أثر استخدام نظم التحكم لملاحة السفن في تقليل الحوادث بميناء السخنة

إعداد
محمود محمد حسن عويس[١]، د. ر/ عبد الخالق كمال الدين سليمان سلمي[٢]
[١]شركة تيدا رويال للمستودعات الجمركية
[٢]الاكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

DOI NO. https://doi.org/10.59660/50719
Received 02/11/2024, Revised 05/12/2024, Acceptance 06/01/2025, Available online 01/07/2025

Abstract

This study aims to highlight the impact of modern control systems in reducing maritime accidents at Sokhna Port, with a focus on the role of advanced navigation technology in enhancing maritime safety. Maritime accidents are among the main challenges affecting the efficiency of maritime transport operations, especially in high-density ports like Sokhna. Therefore, this study seeks to examine the extent to which various dimensions of maritime navigation control systems, such as autonomous navigation systems, remote sensing systems, predictive navigation systems, smart guidance systems, and autonomous speed and course control systems, can reduce maritime accidents and associated risks.

The problem addressed by this study is that maritime accidents are among the greatest threats to the safety of ships and port infrastructure, necessitating the introduction of modern and advanced technologies to mitigate these accidents and improve the performance of maritime transport operations. Thus, exploring the relationship between the use of modern marine navigation control systems and the reduction of accidents at Sokhna Port is essential.

The study adopted a descriptive-analytical methodology. The results revealed a significant and strong impact of all the systems used at the port. For instance, the autonomous navigation system significantly reduced collision accidents, while remote sensing systems played a major role in reducing accidents due to poor visibility. Additionally, the predictive navigation system was effective in reducing accidents caused by poor maneuvering, and the smart guidance system helped minimize accidents during precise maneuvering operations. Furthermore, the autonomous speed and course control system had a substantial impact on reducing overall maritime accidents.

Based on these findings, the study recommends expanding the use of these systems in similar ports. It also suggests providing continuous and specialized training for port operators and staff to ensure the full utilization of these advanced technologies. Enhancing cooperation among relevant authorities to improve regulatory and legislative strategies related to the use of these systems in navigation operations is also crucial. Moreover, the study encourages future research to examine the impact of these systems in other ports within the region with different operational characteristics, which will contribute to a better understanding of the impact of these technologies in various maritime environments.

المستخلص

تستهدف هذه الدراسة تسليط الضوء على تأثير نظم التحكم الحديثة في تقليل الحوادث البحرية في ميناء السخنة، مع التركيز على دور تكنولوجيا الملاحة المتقدمة في تعزيز السلامة البحرية، وتعد الحوادث البحرية من التحديات الرئيسية التي تؤثر على كفاءة عمليات النقل البحري، خاصة في الموانئ ذات الكثافة العالية مثل ميناء السخنة. لذا، تهدف هذه الدراسة إلى دراسة مدى تأثير نظم التحكم في الملاحة البحرية بأبعادها المختلفة مثل: النظام الملاحي الذاتي، نظام الاستشعار عن بعد، النظام الملاحي التنبؤي، نظام الإرشاد الذكي، ونظام التحكم الذاتي في السرعة والمسار، في تقليل الحوادث البحرية وتقليل المخاطر المرتبطة بها، وتتمثل مشكلة الدراسة في أن الحوادث البحرية تعد من أكبر المخاطر التي تهدد سلامة السفن والبنية التحتية للموانئ، مما يتطلب الحاجة إلى إدخال تقنيات حديثة ومتطورة للحد من تلك الحوادث وتحسين أداء عمليات النقل البحري.

لذا تبرز أهمية استكشاف العلاقة بين استخدام النظم الحديثة للسيطرة على الملاحة البحرية وبين تقليل الحوادث في ميناء السخنة، وقد تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي في هذه الدراسة، وأظهرت نتائج الدراسة أن هناك تأثيرًا معنويًا وقويًا لجميع النظم المستخدمة في الميناء، حيث تبين أن النظام الملاحي الذاتي، على سبيل المثال، ساهم بشكل ملحوظ في تقليل حوادث التصادم، في حين أن أنظمة الاستشعار عن بعد كان لها دور كبير في تقليل الحوادث الناتجة عن ضعف الرؤية. كذلك، أثبتت نتائج التحليل أن النظام التنبؤي للملاحة ساهم في تقليل الحوادث الناتجة عن سوء المناورة، بينما ساعد نظام الإرشاد الذكي في تقليل الحوادث أثناء عمليات المناورة الدقيقة. من جهة أخرى، كان لنظام التحكم الذاتي في السرعة والمسار تأثير كبير في تقليل الحوادث البحرية بشكل عام.

