



الذكاء الاصطناعي وأهميته في تطوير إدارة الموانئ البحرية: إدارة التشغيل والمناولة بالمنطقة الحرة مصراتة

محمد إبراهيم أبوكيل، عبد المنعم عطية العائب*، محمد عبد الله محمد الببحوح،

و فراس مصطفى المهدي احمادي

قسم الموانئ والنقل البحري، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: abdoatia76@gmail.com

The Role of Artificial Intelligence in Enhancing Seaport Management: Operations and Cargo Handling Management at the Misrata Free Zone

Mohamed Ibrahim Abokeel, Abdolmonem A. Alaib*, Amhimmed Abdullah Albahbouh, and Feras Mustafa Ehmadi

Department of Ports and Maritime Transport, Faculty of Marine Resources, Alasmara Islamic University, Zliten, Libya.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة التشغيل والمناولة داخل الموانئ البحرية، مع اتخاذ ميناء المنطقة الحرة مصراتة نموذجًا تطبيقيًا. وتأتي أهمية هذه الدراسة في ظل التحولات التقنية المتسارعة التي يشهدها قطاع النقل البحري عالميًا، حيث يُعد الذكاء الاصطناعي أداة استراتيجية لتعزيز الكفاءة التشغيلية، تقليل التكاليف، وتحقيق ميزة تنافسية في بيئة الموانئ، من خلال تطبيقات تشمل: التنبؤ بالأحجام، تحسين التخزين، تتبع الشحنات، الجدولة الذكية، والرؤية الحاسوبية. كما استعرضت الدراسة الإطار النظري للذكاء الاصطناعي، تطوره، وتطبيقاته في إدارة الموانئ العالمية، مع التركيز على فوائد دمجها في عمليات التشغيل والمناولة. وتم تحليل الوضع الراهن في ميناء مصراتة من حيث البنية التحتية والقدرات التشغيلية، ومدى الاستثمار بتقنيات الذكاء الاصطناعي. وقد كشفت النتائج عن محدودية التبني التقني في الميناء، نتيجة تحديات متعددة، أبرزها: ضعف البنية التحتية الرقمية، نقص الكفاءات البشرية المدربة.

الكلمات الدالة: الذكاء الاصطناعي، تطوير إدارة الموانئ، إدارة التشغيل، إدارة المناولة، المنطقة الحرة مصراتة.

Abstract

This study aims to explore the role of artificial intelligence (AI) in enhancing the management of operations and cargo handling in seaports, using Misurata Free Zone Port as a case study. The significance of this study emerges in light of the rapid technological transformations taking place in the global maritime transport sector. AI is

considered a strategic tool for improving operational efficiency, reducing costs, and gaining a competitive advantage in port environments through applications such as volume forecasting, storage optimization, shipment tracking, smart scheduling, and computer vision. The study also reviewed the theoretical framework of artificial intelligence, its historical development, and its applications in global port management, with a focus on the benefits of integrating AI in operational and handling processes. The status of Misurata Port was analyzed in terms of infrastructure, operational capacities, and the extent of investment in AI technologies. The findings revealed limited technological adoption at the port due to several challenges, most notably the weakness of digital infrastructure and a lack of trained human capital.

Keywords: Artificial intelligence, Port management development, Operations management, Handling management, Misrata Free Zones.

1. المقدمة

شهدت صناعة النقل البحري والموانئ في العقود الأخيرة تطوراً متسارعاً بفعل التقدم الكبير في مجالات التكنولوجيا الحديثة، لاسيما تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، التي أصبح لها دور رئيسي في تعزيز كفاءة العمليات اللوجستية والرفع من جودة الخدمات المقدمة. وقد أدى هذا التطور إلى دخول تقنيات الذكاء الاصطناعي بقوة إلى قطاع إدارة الموانئ، حيث ساهمت هذه التقنيات في تحسين عمليات الشحن والتفريغ، تنظيم حركة السفن، التنبؤ بالظروف التشغيلية، وتحسين إدارة الموارد اللوجستية. يُعد الذكاء الاصطناعي بمثابة أداة محورية في تحقيق الأتمتة، تقليل الأخطاء البشرية، دعم اتخاذ القرار بناءً على تحليل البيانات الضخمة، بالإضافة إلى توفير حلول ذكية للتحديات اليومية التي تواجه الموانئ. وقد انعكس ذلك على أداء العديد من الموانئ العالمية التي تبنت تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما أدى إلى تعزيز كفاءتها التنافسية، وتقليل التكاليف، ورفع مستوى السلامة البحرية.

في هذا السياق، يبرز ميناء المنطقة الحرة مصراته كأحد أهم الموانئ الليبية الواعدة، نظراً لما يتمتع به من موقع استراتيجي مميز وقدرة متزايدة على استقبال أنواع متعددة من البضائع والسفن. ويأتي توجه الميناء نحو التحديث والرقمنة استجابةً للحاجة الملحة لمواكبة المعايير الدولية في إدارة وتشغيل الموانئ. غير أن هذا التوجه يفرض تحديات عدة تتعلق بمدى جاهزية البنية التحتية، وتأهيل الكوادر البشرية، وتوفير التمويل اللازم لتطبيق التقنيات الذكية. بناءً عليه، تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف أهمية ودور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة ميناء المنطقة الحرة مصراته، من خلال تحليل واقع استخدام هذه التقنيات، وتحديد الفوائد المحتملة، ورصد المعوقات التي قد تحول دون تطبيقها الفعّال. وتسعى الدراسة إلى تقديم توصيات عملية تدعم التحول الرقمي للميناء، بما يساهم في تعزيز مكانته كمركز لوجستي متطور يخدم الحركة التجارية الإقليمية والدولية.

1.1. مشكلة الدراسة

على الرغم من الأهمية الاقتصادية والاستراتيجية الكبيرة التي يحظى بها ميناء المنطقة الحرة مصراته، باعتباره أحد الموانئ المحورية في دعم حركة التجارة والنقل البحري في ليبيا، إلا أن هناك العديد من التحديات التي ما تزال تؤثر على كفاءة عملياته اليومية ومستوى خدماته المقدمة. ومن أبرز هذه التحديات، بطء إنجاز العمليات المينائية، من خلال الزيارات الميدانية ومادة التدريب الحقلي سواء في شحن أو تفريغ السفن، مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف التشغيل وزيادة زمن انتظار السفن والحاويات داخل الميناء. ويرجع ذلك في جزء كبير منه إلى الاعتماد على الأساليب التقليدية وعدم توظيف التقنيات الحديثة بالشكل الكافي. كذلك، تواجه إدارة الحاويات بالميناء صعوبات تتعلق بضعف أنظمة التتبع الآلي، وإدارة سلاسل الإمداد بشكل ذكي، مما ينعكس سلباً على قدرة الميناء في التعامل مع الأحجام المتزايدة للبضائع بكفاءة وسرعة. كما يشكل التنبؤ بحركة السفن وإدارة أرصفة الرسو تحدياً مستمراً، لاسيما مع محدودية استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي القادرة على معالجة وتحليل البيانات المتعلقة بمواعيد الوصول والمغادرة والطقس والحمولات. انطلاقاً مما سبق، تتبلور مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس حول: ما مدى أهمية ودور الذكاء الاصطناعي في معالجة هذه التحديات وتطوير إدارة التشغيل والمناولة في ميناء المنطقة الحرة مصراته؟

2.1. أسئلة الدراسة

من خلال المشكلة التي تم عرضها والتساؤل الرئيس والذي سبق بيانه، فبالرغم من التطورات المتسارعة في مجال الذكاء الاصطناعي وتزايد تطبيقاته في الموانئ حول العالم، أصبح من المهم استكشاف مدى قدرة الموانئ المحلية، مثل ميناء المنطقة الحرة مصراته، على الاستفادة من هذه التقنيات في تحسين أدائها الإداري والتشغيلي.

للإجابة عن هذه الإشكالية، تطرح الدراسة الأسئلة التالية:

- بيان مدى كفاءة الكوادر البشرية في تطبيق الذكاء الاصطناعي؟
- إبراز الإمكانيات المتوفرة في البنية التحتية لاستخدام الذكاء الاصطناعي ومدى قدرة إدارة عمل ميناء المنطقة الحرة لتوفيرها؟

3.1. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على أهمية الذكاء الاصطناعي كأداة فعالة في تطوير أداء الموانئ، مع التركيز على ميناء المنطقة الحرة مصراته كنموذج تطبيقي. وتسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:



- تحليل واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة ميناء المنطقة الحرة مصراتة وتحديد أبرز نقاط القوة والقصور.
- تقديم حلول وتوصيات لمواجهة التحديات وتعزيز تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في الميناء مستقبلاً.

4.1. أهمية الدراسة

تتبع أهمية هذه الدراسة من جانبين رئيسيين: الأهمية العلمية: تسهم الدراسة في إثراء الأدبيات العربية المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الموانئ، من خلال تقديم تحليل علمي حديث يركز على ميناء المنطقة الحرة مصراتة كنموذج تطبيقي، وهو ما يساعد في سد فجوة بحثية قائمة. الأهمية العملية: توفر الدراسة إطاراً محورياً لصانعي القرار بالميناء لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي بهدف تحسين الكفاءة التشغيلية، كما تقدم مقترحات تساهم في تطوير قطاع النقل البحري الليبي وتعزيز تنافسيته إقليمياً ودولياً.

5.1. فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية: هناك أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراتة.

الفرضيات الفرعية:

- هناك أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تقليل زمن مناولة الحاويات في الميناء.
- هناك علاقة بين تطبيق الذكاء الاصطناعي وتحسين دقة جدولة السفن والعمليات اللوجستية.

6.1. منهجية الدراسة

- النوع: دراسة وصفية تحليلية مع استخدام أدوات البحث الميداني.
- أدوات جمع البيانات: مقابلات مع مسؤولي الميناء، استبيانات موجهة للعاملين، ملاحظة ميدانية.
- مصادر البيانات: (مصادر أولية) البيانات الميدانية المستخلصة من المقابلات والاستبيانات. (مصادر ثانوية) كتب، أبحاث علمية، تقارير دولية متعلقة بالذكاء الاصطناعي وإدارة الموانئ.

2. الإطار النظري

2.1. الذكاء الاصطناعي وأهميته في تطوير إدارة الموانئ البحرية

تعيش القطاعات البحرية في العصر الراهن تحولات جوهرية بفعل التقدم السريع في تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث أصبح هذا الأخير يشكل ركيزة أساسية في عمليات التحديث والتطوير داخل الموانئ البحرية. لقد بات من الضروري أن تتكيف الموانئ المعاصرة مع متطلبات الثورة الرقمية، وأن تنتقل من النماذج التقليدية إلى منظومات ذكية قادرة على استيعاب الكم الهائل من البيانات وتحليلها، بما يضمن رفع كفاءة التشغيل، وتقليل التكاليف، وتعزيز الأمن والسلامة البحرية (الخبولي، 2024).

