

أثر توظيف الذكاء الاصطناعي على فعالية أدوات تقييم المخاطر في المستودعات وسلاسل الإمداد – دراسة تحليلية استقرائية

إعداد الطالب

وليد شهاب

222001756

إشراف

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2024

الشكر والتقدير

الحمد والشكر والثناء كله لله رب العالمين، الذي علّم الإنسان ما لم يعلم

اللهم انفع أمة الحبيب صلى الله عليه وسلّم بهذا العمل المتواضع

ثم

الشكر والتقدير لأبي الحبيب رحمه الله رحمةً واسعةً وجزاه عني خيراً ولأمي الحبيبة بارك الله في عمرها وعملها

والشكر والتقدير لأستاذي الحبيب د. أحمد أبو اليزيد الرسول

والشكر والتقدير لكل من علمني حرفاً وأخصّ منهم أساتذتي في ماجستير إدارة المخاطر

ومؤسس جامعتنا العزيزة وفريق عملها على دعمهم المتواصل

فهرس المحتويات:

5	المستخلص
6	الفصل الأول
7	المقدمة
8	مشكلة الدراسة
8	أهمية الدراسة:
9	أهداف الدراسة
9	تساؤلات الدراسة
10	فروض الدراسة
10	النظرية العلمية
11	الفصل الثاني
13	الدراسات السابقة
15	الإطار النظري
17	الفصل الثالث
18	المنهجية وطرق البحث
19	مجتمع البحث
19	حدود البحث
20	الفصل الرابع
22	مبادئ إدارة المخاطر
23	إدارة المخاطر التشغيلية
29	أدوات إدارة المخاطر التشغيلية
30	أداة تحليل نمط وآثار الفشل (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA)
31	دور تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في اللوجستيات في دعم أدوات تقييم المخاطر
31	تطبيقات أساليب تعلم الآلة في تقييم المخاطر
33	تطبيقات أمازون في السيطرة على المخاطر وبرامج الصحة والسلامة
37	تحديثات السلامة والمخاطر في أمازون
38	النتائج
38	التوصيات
40	المراجع

قائمة الجداول:

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
(1-4)	تصنيف المخاطر التشغيلية حسب مسبباتها	24
(2-4)	تصنيف المخاطر التشغيلية حسب تبعاتها	25
(3-4)	وصف تقديرات الاحتمال والأثر الكمية	27
(4-4)	مقارنة بين أدوات إدارة المخاطر	29

قائمة الأشكال:

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(1-4)	مصفوفة المخاطر	27
(2-4)	تطور نتائج معدلات الحوادث المسجلة والحوادث المضيعة للوقت في أمازون في الأعوام 2019-2022	37

المستخلص

ساهمت تقنيات الذكاء الاصطناعي في زيادة كفاءة وفعالية العمليات المختلفة على طول سلسلة الامداد من تصميم وإنتاج ونقل وتخزين وتسليم لمستلزمات الإنتاج والسلع والخدمات، حتى تستطيع تلبية الطلب المتنامي في ظل تقارب المسافات وازدهار التجارة الالكترونية والدروس المستفادة من جائحة كورونا، ومع هذا التطور المتسارع وتعقيد العمليات، تزايدت المخاطر المصاحبة وتزايدت درجة تعقيدها، ولكي يمكن إدارة هذه المخاطر وتأمين تدفق السلع والخدمات وتعزيز سلامة الأفراد والمعدات، باتت الحاجة ماسة للاستعانة بالذكاء الاصطناعي في دعم أدوات تحديد وتحليل المخاطر والتخطيط لمجابهتها بقرارات مبنية على بيانات أكثر دقة وتتبؤات مدعومة بخبرات معرفية قوية، ولما كانت إدارة المخاطر التقليدية تعتمد على تقديرات محدودة بالخبرات الفردية والجماعية لفرق إدارة المخاطر من حيث احتمالية حدوث الخطر وشدة تأثيره، فمن الممكن إضافة خبرات غير محدودة للجهود البشرية عن طريق الاستفادة من الكم الهائل الذي تستقبله تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة حالياً في سلاسل الامداد، وتحليل هذه البيانات من وجهة نظر إدارة المخاطر للحصول على معلومات واستنتاجات تدعم فرق إدارة المخاطر وتُحسِّن من تقديرات الاحتمالية وشدة التأثير وإمكانية الرصد للمخاطر، بما يسمح بترتيب المخاطر بشكل أكثر دقة حسب وزنها النسبي وبالتالي ترشيد الإجراءات المُتخذة حيال هذه المخاطر بما يناسبها، بحيث يتم توجيه الموارد المناسبة لمجابهة المخاطر ذات الأولوية الأعلى بناءً على تقديرات أكثر دقة عن ذي قبل بما يزيد من فاعلية أدوات إدارة المخاطر.

الكلمات المفتاحية: إدارة المخاطر - الذكاء الاصطناعي - سلاسل الامداد - تقييم المخاطر

الفصل الأول

مدخل الدراسة

المقدمة

يمكن القول إن بداية معرفة الإنسان بالمخاطر قد بدأت منذ خروج نبي الله آدم عليه السلام من الجنة، فالجنة هياها الله أماناً له من جميع المخاطر التي واجهها بعد ما قضى سبحانه وتعالى بخروج آدم وزوجه عليهما السلام من الجنة وهبوطهما إلى الأرض، مثل مخاطر الجوع والعطش والعري والبرد والحر، قال تعالى في سورة طه "إِنَّ لَكَ أَلَّا تَجُوعَ فِيهَا وَلَا تَعْرَى (118) وَأَنَّكَ لَا تَظْمَأُ فِيهَا وَلَا تَصْحَى (119)"، وكذلك مخاطر الضواري والعواصف والأعاصير وغيرها الكثير في عالم جديد ملئ بالمجاهيل والغوامض، والجهل بالشئ وغموضه هو رفيق المخاطر، وقالوا قديماً "الإنسان عدو ما يجهل"، فكلما تعرّض لشئ جديد عليه ويجهله كان أشدَّ له خشية، ولما تزداد معرفته به تقل خشيته منه ويزداد أمانه له، وقد أودع الله في جميع مخلوقاته غريزة الشعور بالخطر والتحوط من المخاطر، وبدأ الإنسان على قمة هذه المخلوقات في ممارسة إدارة المخاطر كشيء طبيعي يمارسه الأطفال والكبار بدون دراسة مسبقة، مثل الخشية الغريزية من السقوط من مرتفع، ومع تراكم المعرفة والخبرات البشرية وانتفاء بعض المجاهيل بدأت إدارة المخاطر تأخذ شكلاً منظماً، حتى صارت علماً مستقلاً ولها مناهج ومعايير وتصنيفات متعددة، ومع التطور التقني وتعقد العمليات صارت آثار الحوادث والأخطاء أكثر فداحةً على مستويات مختلفة منها سلامة الأفراد والمعدات والخسائر الاقتصادية، مما زاد الأهمية النوعية للتحوط الاستباقي من آثار هذه الحوادث والأخطاء تجنباً أو تقليلاً للخسائر البشرية والمادية.

بعد الانتشار الواسع لأدوات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في العالم كله، وتوظيفها في مجالات متعددة بما يعود بنفع كبير على مستخدميها، وبالنظر إلى ميزتيه الأساسيتين وهما القدرة على الوصول إلى كم هائل من البيانات التاريخية والقدرة على تحليل هذه البيانات والتعلم منها واستنباط استنتاجات موثوقة إلى حد كبير في زمن قصير جداً، فمن المناسب أن نتساءل لأي مدى يمكننا توظيف الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة المخاطر، هذا المجال الذي يعتمد على الخبرة البشرية المتراكمة في تقدير احتمالية حدوث خطرٍ ما بعينه، وتقدير الأثر المحتمل لهذا الخطر إذا ما وقع بالفعل، وكذلك تقدير إمكانية رصد حدوث هذا الخطر بما يسمح باحتواء آثاره السلبية بقدر الإمكان، كما تشمل إدارة المخاطر أيضاً اتخاذ إجراءات مبنية على تقديرات لمنع حدوث الخطر من الأساس أو الحد من احتمالية حدوثه أو آثار حدوثه إن حدث، ولعل إدارة المخاطر ستكون من أفضل المهام التي يمكن أن يساعد فيها الذكاء الاصطناعي وتقنياته، فتساهم في حماية الأرواح والممتلكات.

ولما كانت الخبرات البشرية المستخدمة في جميع هذه التقديرات محدودة بتجارب الأشخاص المشاركين في تقدير وتقييم المخاطر، والتي تتفاوت بطبيعة الحال من شخص لآخر ومن منظمة لأخرى ومن صناعة إلى أخرى، فإن من المتوقع أن استخدام مورد إضافي من الخبرات والمعارف غير المحدودة سيساهم في زيادة دقة هذه التقديرات، وبالتالي نجاح إدارة المخاطر في تجنب المنظمة الآثار السلبية لمعظم المخاطر، وترشيد الإجراءات المضادة للمخاطر من ناحية الفاعلية والكفاءة.