١ـ مقدمة عامة

يعد ميناء السخنة من أهم الموانئ البحرية في مصر، ويتميز بموقعه الاستراتيجي في خليج السويس، حيث يربط بين اوروبا واسيا وافريقيا. ويتميز الميناء بتجهيزات حديثه تسمح باستقبال السفن الكبيرة وتسهيل عمليات شحن وتفريغ البضائع، مما يجعله محورًا رئيسيًا في التجارة العالمية. تعتبر السلامة البحرية في ميناء السخنة قضية حيوية تؤثر على كفاءه العمليات الملاحية، ومع ذلك، تظل الحوادث البحرية تحديًا كبيرًا يؤثر سلبًا على العمليات. تشمل الحوادث البحرية التصادمات، والتسربات النفطية، والأعطال الفنية، والأخطاء البشرية، مما يتطلب تطوير نظم التحكم في الملاحة وتدريب الطواقم، تشمل نظم التحكم الحديثة في الملاحة البحرية نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، ونظام الرادار (Radar)، ونظام مراقبة حركه السفن (VTS)، ونظام إدارة حركه المرور في الموانئ، ونظام التحذير من التصادم، ونظام الطقس البحري، ونظام إدارة السفن، ونظام المساعدة في القيادة الذاتية. تسهم هذه الأنظمة في تحسين دقه الملاحة وتقليل الحوادث البحرية من خلال توفير توجيهات دقيقه وتحليل حركه السفن(العريدي،٢٠٢٣).

٢ـ مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة الدراسة الحالية تحديًا كبيرًا يتمثل في الفجوة بين الاستخدام الحالي لنظم التحكم في الملاحة البحرية وفعالية هذه النظم في تقليل الحوادث البحرية في ميناء العين السخنة. على الرغم من التطورات الكبيرة في تكنولوجيا الملاحة البحرية، مثل نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) ونظم التحذير من التصادمات، فإن الحوادث البحرية لا تزال تؤثر بشكل كبير على كفاءة العمليات الملاحية، وتزيد من تكاليف الصيانة والإصلاحات، وتؤثر سلبًا على سمعة الميناء في المجتمع الملاحي الدولي. وقد أشارت الدراسات السابقة إلى

أن تطبيق هذه النظم يمكن أن يسهم في تحسين السلامة البحرية، إلا أن هناك حاجة ملحة لتحليل كيفية تأثير هذه النظم بشكل فعّال ومستدام، وتحديد العوامل التي تؤثر على كفاءة استخدامها. بالإضافة إلى ذلك، هناك نقص في الدراسات التي تربط بين برامج التدريب المستمر للطاقم وفعالية نظم الملاحة البحرية، وكذلك تأثير تطبيق نظم القيادة الذاتية في الموانئ على تقليل الحوادث البحرية. من هذا المنطلق، تهدف الدراسة الحالية إلى استكشاف وتحليل تأثير نظم التحكم في الملاحة البحرية على تقليل الحوادث البحرية في ميناء العين السخنة، وتقديم توصيات مستندة إلى البيانات لتحسين استخدام هذه النظم وتعزيز السلامة البحرية.

٣- أهداف الدراسة:

الهدف الرئيسي للدراسة هو تقييم تأثير استخدام نظم التحكم لملاحه السفن في تقليل الحوادث بميناء السخنة. وينبثق من الهدف الرئيسي خمسة أهداف فرعيه، تشمل:

أ- تحليل تأثير نظم الملاحة الذاتية على تقليل حوادث التصادمات البحرية في ميناء السخنة.

ب- دراسة تأثير أنظمه الاستشعار عن بعد لرصد حركة السفن في تقليل الحوادث الناتجة عن سوء الرؤية في ميناء السخنة.

ت- استكشاف دور الأنظمة التنبؤية في تقليل الحوادث الناتجة عن سوء المناورة في ميناء السخنة.

ث- تحليل تأثير أنظمة الإرشاد الذكي في تقليل الحوادث أثناء عمليات المناورة داخل الميناء.

ج- تسعى الدراسة إلى بحث تأثير أنظمة التحكم الذاتي في السرعة والمسار على تقليل الحوادث البحرية في ميناء السخنة.