ويعد الذكاء الاصطناعي من أبرز الأدوات التي تُسهم في تحقيق هذه الأهداف، لما له من قدرة على أتمتة العمليات، وتحسين اتخاذ القرار، وإدارة سلاسل الإمداد بكفاءة. وفي ظل المنافسة الشرسية بين الموانئ الإقليمية والعالمية، فإن إدماج تقنيات الذكاء الاصطناعي أصبح خياراً استراتيجياً لا غنى عنه لتطوير البنية التحتية، وتحسين جودة الخدمات، ورفع القدرة الاستيعابية. ومن هنا تبرز أهمية هذا المبحث في تسليط الضوء على المفهوم العام للذكاء الاصطناعي، واستعراض أهميته في النهوض بواقع الموانئ البحرية نحو نموذج أكثر تطوراً وابتكاراً.

2.1.1. مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطوره التاريخي:

يمثل الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence -AI) أحد أبرز الابتكارات التكنولوجية في العصر الحديث، وقد أصبح من أهم الأدوات التي تُستخدم لإحداث تحول نوعي في مختلف القطاعات، بما فيها النقل البحري وإدارة الموانئ. وتعود أهمية الذكاء الاصطناعي إلى قدرته على محاكاة الذكاء البشري وتحسين أداء الأنظمة من خلال التعلم والتفاعل مع البيئة المحيطة. ورغم أن المفهوم يبدو حديثاً في الانتشار، إلا أن جذوره الفكرية والعلمية تعود إلى منتصف القرن العشرين (Russell & Norvig, 2021).

1) تعريف الذكاء الاصطناعي:

يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه "القدرة التي تتمتع بها أنظمة الحاسوب على أداء مهامها والتي تتطلب ذكاءً بشري، مثل الإدراك، والتعلم، والتفكير، واتخاذ القرارات". ويتفرع الذكاء الاصطناعي إلى عدة أنواع، من أبرزها (Russell & Norvig, 2021):

- الذكاء الاصطناعي الضيق (Narrow AI): الذي يُصمَّم لأداء مهمة محددة.
- الذكاء الاصطناعي العام (General AI): الذي يحاكي الإدراك البشري بدرجة واسعة.
- الذكاء الاصطناعي الفائق (Super AI): وهو مفترض مستقبلي، يتفوق على الذكاء البشري.

وتُستخدم تقنيات متعددة ضمن منظومة الذكاء الاصطناعي، مثل:

- التعلم الآلي (Machine Learning)
- الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks)
- معالجة اللغة الطبيعية (NLP)
- رؤية الحاسوب (Computer Vision)

2) التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي:

ظهر مصطلح الذكاء الاصطناعي رسميًا عام 1956 في مؤتمر دارتموث، حين قدم العالمان جون مكارثي ومارفن مينسكي أول تصور علمي لبناء آلات يمكنها التفكير والتصرف بشكل ذكي. وفي العقود التالية، مر الذكاء الاصطناعي بمراحل متباينة بين الطموحات الكبرى والتراجع النسبي، نتيجة لعدة عوامل، منها محدودية القدرة الحاسوبية وصعوبة التعامل مع المشكلات المعقدة (McCarthy et al., 1955). وقد شهد الذكاء الاصطناعي تطورات ملحوظة عبر المراحل التالية (Nilsson, 2010):

- المرحلة الأولى (1956–1970): ركزت على النظريات الأولية، والخوارزميات الأساسية، دون نتائج تطبيقية كبيرة.
- المرحلة الثانية (1970–1990): شهدت استخدام نظم الخبرة (Expert Systems) في بعض القطاعات، خاصة الطب والصناعة.
- المرحلة الثالثة (1990–2010): ارتبطت بتطور الحوسبة، مما سمح بتطبيقات أكثر تقدمًا، خصوصًا مع ظهور الإنترنت.
- المرحلة الرابعة (2010–الآن): وهي مرحلة "الذكاء الاصطناعي الحديث"، حيث تميزت بظهور تقنيات التعلم العميق، وتحليل البيانات الضخمة، والنظم الذكية، ما أدى إلى اختراق الذكاء الاصطناعي لمجالات جديدة تشمل الخدمات، النقل، الأمن، الدفاع، وحتى الإدارة العامة.

3) أهمية الذكاء الاصطناعي في البنية التحتية والقطاعات الحيوية:

لقد تجاوز الذكاء الاصطناعي كونه مجرد تقنية إلى أن أصبح أداة استراتيجية تُعيد تشكيل نماذج الأعمال في العالم. فالتطبيقات الذكية أصبحت أساسًا في اتخاذ القرار وتحليل المخاطر وتوقع الأداء. وقد تبنت الحكومات والمنظمات الدولية توجهات واضحة نحو إدماج الذكاء الاصطناعي ضمن سياساتها العامة، لما له من تأثير مباشر على الكفاءة والحوكمة والتنمية المستدامة.

(4) الرابط بين الذكاء الاصطناعي وقطاع النقل البحري:

في سياق إدارة الموانئ البحرية، يُعد الذكاء الاصطناعي عنصراً جوهرياً لإحداث التحول الرقمي المنشود. إذ يُمكن استخدامه في أتمتة الخدمات اللوجستية، ومراقبة حركة السفن، وتنسيق الجمارك، وتحليل سلاسل الإمداد، وغيرها. بل إنه أصبح اليوم عنصراً حاسماً في المنافسة بين الموانئ العالمية، نظراً لقدراته على تقليص التكاليف ورفع الكفاءة التشغيلية.

2.1.2. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الموانئ العالمية:

شهدت الموانئ البحرية تحولات كبرى في بنيتها التشغيلية والإدارية نتيجة التقدم التقني المتسارع، وعلى رأسه الذكاء الاصطناعي. فقد أصبحت هذه التقنية حجر الزاوية في تطوير ما يُعرف بـ "الموانئ الذكية"، لما توفره من حلول فعالة تساهم في رفع الكفاءة، وتسهيل حركة البضائع، وتقليل التكاليف، وتحقيق مستويات أعلى من الأمان والاستدامة.

وتكمن أهمية الذكاء الاصطناعي في قدرته على تحليل كميات هائلة من البيانات في الوقت الحقيقي، واستخلاص أنماط ومؤشرات تُمكن الإدارات من اتخاذ قرارات مستنيرة، فضلاً عن أتمتة العمليات اللوجستية والإدارية المعقدة (Russell & Norvig, 2021).

فيما يلي استعراض لأبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الموانئ العالمية:

(1) الإدارة الذكية لحركة السفن:

من أهم المجالات التي استفادت من الذكاء الاصطناعي في الموانئ هي إدارة الحركة الملاحية. يتم استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات الملاحية، الظروف المناخية، وأحجام الشحن لتحديد أفضل المسارات البحرية وتوقيتات الوصول. هذه التحليلات تقلل من التكدس البحري، وتحدّ من الحوادث، وتحسّن جدولة عمليات الرسو. على سبيل المثال، في ميناء روتردام بهولندا، طُوّر نظام (PortXchange) القائم على الذكاء الاصطناعي، والذي يقوم بمزامنة البيانات بين مختلف الفاعلين (شركات الشحن، الأرصفة، الجمارك)، ما سمح بتقليص وقت الانتظار بنسبة تزيد عن 20% (PortXchange, 2022).

(2) الأتمتة الكاملة للموانئ:

شهدت بعض الموانئ الكبرى أتمتة شبه كاملة للعمليات من خلال الذكاء الاصطناعي. وتشمل هذه الأتمتة:

- رافعات الحاويات الذاتية
- الشاحنات ذاتية القيادة داخل الميناء
- نظم التحكم في التكديس

– مراقبة المخزون الآلي

في ميناء يانغشان العميق (شنغهاي)، وهو أحد أكثر الموانئ تطورًا في العالم، يتم تشغيل كافة الرافعات والأنظمة اللوجستية دون تدخل بشري. ويتم إدارة أكثر من 6 ملايين حاوية سنويًا باستخدام نظم ذكاء اصطناعي تتوقع حركة البضائع وتضبط عمليات التحميل والتفريغ.

(3) الأمن الذكي والمراقبة الاستباقية:

تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي دورًا محوريًا في تعزيز الأمن البحري من خلال أنظمة المراقبة الذكية، والتي تعتمد على:

– الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)

– تقنيات التعرف على الوجوه

– اكتشاف السلوكيات غير الاعتيادية

– تحليل الفيديو المباشر

في ميناء سنغافورة، أحد أنشط الموانئ عالميًا، يتم استخدام نظام ذكاء اصطناعي لتحليل الفيديوها القادمة من مئات الكاميرات في وقت حقيقي، لكشف أي تحركات مشبوهة أو تهديدات محتملة، ما عزز مستوى الأمان وسرعة الاستجابة للطوارئ.

(4) الإدارة البيئية الذكية:

في عدد من الموانئ الحديثة، تم إدخال الذكاء الاصطناعي في تحسين الإجراءات الجمركية، عبر تحليل المستندات تلقائيًا، وربط المعلومات مع قواعد بيانات دولية لتقييم المخاطر وتحديد الحاويات المشبوهة. ويُستخدم التعلم الآلي للكشف عن الأنماط التجارية غير العادية التي قد تشير إلى تهريب أو غش. ميناء برشلونة – إسبانيا هو أحد الأمثلة التي أدخلت هذه التقنية، مما أدى إلى تقليص زمن التخليص بنسبة 60%، وتحسين الرقابة دون تعطيل حركة التجارة.

(5) التنبؤ بالأعطال والاختناقات التشغيلية:

يستخدم الذكاء الاصطناعي في بناء أنظمة تنبؤ تعتمد على البيانات التاريخية والفعالية، للكشف المبكر عن احتمالات تعطل المعدات أو حدوث اختناقات في سلاسل التوريد. وتقوم هذه الأنظمة بتحليل المؤشرات التشغيلية (مثل درجة حرارة المعدات، وسرعة الأداء، والحمل الزائد)، وتقوم بإرسال تنبيهات إلى الفرق الفنية. في ميناء هامبورغ الألماني، يعتمد نظام التنبؤ الذكي على آلاف المستشعرات الموزعة على الآلات والأرصعة، مما ساعد في تقليل الأعطال المفاجئة بنسبة تفوق 40% وزيادة جاهزية المعدات التشغيلية.