مشكلة الدراسة

مع التعقيد الذي تشهده العمليات في مختلف الصناعات واستخدام التقنيات المتقدمة، فإن المخاطر التشغيلية تتزايد بدورها، وتظهر الحاجة إلى إدارة هذه المخاطر بأفضل الطرق الممكنة وتجنب الأفراد والممتلكات آثار هذه المخاطر، لذلك فإن استخدام الموارد المتاحة لزيادة فعالية إدارة المخاطر صار من الأولويات العاجلة، ومن ضمن هذه الموارد البيانات التي تراقبها وتحللها أنظمة الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مختلف الصناعات ومنها صناعة تداول البضائع وتخزينها وشحنها، التي تقوم بها شركات البريد والشحن والتجارة الالكترونية واللوجستية وغيرها، حيث أن هذه الصناعة حيوية للغاية لأنها تتعامل في كميات هائلة من المنتجات وتحتاج لضمان تداول هذه البضائع بأمان ووصولها إلى ملايين البشر وتلبية احتياجاتهم، وهذا يستلزم توظيف تقنيات تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي لتستطيع تنفيذ أعمالها اللوجستية بكفاءة عالية، وحيث إنها تتعامل في جمع وتحليل كميات كبيرة من البيانات المختلفة مكتوبة أو بصرية أو غيرها فيمكن أن تخدم هذه البيانات وتحليلاتها أنظمة إدارة المخاطر وتحسين كم وكيف المدخلات في عملية تقييم المخاطر وبالتالي تؤدي إلى تقليل احتمالية حدوث هذه المخاطر، وتحسين قابلية رصد هذه المخاطر في وقت مبكر، وتقليل أثر وقوع هذه المخاطر إن وقعت، وبالتالي يمكننا صياغة مشكلة الدراسة في معرفة ما هو دور تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في إدارة ومراقبة تداول البضائع في المستودعات في دعم فعالية أدوات تقييم المخاطر في هذه المستودعات؟

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية للدراسة:

- 1- تكمن الأهمية العلمية للدراسة في أنها محاولة للمساهمة العلمية في تناول ودمج مفاهيم إدارة المخاطر والذكاء الاصطناعي وسلاسل الإمداد.
- 2- صياغة إطار نظري لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي لدعم أدوات إدارة المخاطر في عمليات نقل وتخزين البضائع لضمان سلامة الأفراد والمعدات والبضائع.
- 3- سد الفجوة البحثية في البحوث المنشورة باللغة العربية التي تتناول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر وسلاسل الإمداد.

الأهمية العملية للدراسة

- 1- تكمن الأهمية العملية للدراسة في أنها توفر للمنظمات العاملة في سلاسل الإمداد منطلقاً لدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي مع التقنيات اللوجستية لزيادة فعالية إدارة المخاطر لديها.
- 2- إلقاء الضوء على التطور السريع في تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتعدد أوجه الاستفادة منها خاصة في قطاع حيوي مثل سلاسل الإمداد.

أهداف الدراسة

1. التعرف على أدوات ومنهجيات تقييم المخاطر المستخدمة في سلاسل الإمداد وتداول البضائع في المستودعات.
2. التعرف على تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مراقبة تداول البضائع وحركة الأفراد في المستودعات.
3. التعرف على دور تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مراقبة تداول البضائع في توفير معلومات تدعم تقييم المخاطر.

تساؤلات الدراسة

تحاول الدراسة الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

ما هو دور تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في إدارة ومراقبة تداول البضائع في المستودعات في دعم فعالية أدوات تقييم المخاطر في هذه المستودعات؟

وللإجابة عن هذا السؤال، تسعى الدراسة للإجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

1. ما هي أدوات ومنهجيات تقييم المخاطر المستخدمة في سلاسل الإمداد وتداول البضائع في المستودعات؟
2. ما هي تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مراقبة تداول البضائع وحركة الأفراد في المستودعات وسلاسل الإمداد؟
3. ما هو دور تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مراقبة تداول البضائع في توفير معلومات تدعم تقييم المخاطر في المستودعات وسلاسل الإمداد؟

فروض الدراسة

- فرضية 1: توظيف الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تحسين فعالية تقييم المخاطر في المستودعات وسلاسل الإمداد.
- فرضية 2: تطبيق الذكاء الاصطناعي في تقييم المخاطر يؤدي إلى تقليل عدد الحوادث والإصابات في المستودعات وسلاسل الإمداد.

النظرية العلمية

للبحث في فرضيات الدراسة سيقوم الباحث باستقراء الدراسات السابقة والمعلومات ذات الصلة عن الممارسات الفعلية في إدارة المخاطر في سلاسل الامداد من المصادر الثانوية المتاحة للوصول إلى فهم أكثر عمقاً لمفاهيم إدارة المخاطر وسلاسل الامداد وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في كليهما ثم طرح تصور عن كيفية دمج هذه المفاهيم في إطار قابل للتطبيق ويتيح فرصة لمزيد من الدراسات المستقبلية.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

مقدمة

عرّفت مواصفة ISO 31000 الدولية -في إصدارها لعام 2018 وهو الأحدث حتى الآن- المخاطر بأنها "أثر اللايقين على الأهداف"، بمعنى أن الغموض وعدم اليقين من أمرٍ ما قد يؤثر على تحقيق الأهداف، وأوضحت المواصفة أن هذا الأثر قد يكون إيجابياً أو سلبياً أو كلاهما معاً، بمعنى أن يختلف الواقع الفعلي عما كان منتظراً ومتوقعاً، سواء كان هذا الاختلاف إلى الأفضل أو إلى الأسوأ أو يجمع بين نتائج أفضل مما كان متوقعاً ومعها في نفس الوقت نتائج أخرى أسوأ مما كان متوقعاً.

على سبيل المثال، إذا أنتجت إحدى الشركات منتجاً جديداً وتوقعت أن تحصل على مبيعات بقيمة مائة مليون دولار في العام الأول، لكن الشركة لم تتوقع ظهور منتج منافس من شركة أخرى في توقيت مقارب لإطلاق منتجها مما أدى لتأثر مبيعاتها من هذا المنتج وحصلت على قيمة ستين مليون دولار فقط، وهذا أثر واقعي يختلف سلباً عن التوقعات الأصلية للشركة لأنها لم تحسب مخاطر ظهور منتجات منافسة لمنتجها، وفي مثال مخالف حقق منتج الشركة الجديد مبيعات بقيمة مائة وخمسين مليون دولار بسبب انسحاب أهم منافسيها من السوق لأسباب قانونية، فالأثر هنا يختلف إيجاباً عن توقعات الشركة بسبب الفرصة التي أتاحتها الانسحاب المفاجئ للمنافس الأقوى من السوق.

وفي مثال يجمع بين الآثار السلبية والإيجابية معاً لأمرٍ غير متوقع، كانخفاض مفاجئ في سعر صرف عملة بلد هذه الشركة، مما أدى إلى زيادة تكاليف استيرادها لمستلزمات الإنتاج من السوق العالمي عن تكاليفها المعتادة المتوقعة وهذا أثر سلبي، لكن في نفس الوقت زادت مبيعات الشركة في الأسواق الخارجية لأن أسعار منتجاتها صارت أكثر جاذبية لمستهلكي هذه الأسواق بسبب انخفاض عملتها، وهذا أثر إيجابي لم يكن متوقعاً واجتمع مع أثر سلبي نتجا معاً عن نفس الحدث.

لذلك فإن إدارة المخاطر وتقييمها بشكل علمي صحيح، أمر بالغ الأهمية لحماية مصالح المنظمات، والعاملين فيها، والمتعاملين معها، والمستفيدين من خدماتها ومنتجاتها، وهذا يشمل اقتصادات الدول والشعوب وأمنها القومي في الصورة الكبرى، وكلما تطورت ممارسات إدارة وتقييم المخاطر كلما نضجت خطط معالجات هذه المخاطر وأثمرت نتائج أفضل.

وفي هذه الدراسة نحاول التعرف على أثر توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي كمتغير مستقل على فعالية أدوات ومنهجيات إدارة المخاطر كمتغير تابع وذلك في إطار سلاسل الإمداد التي تؤمن وصول المواد الخام ومستلزمات الإنتاج إلى المنظمات المختلفة من جهة، وكذلك تؤمن وصول المنتجات والخدمات إلى المستفيدين والعملاء من جهة أخرى، وقام الباحث بمراجعة دراسات سابقة عن المفاهيم الثلاثة: إدارة المخاطر، سلاسل الإمداد ومخاطرها، تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وكذلك استعراض خبرات شركة أمازون -في توظيف الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد وإدارة المخاطر- كنموذج للشركات الرائدة في سلاسل الإمداد والتجارة الإلكترونية والتي تتعامل في أعداد وكميات هائلة من السلع والمنتجات.

