مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (9)، العدد (2) (ديسمبر-2023)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

DOI : https://doi.org/10.59743/jmset.v9i2.167

تطبيق النمذجة لتقييم الاعتمادية البشرية وطريقة تحليل الخطأ في الأنظمة البحرية

أحمد فتحي عاشور* وخالد محمد الرشاح

قسم هندسة الميكانيكا البحرية، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا.

البريد الإلكتروني: a.f.ashour@asmarya.edu.ly

Application of Modeling to Human Reliability Assessment (HRA) and Error Analysis Method in Marine Systems

Ahmed F. Ashour* and Khaled M. Alrashah

Department of Marine Mechanical Engineering, Faculty of Marine Resources,
Alasmarya Islamic University, Zliten, Libya.

Received: 15 November 2023; Revised: 06 December 2023; Accepted: 24 December 2023.

الملخص

الهدف الرئيس من هذه الورقة هو تقليل الأخطاء البشرية في بيئة مكان العمل، خاصة أثناء العمليات الحرجة على متن السفن باستخدام نظام تقييم الاعتمادية البشرية (HRA). تتطلب العمليات الحرجة على متن السفن وعيًا تامًا بالمخاطر التشغيلية من قبل الطاقم، حيث إن الخطأ البشري يمثل مشكلة كبيرة، وهو سبب رئيس للحوادث البحرية بنسبة من 75 إلى 96 ٪ من حوادث السفن، حيث يقوم الطاقم البحري بواجباته على متن السفن في ظروف وأوقات مختلفة ضمن عوامل مختلفة مثل؛ النمو السريع للتكنولوجيا وبيئة العمل والجوانب الاجتماعية، والتي قد تؤدي أو تساهم بشكل كبير في الفشل البشري المحتمل. إن إدراك الإجراءات والأفعال التي تحتاج إلى مهارة من قبل العنصر البشري أمر ضروري؛ لذلك. فإن دور طاقم السفينة بمرور الوقت يحتاج ليس فقط إلى القدرة على اتخاذ القرارات المناسبة وإنما القدرة على حل المشكلات أيضا. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي وناقشت العوامل البشرية المؤثرة على العنصر البشري المسبب للحوادث البحرية وكيفية الحد من الحوادث البحرية باستخدام نظام تقييم اعتمادية الأداء البشري (HRA).

الكلمات الدالة: الخطأ البشري، العوامل البشرية، تقييم اعتمادية الأداء البشري.

Abstract

The main objective of this research is to reduce human error in the workplace environment, especially during critical shipboard operations using a Human Reliability Assessment (HRA) system. Critical operations on board ships require full awareness of operational risks by the crew, as human error represents a major problem, and is a major cause of marine accidents at from 75 to 96% of all marine accidents, due to the different circumstances and times at which the crew perform their duties on board ships. Various factors such as; the rapid growth of technology, ergonomics, and social aspects may lead to or significantly contribute to potential human error. It is essential to be aware of the procedures and actions that require skill on the part of the human element. Because human error is the number one cause of accidents in marine. So. The role of the ship's crew over time requires not only the ability to make appropriate decisions but also the ability to solve problems. This study was based on a descriptive approach and discussed the human factors affecting the human element causing marine accidents and how to reduce marine accidents using the Human Performance Reliability Assessment (HRA) system.

Keywords: *Human error; Human factors; Human performance reliability assessment.*

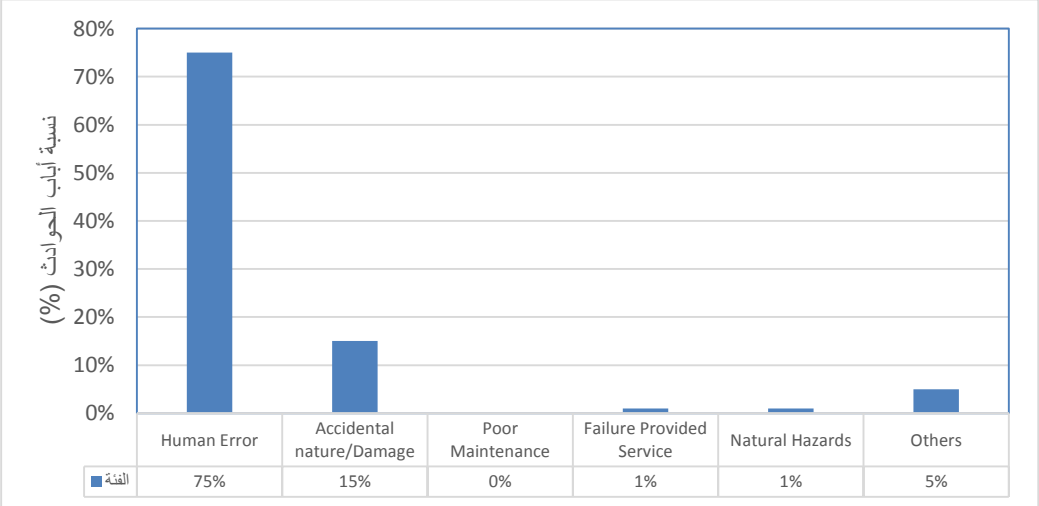
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

1. المقدمة

إن الأنشطة الاقتصادية لمختلف الدول وخاصة الدول المتقدمة منها، تعتمد على حركات التجارة الدولية، نظراً لحجم وكبر وارداتها وصادراتها مع مختلف دول العالم، ويعد الشحن البحري من أرخص وسائل نقل البضائع، وهو مسؤول عن نقل ما يقارب 90٪ من تجارة البضائع العالميّة، وبحسب International Chamber of Shipping (ICS, 2019) يعد الشحن البحري بمثابة عصب الحياة للاقتصاد العالمي. وكنتيجة لما ذكر سالفاً أولت الدول اهتمام خاصاً لأساطيلها الوطنية وحرصت بشدة على ضمانها وتدعيمها بمختلف الوسائل، بما في ذلك الدعم المالي والتشريعي والبشري و أصبح تعزيز ثقافة السلامة قضية ذات أهمية متزايدة للجميع في هذا المجال، تعد المستويات العالية من السلامة والأداء أمرًا بالغ الأهمية لنجاح الأعمال في البيئة عالية المخاطر، ومن أهم أهدافه حماية الأفراد والمجتمع والبيئة من التأثيرات المرتبطة بهذه المخاطر، يتم تحقيق ذلك من خلال الاستخدام الموثوق و الكافي للأنظمة والمكونات والأشخاص والإجراءات.

على الرغم من تحسين تصميم هياكل السفن ونظم تشغيلها واستقرار نظم الدفع ومعدات الملاحة وما إلى ذلك من تقدم تكنولوجي، إلا أن معدل الضحايا في البحر لا يزال مرتفعًا. وذلك لان تحسين هياكل السفن وموثوقية نظم تشغيلها ليست سوى جزء صغير نسبيا من مسألة السلامة. حيث يظهر الشكل (1) الأسباب التي أدت لغرق السفن في الفترة بين العام (2011–2016) ويبين الجدول (1) العلاقة بين أنواع حوادث السفن والعوامل المساهمة في حدوثها. ويشكل العنصر البشرى ما نسبته 75% من الأخطاء. بُذلت محاولات عديدة للتعامل مع الأخطاء البشرية؛ لتعزيز السلامة البحرية. كان أهمها إنشاء إطار تنظيمي يشمل السلامة والأمن ومنع التلوث من قبل المنظمة البحرية الدولية International Maritime Organization (IMO).

يتمثل الهدف من هذه الدراسة في التعرف على مفهومي الخطأ البشري والعوامل البشرية والعلاقة بينهما (ومعرفة احتمالية الأخطاء البشرية أثناء تنفيذ إحدى العمليات الحرجة المتعلقة بالسلامة البحرية)، وذلك باستخدام تطبيق إحدى نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري. حيث ستوضح أهمية تطبيق استخدام أدوات (HRA) كنهج متطور لتوقع الخطأ البشري كإجراء استباقي قبل القيام ببعض العمليات الحرجة على متن السفن.