6) تحسين الخدمات الجمركية والتخليص:

تُظهر التجارب العالمية أن الذكاء الاصطناعي لم يعد خيارًا تكميليًا للموانئ، بل ضرورة استراتيجية تعيد تشكيل مفهوم الكفاءة والإدارة الحديثة. من خلال الدمج الذكي بين البيانات والتشغيل، نجحت الموانئ في التحوّل إلى منظومات مرنة، قادرة على التكيف مع التغيرات العالمية المتسارعة، وتقليل التكاليف، وتحقيق الاستدامة، والتفوق التنافسي. كما أن هذه النماذج توفر دروسًا مهمة للموانئ العربية الراغبة في الانتقال إلى حقبة الموانئ الذكية.

7) دعم اتخاذ القرار والتخطيط الاستراتيجي:

يمكنّ الذكاء الاصطناعي إدارات الموانئ من الوصول إلى قرارات أكثر دقة، بناءً على التحليلات التنبؤية (Predictive Analytics) ونماذج المحاكاة الذكية. ويتم استخدام هذه الأدوات لتخطيط التوسعة المستقبلية، وتوزيع الموارد البشرية، وتحليل أداء الموردين (Port of Rotterdam Authority, N.D.). في ميناء أبو ظبي (خليفة Port)، يستخدم الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات القادمة من مختلف الفاعلين لتقديم لوحات قيادة لحظية تدعم اتخاذ القرار وتعزّز الشفافية في الأداء التشغيلي.

3.1.2. مفهوم إدارة الموانئ وتحدياتها:

1) مفهوم إدارة الموانئ:

تعد إدارة الموانئ من الركائز الأساسية في منظومة النقل البحري، حيث تُعنى بتنظيم وتنسيق كافة الأنشطة والعمليات التي تتم داخل الميناء، بهدف تحقيق الكفاءة التشغيلية، وضمان سلامة حركة السفن والبضائع، وتقديم خدمات متميزة للعملاء. وتشمل إدارة الموانئ مجموعة من المهام المتداخلة، مثل: تخطيط الأرصفة، تنظيم عمليات الشحن والتفريغ، إدارة المخازن، الإشراف على الخدمات اللوجستية، والتنسيق مع الجهات الرقابية والأمنية (Notteboom et al., 2022). لذا يتطلب إدارة الموانئ الحديثة تبني أساليب إدارية متطورة، تعتمد على استخدام التكنولوجيا والأنظمة الذكية، لتحقيق التكامل بين مختلف الوحدات التشغيلية، وتسهيل تدفق المعلومات، مما يساهم في تحسين اتخاذ القرارات، وتقليل التكاليف، وزيادة القدرة التنافسية للميناء.

2) التحديات التي تواجه إدارة الموانئ:

رغم التطورات التكنولوجية والإدارية التي شهدتها قطاع الموانئ، إلا أن هناك العديد من التحديات التي تواجه إدارتها، والتي يمكن تصنيفها إلى ما يلي:

(أ) التحديات التشغيلية واللوجستية:

- تزايد حجم الشحنات: مع النمو المستمر في التجارة العالمية، تواجه الموانئ ضغوطاً متزايدة لمعالجة كميات أكبر من البضائع، مما يتطلب تحسين البنية التحتية، وتحديث المعدات، وتبني أنظمة تشغيل متقدمة.
- تعقيد العمليات اللوجستية: تتضمن عمليات الموانئ العديد من الأنشطة المتداخلة، مثل: تحميل وتفريغ السفن، تخزين البضائع، وإدارة حركة الشاحنات والقطارات، مما يستدعي تنسيقاً دقيقاً بين مختلف الأطراف المعنية.

(ب) التحديات التقنية والتكنولوجية:

- نقص البنية التحتية الرقمية: تعاني بعض الموانئ من ضعف في توافر مراكز لإدارة نظم المعلومات، مما يؤثر سلباً على تبادل البيانات، ويؤخر عمليات الشحن والتفريغ (Heilig et al., 2017).
- التهديدات السيبرانية: مع الاعتماد المتزايد على الأنظمة الرقمية، أصبحت الموانئ عرضة للهجمات السيبرانية، التي قد تؤدي إلى تعطيل العمليات، وتسريب البيانات الحساسة (IMO, 2021).

(ج) التحديات الإدارية والتنظيمية:

- البيروقراطية والتعقيدات الإدارية: تؤدي الإجراءات الإدارية المعقدة، وانعدام استخدام البيانات الحديثة، إلى بطء في عمليات سير الشحن والتفريغ، وتأخير في اتخاذ القرارات (Heilig et al., 2017).
- نقص الكوادر المؤهلة: تفتقر بعض الموانئ إلى الأيدي العاملة المتدربة والمتخصصة، نتيجة انعدام برامج التدريب، وعدم وجود إجراءات واضحة لكل وظيفة داخل الميناء (Notteboom et al., 2022).

(د) التحديات البيئية والاستدامة:

- تبني ممارسات الاستدامة: عبر استخدام مصادر الطاقة النظيفة، وتحسين إدارة النفايات، والالتزام بالمعايير البيئية الدولية.
- أمثلة على موانئ ناجحة: ميناء روتردام (هولندا): يُعد من أكثر الموانئ تطوراً، حيث يعتمد على أنظمة ذكية لإدارة العمليات، مما ساهم في تحسين الكفاءة، وتقليل التكاليف.

ميناء سنغافورة: يتميز بتبني تقنيات متقدمة في مراقبة الأمن والسلامة، واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات، مما عزز من قدرته التنافسية

— الضغوط البيئية: تواجه الموانئ تحديات متزايدة للحد من التلوث والانبعاثات الكربونية، مما يتطلب تبني ممارسات صديقة للبيئة، واستخدام مصادر الطاقة النظيفة (UNCTAD, 2024).

— إدارة النفايات: تحتاج الموانئ إلى تطوير أنظمة فعالة لإدارة النفايات البحرية، والحفاظ على النظام البيئي المحيط، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة.

(هـ) التحديات الاقتصادية والمالية:

— نقص الاستثمارات: تتطلب عملية تطوير الموانئ استثمارات ضخمة، وقد تواجه بعض الموانئ صعوبة في جذب التمويل اللازم، خاصة في ظل غياب إطار قانوني واضح، مما يحد من فرص النمو.

— التقلبات الاقتصادية: تؤثر التغيرات الجيوسياسية والاقتصادية، مثل التوترات السياسية والتغيرات في السياسات التجارية، على تدفق البضائع، والطلب على خدمات الموانئ (الشريف، 2020).

3) استراتيجيات مواجهة التحديات:

لمواجهة التحديات المذكورة، يمكن لإدارة الموانئ تبني الاستراتيجيات التالية:

— التحول الرقمي: من خلال اعتماد أنظمة إدارة متكاملة، وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، لتحسين الكفاءة التشغيلية، وتسهيل تدفق المعلومات.

— تطوير الموارد البشرية: عبر تنفيذ برامج تدريبية متخصصة، وتأهيل الكوادر العاملة، لضمان جودة الأداء، وتحقيق الأهداف التشغيلية.

— تعزيز الشراكات: من خلال التعاون مع القطاع الخاص، والمؤسسات البحثية، لتبادل الخبرات، وجذب الاستثمارات، وتطوير البنية التحتية.

2.2. العمليات التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراته

يعد ميناء المنطقة الحرة بمصراته أحد أهم الموانئ الحيوية في ليبيا، نظرًا لموقعه الاستراتيجي على الساحل الليبي المطل على البحر الأبيض المتوسط، وقدرته على استيعاب حجم كبير من العمليات التجارية، سواء الواردة أو الصادرة. وقد شهد هذا الميناء تطورًا ملحوظًا خلال السنوات الأخيرة، بعد تحوله إلى منطقة حرة، ما جعله مركزًا لوجستيًا وتجاريًا جاذبًا على المستويين المحلي والإقليمي.

وتُشكل العمليات التشغيلية في هذا الميناء محوراً أساسياً في منظومة النقل البحري الليبي، حيث تشمل هذه العمليات استقبال السفن، التفريغ، الشحن، التخزين، التوزيع، وتقديم مختلف الخدمات اللوجستية. وتكمن أهمية هذه العمليات في تأثيرها المباشر على كفاءة الميناء، ومدى قدرته على المنافسة، وجذب الاستثمارات، خصوصاً في ظل التوجهات الاقتصادية التي تسعى لتحسين بيئة الأعمال وتعزيز قطاع التجارة.

يهدف هذا الجزء إلى تسليط الضوء على البنية التشغيلية لميناء المنطقة الحرة بمصراتة، من خلال استعراض طبيعة العمليات القائمة، وأدوات الإدارة المستخدمة، ومواطن القوة والقصور، بالإضافة إلى تحليل أثر التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية. كما يناقش التحديات التي تواجه هذه العمليات، وإمكانيات تطويرها، بما يحقق التكامل مع الرؤية الاقتصادية العامة للدولة الليبية.

1.2.2. لمحة عن إدارة التشغيل والمناولة بميناء المنطقة الحرة بمصراتة:

تعتبر إدارة التشغيل والمناولة في ميناء المنطقة الحرة بمصراتة العمود الفقري لكافة الأنشطة المينائية، حيث تُعنى بتنظيم، تنسيق، وتنفيذ العمليات اليومية المتعلقة بحركة السفن، تفريغ وشحن الحاويات، مناولة البضائع، وتقديم الخدمات اللوجستية المرافقة. وقد صُممت هذه الإدارة لتكون ذات طابع مؤسسي متكامل، يضمن انسيابية العمليات وفق أعلى المعايير الفنية والمهنية المعتمدة في صناعة الموانئ عالمياً (المنطقة الحرة، 2025).

إذ تضطلع بمسؤوليات جوهرية تشمل تنظيم وتنسيق وتنفيذ مختلف العمليات اليومية المرتبطة بحركة السفن من تفريغ وشحن ومناولة للبضائع، بالإضافة إلى توفير حزمة متكاملة من الخدمات اللوجستية المرافقة، وقد تم تأسيس هذه الإدارة وفق رؤية مؤسسية متكاملة تهدف إلى تحقيق أعلى درجات الكفاءة التشغيلية، وذلك من خلال تطبيق معايير فنية ومهنية دقيقة تُواكب أفضل الممارسات العالمية في مجال إدارة وتشغيل الموانئ، ويُعزز من فاعلية هذه الإدارة الموقع الاستراتيجي الذي يحتله ميناء المنطقة الحرة بمصراتة على الساحل الليبي المطل على البحر الأبيض المتوسط، الأمر الذي يجعله نقطة محورية في شبكة النقل البحري بين أوروبا وأفريقيا، حيث يتمتع بموقع جغرافي يمنحه ميزة تنافسية في مجال الربط البحري الإقليمي والدولي، ويمتد الميناء على مساحة تُقدّر 500 هكتاراً ويضم رصيفاً بحرياً بطول يصل إلى 4000 متر، ما يتيح له استقبال أنواع متعددة من السفن التجارية بمختلف أحجامها، كما يتمتع بقدرات استيعابية عالية بفضل أعماقه التي تصل إلى 14 متراً، مما يُمكنه من استقبال السفن ذات الغواطس الكبيرة، وتُشكل هذه الخصائص مجتمعة بنية

تحتية فعّالة تُسهم في دعم حركة التجارة البحرية وتطوير سلاسل الإمداد، وتعزيز دور الميناء كمركز لوجستي متكامل يخدم السوقين المحلي والدولي بكفاءة واحترافية عالية (المنطقة الحرة، 2025).