٤- نظم التحكم لملاحة السفن

نظم التحكم لملاحة السفن تعرف بأنها أنظمة تستخدم لتوجيه السفن وضبط مساراتها باستخدام التقنيات الحديثة مثل GPS، والرادار، وأنظمه التعرف الآلي (AIS). تسهم هذه الأنظمة بشكل كبير في تقليل الحوادث البحرية من خلال تحسين القدرة على التنبؤ بالمخاطر، وتوجيه السفن بدقة في البيئات المعقدة، وضمان التنسيق الأمثل بين السفن ومراكز المراقبة. وتوضح أنها تهدف إلى تقليل الحوادث البحرية عن طريق توفير معلومات دقيقة حول موقع السفينة وتوجيهها بشكل يمنع التصادمات، خاصة في الممرات المائية الضيقة والمناطق المزدحمة، تشمل أنواع نظم التحكم لملاحه السفن تقنيات متعددة تساهم في تحسين سلامه الملاحة البحرية. من بين هذه الأنظمة: نظم منع التصادم الآلي (AIS)، وأنظمه إدارة المرور البحري (TMAS)، ونظم القيادة الذكية، ونظام تحديد المخاطر وتجنبها، ونظم المراقبة بالفيديو والكاميرات الحرارية، ونظم الإنذار المبكر، ونظم مراقبه الأداء البحري، ونظام التحكم بالاتجاه، (Martin Clifford, 2013).

تكمن أهمية نظم التحكم لملاحه السفن في دورها الحاسم في تحسين سلامة الملاحة البحرية وتقليل الحوادث. تساهم هذه النظم في توجيه السفن بدقه، وتنسيق الحركة بين السفن والموانئ، وتحليل بيانات الطقس والملاحة بشكل دقيق، مما يساعد في اتخاذ قرارات مدروسة وتحسين قدره السفن على المناورة في الظروف البيئية المعقدة. بالإضافة إلى ذلك، تتيح الأنظمة الحديثة للمشغلين اتخاذ قرارات استباقيه بناء على تحليلات دقيقة وبيانات حيه، مما يقلل من الاعتماد على العنصر البشرى ويحسن التنسيق بين السفن والموانئ. تعتمد نظم التحكم لملاحه السفن على التكنولوجيا الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، وأنظمه GPS، والرادار، وأنظمه التعرف الآلي (AIS)، تساعد هذه التقنيات في تحسين عمليه اتخاذ القرارات، وتوفير إشراف مستمر على حركة السفن، والتنبؤ بالظروف البيئية والملاحية لتقديم توصيات لتحسين السلامة. ومع تطور

تقنيات الذكاء الاصطناعي والأنظمة الذاتية، من المتوقع أن تصبح عمليات الملاحة البحرية أكثر أمانًا وكفاءه في المستقبل (John Watson, 2011).

٥- الحوادث البحرية التي تحدث اثناء دخول وخروج السفن وبالممرات المائية الضيقة في ميناء السخنة

شهد ميناء السخنة عدة حوادث بحريه أثناء دخول وخروج السفن نتيجة لأسباب متعددة مثل الأخطاء البشرية، والظروف الجوية السيئة، والمشاكل التقنية. من أبرز الحوادث حادثه جنوح السفينة "حلمى" في ٢٠١٧ بسبب ظروف غير ملائمه، مما أدى إلى تأخيرات في العمليات (محمد, ٢٠١٧). كما وقعت حادثه تصادم سفينة حاويات مع الرصيف في ٢٠١٥ نتيجة فقدان السيطرة أثناء التراكي، مما ألحق أضرارًا كبيرة بالرَصيف (على,٢٠١٥). في ٢٠١٨، حدث تسرب مواد كيميائية أثناء التفريغ بسبب عطل في النظام (الزهيري, ٢٠١٨)، وفي نفس العام جنحت السفينة "Capri" بسبب الأحوال الجوية السيئة (سعيد, ٢٠١٨). في ٢٠١٦، وقع تصادم السفينة "MSC Barbara" مع الرصيف نتيجة لضعف الرؤية بسبب الطقس السيء (منصور, ٢٠١٦). كما شهد الميناء حادثه تسرب نفطي في ٢٠١٩ من سفينة أدت إلى تلوث محدود في المياه (حسن, ٢٠١٩). وفي ٢٠٢٠ حدث تصادم سفينة مع رصيف نتيجة خطأ بشرى، مما ادى إلى تضرر الرصيف (فؤاد, ٢٠٢٠).