الدراسات السابقة

أوضح Hopkin (2018) تعريف المخاطر حسب معهد إدارة المخاطر (Risk Management Institute RMI -) بأنها حاصل ضرب احتمالية حدوث حدثٍ ما وعواقب حدوثه، ويمكن أن تكون هذه العواقب سلبية أو إيجابية، فإذا طبقنا هذا التعريف على الأمثلة السابقة يمكننا أن نقول أن الشركة التي أنتجت منتجاً جديداً كان يجب أن تتوقع أن حدثاً ما يمكن أن يقع وهو أن تنتج شركة منافسة منتجاً مشابهاً أو يتفوق على منتجها، وعلى الشركة أن تُقدّر احتمالية حدوث هذا الحدث، وعليها أيضاً أن تُقدّر أثر ذلك على مبيعات منتجها إذا تحقق الاحتمال وخرج المنتج المنافس إلى النور فعلياً، وبطبيعة الحال كلما زادت احتمالية حدوث الخطر و/أو تأثيره زادت قيمة حاصل الضرب، وزادت معه أهمية هذا الخطر مقارنةً بمخاطر أخرى أقل احتمالاً في الحدوث و/أو أقل أثراً عند الحدوث، وهذا التنبؤ بأحداث افتراضية سيساعد الشركة في بناء ردود أفعال مناسبة سابقة التجهيز بحيث تُقلّل من الأضرار التي ستقع عليها أو تزيد من المنفعة التي ستحصل عليها، فعلى سبيل المثال قد تجهز حملات تسويقية إضافية، أو تضيف مزايا منافسة ترجح كفة منتجها مقابل المنتج المنافس، وهذه الإجراءات المبنية على تقدير احتمالية وقوع الخطر وأثره، هي الغرض من إدارة المخاطر.

عرّفت مواصفة ISO 31000 إدارة المخاطر بأنها أنشطة ممنهجة لتوجيه ومراقبة المنظمة فيما يتعلق بالمخاطر، وعرّفها معهد إدارة المخاطر بأنها العملية التي تهدف إلى مساعدة المؤسسات على فهم وتقييم واتخاذ إجراءات بشأن جميع مخاطرها بهدف زيادة احتمالية النجاح وتقليل احتمالية الفشل.

عرّف Forrest & Hollman (1991) إدارة المخاطر بأنها نهج منظم لحماية أصول الشركة وأرباحها باستخدام رأس المال المادي والمالي والبشري - لتحقيق أهداف معينة فيما يتعلق بالتعرض للخسارة الصافية التي يمكن الإشارة إلى أنه لا يمكن القضاء على المخاطر تماماً، لذا فإن بعض خيارات إدارة المخاطر الحالية لحماية الشركة هي احترازية وتستهدف اختزال المخاطر. تمت دراسة المخاطر من قبل الباحثين الاستراتيجيين في الثمانينيات. هناك العديد من الدراسات البحثية التي تتناول إدارة المخاطر والعائد عند تقييم استراتيجية الشركة. **الجميع يتحوط من خطرٍ ما، أفراد ومنظمات، لكن الأخيرة تطبق إدارة المخاطر بأسلوب علمي وبحسابات الربح والخسارة، معظم الشركات والأفراد يسعون جاهدين لإيجاد طرق لمقايضة المخاطر والفوائد كل يوم وتنفيذ شكل من أشكال الموازنة بين المخاطر والفرص، الطريقة التي يقومون بها بإجراء هذه المقايضات تعتمد على ما يعتبر مستويات مقبولة من المخاطر، وحجم الفائدة وموقف المنظمة من المخاطرة، بعض المنظمات والأفراد يتجنبون المخاطرة بشكل كبير بينما البعض الآخر يجازف ويتقبل المخاطرة أملاً في عائد أعلى.**

بشكل عام، يمكن تصنيف إدارة المخاطر إلى نوعين: مخاطر متعلقة بالعمليات، ومخاطر متعلقة بالاستراتيجية. المخاطر التي تستند إلى العمليات تركز على الفهم وتقليل الأثر السلبي من خلال معالجة الاحتمالية والتأثير المباشر. (فيصل، 2006). ينطوي فهم المخاطر على نهج هيكلي لتحديد المخاطر وتقييمها وتحديد أولوياتها، متبوعاً بتخطيط الموارد لتقليل احتمالية وتأثير الأحداث غير المرغوب فيها ومراقبتها والتحكم فيها، وفي المقابل،

المخاطر التي تستند إلى الاستراتيجية لديها العديد من التحركات الاستراتيجية التي يمكن أن تخفف من المخاطر المرتبطة بالشكوك. أوضح فيصل (2006) أن التخطيط الاستراتيجي للمخاطر يتضمن إعداد خطط طوارئ لمختلف المخاطر الموجودة داخل وخارج الشركة.

أوضح Pryke (2020) في مفهومه لإدارة سلاسل الإمداد أنها طريقة للتفكير في الإدارة والعمليات التي تتم من أجل النتيجة النهائية للنشاط وهي تقديم قيمة للزبائن.

كما أكد Parast (2019) أن مخاطر سلاسل الإمداد تنقسم إلى فئتين: مخاطر داخلية ومخاطر خارجية، والمقصود بالمخاطر الداخلية أنها تكون داخل الكيانات على طول سلسلة الإمداد وتخضع لسيطرتها، مثل المشاكل التشغيلية ومشاكل التصنيع والعاملين وغيرها، أما المخاطر الخارجية فهي خارج سيطرة الكيانات التي تشكل سلسلة الإمداد ومع ذلك فيجب أن تحاول التعامل معها ومعالجتها واتخاذ ما يتاح من احتياطات لتقليل أثرها.

إنترنت الأشياء (Internet of Things - IoT) هي الخطوة التالية نحو الترابط العالمي المتنامي بين المنتج والآلة والبشر والبيئة التي تسمح بأبعاد وفرص جديدة للتفاعلات بين منتج ومنتج (Object to Object - O2O)، منتج وإنسان (Object to Human - O2H)، وتفاعلات منتج مع البيئة (Object to Environment - O2E)، وهذه التفاعلات المتعددة توفر للخدمات اللوجستية الذكية فائدة كبرى لضمان سلامة البشر والمنتجات والبيئة، ويمكن أن تكون شبكة الاستشعار اللاسلكية (Wireless Sensor Network - WSN) تقنية رئيسة لتحقيق هذا الغرض عند استخدامها في المخازن والمستودعات، بحيث توفر إمكانات الاستشعار والتواصل والتحري (Borgia, 2014; Trab et al., 2015).

هناك العديد من العوامل التي يمكن أن تؤدي إلى زيادة الحوادث في المستودعات مثل حجم التنقل الهائل للمنتجات والمواد والرافعات الشوكية والعمال الذين يعملون متقاربين، وضغط العمل وغيرها (De Koster et al., 2011).

وتبين الحقائق أن جمع المعلومات ورصدها وإدارتها على نحو علمي ودقيق وفعال هي عوامل رئيسية لضمان تحقيق أهداف السلامة في تطوير نماذج اتخاذ القرار لنظم إدارة المستودعات (Giannikas et al., 2013).

تدير نظم إدارة المستودعات عمليات الاستلام والتخزين للمنتجات المصنّعة وعمليات تجهيز المنتجات للشحن إلى العملاء، وما يصحب كل مرحلة من مشكلات محددة، وقد شهد العقد الماضي ظهور شبكات الاستشعار اللاسلكية كتقنية أساسية لتطوير إنترنت الأشياء بجمع البيانات ومعالجتها في مجالات متنوعة من بينها المراقبة البيئية والتصنيع والزراعة الذكية وقد تبنى (Yang et al., 2016) تقنية شبكات الاستشعار اللاسلكية لمراقبة السلامة في معدات الروافع.

في الأعوام الأخيرة ساعدت خوارزميات تعلم الآلة في حل الكثير من المشاكل في مجالات هندسية متعددة مثل كشف عيوب الخرسانة المسلحة (Butcher et al., 2014) إلى رصد الكوارث الطبيعية (Pyayt et al., 2011)، وقد تُعزى الزيادة في استخدام هذه الخوارزميات إلى زيادة غير المسبوقة في تطوير واستخدام الإنترنت الصناعي

للأشياء (Industrial Internet of Things - IIoT) (Lund et al., 2014) والتي تسمح بجمع البيانات لتطبيق معين دون الحاجة إلى تدخل بشري أثناء العمليات، ويمكن دراسة البيانات التي تم جمعها بواسطة إنترنت الأشياء لخلق قيمة مضافة في مختلف مجالات الهندسة (Yin et al., 2015).

وأكد Rokseth & Hegde (2020) أن صناعة السيارات هي الصناعة الرائدة في اعتماد خوارزميات تعلم الآلة لتقييم المخاطر، وأن الشبكات العصبية الاصطناعية هي الطريقة الأكثر تطبيقاً لتعلم الآلة للمساعدة في تقييم المخاطر الهندسية وفي بحثهما عن تطبيقات تعلم الآلة في تقييم المخاطر وبناءً على مراجعتهم الأدبيات ذات الصلة، أوضحوا أن مصادر التعلم للآلة كما يلي:

- 1- البيانات النصية: وهي البيانات المكتوبة في تقارير التحقيق في حوادث سابقة والتي عادةً ما تكون غنية بالتفاصيل التي تخدم تحديد وتحليل وتقييم المخاطر، ويمكن لخوارزميات تعلم الآلة مثل الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network - ANN) وغيرها تحليل هذه التفاصيل والتعلم منها.
- 2- البيانات الرقمية: وهي بيانات رقمية تاريخية عن حوادث سابقة في صورة سلاسل زمنية أو تكرارات تستطيع خوارزميات تعلم الآلة تحليلها وتقديم استنتاجات ورؤى حول المخاطر والسلامة.
- 3- المقالات النقدية: وجد الباحثان العديد من المراجعات مثل دراسة أجراها (حليم وآخرون، 2019) وتحتوي مراجعة شاملة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي التي يمكنها التنبؤ بالحوادث وأنماط القيادة غير الآمنة.