1) الهيكل الإداري لإدارة التشغيل والمناولة:

يعد الإطار التنظيمي الذي يحدد توزيع المهام والمسؤوليات والصلاحيات داخل الإدارة، ويهدف إلى تحقيق كفاءة عالية في سير العمليات التشغيلية اليومية للميناء. يتكون الهيكل عادةً من عدة أقسام متخصصة تشمل قسم تخطيط العمليات، وقسم مناولة البضائع، وقسم حركة السفن، بالإضافة إلى قسم الخدمات اللوجستية والدعم الفني. يُشرف على هذه الأقسام مدير إدارة التشغيل والمناولة، الذي يتولى تنسيق العمل بين الفرق المختلفة وضمان تطبيق السياسات والإجراءات التشغيلية بما يتوافق مع المعايير الدولية. يضم الهيكل أيضًا فرق عمل ميدانية مسؤولة عن تنفيذ العمليات على الأرصفة وتوفير الخدمات اللازمة للسفن والبضائع، مما يضمن انسيابية العمل وسرعة الإنجاز. كما يشمل النظام الإداري وحدات لمتابعة السلامة المهنية وجودة الأداء، إلى جانب قسم مخصص لتطوير الموارد البشرية والتدريب المستمر لتعزيز قدرات العاملين. يعتمد هذا الهيكل التنظيمي على مبادئ واضحة في التوزيع الوظيفي والتنسيق الداخلي لضمان تحقيق أهداف الميناء في تحسين الأداء التشغيلي وتعزيز دوره كمركز لوجستي إقليمي فعال.

الإدارات والوحدات لإدارة التشغيل والمناولة في ميناء مصراتة:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| - إدارة التشغيل والمناولة | - وحدة تخطيط العمليات |
| - وحدة مناولة البضائع | - وحدة حركة السفن |
| - وحدة الخدمات اللوجستية | - وحدة الدعم الفني والصيانة |
| - وحدة السلامة المهنية | - وحدة مراقبة الجودة |
| - وحدة الموارد البشرية والتدريب | - وحدة العلاقات العامة والتنسيق |

(أ) إدارة التشغيل والمناولة: هي الإدارة الرئيسية المسؤولة عن الإشراف الكامل على سير العمليات التشغيلية اليومية داخل الميناء، وتنسيق جميع الوحدات لضمان تنفيذ الأعمال بكفاءة وسلاسة.

(ب) وحدة تخطيط العمليات: تتولى تخطيط وتنظيم حركة السفن والبضائع داخل الميناء، وضمان استغلال الموارد بشكل مثالي لتفادي الازدحام وضمان سرعة إنجاز العمليات.

(ج) وحدة مناولة البضائع: مسؤولة عن تحميل وتفريغ البضائع من وإلى السفن، بالإضافة إلى تنظيم نقلها داخل الميناء وتأمين سلامتها أثناء المناولة.

(د) وحدة حركة السفن: تشرف على تنظيم مواعيد وصول ومغادرة السفن، والتأكد من التزامها بالإجراءات البحرية وأمن الميناء، وتنسيق عمليات الربط والفصل للسفن.



- هـ) وحدة الخدمات اللوجستية: توفر الدعم اللوجستي من معدات، نقل، وتسهيلات تخزين، مما يضمن سير العمليات دون معوقات أو تأخير.
- و) وحدة الدعم الفني والصيانة: تعمل على صيانة المعدات والبنية التحتية الخاصة بالميناء، وضمان جاهزيتها الدائمة لتلبية متطلبات التشغيل.
- ز) وحدة السلامة المهنية: تتابع تطبيق معايير السلامة والصحة المهنية لحماية العاملين والمعدات، وتعمل على تقليل المخاطر داخل بيئة العمل.
- ح) وحدة مراقبة الجودة: تراقب جودة العمليات التشغيلية والخدمات المقدمة لضمان توافقها مع المعايير الدولية وتحقيق رضا العملاء.
- ط) وحدة الموارد البشرية والتدريب: تتولى إدارة شؤون العاملين، تخطيط التدريب والتطوير المهني لضمان رفع كفاءة الموظفين وتحسين أدائهم.
- ي) وحدة العلاقات العامة والتنسيق: تدير الاتصال مع الجهات الخارجية، العملاء، والشركاء، وتعمل على تنسيق التعاون الداخلي بين وحدات الإدارة المختلفة.
- 2) مهام الإدارة:

تُنقذ الإدارة جملة من المهام الحيوية، أبرزها:

- إدارة رسو السفن ومغادرتها: من خلال التنسيق المسبق مع وكلاء السفن وجدولة رسوها بما يتماشى مع سعة الأرصفة وحالة الطقس.
- تنظيم عمليات الشحن والتفريغ: تحديد المعدات المناسبة لكل نوع من البضائع، وتوزيع فرق العمل بنظام الورديات لضمان استمرارية التشغيل.
- إدارة معدات المناولة: تتضمن صيانة دورية للمعدات الثقيلة، الرافعات الجسرية، وناقلات الحاويات، لضمان جاهزيتها الدائمة.
- التنسيق اللوجستي: الربط بين عمليات المناولة ونقاط التخزين المؤقت، أو تسليم البضائع مباشرة للمستخدمين النهائيين أو الشاحنات.
- تطبيق أنظمة السلامة: الالتزام الصارم بالمعايير الدولية للسلامة المهنية والبحرية، خاصة في مناولة المواد الخطرة أو الثقيلة.

2.2.2. تحليل و اقع تطبيق الذكاء الاصطناعي بإدارة التشغيل والمناولة:

يمثل الذكاء الاصطناعي (AI) في الوقت الراهن أحد أبرز الأدوات التقنية المستخدمة في تحسين كفاءة وإنتاجية إدارة الموانئ البحرية عالميًا. وقد باتت تطبيقاته تدخل تدريجيًا في مختلف مراحل سلسلة

التوريد، من المناولة وحتى التخزين والتوزيع. وفي هذا السياق، يكتسب تحليل واقع تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة التشغيل والمناولة بميناء المنطقة الحرة مصراته أهمية استراتيجية، كونه يعكس مدى استعداد الميناء لمواكبة الثورة الرقمية التي يشهدها قطاع الخدمات اللوجستية والنقل البحري (Notteboom et al., 2022; Heilig et al., 2017).

1) البنية التحتية التقنية ومدى تكاملها مع الذكاء الاصطناعي:

إن أحد المتطلبات الأساسية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في أي بيئة تشغيلية، هو توفر بنية تحتية تقنية متكاملة تشمل أنظمة الحوسبة، مستشعرات رقمية، قواعد بيانات ضخمة (Big Data)، وربط شبكي متين. في ميناء المنطقة الحرة مصراته، تشير التقارير التشغيلية إلى وجود تطور جزئي في هذا الجانب، من خلال استخدام أنظمة رصد وتتبع الحاويات، وتطبيقات لإدارة حركة السفن والبوابات، وهي خطوة مبدئية تمهد لدمج أدوات الذكاء الاصطناعي (الخبوي، 2024).

مع ذلك، فإن التكامل الشامل لا يزال محدودًا. فلا توجد حتى الآن أنظمة تحليل تنبؤي تعتمد على الذكاء الاصطناعي لاتخاذ قرارات لحظية تتعلق بإدارة المناولة أو تخصيص الموارد تلقائيًا. كما أن أنظمة الجدولة والتنسيق بين المعدات البشرية والآلية لا تزال تعتمد بدرجة كبيرة على التدخل البشري، ما يقلل من فرص الاستفادة القصوى من قدرات الذكاء الاصطناعي.

2) فرص الذكاء الاصطناعي في إدارة المناولة والتشغيل:

- الجدولة الذكية للمعدات: يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوفر حلولاً فائقة الدقة في جدولة عمل الرافعات والمعدات الأرضية، اعتمادًا على حجم السفن، نوع الحمولات، وأوقات الوصول والمغادرة. وهذا من شأنه تقليل وقت التوقف وزيادة عدد الحاويات المناولة في الساعة.
- تحليل البيانات اللحظي: عبر تقنيات التعلم الآلي، يستطيع الميناء بناء نموذج بيانات يمكنه التنبؤ بأوقات الذروة، واختناقات التشغيل، مما يساهم في إعادة توزيع الموارد وتحسين الكفاءة.
- الرؤية الحاسوبية (Computer Vision): من خلال استخدام الكاميرات المدعومة بالذكاء الاصطناعي، يمكن رصد مواقع الحاويات بدقة، وتحليل أوضاعها، والتعامل مع أي حالة خلل أو سوء مناولة بشكل تلقائي دون تدخل بشري.
- الصيانة التنبؤية للمعدات: الذكاء الاصطناعي يتيح إنشاء نماذج لصيانة المعدات اعتمادًا على تحليل البيانات الحية، مما يساهم في تقليل الأعطال المفاجئة وزيادة جاهزية التشغيل.

3.2.2. تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة التشغيل والمناولة بميناء مصراتة:

يمثل الذكاء الاصطناعي (AI) أحد المحاور الرئيسية لتطوير منظومات الموانئ الحديثة، بما يوفره من قدرات تحليلية وتنبؤية وآلية تسهم في تحسين الكفاءة، تقليل التكاليف، وتسريع العمليات. إلا أن تطبيقه، خاصة في موانئ الدول النامية أو التي تعاني من ظروف اقتصادية وإدارية صعبة، يواجه تحديات متعددة. وفي حالة ميناء المنطقة الحرة مصراتة، ورغم توفر بعض المقومات التأسيسية، إلا أن هناك مجموعة من التحديات التي تعرقل تفعيل الذكاء الاصطناعي في إدارة التشغيل والمناولة بشكل فعال، ويمكن تصنيفها إلى محاور فنية، بشرية، اقتصادية، وتنظيمية (قاجوم والبصاصي، 2020).

