استخدام الذكاء الاصطناعي لتعزيز استدامة النقل البحري في المملكة العربية السعودية: حلول مقترحة لتحقيق التنمية المستدامة

إعداد
عبدالله عمر عبدالله أحمد بو بكر [١]، هشام هلال [٢]، نبيل محمود عبد الوهاب [٣]
الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحرى
[٢] رئيس هيئة تحرير مجلة الجمعية العربية للملاحة

DOI NO. https://doi.org/10.59660/527212
Received 11/12/2025, Revised 30/01/2026, Acceptance 12/03/2026, Available online and Published 01/07/2026

Abstract

This study aims to analyze the role of Artificial Intelligence (AI) technologies in enhancing the sustainability of the maritime transport sector in Saudi Arabia. It evaluates their impact on operational efficiency, environmental sustainability, and cybersecurity within port environments. The study employs a descriptive-analytical approach, utilizing secondary data from official reports and academic studies, alongside primary data collected via a field survey of 95 professionals and experts in the maritime sector. Pearson Correlation was used to test the study's hypotheses regarding the relationship between AI applications and the dimensions investigated of sustainability.

The results indicate a positive correlation between the use of AI technologies and improved operational efficiency, environmental sustainability, and cybersecurity, despite challenges related to the speed of implementation and technical integration. This study provides an analytical framework to assist decision-makers in accelerating the transition toward Smart Ports, aligning with the goals of Saudi Vision 2030.

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة قطاع النقل البحري في المملكة العربية السعودية من خلال تقييم تأثيرها على الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية وتعزيز الأمن السيبراني في بيئة الموانئ. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باستخدام بيانات ثانوية مستمدة من التقارير الرسمية والدراسات العلمية، بالإضافة إلى بيانات أولية تم جمعها عبر استبانة ميدانية شملت (٩٥) مشاركًا من العاملين والمتخصصين في قطاع النقل البحري تم استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لاختبار فرضيات الدراسة المتعلقة بالعلاقات بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة محل الدراسة. أظهرت النتائج وجود ارتباط إيجابي بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين الكفاءة التشغيلية وتعزيز الاستدامة البيئية وتقوية الأمن السيبراني، مع وجود تحديات تتعلق بسرعة التطبيق ومستوى التكامل التقني. تسهم الدراسة في تقديم إطار تحليلي يدعم صناع القرار في تسريع التحول نحو الموانئ الذكية بما يتماشى مع مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠.

١. المقدمة

يمثل النقل البحري الركيزة الأساسية للتجارة العالمية، حيث يتم نقل أكثر من ٨٠% من حجم التجارة الدولية عبر المسارات البحرية (UNCTAD, 2024). ومع تسارع التحول الرقمي، أصبح الذكاء الاصطناعي أحد أبرز الأدوات التقنية القادرة على تحسين إدارة العمليات التشغيلية وتعزيز الاستدامة في قطاع النقل البحري (OECD, 2021). وفي إطار رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، تسعى المملكة إلى تطوير منظومة الموانئ وتحويلها إلى مراكز لوجستية ذكية تعتمد على التقنيات المتقدمة، مما يعزز أهمية دراسة دور الذكاء الاصطناعي في دعم هذا التحول الاستراتيجي ورفع القدرة التنافسية للموانئ السعودية على المستوى العالمي (Saudi Ports Authority, 2023).

٢. مشكلة الدراسة

على الرغم من التطور المتسارع الذي يشهده قطاع النقل البحري في المملكة العربية السعودية، لا تزال التحديات التشغيلية والبيئية والأمنية السيبرانية تمثل عوامل مؤثرة على كفاءة الأداء واستدامة العمليات داخل الموانئ. وتشمل هذه التحديات الحاجة إلى تعزيز التكامل بين الأنظمة الرقمية التقليدية والتقنيات الذكية، إضافة إلى ارتفاع المخاطر السيبرانية المرتبطة ببيئات التشغيل الرقمية الحديثة، مما يبرز الحاجة إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي كأداة استراتيجية يمكن أن تسهم في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل المخاطر وتعزيز الاستدامة (سعود الصهيبى، ٢٠٢٤).

