير السلوك لإحداث تحول جذري في طريقة العمل، عن طريق الاستفادة من التطور التقني الكبير لخدمة المستفيدين بشكل أسرع وأفضل (Ribeiro,٢٠٢٤).

٢- مشكلة البحث

نظرا لضعف الأداء التشغيلي لبعض الموانئ، والتي لا تمتلك تكنولوجيا المعلومات المتقدمة الكافية، والتباطؤ الملحوظ في تطوير تلك المحطات، وخاصة أنها تتميز بالموقع الفريد، والمقومات الأخرى التي تجعلها محل عناية، ومقصد مهم لأصحاب خطوط الشحن بالحاويات على مستوى العالم، ومن ثم زيادة في نسبة المشاركة العالمية، والقدرة على المنافسة وجذب مزيد من العملاء، إلا أنه برغم تلك المقومات فالقدرة التنافسية للميناء تكاد تكون محدودة، وبالتالي يمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤال التالي:
- ما هو دور الموانئ الذكية في تحسين الأداء التشغيلي في الموانئ البحرية "دراسة حالة ميناء طرابلس البحري".

٣- أهداف البحث

الهدف الرئيسي:
دراسة دور استخدام معايير الموانئ الذكية على تحسين كفاءة أداء الموانئ البحرية.

الأهداف الفرعية:
توضيح مفهوم ومقومات الموانئ الذكية.
دراسة مستوى تطبيق متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي في ميناء طرابلس البحري.

٤- أسئلة البحث

ما هو أثر تطبيق متطلبات الموانئ الذكية في رفع كفاءة الأداء التشغيلي للميناء؟
ما هي التحديات التي تواجه ميناء طرابلس في تطبيق متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي؟

٥- فرضية البحث

تتمثل فروض الدراسة في فرضية رئيسية وحيدة ويتفرع منها أربعة فرضيات فرعية وهي كالتالي:
الفرضية الرئيسية H1: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية في تطبيق متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي للرفع من كفاءة الأداء التشغيلي

الفرضية الفرعية الأولى H1.1: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية بين تطوير مستوى البنية التحتية وكفاءة الأداء التشغيلي للميناء.

الفرضية الفرعية الثانية H1.2: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية بين العمليات بالموانئ وكفاءة الأداء التشغيلي للميناء.

الفرضية الفرعية الثالثة H1.3: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية بين تأهيل وتجهيز الموارد البشرية وكفاءة الأداء التشغيلي للميناء.

الفرضية الفرعية الرابعة H1.4: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية بين أنظمة السلامة والأمن وكفاءة الأداء التشغيلي للميناء.

٦- الدراسات السابقة:

دراسة (Bessid et al, 2020)

هدفت الدراسة إلى إبراز مفهوم الميناء الذكي، وتقديم نموذج للموانئ الذكية من خلال تحديد أنشطتها الرئيسية وكذلك العناصر الأساسية التي تؤدي إلى نجاح كل نشاط منها، كما تمت مراجعة منهجية الدراسات السابقة المتعلقة بالموانئ الذكية من خلال تحليل ومراجعة الأدبيات، وتم ذكر أنه في سياق المنافسة المتزايدة بين الموانئ تم نشر إصلاح الموانئ في جميع أنحاء العالم منذ ٢٠٠٨ بهدف منح الموانئ البحرية الكبرى الفرصة للانخراط بشكل مباشر في تصميم سلاسل التوريد المستدامة.

ومن أهم ما تم استنتاجه أنه يجب أن تحتوي الموانئ الذكية على حلول لتحسين إدارة الحاويات، وخطوط النقل، وقدرات المحطات، حيث تتيح تلك التكنولوجيا إمكانية مشاركة المعلومات بين طاقم السفن في المحطات حول سعة السفينة، وعدد الحاويات، ومدة التوقف في الميناء.