1) التحديات الفنية والتقنية:

- ضعف البنية الرقمية التحتية: يتطلب تشغيل أنظمة الذكاء الاصطناعي بيئة تقنية متقدمة تشمل شبكات استشعار، وحدات معالجة بيانات عالية الكفاءة، وخوادم مهيأة لتشغيل خوارزميات معقدة. في مصراتة، رغم وجود بوابر رقمية أولية، إلا أن ضعف الشبكة المعلوماتية، وعدم تكامل الأنظمة التشغيلية (كالنظام الجمركي، ونظام تتبع الحاويات، ونظام المراقبة الأمنية) يحد من قدرة أي تطبيق ذكاء اصطناعي على العمل بكفاءة.
- عدم توفر البيانات المنظمة: تعد البيانات الوقود الأساسي للذكاء الاصطناعي. والميناء حتى الآن يفتقر إلى بنية بيانات موحدة ومهيكلية (Structured Data)، حيث لا يتم أرشفة البيانات التشغيلية وفق معايير رقمية دقيقة، مما يصعب من استخدام التعلم الآلي أو التحليل التنبؤي.
- غياب أنظمة التشغيل الذكية المتكاملة: تطبيق الذكاء الاصطناعي يتطلب أنظمة ERP (التخطيط المؤسسي) وTOS (نظام تشغيل المحطات) التي ترتبط بجميع الوحدات التشغيلية في الميناء. وفي ظل غيابها أو ضعف تكاملها، تتعطل الأتمتة الفعلية (قاجوم والبصاصي، 2020).

2) التحديات البشرية والإدارية:

- نقص الكفاءات المؤهلة: يواجه الميناء فجوة كبيرة في الكوادر الفنية المتخصصة في الذكاء الاصطناعي، علم البيانات، والأمن السيبراني. كما أن العاملين الحاليين، وإن كانوا ذوي خبرة تشغيلية، لا يمتلكون مهارات التفاعل مع تقنيات تحليل البيانات أو برمجة الأنظمة الذكية.

- ضعف ثقافة التحول الرقمي: من أبرز العوائق هو غياب الثقافة المؤسسية الداعمة للتطوير التكنولوجي. فهناك مقاومة ضمنية للتغيير، خاصة في ظل مخاوف من فقدان الوظائف أو عدم القدرة على التكيف مع بيئة جديدة تحكمها الخوارزميات بدلاً من الخبرة البشرية.
- الافتقار إلى قيادة تقنية عليا: لا يتوافر حتى الآن في هيكل الميناء منصب تنفيذي تقني رفيع (مثل Chief Digital Officer) يتولى توجيه استراتيجية التحول الرقمي، مما يؤدي إلى غياب التنسيق وتبعثر المبادرات التقنية (الإسكندراني، 2018).

3) التحديات الاقتصادية والتمويلية:

- ارتفاع تكلفة تطبيق الذكاء الاصطناعي: يتطلب إدخال الذكاء الاصطناعي استثمارات ضخمة تشمل المعدات، الأنظمة البرمجية، خدمات الحوسبة السحابية، وتدريب الكوادر. وفي بيئة تشهد عدم استقرار مالي، من الصعب تأمين تمويل مستقر لمثل هذه المشاريع.
- انخفاض العائد الفوري: يميل متخذو القرار إلى تقييم الجدوى من خلال العائد المباشر قصير الأجل، بينما الذكاء الاصطناعي يقدم مكاسب تراكمية على المدى المتوسط والبعيد، مما يؤدي إلى تردد في الاعتماد عليه.
- عدم توفر نماذج استثمار وشراكة ناجحة: لا توجد حتى الآن نماذج متقدمة لشراكة بين الميناء والقطاع الخاص/التقني لتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي، ما يفقد المشروع دعمه التمويلي والفني الخارجي (الإسكندراني، 2018).

4) التحديات القانونية والتنظيمية:

- غياب التشريعات التقنية المنظمة: لا تتوفر أطر قانونية واضحة تنظم استخدام الذكاء الاصطناعي في الموانئ، مما يصعب تبني هذه التقنية ضمن نظام رسمي يضمن المحاسبة والشفافية. (حسن، 2025)
- القصور في حماية البيانات: لا توجد سياسات واضحة لحوكمة البيانات داخل الميناء، مما يثير مخاوف حول الخصوصية، الأمن (حسن، 2025).

3. الإطار التحليلي

يهدف هذا الجزء إلى عرض النتائج الإحصائية التي تم التوصل إليها من خلال تحليل استجابات أفراد مجتمع الدراسة حول واقع الأداء والتحديات التي تواجه الإدارات في تحسين وتطوير عملها باستخدام الذكاء الاصطناعي في الأعمال المكتبية والميدانية بها.

تم جمع البيانات بواسطة أداة الاستبيان المرفقة، وتحليلها باستخدام أسلوب الإحصاء الوصفي عبر التكرارات والنسب المئوية لكل متغير. يتيح هذا التحليل معرفة الاتجاهات العامة والأنماط السائدة في إجابات المشاركين، ومن ثم إجراء مقارنة كمية وكيفية بين الإدارات وقد تم تصميم الاستبانة بالطريقة التي تساعد على جمع البيانات الأولية المهمة للدراسة، وقد ركزت قائمة الاستقصاء على استخدام ليكرت الخماسي لقياس اتجاهات مفردات العينة، لقدرة هذا الأسلوب على تمييز الدرجات المختلفة من قوة وضعف الاتجاهات وكذلك رغبة في توفير الجهد الذي يجعل هذا الأسلوب أكثر قابلية للتطبيق من الناحية الاقتصادية مقارنة بالأساليب الأخرى.

وقد تم تحديد هذه الخطوات في الآتي:

- فرضية الدراسة: هناك أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراتة.
- مجتمع وعينة الدراسة: نظراً لأن المستهدف في هذه الدراسة هم العاملين والموظفين والإداريين بميناء المنطقة الحرة مصراتة، فقد تم اختيار عينة تشمل المبحوثين والبالغ عددهم (20)، وقد قام الباحثون بتوزيع استبانة الدراسة على المستهدفين.
- أداة الدراسة: تم إعداد استبانة حول "استخدام الذكاء الاصطناعي وأهميته في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراتة".

1.3. الاستبانة

تتكون الاستبانة من قسمين رئيسيين هما:

1.1.3. القسم الأول: البيانات

عبارة عن البيانات الوظيفية للمستجيب (الوظيفة، الإدارة التابع لها، سنوات الخبرة، استخدام أو التعامل مع نظام ذكي من قبل، وجود صعوبات في العمل بسبب قلة الإمكانيات).

2.1.3. القسم الثاني: متغيرات الدراسة

متغيرات الدراسة وهي:

- المتغير الأول (المستقل): استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء، ويشتمل على (10) فقرات.
 - المتغير الثاني (التابع): تحسين الكفاءة التشغيلية بالموانئ، ويشتمل على (5) فقرات.
- تم عرض الاستبانة في صورتها المبدئية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال الموانئ والنقل البحري وطلب منهم الحكم على مدى مناسبة الفقرات لموضوعها، حيث تم إدخال بعض



التعديلات على بنود الاستبانة بناء على ملاحظاتهم واقتراحاتهم، وبعد عملية التحكيم تم توزيع استمارة الاستبيان علي عينة الدراسة للعاملين والموظفين والاداريين بالميناء وعددهم 20 حيث تم الحصول على عدد (17) استمارة من الاستمارات الموزعة والجدول (1) يوضح عدد استمارات الموزعة والمتحصل عليها، ونسبة الفاقد منها، وهي نسبة مقبولة من الناحية الإحصائية لتعميم النتائج على المجتمع بالكامل مع محدوديتها كعدد يعكس التعميم.

جدول 1. عدد الاستبيانات الموزعة والفاقد منها والصالحة للتحليل

الاستمارات الموزعة	المتحصل عليها	الفاقد منها	المستبعد	الخاضع للدراسة	نسبة الاستجابة %
20	17	3	0	17	85%

2.3. الأساليب الإحصائية المستخدمة في وصف وتحليل البيانات

1.2.3. اختبار صدق وثبات أداة الدراسة:

صدق الاستبانة: هي قياس أسئلة الاستبانة ما وضعت لقياسه، وقد قام الباحثون بالتأكد من صدق الاستبانة بطريقتين:

— **صدق المحكمين:** عرض الباحثون الاستبانة على مجموعة من المحكمين في الموائى النقل البحري، وقد قام الباحثون بإجراء ما يلزم من حذف وتعديل في ضوء المقترحات المقدمة، وبذلك خرج الاستبيان في صورته النهائية.

— **صدق المقياس: الاتساق الداخلي:** يقصد به مدى اتساق كل فقرة من فقرات الاستبانة مع المجال الذي تنتمي إليه هذه الفقرة حيث قام الباحثون بحساب معاملات الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجالات الاستبانة والدرجة الكلية للمجال نفسه. **الصدق البنائي:** يعتبر أحد مقياس صدق الأداة الذي يقيس مدى تحقق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها، ويبين مدى ارتباط كل متغير من متغيرات الدراسة بالدرجة الكلية لفقرات الاستبانة.

ثبات الاستبانة: وهي أن تعطي هذه الاستبانة نفس النتيجة لو تم إعادة توزيعها أكثر من مرة تحت نفس الظروف والشروط، أو بعبارة أخرى الاستقرار في نتائج الاستبانة وعدم تغييرها بشكل كبير لو تم إعادة توزيعها على أفراد العينة عدة مرات خلال فترات زمنية معينة.

2.2.3. نتائج الاتساق الداخلي:

يوضح الجدول (2) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات للمتغير الأول والدرجة الكلية للمتغير، والذي يبين أن معظم معاملات الارتباط المبينة دالة عند مستوى معنوية $\alpha=0.05$ ماعدا الفقرة (10)، وبذلك يمكن القول بأن المحور صادق لما وضع لقياسه.



جدول 2. معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات المتغير الأول والدرجة الكلية للمتغير

م	الفقرة	معامل الارتباط	القيمة الاحتمالية P-Value
المتغير الأول: استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء:			
1	توجد أنظمة ذكية فعالة حاليًا تُستخدم في إدارة العمليات بالميناء	.699**	0.002
2	تستخدم تقنيات التنبؤ الذي لتنظيم حركة السفن وأرصفتها الرسو	.760**	0.00
3	يوجد نظام تتبع أمني مدعوم بالذكاء الاصطناعي للحاويات والبضائع	.763**	0.000
4	تعتمد إدارة الميناء على تحليل البيانات في اتخاذ القرارات التشغيلية	.711**	10.00
5	هناك خطة واضحة لدى الإدارة لتوسيع نطاق الذكاء الاصطناعي	.743**	0.001
6	البنية التحتية التكنولوجية غير كافية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي	.573**	0.016
7	يتوفر عدد كافٍ من الكوادر المدربة على أنظمة الذكاء الاصطناعي	.744**	0.001
8	يتواجد صعوبات في تكامل الأنظمة الذكية مع الأنظمة الحالية	.737**	0.001
9	غياب التشريعات والسياسات يحد من التوسع في استخدام الذكاء الاصطناعي	.613**	0.009
10	يتواجد اعتراض داخلي من قبل بعض الموظفين لاستخدام الأنظمة الذكية	.303	0.237

**الارتباط عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$. (اعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

يوضح الجدول (3) معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات المتغير الثاني والدرجة الكلية

للمتغير، والذي يبين أن كل معاملات الارتباط المبينة دالة عند مستوى معنوية $\alpha=0.05$ وبذلك يعتبر المحور صادق لما وضع لقياسه.