وفي ضوء هذه التحديات، تبرز الحاجة إلى تحليل علمي متكامل يوضح مدى قدرة الذكاء الاصطناعي على معالجة هذه الأبعاد بشكل مترابط.

٣. أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي:

يهدف هذا البحث إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة النقل البحري في المملكة العربية السعودية من خلال تقييم تأثيرها على الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية وتعزيز الأمن السيبراني في بيئة الموانئ الذكية.

الأهداف الفرعية:

١. استكشاف إمكانات تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال النقل البحري السعودي.
٢. تحليل دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية داخل الموانئ السعودية.
٣. دراسة أثر الذكاء الاصطناعي في تقليل الآثار البيئية وتحقيق الاستدامة.
٤. تقييم دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز الأمن السيبراني داخل بيئة الموانئ الذكية.

٤. تحقيق أهداف الدراسة ضمن التحليل العلمي

انطلقت هذه الدراسة من أهداف محددة سعت إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة النقل البحري في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال مراجعة الأدبيات العلمية وتحليل التجارب الدولية الرائدة في تطبيق الحلول الذكية داخل الموانئ بهدف استخلاص أفضل الممارسات القابلة للتطبيق محليًا. كما ركزت الدراسة على تقييم أثر هذه التقنيات على الكفاءة التشغيلية من خلال عرض امثلة استخدامات تقنيات الذكاء

الاصطناعي في إدارة العمليات المينائية والصيانة التنبؤية وأنظمة المراقبة الذكية وتحليل البيانات التشغيلية. ولتوضيح هذا التقييم بصورة عملية، تعرض الدراسة مثالًا تطبيقيًا تمثيليًا مستندًا إلى تجربة دولية في تطبيق الذكاء الاصطناعي داخل العمليات المينائية، بهدف إبراز المؤشرات التشغيلية والبيئية الناتجة عن هذه التطبيقات وتحليل انعكاساتها على كفاءة الأداء والاستدامة في قطاع النقل البحري.

مقارنة دولية بين موانئ رائدة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي

الميناء	التقنية المستخدمة	الفوائد التشغيلية	الأثر البيئي
روتردام	خوارزميات تنبؤية + منصة PortXchange	تقليل زمن الرسو وتحسين جدولة السفن	خفض الانبعاثات بنسبة ٢٠%
سنغافورة	نظام portBrain+ الصيانة التنبؤية	رفع الكفاءة التشغيلية بنسبة ٣٠ %	تحسين في الخدمات اللوجستية
شنغهاي	التشغيل الآلي + إدارة الطاقة	تسريع العمليات وتقليل استهلاك الوقود	خفض البصمة الكربونية
هامبورغ	الأجهزة الذكية المتصلة بالشبكات + smart PORT logistics	تقليل الازدحام بنسبة ١٢%	تحسين كفاءة الطاقة بنسبة ١٨%

المصدر: World Bank. (2022).

تشير نتائج المقارنة إلى أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الموانئ العالمية أسهم في تحقيق تحسن ملموس في مؤشرات الأداء التشغيلي وتقليل التأثيرات البيئية، وهو ما يدعم توجه الدراسة نحو تحليل إمكانية الاستفادة من هذه التجارب في تطوير بيئة النقل البحري السعودي وتعزيز التحول نحو الموانئ الذكية المستدامة.

٥. الأهمية العلمية والتطبيقية للدراسة

تتجلى أهمية هذا البحث في مساهمته في سد الفجوة المعرفية المرتبطة بتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع النقل البحري، وهو مجال ما يزال بحاجة إلى مزيد من الدراسات التطبيقية في السياق السعودي. ويسهم البحث في توضيح دور التقنيات الذكية في دعم تحقيق الاستدامة من خلال تحسين الكفاءة التشغيلية وتعزيز إدارة العمليات البحرية بالاعتماد على تحليل البيانات والتقنيات الرقمية الحديثة.