شكل 1. الأسباب التي أدت لغرق السفن (Allianz Global Corporate & Specialty, 2018)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 1. العلاقة بين العوامل المساهمة وأنواع الحوادث (EMSA, 2020).

أنواع الحوادث	عدد العوامل المساهمة	فئات العوامل المساهمة المتضمنة في كل نوع من أحداث الحوادث		
		Shore management إدارة الشاطئ	Shipboard operation تشغيل السفينة	External environment بيئة خارجية
Hazardous material مواد خطرة	158	56	101	1
Human action العنصر البشرى	2386	558	1749	79
Another agent or vessel وكيل أو سفينة أخرى	385	96	85	204
Failure System/equipment فشل النظام / المعدات	701	263	432	6
Unknown مجهول	10	5	5	0
المجموع	**3640**	**978**	**2372**	**290**

2. الدراسات السابقة

بينت دراسة Rothblum وأخرون (2002) بعنوان "العوامل البشرية في التحقيق والتحليل في الحوادث (Human Factors in incident Investigation and Analysis) وكان الهدف من هذه الدراسة هو الحد من الخسائر البحرية، حيث تم التركيز على أنواع الأخطاء البشرية التي تسبب في خسائر بحرية، فقد وجد أن الخطأ البشري، والأخطاء المتعددة التي يرتكبها عدة أشخاص عادةً تساهم في الغالبية العظمى (75–96٪) من الخسائر البحرية؛ مما يجعل منع الخطأ البشري ذا أهمية كبيرة لتقليل عدد الحوادث البحرية.

هذا وقد تم وصف العديد من أنواع الأخطاء البشرية، والتي تبين أن معظمها ليس "خطأ" العامل البشري، بدلاً من ذلك تميل معظم هذه الأخطاء نتيجة للتكنولوجيات وبيئات العمل والعوامل التنظيمية، والتي لا تراعي بشكل كافٍ قدرات وحدود الأشخاص الذين يجب أن يتفاعلوا معها، وأظهرت صناعات أخرى أنه يمكن تقليل الأخطاء البشرية بشكل كبير، ويمكن التحكم في الخطأ البشري من خلال إبقاء العامل البشري في مقدمة أولوياتنا، ويمكن تصميم تقنيات وبيئات العمل والمؤسسات التي تدعم المشغل البشري وتحسين الأداء وتقليل الحوادث. حيث وضعت دراسة (Barnett, 2005) بعنوان "البحث عن الأسباب الجذرية للخسائر البحرية" (Searching for the Root Causes of Maritime Casualties) فهماً للخطأ البشري ضمن نماذج لسبب الحوادث، حيث تم مناقشة المشاكل الفلسفية للتحيز والإدراك المتأخر للتحقيق في الحوادث، وتقديم تصنيف لأنواع الخطأ البشري، وقد تم استخدام مسحين حديثين لبيانات الحوادث، وثلاث دراسات حالة لتسليط الضوء على المخاوف الرئيسة في مصادر الخطأ. هذه المخاوف هي الانتهاكات على متن السفينة، ونقص الوعي بالموقف على متن السفينة، والفشل في ممارسة الإدارة، وتقدم هذه الدراسة لمحة عامة عن الكيفية التي أدت بها هذه القضايا إلى تطور في التدريب والبحوث البحرية. حيث كان التطور الأول هو تصميم دورات تدريبية أكثر فعالية من خلال فهم أفضل لطبيعة متطلبات المهارات الخاصة بالوعي بالموقف،

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

وتشير النماذج النظرية لتسبب الحوادث والخطأ البشري إلى أن الإصابات البحرية ناتجة عن مجموعة من العوامل البشرية، والتي قد تشمل حالات الخطأ "النشطة" من جانب الأفراد على متن السفينة، وكذلك الظروف "الكامنة" في النظام التنظيمي. هناك عدد من مصادر الخطأ البشري، والتي تشمل المخالفات، والأخطاء، والزلات والهفوات، وتشير دراسات الحوادث الحديثة إلى أن الانتهاكات على متن السفن، ونقص الوعي بالموقف، هي المصادر الغالبة لخطأ المشغل. كما في دراسة (Martinez de Oses & Ventikos, 2003) ، بعنوان "تقييم نقدي للعنصر البشري فيما يتعلق بالسلامة البحرية" (A Critical Assessment of Human Element Regarding Maritime Safety) ، والتي هدفت إلى تغطية مختلف جوانب العلاقة بين العامل البشري والسلامة البحرية، عن طريق تقديم نتائج مستمدة من استبيان منظم، يحتل العنصر البشري نصيبًا مهمًا جدًا فيه مقارنة بمجموعة أسباب الحوادث البحرية الأخرى، ومن الاستنتاجات المستمدة من الدراسة المذكورة أعلاه إظهار ملف أهمية العامل البشري في الخطوط العريضة للصناعة البحرية المتطورة المعاصرة، وفي دراسة (Parvez, 2010) بعنوان "هل يساهم وجود العنصر البشري في شركات الشحن في الحوادث على السفن؟" (Does the presence of human element in shipping companies contribute towards Accidents on ships?)، والتي كان الهدف منها هو التعرف على العنصر البشري في شركة الشحن، وفهم كيفية اتخاذ القرار والسلامة والثقافة التي تتأثر بالسلوك البشري، وافتراضها أن وجود العنصر البشري في شركة الشحن يمكن أن يؤدي إلى حوادث على السفن، اعتمدت الدراسة نموذجاً إيجابياً، واتبعت منهجية المسح، حيث تم استلام العدد الإجمالي للإجابة على الاستبيان، واعتبرت نتائج البحث غنية وغير متحيزة؛ لأنه تم إجراء التحليل مع مراعاة منظور المديرين والبحارة، واستنتجت الدراسة أن العنصر البشري في شركة الشحن يمكن أن يؤدي إلى حوادث على السفن. كما وجدت دراسة (Berg, 2013) بعنوان "العوامل البشرية وثقافة السلامة في السلامة البحرية"؛ (Human Factors and Safety Culture in Maritime Safety)، والتي كان الهدف منها تحديد المشكلات المتعلقة بالعامل البشري، حيث وجد أن أحد أوجه القصور الأكثر شيوعًا في حالة النقل البحري هو قلة المراقبة والتوثيق، كما هو الحال في كل صناعة معرضة للخطر، وإن العوامل البشرية والتنظيمية تشكل الرهانات الرئيسة للسلامة البحرية، ويعد التحقيق في الحوادث البحرية في الوقت الحاضر أداة مهمة للغاية.