جدول 3. معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات المتغير الثاني والدرجة الكلية للمتغير

م	الفقرة	معامل الارتباط	القيمة الاحتمالية P-Value
المتغير الثاني: تحسين الكفاءة التشغيلية بالموانئ:			
1	تطبيق الذكاء الاصطناعي سيُسرع عمليات الشحن والتفريغ	.806**	0.000
2	الأنظمة الذكية تُقلل من زمن انتظار السفن بالميناء	.805**	0.000
3	استخدام الذكاء الاصطناعي يُحسن من السلامة والأمن البحري	.911**	0.000
4	الذكاء الاصطناعي يقلل من التكاليف التشغيلية	.883**	0.000
5	يُسهم الذكاء الاصطناعي في رفع تنافسية الميناء إقليمياً	.909**	0.000

**الارتباط عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$. (اعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

3.2.3. الصدق البنائي:

يبين مدى ارتباط كل محور من محاور الدراسة بالدرجة الكلية لفقرات الاستبانة. الجدول (4) يبين أن جميع محاور الاستبانة دالة إحصائياً عند مستوى معنوية $\alpha=0.05$ وبذلك يعتبر جميع محاور الاستبانة صادقة لما وضعت لقياسه.



جدول 4. معامل الارتباط بين كل متغير من متغيرات الاستبانة والدرجة الكلية للاستبانة

م	الفقرة	معامل الارتباط	القيمة الاحتمالية P-Value
1	استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء	0.837**	0.000
2	تحسين الكفاءة التشغيلية بالموانئ	0.922**	0.000

**الارتباط عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$. (إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

ولتوضيح ذلك نورد مصفوفة الارتباط المتحصل عليها:

جدول 5. مصفوفة الارتباط لمتغيرات الدراسة

معامل الارتباط	استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء	تحسين الكفاءة التشغيلية بالموانئ	المتغيرات مجتمعة
استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء	معامل الارتباط مستوى الدلالة حجم العينة N	1.000 . 17	0.837** .000 17
تحسين الكفاءة التشغيلية بالموانئ	معامل الارتباط مستوى الدلالة حجم العينة N	0.561* .019 17	0.922** .000 17
المتغيرات مجتمعة	معامل الارتباط مستوى الدلالة حجم العينة N	0.837** .000 17	1.000 . 17

**الارتباط عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$ *الارتباط دال إحصائياً عند مستوى دلالة $\alpha=0.01$. (إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

4.2.3. ثبات الاستبانة:

قد تحقق الباحثون من ثبات استبانة الدراسة من خلال معامل ألف كرونباخ وذلك كما يلي:
معامل ألفا كرونباخ: ويُعرف الثبات: هو المدى الذي يمكن فيه التحقق أو افتراض أن المقياس يعطي نفس النتيجة إذا أُعيد إجراؤه مرة ثانية، واختبار ألفا كرونباخ (α) للصدق والثبات من الاختبارات الإحصائية المهمة لتحليل بيانات الاستبانة وللقيام بأي تحليل لبيانات الاستبيان يجب إجراء اختبار ألفا كرونباخ (α) وهو اختبار يبين مدى مصداقية إجابات مفردات العينة على أسئلة الاستبانة.
ومعامل ألفا تكون قيمته من (0 إلى 1) ويبين مدى الارتباط بين إجابات مفردات العينة. فعند تطبيق اختبار ألفا كرونباخ على الأسئلة المتعلقة بمتغيرات الدراسة الاستطلاعية والتي عددها (15) مفردة كانت النتائج كما موضحة بالجدول (6).



جدول 6. قيمة ألفا كرونباخ على العبارات المتعلقة بمتغيرات الدراسة

عدد العبارات	الثبات
15	0.85

يتضح من الجدول (6)، أن معامل ثبات الاستبيان كان (0.85) وهذا يدل على أنه مرتفع، وبذلك يكون الباحثون قد تأكدوا من صدق وثبات استبانة الدراسة مما يجعلهم على ثقة تامة بصحة الاستبانة وصلاحياتها لتحليل النتائج والإجابة على أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها. بعد تجميع استمارات الاستبيان تم استخدام الطريقة الرقمية في ترميز إجابات مفردات العينة، حيث تم ترميز الإجابات المتعلقة بمقياس ليكارت الخماسي كما بالجدول (7).

جدول 7. ترميز الإجابات المتعلقة بمقياس ليكارت الخماسي

الإجابة	غير موافق بشدة	غير موافق	موافق إلى حد ما	موافق	موافق بشدة
الرمز	1	2	3	4	5

بعد الانتهاء من ترميز الاجابات وإدخال البيانات باستخدام حزمة البرمجيات الجاهزة (SPSS- Statistical Package for Science) تم استخدام هذه الحزمة في تحليل البيانات.

4.3. خصائص مفردات عينة الدراسة

1.4.3. توزيع مفردات عينة الدراسة حسب الوظيفة:

الجدول (8) يبين التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب الوظيفة والشكل (1) يبين التمثيل البياني للتوزيع النسبي المتوي لهذه الحالة.

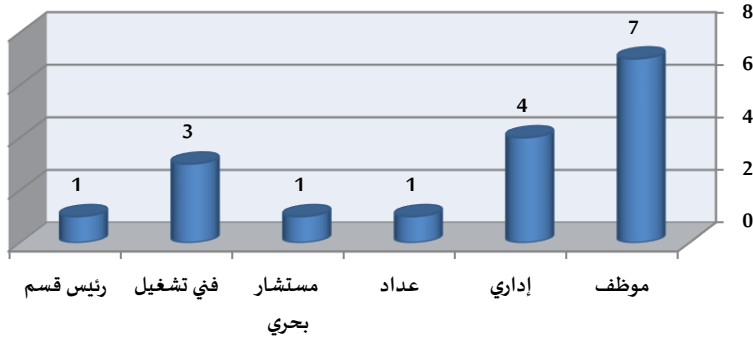
جدول 8. التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب الوظيفة

الوظيفة	العدد	النسبة (%)
موظف	7	41.2%
إداري	4	23.5%
عداد	1	5.9%
مستشار بحري	1	5.9%
فني تشغيل	3	17.6%
رئيس قسم	1	5.9%
المجموع	17	100%

(إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

من الجدول (8) يتضح أن أغلبية عينة الدراسة كانوا موظفين وبنسبة 41.2% من مفردات عينة الدراسة وأن 23.5% منهم كانوا إداريين، وأن 17.5% منهم كانوا فنيين تشغيل، بينما 5.9% كانوا

منهم (عداد، مستشار بحري، ورئيس قسم)، والشكل التالي يبين التمثيل البياني لمفردات العينة حسب الوظيفة.



شكل 1. مفردات العينة حسب الوظيفة

2.4.3. توزيع مفردات عينة الدراسة حسب الإدارة التابع لها:

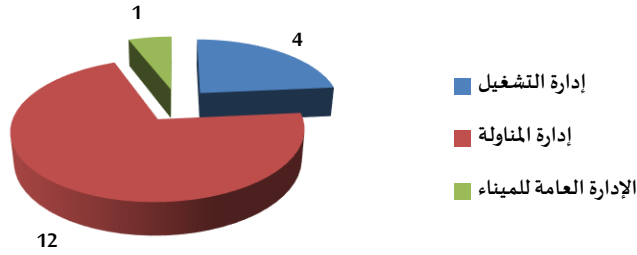
الجدول (9) يبين التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب الإدارة التابع لها والشكل (2) يبين التمثيل البياني للتوزيع النسبي المئوي لهذه الحالة.

جدول 9. التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب الإدارة التابع لها

النسبة (%)	العدد	الإدارة التابع لها
23.5%	4	إدارة التشغيل
70.6%	12	إدارة المناولة
5.9%	1	الإدارة العامة للميناء
100%	17	المجموع

(إعداد الباحثون ومن مخرجات برنامج SPSS)

من الجدول (9) يتبين أن 70.6% من مفردات عينة الدراسة كانوا يتبعون إدارة المناولة، وأن 23.5% منهم كانوا يتبعون إدارة التشغيل، وكانت أقل نسبة هي 5.9% كانوا يتبعون الإدارة العامة للميناء، والشكل التالي يبين التمثيل البياني لمفردات العينة حسب الإدارة التابع لها (الشكل 2).



شكل 2. مفردات العينة حسب الإدارة التابع لها

3.4.3. توزيع مفردات عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة:

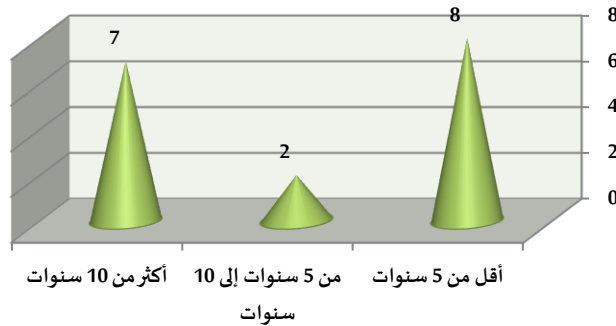
الجدول (10) يبين التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب سنوات الخبرة والشكل (3) يبين التمثيل البياني للتوزيع النسبي المئوي لهذه الحالة.

جدول 10. التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب سنوات الخبرة

سنوات الخبرة	العدد	النسبة (%)
أقل من 5 سنوات	8	47%
من 5 سنوات إلى 10 سنوات	2	11.8%
أكثر من 10 سنوات	7	41.2%
المجموع	17	100%

(إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

من الجدول (10) يتبين أن 47% من أفراد العينة كانت سنوات خبرتهم أقل من 5 سنوات، وأن 41.2% كانت سنوات خبرتهم أكثر من 10 سنوات، بينما كانت 11.8% من أفراد العينة كانت سنوات خبرتهم من 5 إلى 10 سنوات، ومن النسب السابقة يتضح لنا أن أفراد العينة لديهم خبرة في العمل بالميناء مما يمكنهم من إعطاء أداء بشكل جيدة، والشكل التالي يبين مفردات العينة حسب سنوات الخبرة.