وتدعم نتائج الاستبانة الأهمية التطبيقية من خلال تقديم دليل تجريبي مستند إلى بيانات ميدانية تعكس واقع قطاع النقل البحري في المملكة العربية السعودية، حيث أظهرت استجابات المشاركين إدراكًا واضحًا للتحديات البيئية والتشغيلية والإدارية والأمنية السيبرانية، إذ أشار (٧٢%) من المشاركين إلى أن الانبعاثات الكربونية وضعف كفاءة الوقود وإدارة النفايات تمثل عائقًا رئيسيًا أمام الاستدامة، فيما أكد (٦٠%) وجود معوقات تشغيلية تؤثر في كفاءة العمليات اليومية، بينما أوضح (٦٤%) أن التحديات الإدارية وضعف الجاهزية السيبرانية تشكل عائقًا أمام التحول المستدام. وفي المقابل، عكست النتائج مستوى مرتفعًا من الثقة بدور تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث أكد (٨٦%) من المشاركين إسهامها في تحسين كفاءة النقل البحري، واعتبر (٧٦%) أنها

أداة أساسية لتحقيق الاستدامة الشاملة. كما أظهرت النتائج دعمًا واضحًا لأبعاد الاستدامة الثلاثة، إذ أقر (٧٤%) بدور الذكاء الاصطناعي في تقليل الانبعاثات وتحسين الالتزام البيئي، وأكد (٧٢%) إسهامه في رفع الكفاءة التشغيلية عبر التطبيقات التنبؤية والأنظمة الذكية، في حين أشار (٧٠%) إلى دوره في تعزيز الأمن البحري السيبراني من خلال قدرات المراقبة والتحليل الذكي. وعلى المستوى الاقتصادي والتشغيلي، تسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز تنافسية الموانئ السعودية ورفع كفاءة الخدمات اللوجستية، إضافة إلى دعم التحول الرقمي وتعزيز جاهزية الأمن السيبراني في البنية التحتية للنقل البحري، بما يسهم في تطوير قطاع نقل بحري أكثر كفاءة واستدامة. كما تقدم الدراسة مجموعة من المقترحات التطبيقية المستندة إلى نتائج التحليل الميداني، بهدف دعم تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعزيز كفاءة واستدامة العمليات في قطاع النقل البحري السعودي.

٦. الدراسات السابقة

اظهرت الأدبيات العلمية اهتماماً متزايداً بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع النقل البحري والموانئ الذكية، حيث أشارت دراسة Stopford (٢٠٢٠) إلى أن استخدام الأنظمة الذكية يسهم في تحسين جدولة السفن وتقليل أوقات الانتظار، مما يؤدي إلى رفع الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف المرتبطة بزمن التوقف. وفي السياق البيئي، أوضحت دراسة Nguyen et al (٢٠٢١) أن تقنيات التعلم الآلي يمكن أن تلعب دوراً محورياً في تقليل الانبعاثات وتحسين إدارة الطاقة داخل الموانئ، بما يدعم أهداف الاستدامة البيئية. كما أكدت تقارير OECD (٢٠٢١) أن نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي لا يعتمد فقط على توفر التقنية، بل يرتبط بشكل مباشر بمدى جاهزية البنية التحتية الرقمية ومستوى التكامل المؤسسي بين الأنظمة التشغيلية المختلفة. ومن منظور استراتيجي، أشارت تقارير McKinsey & Company (٢٠٢٣) إلى أن توظيف تحليلات البيانات الضخمة يعزز من جودة اتخاذ القرار ويسهم في تقليل الأخطاء التشغيلية ورفع مستويات السلامة البحرية. ورغم أهمية هذه الدراسات، إلا أن معظمها ركّز على بيئات تشغيلية متقدمة أو على أبعاد محددة بشكل منفصل، مما يبرز الحاجة إلى دراسة تطبيقية متكاملة تربط بين الأبعاد التشغيلية والبيئية والأمنية السيبرانية في سياق الموانئ السعودية.