ووجدت دراسة (Ceyhun, 2014) بعنوان "تأثير حوادث الشحن على البيئة البحرية"؛ (The Impact of Shipping Accidents on Marine Environment)، حيث كان الهدف منها هو التحقيق في آثار حوادث الشحن على البيئة البحرية في البحار التركية. ثم إحصاءات حوادث الشحن والبيئة البحرية وتحليلها على أنها أحداث غير متوقعة تؤدي إلى أضرار وخسائر إما مالية، أو ممتلكات، وإما فقدان الأشخاص، ويرجع ذلك إلى عدة أسباب: كأخطاء العنصر البشري، وأعطال فنية، وظروف طبيعية، وعوامل شحن، وتلعب الظروف والعوامل المتعلقة بالشحن دورًا في هذه الحوادث، وتعد هذه الحوادث حالات لا مفر منها في المجال البحري. وفي دراسة (Arnhus, 2014) التي كانت بعنوان "النمذجة الفنية والبشرية والعوامل والمعوقات التنظيمية في مخاطر فشل الأنظمة البحرية"؛ (Modeling of Technical, Human and Organizational Factors and Barriers in Marine Systems Failure Risk)، وكان الهدف من هذه الدراسة هو تطوير نموذج يمكن استخدامه لتحليل المخاطر التي تنطوي عليها العوامل التقنية والبشرية والتنظيمية، ونظرًا لمحدودية حجم العمل الذي تم إنجازه في هذا المجال تم شرح نظرية شبكات (BBN)، وهي طريقة يمكن استخدامها لتحليل المخاطر، وهي مناسبة للتعامل مع العلاقات غير القطعية وغير المتسلسلة، ومراجعة شاملة للعوامل الفنية، والبشرية، والتنظيمية، والتفاعل بينها، وقد وجد أن معظم الحوادث وقعت بسبب ثلاثة أنواع من الأخطاء وهي (عدم إجراء العمليات العادية، عدم الاستجابة للمواقف غير الطبيعية، خطأ الأنظمة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الفنية). لذلك تم بناء النموذج حول أنواع الأخطاء الثلاثة من خلال التركيز على أسباب حدوث هذه الأخطاء، وتم استخدام خوارزمية شبه آلية لتحديد النموذج؛ هذا يعني أن النموذج إلى درجة صغيرة يعتمد على بيانات حقيقية، وبسبب هذا استنتج أن النموذج غير مناسب لتحديد مخاطر معينة، ولكن بمرور الوقت تطور لرصد كيفية حدوث مستوى المخاطر. كما وجدت دراسة (De Felice et al., 2013) بعنوان "تطبيق النمذجة من أجل تقييم الاعتمادية المعرفية وطريقة تحليل الخطأ"؛ (Modelling application for cognitive reliability and error analysis method)؛ وكان الهدف من هذه الدراسة هو اقتراح تطبيق نمذجة من أجل تقييم اعتمادية الأداء البشري، وكشفت الدراسة أن تحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري لا يزال بحثا مثمرا ومميزا، وقد لخصت المبادئ التوجيهية الرئيسة المحددة للدراسة في المستقبل، وهي (من المستحسن التطوير بأكثر دقة، واختبار تجريبي لمقاييس الأداء والبحث الإجرائي، من الضروري تطوير المزيد من دراسات الصناعة).

وقدمت دراسة (Baziuk et al., 2014) بعنوان "نحو تصنيف العامل البشري مع الشروط العامة المعرفية"؛ (Towards Human Factor Taxonomy with Cognitive Generic Terms) التي تهدف إلى واحدة من أهم القضايا وهي تحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري، فقد وصفت تصنيفات الخطأ البشري بإيجاز، وكانت مقسمة إلى فئتين، وركزت على تطوير هذه الأساليب بشكل كبير بين التصنيفات الكلاسيكية والحديثة، فقد كانت مناهج التصنيف صارمة مثل: HFACS؛ لتكون أكثر التقنيات الحالية لتقييم الاعتمادية بين المقيمين. وكذلك دراسة (Akyuz & Celik, 2015) التي كانت بعنوان "امتداد منهجي لتحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري لخزان البضائع، وعملية التنظيف على متن ناقلات المواد الكيماوية"؛ (A methodological extension to human reliability analysis for cargo tank cleaning operation on board chemical tanker ships)؛ حيث أجرت تحليلًا تجريبيًا لتقييم اعتمادية الأداء البشري لعملية تنظيف خزان على متن ناقلة مواد كيميائية؛ لتعزيز السلامة والاعتمادية التشغيلية في صناعة النقل البحري؛ مما يوفر الامتداد المنهجي من خلال دمج تقنية AHP في نهج HEART. وقدمت الدراسة تطورا منهجيا على اتخاذ القرار والعوامل البشرية من خلال توسيع نطاق نهج جديد لوزن نسبة التأثير لحساب عمليات الخطأ، ومن خلال ظروف الإنتاج. أيضاً دراسة (Rashed, 2016) بعنوان "تقييم اعتمادية الأداء البشري، والأدوات المتطورة للتقليل من الأخطاء البشرية في المجالات البحرية"؛ (Human Reliability Assessment the Sophisticated Tools for Minimizing Human errors in Maritime Domains) والتي كان الهدف منها هو تقليل احتمال وقوع الأحداث العرضية، والكشف عن اختلال العنصر البشري في الحادث البحري، واستعرضت أدوات تقييم اعتمادية الأداء البشري HRA المستخدمة على نطاق واسع من الجيلين الأول والثاني، والتي طورها خبراء تقييم اعتمادية الأداء البشري من خلال إجراء مقارنة على أساس معايير مرنة، بالإضافة إلى ذلك توضيح سبب ملاءمة أداة الجيل الثاني CREAM من "HRA" في مجالات الملاحة البحرية. وأخيرا، دراسة (Akyuz et al., 2018) والتي كانت بعنوان "توقع احتمالات الخطأ البشري في الهندسة البحرية الحرجة"؛ (Anticipate the potential for human error in critical marine engineering) والتي هدفت إلى توقع الخطأ البشري أثناء عملية التزويد بالوقود من خلال دراسة حالة على منصة ناقلة للمواد الكيميائية، ولتحقيق هذا الغرض تم إجراء تحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري لعمليات السفن (SOHRA)، وتم تطويره كنهج خاص بالبحرية لتقدير الخطأ البشري.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3. الأخطاء البشرية

1.3. الخطأ البشري وتأثيره في السلامة البحرية

ركزت صناعة النقل البحري –في السنوات الماضية– على تحسين هيكل السفن، واعتمادية أداء أنظمة السفن؛ من أجل تقليل الإصابات، وزيادة الكفاءة الإنتاجية، حيث رأينا تحسينات متقدمة تقنياً في تصميم الهيكل، وأنظمة الدفع للسفن، والمعدات الملاحية، وأنظمة شحن السفن، ومع ذلك فإن معدل الخسائر البحرية لا يزال مرتفعا. ومع كل هذه التحسينات كلها لم يقل خطر الحوادث بشكل كبير؛ وذلك لأن هيكل السفينة، واعتمادية أداء أنظمة السفن هي جزء صغير نسبيا من معادلة السلامة، والأخطاء البشرية كانت بارزة في تقارير حالات الإصابة، حيث أن حوالي 75–96٪ من الحوادث البحرية كانت بسبب شكل من أشكال الخطأ البشري، على الأقل جزئياً، وقد أظهرت الدراسات أن الخطأ البشري يسهم في (Rothblum et al., 2002)؛

- 84–88% من حوادث الناقلات (Tanker accidents).
- 79% من أسس سفينة الجر (Towing vessel groundings).
- 89–96% من التصادم (Collisions).
- 75% من الحرائق والانفجارات (Fires and explosions).

لذلك إذا أردنا أن نخطو خطوات أكبر نحو تقليل الخسائر البحرية فيجب أن نبدأ بالتركيز على أنواع الأخطاء البشرية التي ينتج عنها وقوع إصابات، ومنها:

- الإخفاق في أداء المهمة (Failure to perform the task).
- أداء المهمة بشكل غير صحيح (Performing the task incorrectly).
- أداء مهمة إضافية أو غير مطلوبة (Perform an additional or unwanted task).
- أداء المهام خارج التسلسل (Performing tasks out of sequence).
- الإخفاق في أداء المهام أو العمليات خلال المهلة الزمنية المرتبطة بها (Failure to perform the task within the time limit associated with it).
- عدم الاستجابة بشكل مناسب للطوارئ (Failure to respond appropriately to emergencies).

2.3. تصنيف الخطأ البشري

1.2.3. تصنيف الخطأ البشري حسب تنوع الأنشطة البشرية:

يصنف الخطأ البشري حسب تنوع الأنشطة البشرية إلى ثلاثة أنواع رئيسة وهي (Maritime, 2014):

أ) النشاط القائم على المهارات (Skill-based activity):

أي أنه بسبب نشاط العنصر البشري القائم على مهارته وخبرته الجيدة، يجد نفسه يقوم بشيء مألوف بالخطأ، دون التفكير في ممارسته (كالضغط بالخطأ على الزر الخطأ).