الإطار النظري

من استقراء الدراسات المذكورة وغيرها، تتضح الأهمية البالغة لإدارة المخاطر والحاجة الشديدة لتطبيقها وتطويرها باستمرار لحماية مصالح الشعوب والمنظمات وتأمين تدفق السلع والخدمات، وأن تطوير أدوات ومنهجيات إدارة المخاطر وتقييمها وخطط معالجتها يجب أن يكون بنفس تسارع التقدم التقني في أدوات ومنهجيات التصنيع والتخزين وتداول السلع على طول سلاسل الإمداد، حيث أن تعقيد العمليات وتقدمها التقني يصحبه تزايد في كم المخاطر وتعقيد في طبيعتها، ومن المناسب استخدام نفس الأدوات التي ساهمت في هذا التقدم التقني في عمليات الإنتاج والتخزين والتداول، لتساهم هذه الأدوات في الحد من المخاطر الناشئة والمتزايدة، ومن أبرز هذه الأدوات إمكانات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التي ساهمت في زيادة كفاءة عمليات الإنتاج والتداول للسلع وترشيد الموارد المستخدمة فيها من وقت وجهد ومال، وتقليل الأخطاء والعيوب في المنتجات والخدمات، وتستخدم هذه التطبيقات المراقبة البصرية واستخدام الروبوتات والمجسات التي تستقبل كمّاً هائلاً من البيانات وتقوم بتحليلها بغرض القيام بمزيد من التحسينات على العمليات وتقليل كلفتها وعيوبها وإنتاج كمّاً أكبر من السلع لتلبية الطلب العالمي في أقل وقت ممكن.

يرى الباحث أن هذه البيانات يمكن تحليلها أيضاً من وجهة نظر إدارة المخاطر، بحيث تدعم الخبرات البشرية العاملة في إدارة المخاطر بمدخلات تخدم عمليات تحديد وتعريف المخاطر المستجدة والحد من إغفال بعض المخاطر التي قد تغيب عن الخبرات البشرية، وتوفير تقديرات أكثر دقة لقيم الاحتمالية وشدة التأثير لهذه المخاطر، وبالتالي الوصول إلى ترتيب أكثر دقة وأقرب للواقع لأولوية المخاطر حسب قيمتها، بما يؤدي إلى اتخاذ قرارات أكثر تبصراً لمعالجة هذه المخاطر بإجراءات مناسبة لأولويتها، وتوجيه الموارد المخصصة لمعالجة المخاطر بشكل أفضل وأكثر كفاءة.

يرى الباحث أيضاً أن أداة تحليل نمط وآثار الفشل (Failure Mode and Effect Analysis - FMEA) - التي تعتمد على ثلاث تقديرات كمية لتقدير المخاطر بدلاً من تقديرين إثنيين وتتفوق على أدوات أخرى باستخدامها تقدير قابلية الرصد للخطر Detectability بالإضافة إلى تقديري احتمالية وتأثير الخطر اللذان تستخدمهما معظم أدوات تقييم الخطر الكمية - من أقرب الأدوات للاستفادة من البيانات التي يتم جمعها وتحليلها من أدوات الذكاء الاصطناعي، حيث أن كم وطبيعة البيانات وسرعة تحليلها ودقة استنتاجاتها ستزيد من قابلية الرصد للمخاطر وسرعة اتخاذ الإجراءات المضادة واحتواء الخطر في وقت مبكر وتقليل أثره إلى أدنى حد ممكن، ومن الواضح أن أدوات وإمكانات الذكاء الاصطناعي التي تستطيع مراقبة العمليات واستقبال وتحليل كمّاً ضخماً من البيانات على مدار الساعة تتفوق على الوسائل التقليدية والقدرات البشرية لمراقبة هذه العمليات واتخاذ قرارات فورية حسب المستجدات، وهذا لا يعني الاستغناء عن الخبرات البشرية في عملية إدارة المخاطر، بل توظيف إمكانات الذكاء الاصطناعي لدعم الخبرات البشرية في إدارة المخاطر.

يرى الباحث أيضاً أن تتم تغذية المنظومة المقترحة لإدارة المخاطر بتقنيات الذكاء الاصطناعي بمعلومات عن الحوادث المستجدة التي ستقع فعلياً للتعلم منها، سواء كانت هذه الحوادث ستقع في نفس المنظمة أو في منظمات أخرى، وهذا يتطلب تأمين وصول هذه المنظومة إلى المواقع الالكترونية المتخصصة في مراقبة المخاطر في الصناعات المختلفة، ومتابعة الأخبار اللحظية عن وقوع حوادث متعلقة بالمخاطر المتوقعة في المنظمة، وتحليل التقارير التي ستتناول التحقيق في هذه الحوادث وأسبابها، وهذا سيوفر لكل منظمة مصدراً غنياً بالمعلومات والدروس المستفادة من حوادث وقعت في أي مكان من العالم، بالإضافة إلى المعلومات التي توفرها لها منظومتها القائمة على تقنيات الذكاء الاصطناعي.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

مقدمة

قد تتحفظ كثير من المنظمات على مشاركة بيانات دقيقة عن إدارة المخاطر لديها، وإجراءاتها المعالجة للمخاطر ومدى فاعليتها وتكلفتها والتقنيات المستخدمة، وكذلك بيانات الحوادث التي وقعت في مواقعها وعواقبها ونتائج التحقيق فيها، باستثناء البيانات التي توجب القوانين والتشريعات مشاركتها مع السلطات المختصة والمجموعات المهنية ذات الصلة والتي تختلف من دولة لأخرى، وستشكل هذه التحفظات عائقاً أمام الباحثين لجمع البيانات الضرورية لدراسات علمية مدعومة بتحليلات رياضية وإحصائية واستنتاجات قابلة للتعميم.

المنهجية وطرق البحث

تم اعتماد منهجية تحليلية استقرائية لدراسة تأثير توظيف الذكاء الاصطناعي على فعالية أدوات تقييم المخاطر في المستودعات وسلاسل الإمداد. شملت طرق البحث جمع البيانات من مصادر ثانوية متنوعة، بما في ذلك مراجعة الأدبيات السابقة والدراسات الأكاديمية المنشورة في هذا المجال، بالإضافة إلى ذلك، تم الاستعانة بالمواد الوثائقية المتاحة على المواقع الإلكترونية لإحدى أكبر الشركات اللوجستية في العالم - شركة أمازون - والتي تتعامل في كميات ضخمة ومتنوعة من المنتجات وتتبنى أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملياتها اليومية وفي مواقعها الموجودة في معظم دول العالم، ومن ثمَّ استقراء النتائج لتحديد مدى فعالية أدوات تقييم المخاطر المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر وتقليل الحوادث للأفراد والمعدات والمنتجات على طول سلسلة الإمداد، وفهم الآثار العملية لهذه التقنيات.

تم استخدام كلمات مفتاحية للبحث عن البحوث والدراسات والمقالات والكتب المنشورة على المواقع الإلكترونية سواء كانت أكاديمية أو مهنية أو تخص شركات تجارية أو تجمعات مهنية باللغتين العربية والانجليزية.

أمثلة للمواقع التي تم البحث فيها:

[Google Scholar](https://scholar.google.com/) - [Openread.academy](https://openread.academy/) - [Amazon](https://www.amazon.com/) - [Amazon Web Services](https://aws.amazon.com/) - [arstechnica](https://arstechnica.com/) - [business.joellemena](https://business.joellemena.com/)

أمثلة لكلمات البحث عن الدراسات والمقالات بالعربية والإنجليزية:

تقييم المخاطر - أدوات تقييم المخاطر - منهجيات تقييم المخاطر - تقييم المخاطر في اللوجستيات - تقييم المخاطر في سلاسل الإمداد - الذكاء الاصطناعي - تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد.

Failure Mode and Effect Analysis – FMEA – Risk Assessment – Risk assessment in supply chain – Amazon operation facilities – Amazon robotics

مجتمع البحث

يشمل مجتمع الدراسة العمليات المتعلقة بتقييم المخاطر في سلاسل الإمداد والمستودعات التي تستخدم أدوات مدعومة بالذكاء الاصطناعي وتم تحديدها بشركة أمازون العالمية.

حدود البحث

الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة على تأثير توظيف إمكانات الذكاء الاصطناعي في تحسين فعالية أدوات تقييم المخاطر، مع التركيز على الحوادث المتعلقة بالأفراد والمعدات والمنتجات.

الحدود المكانية: تحدد الدراسة بالمواقع اللوجستية لشركة أمازون حول العالم، حيث تُطبق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.

الحدود الزمانية: الإطار الزمني للدراسة محدود بالفترة التي تنتمي لها الدراسات الأكاديمية والمواد الوثائقية والتقارير والمقالات المتاحة كمصادر ثانوية.