٧. الفجوة البحثية

على الرغم من تزايد الأدبيات التي تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع النقل البحري، إلا أن التحليل المتعمق للدراسات السابقة يكشف عن قصور منهجي يتمثل في معالجة أبعاد الاستدامة بشكل تجزيئي لا تكاملي. فقد ركزت بعض الدراسات على تحسين الكفاءة التشغيلية من خلال أنظمة الجدولة الذكية والصيانة التنبؤية، بينما انصرفت دراسات أخرى إلى قياس الأثر البيئي لتقنيات تقليل الانبعاثات، في حين تناولت مجموعة ثالثة قضايا الأمن السيبراني بصورة مستقلة. إلا أن هذه المعالجات بقيت منفصلة نظريًا وتطبيقيًا، ولم تقدم إطارًا تحليليًا موحدًا يربط بين الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة الثلاثة ضمن نموذج واحد يوضح العلاقات المتبادلة بينها. ويزداد هذا القصور وضوحًا في السياق السعودي، إذ إن معظم الدراسات التطبيقية أُجريت في موانئ عالمية متقدمة تمتلك بنية رقمية ناضجة وأنظمة تشغيل متكاملة، ما يجعل نتائجها غير قابلة للنقل المباشر إلى بيئة الموانئ السعودية التي لا تزال في مرحلة التحول التدريجي نحو الرقمنة الشاملة. كما أن الأدبيات الحالية تفتقر إلى نماذج تطبيقية تقيس أثر الذكاء الاصطناعي في ضوء مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠، أو تحلل التحديات التشغيلية والبيئية والأمنية بصورة مترابطة داخل إطار تحليلي واحد. ومن ثم، تتمثل

الفجوة البحثية في غياب دراسة تطبيقية شاملة تربط بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة المتعددة في الموانئ السعودية، بما يتيح تقييمًا تكامليًا لمدى إسهام هذه التقنيات في دعم التحول نحو موانئ ذكية ومستدامة في السياق المحلي.

٨. فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعزيز استدامة النقل البحري في المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية:

- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين الكفاءة التشغيلية.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتعزيز الاستدامة البيئية.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتعزيز الأمن السيبراني.

٩. تحقيق فرضيات الدراسة

تم اختبار فرضيات الدراسة باستخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) بهدف قياس طبيعة العلاقة بين مستوى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة في قطاع النقل البحري. وقد أظهرت النتائج وجود علاقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (Sig ≤ ٠.٠٥)، كما هو موضح في جدول تحليل الارتباط، مما يؤكد تحقق الفرضية الرئيسية والفرضيات الفرعية للدراسة.

جدول (٢): نتائج تحليل الارتباط بين محاور الدراسة(Correlation)

المحور	المتغير المرتبط	اتجاه العلاقة	مستوى الدلالة (Sig.)	قيمة معامل الارتباط (r)
المحور الأول: التحديات التشغيلية	تطبيق الذكاء الاصطناعي	عكسية متوسطة	0.000	**-0.52**
المحور الثاني: التحديات البيئية	الاستدامة البيئية	عكسية متوسطة	0.001	**-0.47**
المحور الثالث: الذكاء الاصطناعي	الكفاءة التشغيلية	طردية قوية	0.000	**0.68**
المحور الرابع: الذكاء الاصطناعي	الاستدامة الشاملة	طردية قوية	0.000	**0.63**
المحور الخامس: الاستدامة البيئية	الأداء البيئي للموانئ	طردية متوسطة	0.000	**0.59**
المحور السادس: الكفاءة التشغيلية	تحسين الأداء التشغيلي	طردية قوية	0.000	**0.71**