دراسة عزالدين الفارسي وآخرون (٢٠٢٢)

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير تطبيق التحول إلى مفهوم الميناء الذكي بالمنطقة الحرة بمصراته، ولتوضيح المعايير المطلوب تطبيقها للتحول إلى الموانئ الذكية وكيفية تطبيقها في المنطقة الحرة بمصراته وذلك لتحسين من أداء الاستدامة بالمواكبة مع تطبيق متطلبات التحول الرقمي والاتجاه نحو الميناء الذكي للمنطقة الحرة، واستنتجت الدراسة عدة نتائج ومنها تعمل المنطقة الحرة على تأهيل وتجهيز الموارد البشرية، وتوفر بنية تحتية قوية وتحتوي على مستوى مرتفع من تفعيل نظام النافذة الواحدة.

دراسة أشرف علي قردش وآخرون (٢٠٢٢)

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة محددات الأداء التنافسي لمحطة حاويات ميناء عدن، وكذلك التعرف على المتطلبات الضرورية التي يمكن الاستفادة منها في الاهتمام بتطبيق مفهوم الموانئ الذكية بالمحطة وذلك خلال العام ٢٠٢٢ قامت الدراسة بوضع بعض التوصيات والتي من شأنها زيادة القدرة التنافسية لمحطة حاويات عدن ومنها يجب إنشاء مركز لوجستي متكامل بهدف إدخال جميع البيانات في الميناء وربطها ببعضها البعض وميكنة كافة الإجراءات في محطة الحاويات، بالإضافة إلى تطبيق أحدث مناهج النظم البيئية وإعادة تدوير المخلفات في المحطة.

دراسة عصام الدين يوسف وعبد الرؤوف يوسف (٢٠٢٣)

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير تطبيق معايير الموانئ الذكية على تحسين كفاءة الأداء التشغيلي وزيادة القدرة التنافسية في محطات الحاويات بالموانئ البحرية. وقد اقترحت الدراسة خطة عمل للتحول إلى ميناء ذكي، مع التركيز على ميناء شرق بورسعيد، من خلال تحليل الاستبيان الذي أعده الباحث، والذي تم تقديمه للخبراء والضباط العاملين على متن السفن، بالإضافة إلى العاملين في إدارة محطات الحاويات وخطوط شحنها.

استخدمت الدراسة المنهج الكمي والتحليل الوصفي، وخلصت الدراسة إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق معايير الموانئ الذكية وكلا من تحسين كفاءة الأداء التشغيلي وزيادة القدرة التنافسية، ومن أبرز نتائج الدراسة ضرورة تنفيذ خطط وبرامج تدريبية لتأهيل الموارد البشرية، بالإضافة إلى الاستثمار في تطوير البنية التحتية الذكية.

٧- مفهوم الموانئ البحرية الذكية:

يتجسد مفهوم الموانئ البحرية الذكية في إنشاء ميناء بحري يتم فيه التعامل مع الآثار البيئية، وتعزيز كفاءة العمليات، وتقليل استهلاك الطاقة، ويساهم ذلك في تحويل الموانئ البحرية إلى مدن ذكية ومستدامة ضمن سلاسل التوريد العالمية (حياة، ٢٠٢٣). وهي المدينة المبتكرة التي تستخدم تكنولوجيات المعلومات والاتصالات وغيرها من الوسائل لتحسين جودة الحياة وكفاءة التشغيل والخدمات الحضرية، بالإضافة إلى تعزيز القدرة التنافسية. كما تهدف إلى تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية في الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية (النوري، ٢٠٢٢).

٧-١ التحديات التي تواجه الموانئ البحرية الذكية

١. تعزيز القدرة التنافسية لصناعة النقل البحري لأنها تشمل العديد من أصحاب المصلحة في مجموعة واسعة من الأنشطة مثل بناء وإصلاح السفن والمعدات.
٢. الاعتماد على الموظفين ذوي الأداء العالي.
٣. التكاليف المرتبطة بالتحول إلى الميناء البحري الذكي أثناء فترة نقل البضائع بين مختلف وسائل النقل.
٤. تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية، والتي تنبع من النقل البحري وهذا يعد أهم التحديات (هبه إسماعيل عبدالنبي وآخرون، ٢٠١٩).