هذه الحوادث تؤثر بشكل كبير على حركه الملاحة، والبيئة، والاقتصاد، مما يبرز أهمية تحسين أنظمه الملاحة والتقنيات الحديثة. كما أن الأخطاء البشرية، مثل قله التدريب وسوء التنسيق، تقوم بدورًا كبيرًا في وقوع هذه الحوادث. من بين التحديات الأخرى التي يواجهها ميناء السخنة هي نقص الكوادر المدربة، وازدحام الحاويات في بعض الأحيان، وقله استخدام التكنولوجيا الحديثة في بعض العمليات، إضافة إلى مشكله تلوث المياه والتأثيرات البيئية السلبية الناتجة عن بعض الحوادث البحرية.

٦- منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي حيث يقوم الباحث بتطبيق هذا المنهج لدراسة وتحليل اثر استخدام نظم التحكم في الملاحة البحرية في تقليل الحوادث بميناء السخنة، ويعتمد هذا المنهج على جمع البيانات الكميه والنوعية من خلال الملاحظة الميدانية حيث تم دراسة ومراقبة العمليات البحرية في الميناء، بما في ذلك استخدام نظم التحكم في الملاحة، وتحليل تأثيرها على تقليل الحوادث البحرية، واستطلاع آراء الخبراء والمسؤولين في ميناء السخنة، وذلك باستخدام استبيانات ولقاءات شخصيه لفهم مدى تأثير هذه النظم على تقليل الحوادث البحري، وتحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لتحديد العلاقة بين استخدام نظم التحكم في الملاحة وتقليل الحوادث البحرية في الميناء، وتم اختيار عينه عشوائية طبقيه ممثله تتكون من ٨٠ فردًا من العاملين بميناء السخنة في الوظائف التالية: (ربان، موظف في إدارة العمليات، فرد في فريق الارشاد، مهندس فنى، فرد في فريق الطوارئ والسلامة، وظيفه أخرى). وتم اجراء بعض العمليات الإحصائية (معامل الفا كرونباخ لقياس ثبات الاستبيان، معامل الاتساق الداخلي، الإحصاءات الوصفية والانحراف المعياري ومعامل الاختلاف، معامل الارتباط سيبرمان لقياس قوة واتجاه العلاقة بين عناصر وابعاد الدراسة، ونموذج الانحدار الخطى البسيط والمتعدد.

٧- نتائج فرضيات الدراسة:

الفرض الرئيسي: يوجد أثر معنوي ذو دلالة إحصائية عند مستوى = ٠,٠٥ α، للمتغير المستقل التحول الرقمي على المتغير التابع تحسين الكفاءة التشغيلية بميناء السخنة.

النتيجة: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى معنويه (٠,٠٥) للمتغير المستقل التحول الرقمي على المتغير التابع الكفاءة التشغيلية بميناء السخنة، حيث أن معاملات الانحدار جاءت موجبه، وكان الانحراف المعياري منخفض مما يدل على جوده النموذج، وقد أشار معامل التحديد التأثير قوى وأن ٩٩,٥٪ من التغيرات في الكفاءة التشغيلية يمكن تفسيرها من خلال التغيرات في التحول الرقمي. التفسير، التحول الرقمي يلعب دورًا كبيرًا في تحسين الكفاءة التشغيلية بفضل تقنيات الأتمتة والتحليل المتقدم للبيانات.

الفرض الفرعي الأول: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى معنويه (٠,٠٥) للمتغير المستقل التحول الرقمي على بعد "تسريع زمن مناوله البضائع".

النتيجة: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للمتغير المستقل التحول الرقمي على بعد "تسريع زمن مناوله البضائع"، حيث أن معاملات الانحدار جاءت موجبه، وكان الانحراف المعياري منخفض مما يدل على جوده النموذج، كما أن ٩٧,٦٪ من التباين في تسريع زمن مناوله البضائع يمكن تفسيره بالتحول الرقمي. التأثير قوى لأن معامل التحديد (٩٧,٦٪) يشير إلى أن التحول الرقمي يفسر معظم التغيرات في زمن مناوله البضائع. التفسير، التحول الرقمي يساهم في تحسين الكفاءة الزمنية بفضل تقنيات الأتمتة وإدارة الوقت الفعالة.

الفرض الفرعي الثاني: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للمتغير المستقل التحول الرقمي على بعد تحسين كفاءه التخزين وإدارة المخزون.