ب) النشاط القائم على القواعد (Rule-based activity):

عندما تكون لدى العنصر البشري مشاركة في مهمة ما، ويحتاج إلى تطبيق القواعد والإجراءات، قد يحدث منه الخطأ عند عدم تطبيق القاعدة بشكل صحيح أو عدم تطبيقها على الإطلاق.

ج) النشاط القائم على المعرفة (Knowledge-based activity):

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

يجب أن يكون العنصر البشري أكثر وعيًا عند مشاركته في مهمة ما، فغالبًا ما يتعلق نوع الأخطاء التي يرتكبها بالطريقة التي يفهم بها الموقف، وعادة ما تكون القرارات التي تستند إلى تفسيرات خاطئة ناتجة عن عدم التدريب الكافي أو قلة الخبرة أو عدم وجود اتصالات كافية.

2.2.3. تصنيف الأخطاء البشرية حسب التصنيف المعرفي:

يتم أيضًا تصنيف الأخطاء البشرية إلى أربعة أنواع أساسية من الأخطاء، وهي: الزلات، والهفوات القائمة على المهارات، والأخطاء القائمة على القواعد، والأخطاء القائمة على المعرفة، وكذلك التعديات، ويتم تمييز هذه الأنواع الأربعة وفقًا لعدة عوامل (Maritime, 2014)؛

أ) الزلات والهفوات (Slips and memory lapses):

تحدث عادةً أثناء المهام التي يتم تنفيذها بشكل متكرر بحيث تصبح تلقائية. ولا يمكن منع هذه الأخطاء من خلال تقديم تعليمات أو تدريب، على سبيل المثال: (نسيان خطوة في مهمة ما). وأفضل طريقة للسيطرة على هذه الأخطاء هي اتخاذ الترتيبات اللازمة لاكتشافها وتصحيحها قبل حدوث أي عواقب سلبية.

ب) الأخطاء (Mistakes):

وهي الحالات التي تنتج عن التشخيص الخاطئ، مثل استخدام قاعدة أو إجراء غير صحيح وتنفيذه بشكل غير صحيح. ويمكن تقليل هذه الأخطاء من خلال تحسين التدريب وجودة الوثائق الإجرائية.

ج) العنف (أعمال التخريب) (Exceptional Violations Acts of Sabotage):

يمكن أن تنشأ هذه الأخطاء، على سبيل المثال، في مواقف جديدة (عندما لا يلتزم الشخص بقوانين وقواعد معينة لتطبيقها) ويمكن تقليل هذه الأخطاء من خلال اتخاذ القرار المناسب، وتحسين أسلوب التدريب وتحسين العمل الجماعي؛ وهذا يسمح للطاقم بالحصول على المشورة من الآخرين.

د) العنف (عدم المطابقة):Violations (non-compliance)

وهو شكل من أشكال الخطأ البشري الذي يحدث عندما ينتهك الأفراد القواعد المعمول بها عمدًا؛ لأنهم يدركون تمامًا ما يجب عليهم فعله، ولكن لسببٍ ما؛ قرروا متعمدين عدم اتباع ممارسات العمل المعتمدة. ولا يمكن أن تكون إعادة التدريب على الممارسات الصحيحة هي الحل؛ وذلك لأنهم يعرفون بالفعل ما يجب عليهم فعله، ولكن تتم معالجة هذه الانتهاكات من خلال التأكد من أن الطاقم يدرك أن عواقب عدم المطابقة أكبر من أي عواقب سلبية.

3.3. مسببات الخطأ البشرى في صناعة النقل البحري

صنفت الدراسات التي تبحث في الأخطاء البشرية وآثارها بعض الأسباب التي تؤدي في الغالب إلى خطأ في مكان ما: التدريب البحري غير الكافي، والمعرفة غير الكافية بالهندسة البحرية، ونقص التدريب في حالات الطوارئ هي عوامل يمكن أن تزيد من فرصة الخطأ البشري. وفيما يلي ملخص لبعض العوامل البشرية التي تحتاج إلى تحسين للوقاية من الإصابات، حيث تم تناول معظم هذه النقاط في:

أ) الإرهاق والتعب (Fatigue):

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

أشار المجلس القومي لسلامة النقل (NTSB) إلى أن الإرهاق يمثل قضية مهمة متعددة الجوانب، حيث إنها ذات صلة بصناعة النقل البحري، وأنها تحتاج إلى تحسين. حيث يعد الإرهاق والتعب مشكلة رئيسة، مع العديد من العوامل المساهمة بما في ذلك ساعات العمل الطويلة، ومشاكل النوم لأفراد الطاقم، والتوتر وضغط العمل (Batalden & Sydnes, 2014).

ب) عدم كفاية الاتصالات (Inadequate Communications):

يعد التواصل بين أطقم السفن، سواء بين الربابنة أو بين السفن أو داخل نظام التحكم من سفينة إلى سفينة، مجالًا آخر يحتاج إلى التحسين. يمكن أن يتضاعف خطر الحوادث البحرية إذا لم يتواصل أفراد الطاقم بشكل فعال مع بعضهم البعض، وقد ذكر تقرير (National Transportation Safety Board) بأن 70٪ من الاصطدامات حدثت أثناء قيام ربان تابع للدولة بتوجيه إحدى السفينتين أو كلتيهما، ويمكن تصميم إجراءات تدريبية أفضل؛ لتعزيز الاتصالات، مع مراعاة معايير تصميم المعدات، وتطوير الطرق الحالية؛ لقدرة طاقم السفن في حل هذه المشكلة.(Batalden & Sydnes, 2014) .

ج) المعرفة الفنية غير الكافية (Inadequate General Technical Knowledge):

في إحدى الدراسات هذا السبب مسؤول عن 35٪ من الضحايا تأثروا بهذا السبب. العامل الرئيسي في هذه الفئة هو نقص المعرفة حول الاستخدام السليم للتكنولوجيا وكيفية عمل أنظمة التشغيل الآلي (Rothblum et al., 2002) .

د) المعرفة غير الكافية لأنظمة السفن نفسها (Inadequate Knowledge of Own Ship Systems):

من العوامل التي تساهم بشكل متكرر في الخسائر البحرية هي المعرفة غير الكافية بعمليات السفن ومعداتها، فقد حذرت العديد من الدراسات وتقارير الحوادث من الصعوبات التي واجهتها أطقم العمل التي تعمل باستمرار على سفن ذات أحجام ومعدات وحمولات مختلفة (Thomson, 2002).

هـ) سوء تصميم التشغيل الآلي (Poor Design of Automation):

يعد تحسين تصميم التشغيل الآلي للسفن واحدا من التحديات التي يجب العمل عليها، فالتصميم السيئ موجود في جميع أنظمة التشغيل الآلي تقريبا على متن السفن، مما يؤدي إلى حدوث تصادمات بسبب التفسير غير الدقيق لقراءات الرادار، وتسرب الزيت من أجهزة التعبئة سيئة التصميم والانحرافات بسبب خسائر كبيرة في البحر تعزى بشكل رئيسي إلى سوء تصميم المعدات (Rothblum et al., 2002).

و) قرارات تتخذ بناء على معلومات غير كافية (Decisions Based on Inadequate Information):

يجب على ضباط السفينة اتخاذ قرارات ملاحية بناءً على كافة المعلومات المتوفرة من أجهزة الملاحة وبالعين المجردة، وغالبًا ما يعتمدون على جهاز الملاحة أو مهاراتهم الشخصية. مما يؤدي إلى العديد من الأخطاء، والسبب هو عدم الرجوع إلى المعلومات المتاحة، على سبيل المثال: (المعلومات الواردة من الرادار). لذلك من الضروري للبحارة أن يفهموا عناصر المهمة التي يتم تنفيذها بواسطة التكنولوجيا؛ بحيث تكون توقعاتهم لمتطلبات الأداء الخاصة بهم دقيقة (Thomson, 2002).