الفصل الرابع

الدراسة العملية

مقدمة

رغم أن مصطلح "الذكاء الاصطناعي" قد نُحِتَ منذ عقود وتحديداً عام 1956 م، من خلال ورشة عمل عُقدت في كلية دارتماوث في ولاية نيوهامبشاير الأمريكية، وفي هذه المرحلة المبكرة (1950-1970 م) بدأ التفكير في تطوير آلات قادرة على محاكاة الذكاء البشري وتمت صناعة آلة تحاكي لعبة الشطرنج بواسطة باحثين أمريكيين، وفي المرحلة التالية لها (1980-2000 م) تجدد الاهتمام بالذكاء الاصطناعي وتطورت تقنيات البرمجة وقدرات الحاسبات الآلية بشكل مُطَّرد، ومنذ عام 2000 م شهدت صناعة الحاسبات والبرمجيات ازدهاراً كبيراً وزاد الاهتمام بتقنيات "التعلم العميق" و"الشبكات العصبية" وظهرت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجالات متعددة منها التشخيص الطبي والترجمة الآلية، وفي يونيو 2020 م انطلق النموذج GPT-3 بواسطة شركة OpenAI، وهو الجيل الثالث من النماذج اللغوية الشاملة، والذي أحدث ظهوره ضجةً هائلة بسبب قدرته الفائقة على إجابة الأسئلة التي تُوجَّه إليه بأسلوب مُرتَّب وذكي يحاكي الردود البشرية، وفي خلال أشهر قليلة تطورت أدوات وطرق توجيه الأسئلة للحصول على إجابات أفضل، والنموذج يتعلم ذاتياً لتحسين إجاباته وتصويبها، وهو يعتمد على كميات ضخمة من البيانات يتم تحليلها بدقة وسرعة كبيرة، وفي الشهر الأول من إطلاقه بلغ عدد مستخدميه 100 ألف شخص، ثم وصل عدد المستخدمين إلى مليون شخص بعد ثلاثة شهور تقريباً، وبلغ العدد عشرة ملايين مستخدم بعد أحد عشر شهراً من الإطلاق، رغم أن النموذج كان متاحاً للاستخدام في الولايات المتحدة فقط ثم توسع النموذج إلى ثماني دول أخرى فقط حتى نوفمبر 2023 م حين أصبح متاحاً في أكثر من 100 دولة حول العالم. وتسابقت محركات البحث العملاقة مثل Bing & Google وغيرها في تطوير نماذجها الخاصة من نموذج الذكاء الاصطناعي التوليدي، واتسع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى كتابة برامج الحاسب الآلي المعقدة وترجمة النصوص والرد الآلي على العملاء وخلق صور ثابتة ومتحركة بناءً على مواصفات معينة يحددها المستخدم، وغيرها من عشرات الاستخدامات، ومن أبرز الأمثلة في استخدامات الذكاء الاصطناعي والروبوتات تتضح في شركة أمازون Amazon التي دمجت هذه التقنيات المعقدة لتستفيد منها في المجالات التالية:

1. أطلقت أمازون أنظمة روبوتية متقدمة مثل "Sequoia" & "Digit" لتحسين عمليات التخزين وإدارة المخزون في مراكز التنفيذ (التوزيع) حيث يقوم الأول بعملية التخزين أسرع بنسبة 75% من الأساليب التقليدية، أما الثاني فهو روبوت عالي الكفاءة في المناورة والإمساك بالمنتجات في أماكن صعبة داخل المستودعات بما يعزز من الكفاءة ويقلل من الأعمال المتكررة التي يقوم بها الموظفون (Quinlivan, 2023)
2. تدمج أمازون أجهزة إنترنت الأشياء (Internet of things – IoT) لمراقبة البيانات في الوقت الفعلي وجمعها، وتساعد المستشعرات وكاميرات المراقبة على تحسين الأمان من خلال كشف الأنشطة المشبوهة ومراقبة ظروف المستودع، مما يضمن بيئة آمنة للبضائع والعاملين (Navarrete, 2024)

3. تحليل خوارزميات الذكاء الاصطناعي لدى أمازون كميات هائلة من البيانات للتنبؤ بالاتجاهات، وتحسين المسارات، وتعزيز إدارة سلسلة التوريد، ويساعد ذلك في تقليل أوقات التسليم وتحسين رضا العملاء من خلال ضمان تلبية الطلبات في الوقت المناسب وبشكل دقيق (Navarrete, 2024)

4. تستخدم أمازون أنظمة التتبع البصرية المتقدمة بدلاً لمساحات الباركود التقليدية، بما يسمح بتتبع السلع بسلسلة عبر المستودع، وتستخدم هذه الأنظمة الكاميرات والرؤية الحاسوبية لمراقبة وتسجيل حركة المنتجات، مما يحسن الدقة ويقلل من الأخطاء اليدوية (Rawat, 2021)

وقد يكون من المناسب التفكير في مضاعفة الفائدة من هذه التقنيات واستغلال البيانات الضخمة التي تجمعها وتقوم على تحليلها لخدمة غرض آخر بالإضافة إلى تحسين كفاءة العمليات وهو تحسين إدارة المخاطر التشغيلية داخل هذه المستودعات، بحيث توفر معلومات أكثر كماً وأجود كيفاً لتخدم تقييم المخاطر وتحسين التقديرات الخاصة بالاحتمالية، الأثر، وإمكانية الرصد للمخاطر.

مبادئ إدارة المخاطر

كلمة مبادئ في اللغة تعنى القواعد الأساسية التي يقوم عليها الأمر، إذن نحن نتناول هنا القواعد الأساسية التي بنيت عليها إدارة المخاطر وما يخصها من معايير، وقد عرّفت مواصفة ISO 31004 الدولية (وهي مواصفة إرشادية عن كيفية تطبيق مواصفة ISO 31000) أحد عشر مبدأً لإدارة المخاطر وشرحت فوائدها وكيف يمكن تطبيقها حتى تكون إدارة المخاطر أكثر فعالية، ونلخص هذه المبادئ كما يلي:

المبدأ الأول: إدارة المخاطر تخلق "القيمة" وتحميها:

حيث إنها تسهم في تحقيق الأهداف وتحسين الأداء فيما يخص - على سبيل المثال - صحة وسلامة الإنسان، الأمن، التوافق مع المتطلبات القانونية والنظامية، القبول المجتمعي وال جماهيري (لأنشطة المنظمة)، حماية البيئة، جودة المنتجات، إدارة المشروعات، كفاءة العمليات، الحوكمة وسمعة المنظمة.

المبدأ الثاني: إدارة المخاطر جزء مُكَمِّل لعمليات المنظمة:

أي أنها ليست نشاطاً مستقلاً ولا تنفصل عن عمليات المنظمة وأنشطتها الرئيسية، بل جزء من مسؤولياتها وتخطيطها الاستراتيجي وجزء من عمليات إدارة التغيير وإدارة المشروعات.

المبدأ الثالث: إدارة المخاطر جزء من اتخاذ القرار:

كي تُساعد متخذي القرار بتوفير خيارات ومعلومات وتحديد الأولويات والتمييز بين البدائل.

المبدأ الرابع: إدارة المخاطر تعالج بوضوح حالة "عدم اليقين":

تأخذ إدارة المخاطر في الاعتبار بشكل صريح حالة "عدم اليقين" وطبيعة هذه الحالة وكيف يمكن تناولها.

المبدأ الخامس: إدارة المخاطر عملية منهجية ذات هيكل تنظيمي وإطار زمني: تسهم في زيادة "الكفاءة" وتحقيق نتائج متسقة يُعتمد عليها وقابلة للمقارنة مع غيرها.

المبدأ السادس: إدارة المخاطر تُبنى على أفضل المعلومات المتاحة: مدخلات عملية إدارة المخاطر من مصادر المعلومات كالبيانات التاريخية، الخبرات، إفادات أصحاب المصلحة، الملاحظات، التنبؤات وأحكام الخبراء. لكن يجب على صناع القرار أن يضعوا في الحسبان القيود على البيانات ونمذجتها والاختلافات بين الخبراء.

المبدأ السابع: إدارة المخاطر مصممة خصيصاً: تتماشى إدارة المخاطر مع السياق الخارجي والداخلي وملف المخاطر للمنظمة.

المبدأ الثامن: تأخذ إدارة المخاطر العوامل البشرية والثقافية في الاعتبار: تُقدّر إدارة المخاطر قدرات الأفراد من خارج وداخل المنظمة وتصوراتهم ونواياهم التي يمكن أن تيسر أو تعرقل تحقيق أهداف المنظمة.

المبدأ التاسع: تتسم إدارة المخاطر بالشفافية والشمول: إشراك أصحاب المصلحة على نحو مناسب وفي الوقت المناسب، ولا سيما صناع القرار على جميع المستويات، يكفل أن تظل إدارة المخاطر ذات معنى ومحدثة، تسمح المشاركة أيضاً لأصحاب المصلحة أن يكونوا ممثلين تمثيلاً مناسباً وأن تؤخذ آراؤهم في الاعتبار عند تحديد معايير المخاطر.