النتيجة: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للمتغير المستقل التحول الرقمي على بعد تحسين كفاءه التخزين وإدارة المخزون، وأن معاملات الانحدار جاءت موجبه، وكان الانحراف المعياري منخفض مما يدل على جوده النموذج، التأثير معتدل كما أن ٦٢,٩٪ من التباين في كفاءه التخزين وإدارة المخزون يمكن تفسيره بواسطة التحول الرقمي. التفسير: التحول الرقمي يحسن التخزين وإدارة المخزون من خلال تقنيات إدارة المخزون الآلية والتحليل الدقيق للبيانات.

الفرض الفرعي الثالث: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للتحول الرقمي على بعد "تحسين التنسيق بين العمليات وتكنولوجيا المعلومات".

النتيجة: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للتحول الرقمي على بعد "تحسين التنسيق بين العمليات وتكنولوجيا المعلومات"، وأن معاملات الانحدار جاءت موجبه، وكان الانحراف المعياري منخفض مما يدل على جوده النموذج، التأثير قوى والتحول الرقمي يفسر حوالي ٦٨,١٪ من التغيرات في التنسيق بين العمليات وتكنولوجيا المعلومات. التفسير، التحول الرقمي يعزز التكامل والتنسيق بين العمليات بفضل تقنيات الشبكات وإدارة المعلومات.

الفرض الفرعي الرابع: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للتحول الرقمي على بعد تحسين تخطيط الموارد وتخصيصها بكفاءة.

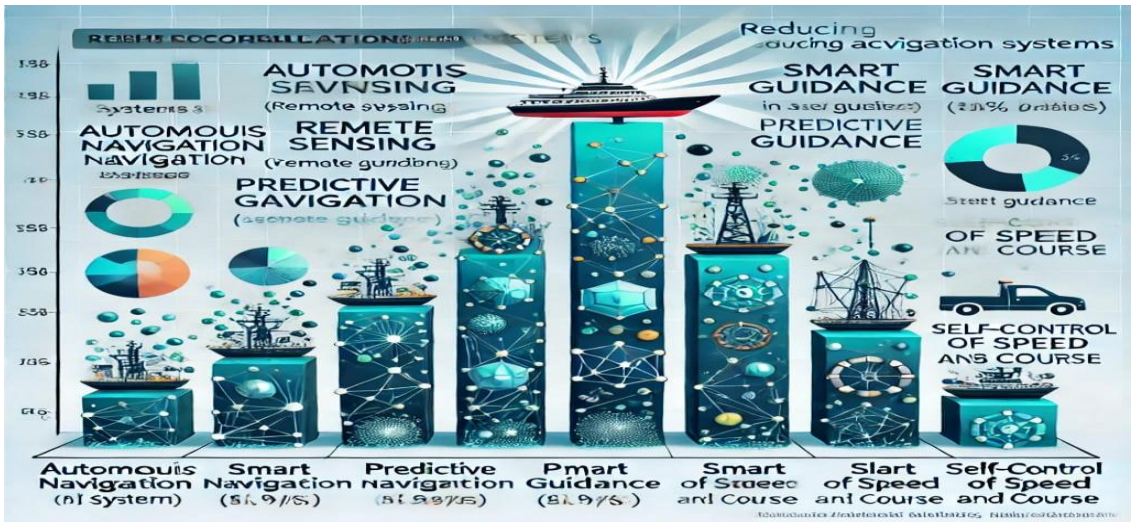
النتيجة: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للتحول الرقمي على بعد تحسين تخطيط الموارد وتخصيصها بكفاءة، وان معاملات الانحدار جاءت موجبه، وكان الانحراف المعياري منخفض مما

يدل على جوده النموذج، وان التأثير قوى والتحول الرقمي يفسر حوالي ٩٧,٢٪ من التغيرات في تحسين تخطيط الموارد وتخصيصها بكفاءة. التفسير، التحول الرقمي يحسن تخطيط الموارد وتخصيصها بفضل تقنيات التخطيط والتحليل الدقيق.

الفرض الفرعي الخامس: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للتحول الرقمي على بعد رضا العملاء.

النتيجة: يوجد تأثير معنوي ذو دلاله إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) للتحول الرقمي على بعد رضا العملاء، وان معاملات الانحدار جاءت موجبه، وكان الانحراف المعياري منخفض مما يدل على جوده النموذج، وان التأثير قوى والتحول الرقمي يفسر حوالي ٨٨,٦٪ من التغيرات في رضا العملاء. التفسير، التحول الرقمي يعزز رضا العملاء من خلال تقديم خدمات محسنة وتفاعليه وزيادة الشفافية والدقة في العمليات.