ز) إصدار أحكام خاطئة (Poor Judgement):

القرارات الخاطئة يمكن أن تؤدي إلى وقوع حوادث. يحتوي هذا القسم على عدد من الإجراءات التي لا تتوافق مع الخبرة المطلوبة في الملاحة البحرية مثل: السرعة الزائدة والجهل بالمخاطر المحتملة (Batalden & Sydnes, 2014)..

ح) الصيانة السيئة (Poor Maintenance):

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

يمكن أن يؤدي سوء الصيانة إلى بيئة عمل غير آمنة، كما أن عدم وجود أنظمة تشغيل احتياطية، والتي تتطلب إصلاحات طارئة، يمكن أن يؤدي إلى إجهاد الطاقم. الصيانة غير السليمة يمكن أن تؤدي إلى الحرائق والانفجارات.

ط) البيئة الطبيعية الخطرة (Hazardous Natural Environment):

البيئة البحرية ليست بيئة أمنة، فالتيارات والرياح والجليد والضباب تجعل ظروف العمل صعبة وخطرة؛ فعندما تفشل في دمج وتعديل هذه العوامل في تصميم السفن والمنصات والمعدات تصبح أكثر عرضة للإصابات والحوادث (Rothblum et al., 2002).

ي) إخفاقات السلامة (Safety Failings):

لا ينبغي اعتبار هذا النوع من الأخطاء بشريًا؛ بل هو فشل منهجي لأنظمة الإدارة التي تعرضت لها فرق العمل، لذلك يجب أن ينظر بعناية في تحسين وتقليل الإجراءات والعمليات الخاصة لجميع المهام، ويجب أن يراعى التطوير المستمر بعناية؛ وذلك لتقليل المخاطر المرتبطة بتطبيق الإجراءات والعمليات على جميع الأنشطة.

ك) اللياقة (Fitness):

يمكن تعريف اللياقة على أنها غياب العوامل التي تؤثر سلبًا على الأداء البشري، ولكي يعد البحار لائقًا يجب عليه الانخراط في مستوى مناسب من التمرينات المنتظمة، وتناول نظام غذائي متوازن، وتجنب العقاقير غير الموصوفة، والكحول والكميات الزائدة من الكافيين، مع الحفاظ على وزن مناسب (Thomson, 2002).

4. نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري (HRA) (Human Reliability Assessment Tools):

تتضمن نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري HRA استخدام الأساليب النوعية والكمية؛ فهناك العديد من الطرق المتنوعة المتاحة لتقييم اعتمادية الأداء البشري، ولتقييم مساهمة العنصر البشري في الحوادث، وسيكون من المفيد للصحة والسلامة والبيئة من مواكبة التطورات في العوامل البشرية النوعية والكمية. طرق تقييم موثوقية تشغيل النموذج ومعرفة أداء الأجهزة؛ فهم نقاط القوة والضعف فيه، وكذلك إمكانية استخدامه خارج السياق أو بشكل غير صحيح. علاوة على ذلك احتمال استخدامها خارج السياق أو بشكل غير مناسب. حيث إن الدافع الأساسي لمسألة التحليل باستخدام نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري HRA هو انتشار الأفعال البشرية الخاطئة، ورؤية الإجراءات البشرية الخاطئة كأسباب أساسية للحوادث.

تشرح هذه النماذج الحاجة لفهم تبعيات أسباب الحوادث، والنتيجة التي يمكن أن تفسر وقوع الأخطاء غير المتوقعة وأسس منعها، كما أنها تسلط الضوء على القدرة لتنبؤات دقيقة في تحليل الأحداث الماضية بشكل صحيح، وتركز على الأنظمة التي غالبًا ما كانت محل اهتمام كبير بسبب الحوادث واسعة النطاق، وتحدد مبادئ اعتمادية الأداء البشرى الخطأ من خلال تحليل صحيح وبنفس القدر للأنظمة التي تبدو معقدة.

تكمن أهمية HRA في أن الأداء البشري يتم تحديده من خلال الإدراك البشري (التكنولوجيا بالإضافة إلى النظام)، وبالتالي تكون قادرًا على حساب تقييم اعتمادية الأداء البشري المعرفية (Hollnagel, 1998). تستخدم معظم أساليب HRA ثلاث خطوات مختلفة:

- تحليل المهام: هنا يتم تقسيم المهمة الإجمالية إلى مهام أصغر لمزيد من التحليل، ويختلف التقسيم اعتمادًا على طريقة HRA ولا يوجد معيار عالمي.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

- تحديد الأخطاء البشـرية: ويتم ذلك عن طريق تحديد عوامل الأداء (PSFs). تختلف العوامل التي تم تحديدها اعتمادًا على طريقة HRA وقد يختلف عدد هذه العوامل أيضًا.
- الخطأ البشـري الكمي (Quantitative Errors): يشـير التقدير الكمي إلى مدى احتمالية حدوث خطأ بشـري في مهمة محددة. ويتم اسـتخدام كل من الأسـاليب الكمية والنوعية (Quantitative and Qualitative) في مراحل HRA، حيث يتم استخدام الأساليب النوعية في تحديد تحليل المهمة، ويتم تقسيمها إلى إجراءات أصغر، وأيضا تحديد PSF الذي هو جزء من الطريقة النوعية، والجزء الكمي لمراحل HRA هو حسـاب احتمالية الخطأ البشـري Human Error Probability (HEP)

$$HEP = n/N \quad \ldots\ldots (1)$$

n هو عدد المهام التي تم تنفيذها بشكل غير صحيح (عدد الأخطاء)

N هو العدد الإجمالي للمهام المنة (عدد المرات التي تم فيها تنفيذ المهمة).

ويحسـب احتمال حدوث الخطأ البشـري لمهمة معينة بقسـمة الرقم من الأخطاء حسـب عدد المرات التي تم فيها تنفيذ المهمة (Hogenboom, 2018).

يحتوي تقييم اعتمادية الأداء البشـرى بشـكل عام على ثلاث وظائف أسـاسـية وهي (تحديد الأخطاء البشـرية، التنبؤ لاحتمالية حدوثها، تقليل احتمالية حدوثها إذا لزم الأمر).

توصـف تقييم اعتمادية الأداء البشرى بأنها احتمال قيام العنصـر البشـري بمهام محددة وبشـكل مُرضٍ، وقد تكون المهام مرتبطة بإصـلاح المعدات، والنظام والتشـغيل، وإجراءات السـلامة، والتحليل، وأنواع أخرى من الإجراءات البشـرية التي تؤثر على أداء النظام (Aalipour et al., 2016). ولتوقع حدوث أخطاء محتملة لمهمة معينة من الضـروري تحديد أداة HRA المناسـبة لتقييم الأداء البشري، وهناك معايير عملية وهي دقيقة لتحديد أداة HRA للقياس الكمي.

ومع ذلك فإن تقنيات أو أدوات تقييم اعتمادية الأداء البشـري (HRA) هي عناصـر جازمة في عملية تقييم المخاطر المحتملة (PRAs) "Probabilistic Risk assessments" لتقييم آثار المخاطر على مختلف مراحل الأداء البشـري، ولديها قيود في تقييم العمل البشري؛ من القيود الأساسية غير الكافية والبيانات والقيود التشغيلية المتعلقة بالإضرار بالتقييم، ورأي الخبراء، وعدم اليقين بشأن السلوك الفعلي للعنصر البشري، خاصة عند وقوع الحوادث (Rashed, 2016).