٧-٢ كفاءة استخدام الطاقة للموانئ الذكية

ينبغي توفير استجابة الميناء الذكي في الوقت نفسه للتحدي البيئي العالمي، من خلال التحسين المستمر لإدارة كفاءة الطاقة داخله، والمتمثل في الحد من الأثر البيني، من خلال استخدام الطاقة المتجددة في جميع أنشطته، علاوة على ما تسمح به كفاءة الأنظمة، ومعدات الموانئ الأليه من تخفيض تكاليف الطاقة للمركبات الألية، وتحسين الطرق الأمر الذي يؤدي إلى تحسين عدد المركبات المستهلكة للطاقة المستخدمة في محطة الميناء (عبد الرؤوف يوسف، ٢٠٢٣).

٧-٣ تطبيقات بعض الموانئ الذكية العالمية

الجزء التالي يتناول دراسة بعض التجارب التي قامت بتطبيق مفهوم الميناء الذكي للعمليات التشغيلية وكافة الأنشطة في الميناء، وتم ذكرها لأنها من الموانئ الأعلى كفاءة وكيفية ان تطبيق مفهوم الميناء الذكي يجعل من الميناء مصنف من أفضل الموانئ عالميا، ومن أمثلة هذه الموانئ، ميناء روتردام، ميناء هامبورج.

أ_ **ميناء روتردام:** يعتبر ميناء روتردام أحد أشهر الموانئ الذكية في العالم ويوجد الميناء في هولندا، وهو أكبر ميناء في أوروبا، وفي السنوات الأخيرة، أصبحت السكك الحديدية تشكل شكلاً متزايد الأهمية من أشكال النقل، ليس فقط بين ميناء روتردام والمناطق المحيطة به، ولكن بشكل عام أطلقت هيئة ميناء روتردام مؤخرًا تطبيقًا جديدًا يسمى OnTrack. يوفر هذا التطبيق نظرة ثاقبة في الوقت المتوقع للوصول ومناولة المحطة للقطارات. تم

تنفيذ التطبيق لتلبية احتياجات المحطات والناقلين، فضلاً عن تحسين كفاءة عملية التخطيط والتنبؤ بالجدول الزمني. يتمتع الناقلون برؤية حقيقية في المناولة المحددة لحمولاتهم في المحطة. يتلقى المستخدمون المعلومات الأكثر دقة مثل موقع القطار والوجهة والوقت المتوقع والفعلي للوصول والمغادرة وتقدم العمل المتعلق بالحمولة في المحطة. يقدم الجهاز لجميع المستخدمين نفس المعلومات في الوقت الفعلي، مما يقلل من عدد سوء الفهم ويقضي على الاتصالات غير الموثوقة عبر البريد الإلكتروني. يعرض التطبيق عدد الحاويات أو السيارات التي تم تحميلها أو تفريغها ومتى اكتملت العملية. يجلب OnTrack فوائد لسلسلة السكك الحديدية بأكملها - مشغلي السكك الحديدية وموردي الجر ومحطات المياه العميقة والمياه الداخلية. في بداية أبريل ٢٠١٩، تم تطوير OnTrack واختباره مع عدد من أطراف السوق المختلفة تحت اسم المشروع HAROLD, Karas) ٢٠٢٢).