المبدأ العاشر: إدارة المخاطر ديناميكية ومتكررة وسريعة الاستجابة للتغيير: تستشعر إدارة المخاطر التغيير وتستجيب له باستمرار، مع حدوث أحداث خارجية وداخلية، يتغير السياق والمعارف، ويتم رصد ومراجعة المخاطر، وتظهر مخاطر جديدة، وبعضها يتغير، وغيرها يختفي.

المبدأ الحادي عشر: إدارة المخاطر تُبَيّن التحسين المستمر للمنظمة: ينبغي للمنظمات أن تضع وتنفذ استراتيجيات لتحسين نضجها في مجال إدارة المخاطر وجميع الجوانب الأخرى في منظمتهم.

إدارة المخاطر التشغيلية

تعرف المخاطر التشغيلية بأنها "خطر الخسارة الناتجة عن قصور أو فشل في العمليات الداخلية، أو الأفراد أو الأنظمة، أو الناتجة عن أحداث خارجية"، وبالتالي عندما تريد منظمة ما إدارة المخاطر التشغيلية لديها، فيجب عليها أن تحاول السيطرة على مسبباتها في العمليات الداخلية والأفراد والأنظمة والأحداث الخارجية. وتم تصنيف المخاطر التشغيلية بناءً على مسبباتها الأولية كما في الجدول التالي:

جدول (4-1): تصنيف المخاطر التشغيلية حسب مسبباتها

التصنيف	الوصف	أمثلة
العاملين	المخاطر التي يتسبب بها البشر سواء عمداً أم عرضاً	الاحتتيال، خرق قوانين العمل، أنشطة غير مسموح بها، فقدان أو نقص الموظفين الرئيسيين، عدم كفاية التدريب، عدم كفاية الإشراف، الإرهاق، عدم اتخاذ إجراءات
العمليات	المخاطر الناتجة عن الأنشطة المؤداة داخل النظام	عمليات مصممة وموافق عليها لكنها لا تفي بالغرض الذي صممت من أجله
المعلومات	المخاطر الناتجة عن معلومات غير دقيقة أو زائفة أو متأخرة	معلومات متأخرة، وحدات قياس خاطئة، بيانات تم التلاعب بها
المواد	المخاطر الناتجة عن مواد معيبة أو غير مناسبة	الخرسانة سيئة التماسك، المعادن سريعة التآكل، المواد البلاستيكية شديدة السمية
الآلات والمعدات	المخاطر الناتجة عن تعطل الآلات والمعدات	تعطل خط الإنتاج، سوء أداء الماكينات
الحوادث الخارجية	المخاطر الناتجة عن عناصر خارج النظام	القرصنة الإلكترونية، الفشل في الاستعانة بمصادر خارجية، الطقس القاسي، الأنظمة غير العادلة، المشاكل السياسية، المنافسة غير العادلة

كما يمكن تصنيف المخاطر التشغيلية بناءً على تبعاتها وعواقبها كما يلي:

جدول (4-2): تصنيف المخاطر التشغيلية حسب تبعاتها

التصنيف	الوصف	أمثلة
تبعات السلامة	المخاطر التي تؤدي إلى إصابة أو وفاة أو تدهور في صحة الإنسان	تعطّل آلة يؤدي إلى إصابة أحد العمال
التبعات المالية	المخاطر التي تؤدي إلى الخسائر المالية	فقدان الإيرادات فقدان فرصة بيع دفع تعويضات
التبعات القانونية	المخاطر التي تؤدي إلى رفع دعاوى قضائية ضد المنظمة	مخالفة القوانين والتشريعات
تبعات الأمن	المخاطر التي تؤدي إلى تداعي حماية الأصول	تسرب معلومات سرية بسبب الاختراق الإلكتروني

لذلك من المهم للمنظمات أن تأخذ في اعتبارها المخاطر التشغيلية من كلا المنظورين: المسببات والعواقب معاً حتى يكون لديها رؤية شاملة تستطيع من خلالها معالجة هذه المخاطر بشكل سليم، ولكي تستطيع المنظمات ذلك ينبغي عليها أن تأخذ الأسئلة التالية في الاعتبار:

1- كيف يجب أن تدير الأمور؟

بمعنى تحديد الأهداف الأساسية التي ترغب المنظمة في الوصول إليها مثل: إنتاج كمية معينة من المنتج بجودة معينة، الحد من عدد المنتجات المعيبة، الحد من الهدر في المواد الخام، وغيرها.

2- كيف يمكن أن تسوء الأمور؟

وهنا نتوقع المنظمة كيف يمكن أن يحدث تهديد لأهدافها وانحراف عن النتائج المرغوبة، بتحديد مصادر الخطورة المحتملة (Hazards) في نظامها التشغيلي وما يمكن أن تسببه من مخاطر (Risks) وما هي العواقب إن حدثت هذه المخاطر فعلياً (Consequences)، وهي تقوم بتحديد المخاطر عن طريق قراءة البيانات التاريخية لأحداث سابقة حدثت فعلياً وأثرت على أهدافها وعملياتها وتقوم بتحليلها، أو بالعصف الذهني لمجموعة أفراد ذوي خبرة ومتصلين مباشرة بالعملية أو المنتج المستهدف بالبحث والدراسة، أو باستخدام التحليل المقارن مع أنظمة مشابهة للنظام المستهدف والنظر في ما وقع له من أحداث سابقة

وتحليل بياناتها، أو بالاستعانة بقوائم المخاطر المُعدّة مسبقاً والتي تم تجميعها من خبرات العاملين في صناعة معينة وتقوم التجمعات المهنية بتسجيلها ونشرها على المهتمين، أو بغيرها من طرق تحديد المخاطر.

3- ما هي الأسباب والعواقب؟

وهذا السؤال من أهم الأسئلة في إدارة المخاطر، حيث يبني العلاقة السببية بين الأحداث وعواقبها، وتحديد الأسباب الجذرية للمخاطر واحتمالية حدوثها وأثر حدوثها، وتحديد الأسباب الجذرية هو الخطوة الأولى للتعامل مع المخاطر، كما أن تقدير احتمالية الحدوث وأثر الحدوث يرتب أولويات المخاطر التي يجب التعامل أولاً وحجم هذا التعامل.

4- ما هي احتمالات حدوث المخاطر؟

يتم تقدير الاحتمالية بتقديرات تتراوح بين "مستبعد الحدوث تماماً" إلى "محتمل الحدوث بشدة"، وبينهما تدرج منطقي لتقديرات الاحتمالات، ويُستعان بالبيانات التاريخية لتقدير الاحتمالات وكذلك بآراء الخبراء.

5- ما الذي يمكن عمله لرصد المخاطر والسيطرة عليها وإدارتها؟

كما تم تقدير الاحتمالية، يتم تقدير أثر الحدوث بتقديرات أخرى تتراوح بين "ضئيل الأثر" إلى "كارثي الأثر"، ويُفصّل تعريف المقصود بكل تقدير لتيسير عملية التقدير والعصف الذهني لفريق الخبراء المسؤولين عن إدارة المخاطر.

وللسيطرة على المخاطر ينبغي تصنيفها وترتيبها حسب أهميتها النسبية، فيُعطى لكل تقدير للاحتمالية والأثر درجة كميّة تعبر عنه وغالباً ما تتبع مقياساً خماسياً من 1 - 5 كما في الجدول التالي الذي تُمثّل الدرجة (1) الاحتمالية الأقل على الإطلاق وكذلك الأثر الأقل المتوقع، بينما تُمثّل الدرجة (5) أعلى احتمالية متوقعة وكذلك الأثر الأكبر المتوقع:

جدول (3-4): وصف تقديرات الاحتمال والأثر الكمية

وصف التقدير	تقدير الاحتمال	الدرجة الكمية	تقدير الأثر	وصف التقدير
يحدث مرة كل 1000 عام	مستبعد الحدوث تماماً	1	ضئيل الأثر	لا يتسبب في إصابات
يحدث مرة كل 100 عام	مستبعد الحدوث	2	أثر ثانوي	يتسبب في إصابات طفيفة
يحدث مرة كل 10 أعوام	ممكن الحدوث	3	أثر كبير	يتسبب في إصابات متوسطة
يحدث مرة في العام	محتمل الحدوث	4	أثر شديد	يتسبب في إصابات شديدة ليست قاتلة
يحدث مرة أو أكثر في الشهر	محتمل الحدوث بشدة	5	أثر كارثي	يتسبب في إصابات خطيرة أو وفيات

ثمَّ يتم حساب قيمة الخطر بضرب الدرجة الكمية لتقدير الاحتمال $\times$ الدرجة الكمية لتقدير الأثر وتوضح المصفوفة التالية قيم الخطر الممكنة، وتم تمييز النتائج بدرجات لونية، وكلما وقعت النتيجة في درجة داكنة أكثر كانت قيمة الخطر أعلى وتستدعي أولوية التعامل معه.

مثال لمصفوفة المخاطر:

		تقديرات احتمال الحدوث				
		1	2	3	4	5
تقدير الأثر	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

شكل (4-1): مصفوفة المخاطر

وتُركّز استراتيجيات التعامل مع المخاطر على الحد من احتمالية حدوثها، أو الحد من أثر حدوثها إن حدثت فعلاً، أو الإثنين معاً، وهذه الاستراتيجيات استباقية عند توقع المخاطر، فإذا وقعت المخاطر فعلاً تتبع المنظمات استراتيجيات لإدارة الأزمة بهدف احتواء آثارها والتعافي منها، واستعادة وضع ما قبل الأزمة في أقل وقت ممكن.