1.4. تحليل نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري (HRA)

يحدد تحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري الأخطاء ونقاط الضعف في النظام من خلال فحص أساليب العمل، بما في ذلك الذين يعملون في النظام، ويقع (HRA) في مجال العوامل البشـرية، حيث تم تعريفه على أنه "تطبيق المعلومات ذات الصـلة بالخصـائص والسلوكيات البشرية لتصميم الأشياء والمرافق والبيئات التي يستخدمها العنصر البشري"(Fowler, 2018).

ويعد (HRA) جزءًا أساسيًا من كل تقييم احتمالي للمخاطر (Probabilistic Safety Assessment)؛ لأنه يتم اسـتخدامه لتحديد الأخطاء البشـرية، وقياس احتمالية حدوثها من حيث احتمالات الخطأ البشـري (HEPs)، ودمجها بشـكل صحيح في تقييم المخاطر. لذلك فإن نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري HRA في تقييم PSA لها ثلاثة أغراض:

- تحديد التفاعلات البشرية الحاسمة في أي منظومة، وكيفية حدوث الأخطاء.
- تحديد احتمالات أخطائهم من قبل المؤسسات.
- تحديد كيفية تحسين اعتمادية الأداء البشري إذا كان الأداء يحتاج إلى تحسين.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

تعد المخاطر المحسوبة لـ PSA عالية إذا كان الأداء البشري أو الخطأ البشري المحتمل يساهم في ذلك بشكل كبير. ويتم تحليل كل عملية في تشغيل محطات الطاقة النووية، ويتم الوصول إلى السبب الجذري من خلال تحليل السبب، بالإضافة إلى ذلك من المهم أيضًا تحليل كل حدث من الأخطاء البشرية باستخدام أساليب تحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري، وتنفيذ التصميم المناسب، أو التغييرات التشغيلية لتقليل احتمال حدوث الخطأ البشري (ATD, 2008).

يعتمد تقييم اعتمادية الأداء البشري HRA على الخطأ البشري، وعوامل تشكيل الأداءPSF، وتصنيف الخطأ، حيث يرتكب العنصر البشري أخطاء نتيجة مجموعة متنوعة من الأسباب، بعضها داخلية للعنصر البشرى، على سبيل المثال: (شخص غير قادر على التركيز؛ بسبب عدم كفاية النوم)، وبعضها أسباب خارجة عن إرادة العنصر البشرى على سبيل المثال: (لا يمكن الوصول إلى أدوات التحكم في المعدات بسهولة)، إذ أن أداء العنصر البشري في العمل كما تم ذكره سابقا يتأثر بعوامل تشكيل الأداء (PSFs)، حيث إن (PSF) هو أي عامل يؤثر على الأداء البشري، مما يجعله معتمدا أو معرّضا للخطأ (ATD, 2008) .

2.4. أهداف تحليل نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري

أهم أهداف تحليل نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري هما (تحديد احتمالات نجاح، وفشل الأداء البشري، وتقديم رؤى من شأنها تحسين الأداء البشري).

تشمل الأمثلة تحسينات العنصر البشري والمعدات، والإجراءات والتدريب، والتوافق بشكل أفضل بين متطلبات المهام والقدرات البشرية، والتقليل من الأخطاء البشرية، وما إلى ذلك (Ahmad, 2016).

3.4. خطوات تطبيق عملية تقييم نماذج اعتمادية الأداء البشرى

1.3.4. تعريف المشكلة (Problem Definition):

هي المرحلة الأولى في عملية تقييم اعتمادية الأداء البشري، وتستخدم لتحديد نطاق التحليل بما في ذلك نوعَيْ التحليل: (النوعي أو الكمي).

2.3.4 تحليل المهام (Task Analysis):

تحليل المهام هو أسلوب منهجي؛ تحديد وسرد وتحليل كل مرحلة رئيسية إلى "مراحل فرعية" ووصف الأنشطة البشرية المطلوبة من حيث الأنشطة التطبيقية والأنشطة المعرفية باستخدام مجموعة من التقنيات؛ فهم ما يجب أن يفعله العامل البشري لتحقيق هدف العملية أو المهمة.

وتحليل المهام الهرمي (Hierarchical Task Analysis) هو التعبير عن الوظيفة أو المهمة من حيث "الأهداف والعمليات والخطط"، ويبدأ تحليل المهام بعد اكتمال تحليل الوظيفة.

3.3.4. تحديد الخطأ (Error Identification):

يعد التعرف على الخطأ البشري خطوة مهمة في عملية تقييم الموثوقية البشرية (HRA). نظرًا لأن هدف HRA هو تقدير العوامل التي تساهم في الأحداث الخطرة، يجب أن يحدد التحليل الأخطاء التي قد تؤثر على العملية. وتنقسم إلى قسمين: الأشكال الرئيسية، والعمل المعرفي أو التنفيذي والأخطاء المرتبطة به.

4.3.4. النمذجة (Representation):

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

نمذجة الأخطاء البشرية: هي تحديد الأسباب وخطط تخفيف المخاطر المحتملة المرتبطة بسيناريوهات تشغيلية مختلفة، وعادةً ما يتم توحيدها وتقديمها إلى النموذج كتكرارات من مصادر غير سيناريو، مع الإشارة إلى الأخطاء البشرية في المساهمة في إثارة الخطأ البشري. حادثة.

5.3.4. القياس الكمي (Quantification):

القياس الكمي هو عملية تحديد احتمالية الخطأ البشري، ويتم تنفيذها في شكل تقرير مفصل لتقييم موثوقية الأداء البشري؛ القياس الشامل لتأثير الحوادث، مما يمكّن المحللين من تحديد الأخطاء البشرية الأكثر خطورة بالنسبة للمهام والخدمات التشغيلية. تتضمن الطرق للحصول على البيانات الكمية السجلات التاريخية للخطأ البشري، وبيانات رأي الخبراء، وتقنيات التقدير. ومع ذلك، تعتمد خطوات القياس الكمي على الطريقة المستخدمة.

6.3.4. إدارة الأخطاء والحد منها (Error Management and Reduction):

هي فلسفة تقول: إن البشر سيستمرون في عدم الكمال، حتى عندما يكون الطاقم مدرّبا جيدًا فإنه يتسبب في حدوث أخطاء، ومع ذلك فإن وجهات النظر تحدد أن الأخطاء البشرية المحتملة يمكن أن تفعل ذلك، وتسعى إدارة الخطأ البشري إلى تطوير نظام يقلل من الأخطاء، التي لا تعرض النظام لخطأ جسيم، أو حادث كبير، برغم الأخطاء البشرية التي قد تحدث (ATD, 2008).

4.4. مراحل استخدام تقييم اعتمادية الأداء البشري

تكون المراحل على النحو الآتي (Fowler, 2018):

- البحث في تصميم النظام وجمع كافة الوثائق المتاحة (خاصة فيما يتعلق بتقييمات المخاطر السابقة).
- كن على دراية بالخطوات التي تنطوي على عنصر بشري في تشغيل النظام، والتي يمكن أن تؤدي إلى أخطاء في العمل (القيام بشيء مختلف عما كان متوقعًا) وأخطاء الإغفال (إغفال نقطة ما تمامًا).
- التحليل الكامل للمهام والمراحل التي تحدث فيها الأخطاء البشرية.
- تقييم احتمال الخطأ البشري (HEP) بناءً على النموذج المختار.
- تصحيح HEP باستخدام عوامل تشكيل الأداء (PSF).
- تطبيق النتائج على تقييم المخاطر الاحتمالية (PRA) لتحديد تقييم موثوقية أداء النظام.