شكل 3. التمثيل البياني لمفردات العينة حسب سنوات الخبرة

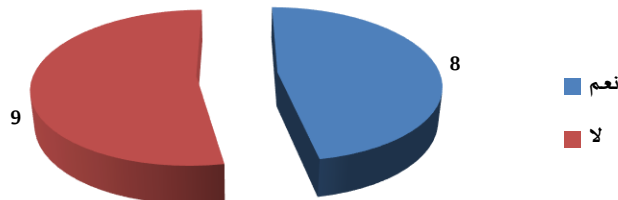
4.4.3. توزيع مفردات عينة الدراسة حسب استخدام أو التعامل مع نظام ذكي في العمل:
الجدول (11) يبين التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب استخدام أو التعامل مع نظام ذكي في العمل والشكل (4) يبين التمثيل البياني للتوزيع النسبي المثنوي لهذه الحالة.

جدول 11. التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب استخدام أو التعامل مع نظام ذكي في العمل

النسبة %	العدد	استخدام أو التعامل مع نظام ذكي في العمل
47%	8	نعم
53%	9	لا
100%	17	المجموع

(إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

من الجدول (11) يتبين أن 53% من أفراد العينة كانوا لا يستخدمون مع الأنظمة الذكية في العمل بالميناء، بينما كانت 47% من أفراد العينة يستخدمون مع الأنظمة الذكية في العمل بالميناء، والشكل التالي يبين التمثيل البياني لمفردات العينة حسب استخدام أو التعامل مع نظام ذكي في العمل.



شكل 4. التمثيل البياني لمفردات العينة حسب استخدام أو التعامل مع نظام ذكي في العمل

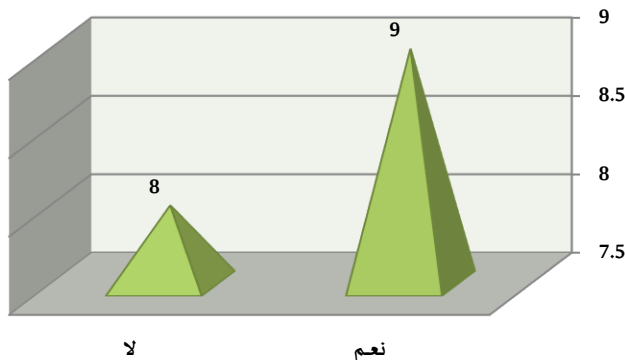
5.4.3. توزيع مفردات عينة الدراسة حسب وجود صعوبة في العمل بسبب قلة امكانية النظام:
الجدول (12) يبين التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب وجود صعوبة في العمل بسبب قلة
امكانية النظام والشكل (5) يبين التمثيل البياني للتوزيع النسبي لهذه الحالة.

جدول 12. التوزيع التكراري والنسبي لمفردات العينة حسب وجود صعوبة في العمل بسبب قلة امكانية النظام

وجود صعوبة في العمل بسبب قلة امكانية النظام	العدد	النسبة (%)
نعم	9	53%
لا	8	47%
المجموع	17	100%

(إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

من الجدول (12) يتبين أن 53% من أفراد العينة كانوا يجدون صعوبة في العمل بسبب قلة
امكانية النظام، بينما كانت 47% من أفراد العينة لا يجدون صعوبة في العمل بسبب قلة امكانية
النظام، والشكل التالي يبين التمثيل البياني لمفردات العينة حسب وجود صعوبة في العمل بسبب قلة
امكانية النظام.



شكل 5. التمثيل البياني لمفردات العينة حسب وجود صعوبة في العمل بسبب قلة امكانية النظام

5.3. تحليل البيانات واختبار الفرضيات

5.3.1. تحليل فقرات الاستبانة:

تم استخدام اختبار T للعينة الواحدة لتحليل فقرات الاستبانة. وتم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لجميع فقرات الاستبيان لكل محور، مع الأخذ بعين الاعتبار تدرج المقياس المستخدم في الدراسة، واستناداً إلى ذلك فإن قيم المتوسطات الحسابية التي وصلت إليها الدراسة اعتمدت على المعيار المبين بالجدول (13) لتفسير البيانات.



جدول 13. معيار متوسط إجابات المبحوثين

المتوسط الحسابي	اتجاه الرأي
1.00 – 1.80	غير موافق بشدة
1.80 – 2.60	غير موافق
2.60 – 3.40	محايد
3.40 – 4.20	موافق
4.20 – 5.00	موافق بشدة

1) تحليل فقرات المتغير الأول: استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء محل الدراسة

جدول 14. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتصورات أفراد العينة العاملين بميناء المنطقة الحرة مصراته محل الدراسة.

ر.م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	مستوى الدلالة Sig.	درجة الموافقة
1	توجد أنظمة ذكية فعالة حاليًا تُستخدم في إدارة العمليات بالميناء	3.8824	.69663	77.6%	.000	مرتفعة
2	تستخدم تقنيات التنبؤ الذكي لتنظيم حركة السفن وأرصفتها	3.7647	.90342	75.3%	.003	مرتفعة
3	يوجد نظام تتبع آلي مدعوم بالذكاء الاصطناعي للحاويات والبضائع	3.4706	1.06757	69.4%	.008	مرتفعة
4	تعتمد إدارة الميناء على تحليل البيانات في اتخاذ القرارات التشغيلية	3.5882	.93934	71.8%	.020	مرتفعة
5	هناك خطة واضحة لدى الإدارة لتوسيع نطاق الذكاء الاصطناعي	4.0000	1.00000	80%	.001	مرتفعة
6	البنية التحتية التكنولوجية غير كافية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي	3.5882	.79521	71.8%	.008	مرتفعة
7	يتوفر عدد كافٍ من الكوادر المدربة على أنظمة الذكاء الاصطناعي	3.4706	.62426	69.4%	.007	مرتفعة
8	يتواجد صعوبات في تكامل الأنظمة الذكية مع الأنظمة الحالية	3.9412	.89935	78.8%	.001	مرتفعة
9	غياب التشريعات والسياسات يحد من التوسع في استخدام الذكاء الاصطناعي	3.6471	.99632	72.9%	.017	مرتفعة
10	يتواجد اعتراض داخلي من قبل بعض الموظفين لاستخدام الأنظمة الذكية	3.0588	.96635	61.2%	.805	متوسطة
	المتوسط الكلي لمتغير استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء	3.6412	.58849	72.8%	.000	مرتفعة

(أعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)



يبين الجدول (14) أن الوزن النسبي للفقرة الخامسة، كان 80% وبمستوى معنوية مشاهد (0.001) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05) مما يدل على ارتفاع درجة الموافقة لدى أفراد عينة الدراسة على ما جاء في هذه الفقرة والتي تنص على أن هناك خطة واضحة لدى الإدارة لتوسيع نطاق الذكاء الاصطناعي.

الفقرة الثامنة جاءت في المرتبة الثانية وبوزن نسبي 76.8% وبمستوى معنوية مشاهد (0.001) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05)، لذلك يمكن القول بأن وجود صعوبات في تكامل الانظمة الذكية مع الانظمة الحالية.

في الفقرة الأولى كان الوزن النسبي 77.6% وبمستوى معنوية مشاهد (0.000) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05)، مما يدل على أن أفراد عينة الدراسة يوافقون على أن هناك أنظمة ذكية فعالة حاليًا تُستخدم في إدارة العمليات بالميناء.

بصفة عامة يتبين أن المتوسط الحسابي لجميع فقرات هذا لمتغير استخدام الذكاء الاصطناعي بالميناء كان (3.64) وبوزن نسبي 72.8%، وأن مستوى المعنوية المشاهد فقد بلغ 0.000 وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05)، مما يدل على أن درجة الموافقة كانت عالية على جميع فقرات هذا المتغير، مما يعني أن جميع أفراد العينة متفقون على أن الميناء يستخدم الذكاء الاصطناعي في إدارته.

2) تحليل فقرات المتغير الثاني: تحسين الكفاءة التشغيلية بالميناء محل الدراسة:

جدول 15. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتصورات المبحوثين حول متغير تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراتة محل الدراسة.

ر.م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	مستوى الدلالة Sig.	درجة الموافقة
1	تطبيق الذكاء الاصطناعي سيُسرع عمليات الشحن والتفريغ	4.0588	1.02899	81.2%	.001	مرتفعة
2	الانظمة الذكية تُقلل من زمن انتظار السفن بالميناء	4.1176	1.05370	82.4%	.000	مرتفعة
3	استخدام الذكاء الاصطناعي يُحسن من السلامة والأمن البحري	4.1765	.95101	83.5%	.000	مرتفعة
4	الذكاء الاصطناعي يقلل من التكاليف التشغيلية	4.0000	.93541	80%	.000	مرتفعة
5	يُسهم الذكاء الاصطناعي في رفع تنافسية الميناء إقليمياً	4.4118	.87026	88.2%	.000	مرتفعة جداً
	المتوسط الكلي لتحسين الكفاءة التشغيلية بالميناء	4.1529	.83225	83.1%	.000	مرتفعة

(اعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

يبين الجدول (15) أن الوزن النسبي للبعد الثاني وكان هذا البعد في المرتبة الأولى وبنسبة 88.2% وبمستوى معنوية مشاهد (0.000) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05) مما يدل على ارتفاع درجة الموافقة لدى أفراد عينة الدراسة كانت عالية جدا على هذه الفقرة، مما يعني أن جميع أفراد العينة متفقون على أن الذكاء الاصطناعي يُسهم في رفع تنافسية الميناء إقليمياً. وكانت الفقرة الثالثة جاءت في المرتبة الثانية وبوزن نسبي 83.5% وبمستوى معنوية مشاهد (0.000) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05)، مما يدل على أن درجة الموافقة لدى أفراد عينة الدراسة كانت عالية على هذه الفقرة، مما يعني أن جميع أفراد العينة متفقون على أن استخدام الذكاء الاصطناعي يُحسن من السلامة والأمن البحري.

بينما الفقرة الثانية كان الوزن النسبي 82.4% وبمستوى معنوية مشاهد (0.000) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05)، مما يدل على ارتفاع درجة الموافقة لدى أفراد عينة الدراسة كانت عالية على هذا البعد مما يعني أن جميع أفراد العينة متفقون على الانظمة الذكية تُقلل من زمن انتظار السفن بالميناء.

بصفة عامة يتبين أن المتوسط الحسابي العام لمتغير تحسين الكفاءة التشغيلية بالميناء كان (4.16) وبوزن نسبي 83.1%، وأن مستوى المعنوية المشاهد فقد بلغ (0.000) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد في الدراسة (0.05)، مما يدل على أن درجة الموافقة كانت عالية على هذه الفقرة، وهذا يدل على أن العاملون كلهم يسعون إلى تحسين الكفاءة التشغيلية بالميناء.

2.5.3. اختبار فرضية الدراسة:

هناك أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراته، ويمكن إعادة صياغة هذه الفرضية كالتالي:

الفرضية الصفرية: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراته.

الفرضية البديلة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراته.

عند إجراء اختبار تحليل الانحدار البسيط لمتغير استخدام الذكاء الاصطناعي كمتغير مستقل ومتغير تحسين الكفاءة التشغيلية كمتغير تابع، كانت النتائج كما بالجدولين (16 و 17).