تشير النتائج بوضوح إلى ان استخدام نظم التحكم في الملاحة البحرية بشكل عام له تأثير قوى جدًا على تقليل الحوادث في ميناء السخنة. تختلف قوه التأثير بين الابعاد المختلفة، حيث تبين ان بعض الانظمة مثل "نظام الملاحة الذاتية" و"نظام التحكم الذاتى في السرعه والمسار" لها تأثيرات قويه جدا، بينما "انظمه الإرشاد الذكى" لها تأثير اقل ولكن لا يقل أهميه.



شكل رقم (١) العلاقة بين فرضيات الدراسة

المصدر: من اعداد الباحث

٨- النتائج العامة للدراسة:

- **التأثير الإيجابي لنظم التحكم في الملاحة:** تم التوصل إلى أن نظم التحكم في الملاحة البحرية، بما في ذلك نظام الملاحة الذاتية، والاستشعار عن بعد، والملاحة التنبؤية، والارشاد الذكي، والتحكم الذاتي في السرعة والمسار، تلعب دورًا مهمًا في تقليل الحوادث البحرية بميناء السخنة، حيث تسهم هذه الأنظمة في تقليل الحوادث بنسبة كبيره.
- **علاقة قوية بين النظم وحوادث التصادمات البحرية:** أظهرت الدراسة ان نظام الملاحة الذاتية يساهم بشكل كبير في تقليل حوادث التصادمات البحرية، كما تبين أن العلاقة بين هذا النظام وحوادث التصادم قويه جدًا، مما يشير إلى فاعليه النظام في تحسين سلامه السفن في الميناء.

- **تقليل الحوادث الناتجة عن سوء الرؤية وسوء المناورة:** بينت الدراسة ان أنظمه الاستشعار عن بعد والملاحة التنبؤية كانت ذات تأثير قوى على تقليل الحوادث الناتجة عن سوء الرؤية وسوء المناورة، ما يعكس اهميه هذه الأنظمة في تحسين ظروف الملاحة البحرية.
- **أهمية الإرشاد الذكي في تقليل الحوادث أثناء المناورة:** أظهرت نتائج الدراسة أن نظام الإرشاد الذكي له تأثير معنوي على تقليل الحوادث أثناء عمليات المناورة، ما يؤكد أن التوجيه الذكي يمكن أن يلعب دورًا محوريًا في زياده امان العمليات البحرية في الميناء.
- **فاعليه نظام التحكم في السرعة والمسار:** نظام التحكم الذاتي في السرعة والمسار اثبت فعاليته في تقليل الحوادث البحرية بشكل ملحوظ، حيث ساهم هذا النظام في تفسير ٩٨,٢٪ من التغيرات في الحوادث، ما يعكس دوره الكبير في تحسين الملاحة البحرية.
- **دلاله إحصائية قويه:** جميع النتائج اظهرت دلاله إحصائية قويه في جميع الابعاد المدروسة، مما يعزز من مصداقيه الدراسة ويؤكد ان النظم التكنولوجية المدروسة تلعب دورًا فاعلًا في تحسين السلامة وتقليل الحوادث.

يمكن القول ان اعتماد نظم التحكم المتقدمة في الملاحة البحرية بميناء السخنة يساهم بشكل كبير في تحسين السلامة وتقليل الحوادث البحرية، مما يتطلب المزيد من الاستثمار في هذه الأنظمة لتأمين بيئة بحريه اكثر امانًا وفعالية.

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات السابقة في عده نقاط رئيسيه تتعلق بتقنيات نظم التحكم في الملاحة البحرية واثرها في تقليل الحوادث البحرية في الموانئ، حيث تتفق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Patel & Sharma (٢٠٢٠) الذين أكدوا في دراستهم ان انظمه التحكم الذاتية في السرعة والمسار لها تأثير كبير في تقليل الحوادث البحرية، حيث ان استخدام هذه الانظمة يساعد في تحسين دقة التحكم في السفن وتقليل الحوادث الناجمة عن اخطاء بشريه أو ظروف غير متوقعه، كما تتفق النتائج مع دراسة Kim & Lee (٢٠٢٢)، على اهمية أنظمه الإرشاد الذكي في تقليل الحوادث الناتجة عن المناورة. حيث تشير دراستهم الى ان هذه الأنظمة توفر ارشادات دقيقه للسفن مما يقلل من المخاطر المرتبطة بالمناورات المعقدة في الموانئ، وهو ما يتوافق مع نتائج الدراسة التي اظهرت تأثيرًا معنويًا لأنظمه الإرشاد الذكي على تقليل الحوادث أثناء المناورة.