5.4. التقييم النوعي والكمي للأنشطة البشرية

تشير استراتيجيات تقييم اعتمادية الأداء البشري الكمية إلى قواعد بيانات المهام البشرية، ومعدلات الخطأ المرتبطة بها لحساب متوسط احتمال الخطأ في أداء مهمة ما، وتقوم هذه الأساليب على تحديد حدث أو خطأ ما، وتحديد النتيجة المشتركة لتحليل المهام أو التحقيق في الحادث، ويعتمد أي تقييم كمي للمصداقية على التحليل الإجمالي لمعدل السلامة المحتملة، بحيث يحتوي هذا التحليل على جزء من تقييم اعتمادية الأداء البشري، والذي يعرض معلومات حول ما يلي:

- درجة أمان واستعداد النظام التقني المطبق عليه التحليل وارتباطه بالتدخلات البشرية.
- مدى وحجم العيوب البشرية مقارنة بالأخطاء التقنية.
- مدى وحجم العيوب البشرية مقارنة بالأخطاء الفنية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

تركز استراتيجيات تقييم اعتمادية الأداء البشري الكمية على ترجمة حدث أو خطأ محدد ومقارنته باحتمال وقوع الخطأ البشري؛ لأن هذه الاحتمالات تؤدي إلى زيادة التأكد من سلامة النظام، وإضافة إلى ذلك توجه تقييم اعتمادية الأداء البشري النوعية الخبراءَ من خلال مناقشات منظمة؛ لتطوير تقديرات احتمالات وقوع الخطأ بالنظر إلى المعلومات والافتراضات المحددة، والمتاحة للمتخصصين فيما يتعلق بالمهام والشروط ذات الصلة، بحيث تعتمد هذه الطرق على الوصف اللفظي للمهام والمخرجات المحددة (Havlikovaa et al., 2015).

5. نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري (HRA) وتطويرها

تأتي مهمة توقع الأخطاء البشرية في الأصل من صناعة الطاقة النووية، في تطوير التقنيات من خلال الأدوات والخبراء، حيث إن تقنيات أو مناهج HRA مقسمة بشكل أساسي إلى فئتين: الجيل الأول والجيل الثاني بالإضافة إلى فئات التصنيف الأخرى لتلك الأدوات التي تستخدم قاعدة البيانات وتلك التي تستخدم آراء الخبراء، حتى الأدوات التي تستخدم قاعدة البيانات تحتاج إلى آراء الخبراء في الواقع (Rashed, 2016).

1.5. الجيل الأول من نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشرى (HRA)

استخدم الجيل الأول من نماذج تقييم موثوقية الأداء البشري تصنيف الأخطاء البسيط. تمثل التقنيات المدرجة في هذه الفئة الأداة الأولى التي تم تطويرها لمساعدة مقيمي المخاطر على توقع وقياس الأخطاء البشرية المحتملة. إنهم يشجعون المقيم على تقسيم المهمة إلى أجزاء أصغر. ثم فكر في التأثيرات المحتملة لعوامل التعديل. تساعد هذه التحليلات المجمعة في تحديد احتمالية الخطأ البشري الواضح. تركز الأساليب على مستوى المهارة والمبادئ الأساسية للأداء البشري وتستبعد عامل القدرة المعرفية والوعي.

وتعد نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري الأكثر استخدامًا للجيل الأول (تقنية للتنبؤ بمعدل الخطأ البشري)، (Technique for Human Error Rate Prediction) (THERP) ، وهي طريقة للتنبؤ بمعدلات الخطأ البشري ولتقييم مدى القصور في نظام العنصر البشري والمعدات، والذي من المحتمل أن يكون بسبب أخطاء بشرية تأثرت بعوامل، مثل: درجة تقييم اعتمادية المعدات، أو الإجراءات، وتعتمد هذه الطريقة على عوامل تشكيل الأداءPSFs ؛ لإصدار أحكام حول مواقف معينة، وهي تقنية لتقييم الأخطاء البشرية والحد منها، حيث تم تطبيق هذه الأداة بنجاح في العديد من الصناعات بما في ذلك المجالات النووية والكيميائية والطيران والسكك الحديدية والطبية، وهي نموذج معالج لتقييم البيانات من نموذج سابق، من نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري، وقد صُمّم من أجل الاستخدام السريع، والمهندسون والمتخصصون في العوامل البشرية قادرون على فهم هذه الطريقة بشكل عام.

2.5. الجيل الثاني من نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري

يستخدم الجيل الثاني من نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري في تصنيف الأخطاء، وغالبًا ما يتزامن مع النموذج المعرفي للسلوك البشري، ويستخدم مجموعة مركبة من السيناريوهات لتسهيل تحديد الأخطاء وتقديرها، ومن مميزات هذه الإجراءات أنها تضع في الاعتبار السلوكَ المعرفي للفرد المشغل، كما أنه يفترض أن أنشطة المشغل يتم تنفيذها لغرض محدد. ومن أبرز الطرق في هذه المجموعة ((CAHR ،Connectionism Assessment of Human Reliability)) (تقييم الارتباطية لاعتمادية الأداء البشري)، (ATHEANA، CREAM، MERMOS).وتعد (Method Evaluation de la réalisation des

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

(MERMOS) (Missions Operateur pour la Surete) في الوقت الحالي طريقة التقييم لأداء عمليات السلامة هي التقنية الوحيدة التي لا تزال قيد الاستخدام المنتظم، أما (ATHEANA) (Technique for Human Error Analysis) (تقنية للتحليل البشري) فهي أداة من الجيل الثاني توصف بأنها طريقة للحصول على نتائج نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري النوعية والكمية، وتعتمد الأداة على المتوسط للاحتمالات الشرطية لجميع التصرفات غير الآمنة، والتي تساهم بدورها في حدوث الأخطاء البشرية. وأما (SLIM) (Success Likelihood Index Methodology) (منهجية مؤشر احتمالية النجاح) فهي عبارة عن مجموعة من الإجراءات التي تتخذ لإصدار أحكام الخبراء عند تطوير تقديرات احتمالية الخطأ البشري، ويتم استخدام الطريقة لأغراض تقييم احتمالية حدوث خطأ بشري خلال إكمال مهمة معينة، وتستخدم طريقة حكم الخبراء لتقدير عوامل تشكيل الأداء، حيث يتم استخدام هذه العوامل لاستنتاج مؤشر احتمالية النجاح، ويتم اختيار العوامل من قبل الخبراء، وتتضمن بشكل أساسي العناصر التي تعد الأكثر أهمية فيما يتعلق بالسياق. في حين أن ((Cognitive CREAM) Reliability and Error Analysis Method يعد الجيل الثاني من نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري، حيث يتم عرض النهج المعرفي في معامل تقييم اعتمادية الأداء البشري، المتعلق بالمعلومات وطريقة تحليل الخطأ، وتقوم هذه الطريقة على نموذج التحكم المعرفي الذي يعتمد على أربعة نماذج يتم الحكم من خلالها حسب توفر الوقت وظروف الموقف، ويمكن تنفيذ الطريقة كتحليل نوعي أو تمديدها لتقديم نتيجة كمية، ويقترح "Hollnagel" طرقًا مختلفة لاستخدام CREAM:

- طريقة تحليل قائمة بذاتها، إما للتحليلات بأثر رجعي أو مستقبلي، وكذلك باستخدام تصنيف متناغم لأنماط الخطأ وأسباب الخطأ.
- جزء من طريقة تصميم أكبر للأنظمة التفاعلية المعقدة، باعتبارها طريقة نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري في سياق تحليل السلامة المتكامل، أو تحليل السلامة الاحتمالية (Havlikovaa et al., 2015).