ب_ ميناء هامبورغ: يقع ميناء هامبورغ شمال ألمانيا، وهو أكبر مقدم للخدمات اللوجستية في أوائل يونيو، دخلت شركة (HHLA) وشركة ABB Ltd. في شراكة لزيادة الكفاءة في التشغيل طويل الأمد لأنظمة الرافعات الآلية الكبيرة (ASC). ستستمر الشراكة حتى نهاية عام ٢٠٢٥ وتهدف إلى إطلاق العنان للإمكانات لمزيد من تطوير أنظمة الرافعات الآلية بالإضافة إلى استخدامها وصيانتها وخدمتها، وفي وقت لاحق من نفس الشهر، اتخذ مشروع كهربة منطقة التخزين في محطة الحاويات (CTB) التابعة لشركة (HHLA) أحدث خطواته مع بدء تشغيل أربع كتل تخزين حديثة جديدة. وبحسب ما ورد ستدفع أحدث التطورات إلى الأمام إزالة الكربون من سير العمل جنبًا إلى جنب مع الحد من الانبعاثات في ميناء هامبورغ، وفي أوائل عام ٢٠٢٢، حصلت هيئة ميناء هامبورغ على منحة قدرها ١٧ مليون دولار من وزارة النقل والرقمنة الفيدرالية لإنشاء منصة اختبار رقمية في ميناء هامبورغ. سيتم استخدام التمويل لدعم مشروع شبكة الخدمات والبيانات لميناء هامبورغ، والذي يمتد لمدة ٣٠ شهرًا، والهدف من دعم شبكة الخدمات والبيانات هو تطوير البنية الأساسية التي تمكن من التكامل الوثيق بين الخدمات اللوجستية المنظمة من القطاع الخاص والبنية الأساسية العامة وإدارة المرور. يهدف هذا الاستثمار إلى تسهيل تقدم الرقمنة والاتصال داخل الميناء، وتعزيز الكفاءة والفعالية في حركة السلع والخدمات (Rahman, 2023).

٨- منهجية وعينة الدراسة الميدانية

٨-١ منهجية البحث

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة دور الموانئ الذكية في تحسين الأداء التشغيلي في الموانئ البحرية، ثم استخدام المنهج الاستقصائي الإحصائي حيث يتم جمع البيانات عن طريق المقابلات الشخصية والميدانية مع عدد من مدراء الإدارات ورؤساء الأقسام والعاملين بميناء طرابلس البحري وتوزيع الاستبيانات عليهم وتحليلها تحليل إحصائي(spss) يخدم هذه الدراسة بالإضافة إلى أصحاب المصلحة والمتعاملين معه، وفي الجدول (١) يوضح عدد الاستبيانات الموزعة.

جدول (١) يبين عدد الاستبيانات الموزعة والفاقد منها

الاستبيانات الموزعة	المتحصل عليها	الفاقد منها	المستبعد	الخاضع للدراسة
١٣٠	١٢١	٩	0	١٢١

٨-٢ نتائج اختبار فرضية البحث

لاختبار الفرضية الرئيسية المتعلقة بأنه "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية في تطبيق متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي في الميناء للرفع من كفاءة الأداء التشغيلي تم استخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط، لدراسة أثر المتغير المستقل المتمثل في (متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي) والمتغير التابع المتمثل في (رفع من كفاءة الأداء التشغيلي)، والنتائج مبينة في الجداول الآتية:

جدول (٢): نتائج معاملات الارتباط واختبار داربن واتسون

	حجم العينة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الارتباط	معامل التحديد	اختبار داربن واتسون
رفع من كفاءة الأداء التشغيلي	121	2.9413	0.47586	0.467	0.218	1.711
متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي	121	2.5334	0.51170			

جدول (٣): نتائج تقدير تطبيق متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي للرفع من كفاءة الأداء التشغيلي

المتغير التابع	المتغير المستقل	المعلمة	الخطاء المعياري	اختبار معالم النموذج		اختبار النموذج الكلي		
				قيمة الاختبار	مستوى الدلالة	قيمة الاختبار	درجات الحرية	مستوى الدلالة
رفع من كفاءة الأداء التشغيلي	الثابت	1.841	0.195	9.450	0.000**	33.224	120	0.000**
	متطلبات الرقمنة والتحول إلى ميناء ذكي	0.434	0.075	5.764	0.000**			
معادلة الانحدار	$y = 1.841 + 0.434\ x$							