أدوات إدارة المخاطر التشغيلية

يوضح الجدول التالي مقارنة بين ستة أدوات معروفة لإدارة المخاطر بناءً على الطبيعة (كمية أو كيفية)،

مجالات استخدامها، وكيفية حساب قيمة الخطر:

جدول (4-4): مقارنة بين أدوات إدارة المخاطر

الأداة	كمية/كيفية	مجالات الاستخدام	كيفية حساب قيمة الخطر
تحليل المخاطر الأولي (PHA)	كيفية	تستخدم بشكل رئيسي في المراحل المبكرة من تصميم الأنظمة لتحديد المخاطر المحتملة وتقييم تأثيرها.	تعتمد على تقييم احتمالية وقوع المخاطر وشدتها، ولكنها لا توفر قياسات كمية دقيقة.
تحليل الحالات الخطرة وتحليل العمليات (HAZOP)	كيفية	تستخدم في الصناعات الكيميائية والصيدلانية والنفط والغاز وغيرها لتحليل العمليات وتحديد المخاطر.	تعتمد على مراجعة وتقييم السجلات والعمليات لتحديد الحالات الخطرة وآثارها المحتملة.
تحليل السلامة الوظيفية (JSA)	كيفية	تستخدم لتحديد وتحليل المخاطر المرتبطة بالوظائف والمهام العملية.	تعتمد على تقسيم المهام إلى خطوات وتقييم المخاطر لكل خطوة وتحديد الضوابط المناسبة.
تحليل نمط وآثار الفشل (FMEA)	كمية وكيفية	تستخدم في الصناعة الهندسية لتحديد وتحليل الفشل المحتمل وتأثيراته.	تعتمد على حساب ثلاث قيم: احتمالية الفشل (O)، وشدة الفشل (S)، وقابلية الرصد (D). $(RPN = S \times O \times D)$.
تحليل الشجرة الخطية (FTA)	كمية وكيفية	تستخدم في الصناعات التقنية العالية مثل الطيران والفضاء لتحديد مسببات الفشل.	تعتمد على بناء شجرة منطقية لتحديد احتمالية الفشل وتأثيراته.

الأداة	كمية/كيفية	مجالات الاستخدام	كيفية حساب قيمة الخطر
تحليل الأسباب الجذرية (CCA)	كيفية	تستخدم لتحديد الأسباب الجذرية للمشكلات والحوادث.	تعتمد على تحليل السلاسل السببية للأحداث لتحديد الأسباب الجذرية.

أداة تحليل نمط وآثار الفشل (- Failure Mode and Effect Analysis

(FMEA

هي أداة تستخدم على نطاق واسع في مجالات وصناعات متعددة لتحديد وتصنيف المخاطر والمشاكل التي يمكن أن تحدث داخل نظام ما، وتستخدم في المراحل المبكرة من تصميم المنتجات أو العمليات وكذلك في العمليات والأنظمة القائمة بالفعل، وبدأ استخدام هذه الأداة في الخمسينات من القرن الماضي وتناولتها المواصفات العسكرية الأمريكية تحت رقم 1629 عام 1980.

يُقصد بعبارة "نمط الفشل" هو كيف يمكن أن تسوء الأمور، وماذا يمكن أن يحدث داخل عملية ما من أخطاء أو مشاكل تتسبب في آثار سلبية على العملية ومخرجاتها وهو ما يسمى بـ "آثار الفشل"، فالأداة تبحث كل الأخطاء أو الأعطاب أو العيوب المحتملة في التصميم، أو العملية، أو المنتج وتحلل أسباب وآثار هذه الأعطاب - إن حدثت بالفعل - على العملية أو المنتج أو المستخدم النهائي بهدف منع حدوث هذه الأعطاب وتقليل آثارها السلبية إن حدثت عملاً بمبدأ "الوقاية خيرٌ من العلاج".

نلاحظ من المقارنة بين أدوات إدارة المخاطر أعلاه، أن هذه الأداة هي الأداة الكمية الوحيدة التي تأخذ ثلاثة قيم للمخاطر في الاعتبار، ففي حين تعتمد باقي الأدوات على محدين فقط هما الاحتمالية والآخر سواءً بتقديرات كمية أو كيفية، تستخدم FMEA محددًا إضافيًا هو قابلية الرصد، وتندرج قابلية الرصد من "قابل للرصد تماماً" وحتى "غير قابل للرصد بالمرة"، وتعطي هذه التقديرات قيمة كمية من 1 - 5 على الترتيب في حالة استخدام المقياس الخماسي، وكلما زادت قابلية رصد الخطر كلما قلَّت قيمة الخطر الكلية والعكس صحيح، على سبيل المثال قد يتسرب غاز سام من أحد الخزانات، فإذا كان الغاز له رائحة مميزة أو لون واضح سيسهل اكتشاف هذا التسرب بالطرق التقليدية مبكراً نسبياً فتقل الأضرار من ذلك التسرب إلى الحد الأدنى، أما إذا كان الغاز عديم

اللون والرائحة فلن يتم رصد هذا التسرب إلا بطرق تقنية قد تكون متاحة أو غير متاحة مما يزيد من تبعات هذا التسرب.

تقوم أداة FMEA بحساب قيمة الخطر الكلية أو رقم أولوية المخاطر (Risk Priority Number - RPN) كحاصل ضرب التقديرات الكمية للمحددات الثلاثة: الاحتمالية $\times$ الأثر $\times$ قابلية الرصد، وبالتالي عندما يصعب رصد الخطر يزيد حاصل الضرب ويزيد رقم أولوية الخطر وأهميته ومن ثمَّ أهمية وتعقيد الإجراءات المطلوبة للتقليل منه أو إزالته.

دور تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في اللوجستيات في دعم أدوات تقييم المخاطر

صار التقدم التقني أسرع من الاستيعاب، ووفرت التقنيات الحديثة إمكانية ابتكار المنتجات وتقديم الخدمات بكفاءة وجودة أعلى من السابق بفضل استخدام الروبوتات المتقدمة والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة وإنترنت الأشياء بهدف إرضاء العملاء وتجاوز تطلعاتهم في ظل منافسة محتدمة في أسواق العالم، ولم يقتصر هذا التقدم على عمليات الإنتاج والتصنيع، بل وصل إلى عمليات تداول المنتجات والخامات على طول سلسلة الإمداد من نقل وتخزين وتسليم للمستخدمين النهائيين، حيث أن إنتاج سلعة عالية الجودة في وقت قصير نسبياً سيفقد قيمته إذا لم تصل هذه السلعة إلى المستخدم النهائي بدون أخطاء وفي وقت مناسب وبشكل آمن. وقد انتقل التعقيد إلى العمليات اللوجستية مع التنوع الهائل في المنتجات وازدهار التجارة الالكترونية وتطور تقنيات التخزين والمناولة والاستدعاء للمنتجات ودعمها بأدوات الذكاء الاصطناعي لتحقيق أعلى معدلات الكفاءة وتقليل الأخطاء وأيضاً تقليل المخاطر التي يمكن أن تتعرض لها المنتجات والعاملين في ظل هذه العمليات المعقدة.

تطبيقات أساليب تعلم الآلة في تقييم المخاطر

تعلم الآلة (Machine Learning) هو فرع من فروع الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) ويركز على تطوير خوارزميات ونماذج إحصائية تُمكن الحاسب الآلي من التعلُّم من البيانات وبناء تنبؤات واتخاذ قرارات بدون برمجة صريحة مسبقة لأداء هذه المهام.

أدوات تقييم المخاطر التقليدية تعتمد في كل مرة يجري فيها التقييم على معطيات النظام أو العملية عند النقطة الزمنية الحالية في وقت التقييم، ولا تأخذ في الاعتبار أية تغيرات تستجد في النظام أو العملية إلا عند إجراء التقييم التالي، لكن خوارزميات تعلم الآلة توفر إمكانية تقييم المخاطر على مدار الساعة بحيث تراقب جميع

التغيرات التي تحدث في خط الإنتاج أو خطوات العملية أو خصائص المنتج لحظة بلحظة وتتناولها في تقييم المخاطر في الوقت الفعلي (Real-time Risk Assessment).

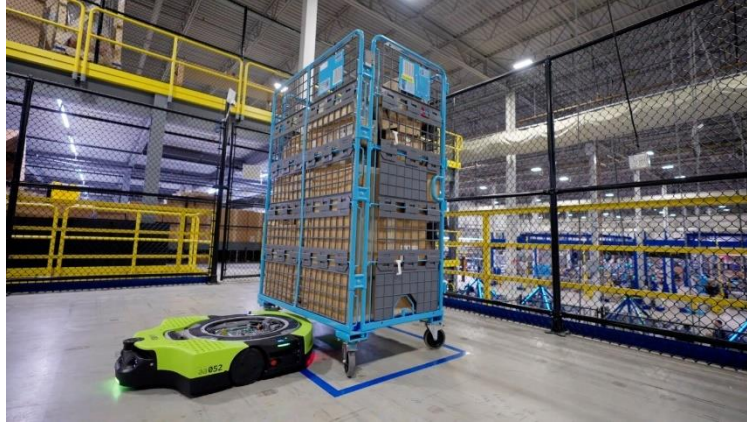
تطبيقات أمازون في السيطرة على المخاطر وبرامج الصحة والسلامة

تطبق شركة أمازون برامج متعددة للسيطرة على المخاطر وضمان سلامة العاملين والمعدات والمنتجات سواء داخل مبانيها أو على الطرقات.