كما تتوافق النتائج مع دراسة Liu & Wang (٢٠٢٠)، التي أظهرت دراستهم فعالية الأنظمة التنبؤية في تقليل الحوادث الناتجة عن سوء المناورة، وقد اظهرت نتائج الدراسة الحالية أن الأنظمة التنبؤية تساهم بشكل كبير في تقليل الحوادث البحرية، مما يعزز النتائج التي خلصت اليها دراستهم حول فاعليه هذه الأنظمة في تحسين التنسيق وتقليل المخاطر، وكذلك تتفق مع دراسة Zhang & Wu (٢٠١٩) الذين وجدوا أن أنظمه الاستشعار عن بعد تساهم في تقليل الحوادث الناتجة عن سوء الرؤية في البحر، حيث ان هذه الأنظمة توفر معلومات دقيقه حول البيئة المحيطة بالسفن، مما يعزز السلامة البحرية. النتائج في الدراسة الحالية التي أظهرت تأثيرًا قويًا لأنظمه الاستشعار عن بعد على تقليل الحوادث الناتجة عن سوء الرؤية تدعم هذه الفكرة.

على جانب آخر، تتماشى نتائج الدراسة مع دراسة Almutairi & Almazrouei (٢٠٢١) الذين اكدوا ان أنظمه الملاحة الذاتية تحسن من دقه توجيه السفن وتقليل الحوادث البحرية الناجمة عن الأخطاء البشرية. فنتائج الدراسة التي اظهرت علاقه قويه بين نظام الملاحة الذاتية وتقليل حوادث التصادمات البحرية تدعم هذه النتائج.

ونستنتج ان الدراسة الحالية تتفق بشكل كبير مع الدراسات السابقة التي أكدت على أهميه نظم التحكم المتقدمة في تقليل الحوادث البحرية. هذه النظم تشمل أنظمه الملاحة الذاتية، أنظمه الاستشعار عن بعد، الأنظمة التنبؤية، والإرشاد الذكي، وكلها تساهم في تحسين السلامة وتقليل الحوادث البحرية في الموانئ.

٩- توصيات الدراسة

تأتي توصيات هذه الدراسة استناداً إلى النتائج الإحصائية التي أكدت فعالية نظم التحكم في الملاحة البحرية في تقليل الحوادث بميناء السخنة، حيث تهدف هذه التوصيات إلى تعزيز مستوى السلامة البحرية من خلال تطبيق الأنظمة المتقدمة وتدريب الكوادر البشرية لضمان تحقيق الاثر المرجو، وقد تمثلت تلك التوصيات فيما يلي:

- يجب تعزيز الاستثمار في تطوير وتطبيق نظام الملاحة الذاتية في جميع السفن التي تعبر ميناء السخنة، لتأثيره الكبير على تقليل حوادث التصادمات البحرية، ويكون المسؤول عن التنفيذ إدارة ميناء السخنة بالتعاون مع شركات الملاحة البحرية، وتتضمن آليات التنفيذ تطوير موازنات سنوية مخصصه لشراء وتحديث الأنظمة التكنولوجية، بالإضافة إلى تدريب الطواقم البحرية على استخدام هذه الأنظمة. المدى الزمني المقترح هو ٦ اشهر لتحديد الميزانية وبدء عمليه التنفيذ.
- يجب توسيع نطاق استخدام أنظمه الاستشعار عن بعد على مستوى اوسع في جميع العمليات البحرية داخل الميناء لمساهمتها بشكل كبير في تقليل الحوادث المرتبطة بسوء الرؤية. وتكون وزاره النقل المصرية بالتعاون مع شركات التكنولوجيا المتخصصة هي المسئولة عن التنفيذ، وتشمل آليات التنفيذ تفعيل عقود مع شركات متخصصه لتركيب وصيانه الأنظمة في السفن والموانئ، والمدة الزمنية المقترحة لتنفيذ ذلك هي ١٢ شهرًا.
- ينبغي استخدام الأنظمة التنبؤية لتأثيرها الكبير على تقليل الحوادث الناتجة عن سوء المناورة بشكل مكثف في موانئ مثل ميناء السخنة لتحقيق فعالية اكبر في التنقل داخل الميناء. وتكون إدارة ميناء السخنة بالتعاون مع الهيئات البحرية الدولية مسئوله عن التنفيذ، وذلك من خلال تحديث نظم الملاحة والتنبؤ في السفن، مع تخصيص ميزانيات لتطوير تقنيات جديده في التنبؤ، على أن يتم ذلك خلال ١٨ شهرًا.
- الأنظمة الذكية للإرشاد أثرت بشكل إيجابي على تقليل الحوادث أثناء العمليات المعقدة مثل المناورات. لذا، ينبغي تطبيق الأنظمة الذكية للإرشاد في جميع عمليات المناورة في ميناء السخنة. المسؤول عن التنفيذ هو إدارة ميناء السخنة بالتعاون مع الشركات التقنية، وآليات التنفيذ تتضمن تدريب الأطقم البحرية على كيفية استخدام هذه الأنظمة وتوفير الدعم الفني المستمر، على أن يتم التنفيذ خلال ١٢ شهرًا.
- يجب تنفيذ مشروع لتحسين التكامل بين نظم الملاحة الذاتية، الاستشعار عن بعد، الأنظمة التنبؤية، والأنظمة الذكية للإرشاد لتحقيق أقصى قدر من الأمان في السفن وداخل الموانئ، وتكون وزاره النقل بالتعاون مع شركات التكنولوجيا المتقدمة مسؤوله عن التنفيذ من خلال وضع خطه استثماريه طويله الأجل للتكامل بين الأنظمة وتطوير البرامج الداعمة لذلك، خلال مدة ٢٤ شهرًا.