**دال إحصائيا عند مستوى معنوية ١٪ - *دال إحصائيا عند مستوى معنوية ٥٪

٩- النتائج

- لا تقوم إدارة الميناء بإجراء العمليات الإلكترونية في الميناء باستخدام التوقيع الإلكتروني لإنهاء المعاملات واستقبال بيانات ومستندات الشحنات الجمركية إلكترونيا.
- لا تتوفر في ميناء طرابلس بنية تحتية قوية مجهزة لاستقبال السفن الحديثة.
- لا يملك الميناء شبكات اتصالات عالية ومتاحة وموثوقة تمكنه من إجراء عمليات الاتصال بسهولة.
- لا يعمل الميناء بنظام التتبع للحاويات والنقل لإدارة حركة البضائع مما يجعل هناك تشتت في تتبع الشحنات في أوقات الذروة.
- لا يتوفر في الميناء مصادر للطاقة المتجددة.

١٠- التوصيات

- تحديث البنية التحتية والفوقية للميناء من خلال تزويدها بأحدث المعدات التي تساعد على تحسين الأداء.
- تحديث تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وإنشاء شبكات اتصالات عالية السرعة وموثوقة لتسهيل عملية الاتصال.

- إنشاء مركز لوجستي متكامل ليتم فيه إدخال جميع البيانات في الميناء بهدف ربطها مع بعضها البعض، وتتم فيه تتبع البضائع والحاويات وتحديد مواقع السفن بهدف خفض التشتت.
- البدء بالعمل بنظام النافذة الواحدة لتسهيل إجراءات الحصول على الخدمة.
- العمل على الاستعانة بشركات أمن معلومات متخصصة لإنشاء وتطوير نظام أمن معلوماتي يحد من الوصول إلى المعلومات الحساسة.
- إنشاء خطط عمل الطاقة المستدامة ومصادر للطاقة المتجددة وتنفيذها.

المراجع

- بركة النوري،٢٠٢٢، دور الموانئ الذكية في خفض التكاليف التجارية، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة.
- حبيلي حياة،٢٠٢٣، الموانئ الذكية والنقل المستدام في الجزائر، مجلة التحولات الاقتصادية، المجلد٣، العدد٢ ص٥٢_٧٣.
- عصام الدين يوسف عبد الرؤوف يوسف، محمد السعيد عبد القادر، مصطفى عبد الحافظ، أحمد إسماعيل أحمد حافظ،٢٠٢٣، أثر تطبيق معايير الموانئ الذكية على تحسين كفاءة الأداء التشغيلي وزيادة التنافسية لمحطات الحاويات المصرية، دراسة حالة ميناء شرق بورسعيد.
- قردش أشرف علي، محمد علوي، أحمد إسماعيل أحمد،٢٠٢٢، قياس تطبيق الموانئ الذكية في محطة حاويات ميناء عدن، جامعة قناة السويس، المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية.
- هبة إسماعيل عبد النبيء،٢٠١٩، العلاقة بين تطبيق متطلبات الموانئ الذكية وتأثيره على استدامة سلسلة التوريد، دراسة تطبيقية على موانئ بورسعيد جامعة عين شمس، مجلة العلوم البيئية، المجلد السادس والأربعون.

- Juliana Basulo_Ribeiro, Carina Pimentel, Leonor Teixeria,(2024) 5th International Conference on Industry 4.0 and smart Manufacturing, procedia computer Science,232,1748_1758.
- Karas, (2020), Smart Port as a Key to the Future Development of modern ports, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Volume 14, Number 1
- Syed Rakin Rahman,(2023), https://www.porttechnology.org/news/top-5-automated-ports.
- Sahiba Bessid,Ala Zouari,Ahmed Frikha,and A. Benabdelhafid,(2021) Smart Ports Design Features Analysis: A Systematic Literature Review, 13ème CONFERENCE INTERNATIONALE DE MODELISATION, OPTIMISATION ET SIMULATION (MOSIM2020), 12-14 Nov 2020, AGADIR, Maroc, Nov 2020, AGADIR, Morocco. ffhal-03177580.