تشير نتائج تحليل الارتباط باستخدام معامل بيرسون (Pearson Correlation) إلى وجود علاقات ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة في قطاع النقل البحري السعودي، حيث جاءت جميع قيم مستوى الدلالة أقل من (٠.٠٥)، إذ تراوحت بين (Sig = 0.000) و(Sig = 0.001)، مما يؤكد معنوية النتائج إحصائيًا. وقد أظهرت النتائج علاقات طردية قوية بين تطبيق الذكاء الاصطناعي وكل من الكفاءة التشغيلية (r = 0.68) والاستدامة الشاملة (r = 0.63)، إضافة إلى علاقة طردية متوسطة مع الأداء البيئي للموانئ (r = 0.59)، بينما سجل أعلى ارتباط إيجابي مع تحسين الأداء التشغيلي (r = 0.71). في المقابل، ظهرت علاقات عكسية متوسطة مع التحديات التشغيلية (r = −0.52) والتحديات البيئية (r = −0.47)، مما يشير إلى قدرة تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تقليل التحديات التشغيلية والبيئية داخل الموانئ. وبناءً على ذلك تم قبول الفرضية الرئيسية وجميع الفرضيات الفرعية للدراسة.

١٠. المنهجية

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بهدف تحليل العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة في قطاع النقل البحري السعودي. وتم جمع البيانات الأولية من خلال استبانة إلكترونية تم تطويرها بالاستناد إلى الأدبيات الحديثة والدراسات السابقة ذات الصلة، حيث تضمنت خمسة محاور رئيسية شملت التحديات التشغيلية والإدارية، والتحديات البيئية والانبعاثات، والتحديات الأمنية السيبرانية، وواقع استخدام الذكاء الاصطناعي في الموانئ السعودية، إضافة إلى أثر الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة بأبعادها المختلفة. وقد صُممت فقرات الاستبانة باستخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس مستوى الاتفاق، وتم ربط كل محور بفرضية من فرضيات البحث بما يتيح تحليل العلاقات بين المتغيرات.

شملت العينة (٩٥) مشاركًا من العاملين والمتخصصين في قطاع النقل البحري، وقد تم اختيار العينة باستخدام أسلوب العينة غير الاحتمالية (العينة القصدية)، حيث تم توزيع الاستبانة على الفئة المستهدفة من ذوي الخبرة في المجال، وتم اعتماد جميع الاستجابات الصالحة للتحليل الإحصائي والبالغ عددها (٩٥) استجابة. وتم جمع البيانات إلكترونيًا باستخدام منصة Google Forms.

أما فيما يتعلق بالتحليل الإحصائي، فقد تم استخدام برنامج SPSS لإجراء التحليل الوصفي والاستدلالي، بما في ذلك المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وتحليل التكرارات، إضافة إلى معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) وتحليل الانحدار الخطي البسيط لاختبار فرضيات الدراسة.

وأظهرت النتائج وجود علاقات إيجابية ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات، مما يدعم فرضيات البحث ويؤكد الدور المحوري لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة النقل البحري.

١١. النتائج والتوصيات

استنادًا إلى تحليل بيانات الاستبانة الميدانية وربطها بالإطارين النظري والتطبيقي، هدفت الدراسة إلى اختبار أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على أبعاد الاستدامة في قطاع النقل البحري السعودي، والتي تشمل الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية والأمن السيبراني. وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود أنماط واضحة تدعم فرضيات الدراسة وتعكس الدور المتنامي للحلول الذكية في تطوير بيئة الموانئ.

١. وجود علاقة إيجابية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين الكفاءة التشغيلية داخل الموانئ، خاصة عبر الصيانة التنبؤية وتحليل تدفق السفن وتقليل زمن الانتظار.

٢. ضعف التكامل بين الأنظمة الرقمية يمثل أحد أبرز التحديات التشغيلية الحالية، مما يحد من سرعة اتخاذ القرار ويؤثر على كفاءة العمليات.

٣. وجود تأثير إيجابي لتقنيات الذكاء الاصطناعي على الأداء البيئي، من خلال تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات ودعم عمليات الإبحار الذكي.

٤. مساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز الأمن السيبراني عبر دعم أنظمة التنبؤ بالتهديدات وتحليل الأنماط السلوكية للكشف المبكر عن الهجمات.