جدول 16. نتائج تحليل الانحدار لاختبار أثر لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراته للعاملين بميناء المنطقة الحرة مصراته.

المتغير المستقل	المتغير التابع	ثابت الانحدار	معامل الانحدار	معامل التحديد R^2
استخدام الذكاء الاصطناعي	تحسين الكفاءة التشغيلية	1.266	0.793	0.314

(إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

تشير قيمة معامل التحديد (R^2) إلى نسبة التباين في المتغير التابع والتي يفسرها تباين المتغير المستقل، وهذا يعني أن استخدام الذكاء الاصطناعي يفسر (31.4%) من التباين في متغير تحسين الكفاءة التشغيلية للعاملين بميناء المنطقة الحرة مصراته، بينما النسبة المتبقية من التباين ترجع إلى متغيرات أخرى. ويوضح الجدول (17) تحليل تباين الانحدار.

جدول 17. نتائج تحليل التباين للانحدار ANOVA لاختبار فرضية الدراسة

المصدر	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة F المحسوبة	مستوى دلالة F
الانحدار	1	3.483	3.483	6.874	0.019
البواقي	15	7.600	.507		
الكل	16	11.082			

(إعداد الباحثون ومن برنامج SPSS)

يتبين من الجدول (17) أن قيمة (F) المحسوبة (6.874) وأن مستوى الدلالة المحسوبة كان (0.019) وهو أصغر من مستوى الدلالة المعتمد في الدراسة (0.05)، وبهذا نرفض فرض العدم ونقبل الفرض البديل وهذا يعني أن يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء المنطقة الحرة مصراته.

4. المناقشة

أسهمت الدراسات السابقة في بناء خلفية نظرية للدراسة الحالية، لكنها لا تغني عنها نظراً لاختلاف النطاق المكاني والتطبيقي، وهو ما يجعل الدراسة الحالية إضافة نوعية في سياق البحث العلمي العربي حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الموانئ الليبية، فقد تناولت دراسة الزرقعة وعلى (2025) والموسومة بدور الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء الموانئ البحرية - ميناء سرت نموذجاً مستقبلياً، تناولت تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في ميناء سرت، مركزة على مدى تأثير تلك التقنيات في تحسين الأداء التشغيلي، إضافة إلى محاولة وضع إطار تنظيقي للإدارة الإلكترونية على المستويات الإدارية المختلفة. وقد اتبعت هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لعرض وتحليل الواقع القائم واقتراح الحلول



المستقبلية. ودراسة الخبولي (2024) والمعنونة بالتحديات والفرص للذكاء الاصطناعي في الموانئ البحرية، والتي تمحورت حول العقبات التي تواجه إدماج الذكاء الاصطناعي في الموانئ، مثل ارتفاع تكاليف الاستثمار، ضعف الكوادر البشرية المؤهلة، ومخاطر الأمن السيبراني، وقد استخدمت هذه الدراسة المنهج التحليلي المقارن لرصد الفروقات والفرص بين الموانئ المختلفة. كما بين الفارسي وآخرون (2021) في دراستهم التي خلصت إلى أن تطبيق مفهوم الموانئ الذكية في المنطقة الحرة بمصراته يساهم في تعزيز استدامة سلاسل التوريد من خلال توظيف الرقمنة والتقنيات الذكية في إدارة العمليات المينائية. وأظهرت النتائج أن التحول الرقمي يرفع كفاءة الأداء التشغيلي، ويحسن انسيابية المعلومات والخدمات اللوجستية، ويعزز القدرة على مواجهة التحديات التنافسية. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير البنية التحتية الرقمية وتطبيق معايير الموانئ الذكية لدعم الاستدامة وتحقيق مزايا تنافسية للموانئ الليبية. كما تناولت دراسة حسن (2025) دور تكنولوجيا المعلومات في تعزيز القدرة التنافسية للموانئ البحرية الليبية في ظل التحديات الاقتصادية والتكنولوجية والتنافس المتزايد على المستويين الإقليمي والدولي. وهدفت إلى تحليل إسهام نظم وتقنيات المعلومات في تحسين الكفاءة التشغيلية، وتطوير تدفق المعلومات، ودعم اتخاذ القرار داخل الموانئ. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال جمع بيانات كمية ونوعية شملت مقابلات مع مسؤولين وخبراء في قطاع النقل البحري، وتطبيق الدراسة على عدد من الموانئ الليبية. وأظهرت النتائج أن الاستخدام الفعال لتكنولوجيا المعلومات يساهم في تقليص زمن الإجراءات، وتحسين جودة الخدمات، وتعزيز الشفافية، مما يدعم مكانة الموانئ الليبية في سلاسل الإمداد الدولية. كما أوصت الدراسة بضرورة تبني سياسات للتحول الرقمي، وتطوير البنية التحتية التقنية، وتأهيل الموارد البشرية لضمان استدامة التميز التنافسي وتحسين الأداء المؤسسي.

وجد أن وجه التوافق بين الدراسة الحالية مع سابقتها في الإطار العام، إذ تتناول جميعها أهمية الذكاء الاصطناعي في تطوير أداء الموانئ، كما أنها تشترك في اعتمادها على المنهج الوصفي التحليلي. وتظهر نقطة تقاطع واضحة في تحليل الأثر الإيجابي للذكاء الاصطناعي على الكفاءة التشغيلية، مع تسليط الضوء على التحديات البنيوية والبشرية والتنظيمية. وفي المقابل كان وجه الاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية من حيث المنهج التطبيقي، إذ تمثل الدراسة الحالية حالة تطبيقية فعلية على ميناء المنطقة الحرة مصراته، ما يميزها عن دراسة الزرقعة وعلي (2025) التي تبنت بعداً مستقبلياً على ميناء سرت، ودراستي حسن (2025) والخبولي (2024) التي تناولت موضوعها من منظور عام ومقارن دون التركيز على ميناء بعينه. كما أن الدراسة الحالية أكثر



ارتباطاً بالواقع الميداني من خلال اعتمادها على أدوات جمع بيانات أولية مثل المقابلات والاستبيانات، مما يمنحها طابعاً عملياً مباشراً.

5. الاستنتاجات

من خلال عرض النتائج ومناقشتها تبين أن أغلب أفراد العينة لا يستخدمون الأنظمة الذكية في العمل بالميناء. بينما يوجد وعي تام بأهمية الذكاء الاصطناعي مع وجود التحدي الأكبر ألا وهو العائق التقني والفني. وأظهرت نتائج الدراسة بأنه لا توجد بنية تحتية تكنولوجية كافية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، وعدم توفر عدد كاف من الكوادر المدربة على أنظمة الذكاء الاصطناعي. أيضاً توجد صعوبات في تكامل الأنظمة الذكية مع الأنظمة الحالية، ووجود اعتراض داخلي من قبل بعض الموظفين لاستخدام الأنظمة الذكية. وبناءً على ذلك نوصي بتوفير الإمكانيات التي تدعم الذكاء الاصطناعي في الإدارات. وعلى الإدارة توجيه العاملين لديهم على أهمية ودور الأنظمة الحديثة واستخدامها في العمل. كما يجب توفير بنية تحتية تكنولوجية كافية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والعمل على ربط الأنظمة الحالية مع الأنظمة الحديثة لكي تسهم في تطبيق هذه التقنية وكذلك، العمل على تدريب وتأهيل العاملين بالإدارات على تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيق هذه التكنولوجية في كلا من إدارة المناولة وإدارة التشغيل بحيث لا تؤدي إلى الاستغناء عن بعض العمالة والقائمين على كلتا الإدارتين بل يجب أن تسهم في توظيف المزيد من الكوادر المدربة على هذه الأنظمة الحديثة ووضع خطط لتطوير منصة لتكامل الأنظمة نظراً لأهميتها في التغلب على التحديات التي تواجه تطبيقها.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

- الإسكندراني، محمد السيد (2018). *إدارة الموانئ والنقل البحري*. دار التعليم الجامعي، الإسكندرية.
- حسن، أحمد سالم أبو القاسم (2025). دور تكنولوجيا المعلومات في تحقيق التفوق التنافسي في الموانئ البحرية في ليبيا. *مجلة العلوم الشاملة*، 9(ملحق 36)، 548-557.
- الخبولي، أسماء الطاهر (2024). التحديات والفرص للذكاء الاصطناعي في الموانئ البحرية. *مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي*، 2(4)، 183-193.
- الزرقعة، علي عمران؛ علي، بسمة اوحيدة (2025). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء الموانئ البحرية: (ميناء سرت نموذجاً مستقبلياً). *مجلة صبراتة للعلوم البحرية والشاملة*، 11(e)، 161-173.
- الشريف، عبد الرحمن (2020). دور التكنولوجيا في تطوير سلسلة الإمداد البحري في ليبيا. ورشة عمل وزارة الاقتصاد - طرابلس، ليبيا.



الفارسي، عز الدين سعيد إبراهيم، والمسماري، هبة الله، وحافظ، أحمد إسماعيل أحمد. (2022). أثر تطبيق مفهوم الموانئ الذكية على استدامة سلسلة التوريد: دراسة حالة المنطقة الحرة بمصراتة - دولة ليبيا. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية*، 13(4)، 640-693.

قاجوم، أبوبكر؛ البصاصي، عادل (2020). تأثير المناطق الحرة على الموانئ البحرية: دراسة حالة ميناء مصراتة وظيفه الاقتصادي. *مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية*، 6(2)، 58-69.

المنطقة الحرة (2025). *موقع المنطقة الحرة بمصراتة*. على الرابط [https://mfzly.com/port].

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

- Heilig, L., Lalla-Ruiz, E., & Voß, S. (2017). Digital transformation in maritime ports: Analysis and a game theoretic framework. *Netnomics*, 18(2-3), 227-254.
- IMO (2021). *Guidelines on Maritime Cyber Risk Management*. London: International Maritime Organization (IMO).
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. Dartmouth College
- Nilsson, N. J. (2010). *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Cambridge University Press.
- Notteboom, T., Pallis, A. A., & Rodrigue, J. P. (2022). *Port Economics, Management and Policy*. Routledge.
- Port of Rotterdam Authority (N.D.). *Pronto/PortXchange and Port Call Optimization using AI and predictive analytics*. Retrieved from [https://bestpractice.ai/ai-use-cases/case-studies/transportation-logistics/the-port-of-rotterdam-authority-reduces-vessel-waiting-times-by-20-with-machine-learning].
- PortXchange. (2022). *ONE aims to reduce waiting time with Synchronizer*. Retrieved from [https://port-xchange.com/].
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Pearson.
- UNCTAD (2024). *Review of Maritime Transport 2024*—United Nations Conference on Trade and Development.