وتلخص خطوات استخدام نماذج تقييم اعتمادية الأداء البشري وفقا للآتي (Kennedy, 2006):

- فهم الإجراءات التي يتم تحليلها.
- استخدام نهج منظم للتحقيق في الإجراءات ونمذجتها (تحليل المهام).
- الأخذ في الاعتبار مستوى التفاصيل المطلوبة
- فهم معايير الخطأ.
- تحديد الأسلوب (الأساليب المناسبة).
- وضع الأخطاء المحددة في نموذج المخاطر

6. الاستنتاجات

من الواضح أن صناعة النقل البحري تعتمد على العنصر البشرى، ولذا فإن فهم الأخطاء البشرية وعواقبها يعد أمرا ضروريا كهيكل علمي وعملي في نفس الوقت؛ لتقليل معدل الأخطاء البشرية، وزيادة كفاءة السلامة على متن السفن، وسوف تنعكس معايير السلامة نتيجة لذلك، ويمكن استخدام (HRA) فيما يتناسب مع العمليات الحرجة على متن السفن؛ لتوقع معدل الأخطاء البشرية، وبالتالي رفع مستوى متطلبات السلامة للعمليات المختلفة؛ مما يضمن اتخاذ القرار السليم في الوقت المناسب، حيث تم استخدام مثل هذه التقنية لتحديث إجراءات اتخاذ القرارات المتعلقة بالسلامة والمخاطر في العديد من الصناعات لسنوات.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

ويحدد تحليل تقييم اعتمادية الأداء البشري الأخطاء ونقاط الضعف في النظام من خلال فحص أساليب العمل بما في ذلك الذين يعملون في النظام، ويقع HRA في مجال العوامل البشرية و يتم تعريفه على أنه (تطبيق المعلومات ذات الصلة بالخصائص والسلوكيات البشرية لتصميم الأشياء والمرافق والبيئات التي يستخدمها الناس)، ويمكن استخدام تقنيات HRA بأثر رجعي في تحليل الحوادث أو لفحص النظام، وترتكز معظم المناهج على نهج يرى المساهمة البشرية فيه سياقات فنية وتنظيمية أوسع، والغرض من ذلك هو فحص المهمة أو العملية أو النظام أو الهيكل التنظيمي حيث قد يكمن الضعف أو يخلق قابلية للتأثر بالأخطاء وليس للعثور على خطأ، ويمكن تحليل أي نظام يمكن أن ينشأ فيه خطأ بشري باستخدام HRA، ومن الناحية العملية يعني تقريبًا أي عملية يشارك فيها العنصر البشري.

وقد تم التطوير بطريقة عامة لتجعله قابلاً للتطبيق في مجال السلامة والعمليات الحرجة على متن السفن لاتخاذ القرار، وقد وضع الحل المناسب لمشكلة نقص قواعد البيانات الخاصة بأخطاء العنصر البشرى، وذلك من خلال القدرة على استخدام إحصائية آراء الخبراء لكل عملية يتطلب قياس احتمالية الخطأ البشرى بها.

المراجع

Aalipour, M., Ayele, Y. Z., & Barabadi, A. (2016). Human reliability assessment (HRA) in maintenance of production process: a case study. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 7, 229-238.

Ahmad, A. (2016). *Human Reliability Analysis (HRA)*. Lecture Presentation, UTM, Malaysia. Available at: [https://arshadahmad.files.wordpress.com/2016/09/raam-p8-3human-reliability-analysis.-pdf].

Akyuz, E., & Celik, M. (2015). A methodological extension to human reliability analysis for cargo tank cleaning operation on board chemical tanker ships. *Safety Science*, 75, 146155.

Akyuz, E., Celik, M., Akgun, I., & Cicek, K. (2018). Prediction of human error probabilities in a critical marine engineering operation on-board chemical tanker ship: The case of ship bunkering. *Safety science*, 110, 102-109.

Allianz Global Corporate & Specialty. (2018). *An annual review of trends and developments in shipping losses and safety*. Safety and Shipping Review 2018. Available at: [https://www.agcs.allianz-.com/assets/PDFs/Reports/AGCS_Safety_Shipping_Review_2017.pdf].

Arnhus, M. (2014). *Modeling of Technical, Human and Organizational Factors and Barriers in Marine Systems Failure Risk: Modeling of Stability Operations on a Semi-Submersible Unit with the use of Bayesian Belief Networks*. Master's thesis, Institutt for marin teknikk, Norway.

ATD (2008). *Atomic Energy Regulatory Board Technical Document (AERB TD)*. Available at: [https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocpnOoF.pdf]. India: AERB. Atomic Energy Regulatory Board.

Barnett, M. L. (2005). Searching for the root causes of maritime casualties: —Individual competence or organisational culture?. *WMU Journal of Maritime affairs*, 4, 131-145.

Batalden, B. M., & Sydnes, A. K. (2014). Maritime safety and the ISM code: a study of investigated casualties and incidents. *WMU Journal of Maritime Affairs*, *13*, 3-25.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Baziuk, P. A., Rivera, S. S., & Nuñez McLeod, J. (2014). Towards human factor taxonomy with cognitive generic terms. *Proceedings of the World Congress on Engineering*.

Berg, H. P. (2013). Human factors and safety culture in maritime safety. *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation: STCW, Maritime Education and Training (MET), Human Resources and Crew Manning, Maritime Policy, Logistics and Economic Matters*, 107, 107-115.

Ceyhun, G. C. (2014). The impact of shipping accidents on marine environment: A study of Turkish seas. *European Scientific Journal*, 10(23), 10-23.

De Felice, F., Petrillo, A., Carlomusto, A., & Romano, U. (2013). Modelling application for cognitive reliability and error analysis method. *Int J Eng Technol*, 5(5), 4450-4464.

EMSA (2020). European Maritime Safety Agency. Available at: [http://www.emsa.europa.eu/damage-stability-study/items.html?cid=77:publications-&id=3734].

Fowler, E. (2018). *Critical evaluation of quantitative human error estimation methods in light of different incident causation models and Hollnagel's research on performance variability*. M.Sc. dissertation, University of Aberdeen.

Havlikovaa, M., Jirgl, M., & Bradac, Z. (2015). Human reliability in man-machine systems. *Procedia Engineering*, 100, 1207-1214.

Hogenboom, I. (2018). *Comparison of Human Reliability Analysis Method Applied on the Volkerak sluice complex in the Netherlands.* Master Thesis, Aalborg University Esbjerg.

Hollnagel, E. (1998). *Cognitive reliability and error analysis method (CREAM)*. Elsevier.

ICS (2019). *safety4sea*. Available at: [https://safety4sea.com/cm-al-salam-boccaccio-98-bad-weather-poor-emergency-procedures-and-over-1000-people-dead-in-red-sea.:Editorial Team].

Kennedy, G. (2006). *Human Reliability Assessment*. Course lecture. Available at: [https://www.coursehero.com/file/20936455/HRA12].

Maritime, H. E. A. (2014). *Human Error and Maritime Safety. M.Sc. dissertation*. Ministry of Shipping and Island Policy, Directorate of Marine Education, Department A of Regulations and Educational Programs, Asynchronous Distance Education Service Technical Committee,

Martinez de Oses, X., & Ventikos, N. P. (2003). A critical assessment of human element regarding maritime safety: Issues of planning, policy and practice. *Revista del Instituto de la Navegación de España*, 17(17), 68-80.

Parvez, M. (2010). *Greenwich Maritime Institute*. Available at: [https://www.he-alert.org/filemanager/root/site_assets/standalone-_article_pdfs_0905-/HE01005.pdf].

Rashed, S. K. (2016). Human reliability assessment, the sophisticated tools for minimizing human errors in maritime domains. *International Journal of Research in Engineering & Technology*, 4(2), 85-98.

Rothblum, A. M., Wheal, D., Withington, S., Shappell, S. A., Wiegmann, D. A., Boehm, W., & Chaderjian, M. (2002). Human factors in incident investigation and analysis. Report of Working Group. In: *2nd International Workshop on Human Factors in Offshore Operations*, Texas, 142p.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Thomson, R. J. (2002). Technical Report. Avai;able at: [https://www.healert.org/filemanager/root/-site_assets/standalone_article_pdfs_0605-/he00715.pdf]. Australian Maritime Safety Authority.