٥. وجود فجوة بين مستوى الوعي بأهمية الذكاء الاصطناعي ومستوى التطبيق الفعلي في بعض الموانئ، نتيجة تحديات تنظيمية وتقنية.

٦. أهمية تطوير البنية التحتية الرقمية وبناء القدرات البشرية كعوامل أساسية لنجاح التحول نحو الموانئ الذكية.

١٢. الدلالات التطبيقية والتوصيات العملية

تشير نتائج الدراسة إلى مجموعة من الدلالات التطبيقية التي يمكن أن تسهم في تطوير ممارسات النقل البحري وتعزيز التحول الرقمي في الموانئ السعودية، وذلك على النحو التالي:

١. تسريع تبني حلول الذكاء الاصطناعي في العمليات التشغيلية الأساسية، بما يشمل إدارة الأرصفة والتنبؤ بحركة السفن.
٢. تعزيز التكامل بين الأنظمة الرقمية المختلفة لضمان تدفق البيانات وتحسين جودة اتخاذ القرار.
٣. تطوير برامج تدريب وتأهيل متخصصة لرفع جاهزية الكوادر البشرية في التعامل مع التقنيات الذكية.
٤. إنشاء مراكز ابتكار بحرية متخصصة لتطوير حلول ذكاء اصطناعي موجهة للتحديات المحلية.
٥. تعزيز الأمن السيبراني عبر تبني أنظمة ذكاء اصطناعي قادرة على رصد التهديدات والاستجابة لها بشكل استباقي.
٦. تطوير إطار تنظيمي وتشريعي يدعم استخدام الذكاء الاصطناعي في الموانئ مع ضمان سلامة البيانات.
٧. الاستفادة من التجارب الدولية الرائدة وتكييفها بما يتناسب مع البيئة التشغيلية السعودية.

الخاتمة

تؤكد نتائج هذه الدراسة أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي يمثل ركيزة أساسية لتعزيز استدامة قطاع النقل البحري في المملكة العربية السعودية، حيث يسهم في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التأثيرات البيئية وتعزيز الأمن السيبراني داخل الموانئ الذكية. كما تُبرز الدراسة أهمية التكامل بين التطوير التقني وبناء القدرات المؤسسية لضمان تحقيق تحول رقمي فعّال ومستدام. وتشير النتائج إلى أن تبني استراتيجيات قائمة على الذكاء الاصطناعي، مدعومة بإطار تنظيمي وتدريب متخصص، يمكن أن يعزز من قدرة الموانئ السعودية على المنافسة العالمية وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.

وبذلك، تسهم هذه الدراسة في سد فجوة بحثية قائمة من خلال تقديم إطار تطبيقي متكامل يربط بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وأبعاد الاستدامة التشغيلية والبيئية والأمنية السيبرانية في سياق الموانئ السعودية، مما يوفر أساسًا علميًا يمكن البناء عليه في الدراسات المستقبلية وتطوير السياسات البحرية الذكية.

المراجع

- سعود بن هذال الصه, محمد علي إبراهيم, and هشام هلال. "(أثر إعادة الهيكلة التكنولوجية على القدرة التنافسية للموانئ السعودية (دراسة حالة ميناء الملك عبد العزيز بالدمام." AIN Journal ٤٨, no. 2 (2024)). DOI NO. https://doi.org/10.59660/48716

- UNCTAD. (2024). Review of Maritime Transport 2024. United Nations Conference on Trade and Development.

- OECD. (2021). Artificial Intelligence in Transport and Logistics: Opportunities and Challenges. Organisation for Economic Co-operation and Development.

- Saudi Ports Authority (Mawani). (2023). Saudi Ports Authority Annual Report / Strategic Development Initiatives. Saudi Ports Authority.

- Stopford, M. (2020). Maritime Economics. Routledge.

- Nguyen, T., Chen, Y., & Zhao, H. (2021). Green shipping through AI-enabled navigation. Journal of Sustainable Maritime Systems, 9(4), 201–222.

- McKinsey & Company. (2023). Digital Transformation and AI in Maritime and Port Operations. McKinsey Global Institute