١٠- المراجع

- البني عيسى، محمود. (٢٠٢٠). "التحديات التشغيلية في الموانئ البحرية: دراسة حالة ميناء السخنة." مجله إدارة النقل واللوجستيات، العدد ١٥.
- العريدي، سامي. (٢٠٢٣). الأهمية الاستراتيجية لميناء السخنة ودوره في دعم التجارة الدولية. مجلة النقل البحري الدولي، ٥.

- الجوهر، محمد. (٢٠٢٣). نظم التحكم الحديثة للسفن. بيروت: دار النهضة العربية.
- الزهيري، أحمد. (٢٠١٨). "تحليل حادثه تسرب المواد الكيميائية في ميناء السخنة". مجلة البيئة البحرية، ١٢.
- حسن، نادر. (٢٠١٩). "تسرب النفط في ميناء السخنة: التحديات البيئية والإجراءات المتخذة". دورية الدراسات البيئية البحرية.
- سعيد، محمد. (٢٠١٨). "تحليل حادثه جنوح السفينة 'Capri' في ميناء السخنة". مجله الموانئ الدولية، ١٦.
- علي، سامي. (٢٠١٥). "تصادم سفينة حاويات في ميناء السخنة: التحديات والإجراءات المتخذة". دورية الموانئ البحرية، ١٩.
- فؤاد، خالد. (٢٠٢٠). "دراسة عن حادثه تصادم سفينة مع رصيف في ميناء السخنة". دورية الهندسة البحرية، ٢٢.
- محمد، سعيد. (٢٠١٧). "دراسة حول حادثه جنوح السفينة 'حلمي' في ميناء السخنة". مجله النقل البحري، ٢٨.
- منصور، فهد. (٢٠١٦). "تحليل حادثه تصادم سفينة MSC Barbara في ميناء السخنة". مجله علوم البحار، ١٧.

- Almutairi, M. & Almazrouei, S. (2021). "Enhancing Navigation Accuracy with Autonomous Navigation Systems." Journal of Marine Technology, 15.
- Clifford, Martin. (2013). "Ship Navigation Control Systems: The Role of Traffic Management and Early Warning Systems in Preventing Maritime Accidents." International Journal of Maritime Safety, 48(3), pp. 134-148. New York: Marine Technology Press.
- Kim, H., & Lee, S. (2022). "Impact of Smart Guidance Systems on Reducing Maneuvering Accidents". Journal of Maritime Safety and Security, 18.
- Liu, Y., & Wang, Z. (2020). Predictive navigation systems for collision avoidance: A study of modern applications. Journal of Navigation and Control Systems, 18.
- Patel, R. & Sharma, M. (2020). "Effect of Autonomous Speed and Course Control Systems on Reducing Maritime Accidents". Marine Technology Review, 21.
- Watson, John. (2011). "The Role of Automatic Identification Systems (AIS) in Preventing Ship Collisions." Journal of Maritime Safety, 35(4), pp. 210-222. New York: International Maritime Organization.
- Zhang, X. & Wu, Y. (2019). "Impact of Remote Sensing Systems on Reducing Poor Visibility-Related Accidents". Maritime Safety Journal, 22.