تطبيقات السلامة داخل مباني أمازون:

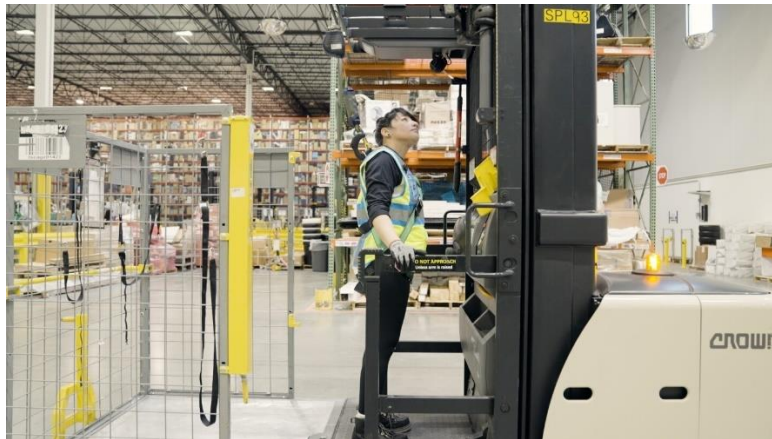
(1) الروبوتات ذاتية الحركة

في بعض مراكزها، تنتشر أمازون روبوتات مجهزة بتكنولوجيا متقدمة للسلامة والإدراك والملاحة، حيث يقوم هذا الروبوت برفع ونقل عربات الطرود بشكل ذاتي ويعمل بطريقة تسمح بالتفاعل الآمن مع الموظفين، فينبعث منه شعاع ضوئي وإذا تقدم شخص ما أمامه يتوقف الروبوت في الحال.



(2) العربات المُطَوَّرة

طوّرت أمازون بالتعاون مع المُصنِّعين عربات تعمل بتقنية تجنب الاصطدام باستخدام رصد الأضواء وقياس المسافات وتحديد الموقع لحظياً.



(3) الحركة المتكررة

طوّرت أمازون نظاماً للتخزين الآلي بالروبوتات يُجنّب العاملين الانحناء المتكرر أو التسلق للوصول إلى منتج ما، ويقوم النظام بإيجاد المنتج المطلوب فيلتقطه بشكل مباشر أو يجعله في متناول العامل بشكل آمن.



(4) مناولة الطرود

طوّرت أمازون ذراعاً آلياً يعمل بواسطة الذكاء الاصطناعي ورؤية الحاسب لقراءة الملصقات على الطرود ثم فرزها ووضعها في العربات الصحيحة وتقليل تعرض العاملين لخطر الإصابة.



تطبيقات أمازون للأمان على الطرق:

(1) تقنية السلامة لأسطول الشاحنات

زوّدت أمازون أسطولها بتقنيات إنذار للاصطدام الأمامي والتي تشمل آلية للإيقاف الاضطراري، والتحكم في ثبات الشاحنات على الطريق، ورصد الأجسام على أجناب الشاحنات وكابحات السرعة.



(2) التقنية المتقدمة للسلامة

تهدف هذه التقنية إلى تنبيه سائقي أمازون عند تشتت انتباههم أثناء القيادة وتعزيز سلوكيات القيادة الآمنة ومراقبة السرعة وتجاوز الإشارات الحمراء والامتثال لحزام الأمان وساهمت هذه التقنية في خفض معدلات التصادم بنسبة 35% في شبكة سائقي أمازون في الولايات المتحدة.



3) مركبات التوصيل الكهربائية

زوّدت أمازون سيارات التوصيل الكهربائية بأكثر من 12 نظامًا متقدمًا لمساعدة السائق، بما في ذلك تحذير النقطة العمياء، وتنبيه حركة المرور الخلفية، وصف السيارات، وغيرها من الميزات القائمة على التنبيهات.

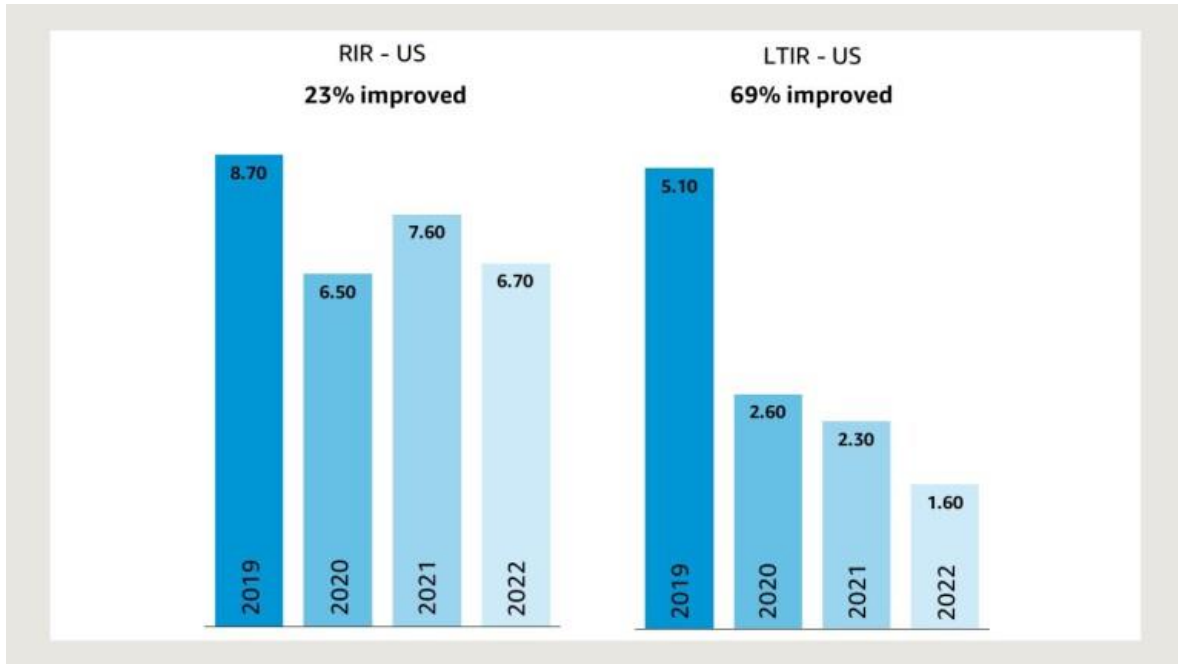
(Our Programs - Safety, Health, and Well-Being, n.d.)



إلى جانب ذلك، قامت أمازون بتطوير تقنية تكفل لشاحناتها وسائقيها تحديث نظام الملاحة الخاص بها أولاً بأول بأية تغيرات تحدث على الطرق بسبب الإنشاءات وتحويلات الطرق وغلقتها، حيث تلتقط التقنية هذه التغيرات آلياً عبر الحاسب وكاميرا الطريق ونظام GPS الموجودين في المركبة وتقوم بعكسها في نفس اليوم على نظام أمازون الملاحي بدلاً من أن يستغرق التحديث في النظام التقليدي عدة أسابيع، مما يوفر لسائقي أمازون أفضل المسارات وأسرعها وتفاذي التأخير بسبب التغيرات في الطرق، وبالتالي يزيد من معامل الأمان ويقلل المخاطر المصاحبة لطول الرحلة أو تعقيد المسار، وقد أكدت الاختبارات لهذه التقنية زيادة دقة تحديد المواقع بنسبة 260%.

تحديثات السلامة والمخاطر في أمازون

أكدت أمازون في تقريرها عن السلامة عام 2023 (*Amazon Releases Workplace Safety Update, 2023*) أنها استثمرت مليار دولار في مبادرات ومشروعات لتعزيز السلامة لموظفيها بين أعوام 2019 إلى 2022 ولم يكن من ضمنها ما يتعلق بجائحة كورونا، وفي هذه الفترة انخفض معدل الحوادث المسجلة (Recordable Incident Rate - RIR) بنسبة 23% وانخفض معدل الحوادث المضيعة للوقت (Lost Time Incident Rate - LTIR) بنسبة 69% في الولايات المتحدة.



شكل (2-4): تطور نتائج معدلات الحوادث المسجلة والحوادث المضيعة للوقت في أمازون في الأعوام 2019-2022

وقد رصدت أمازون أن 55% من إصابات موظفيها المسجلة لديها في عام 2022 كانت اضطرابات عضلية هيكلية مثل الالتواءات والإجهادات بسبب رفع المنتجات أو الحركات المتكررة، بينما شكلت الانزلاقات والتعنثرات والسقوط وإصابات سقوط المنتجات من ارتفاعات 45% المتبقية.

وتبنت أمازون منهجاً شاملاً للسلامة وتقليل المخاطر، حيث تبدأ مناوبات العمل بمراجعة لإجراءات السلامة ولديها أكثر من 5000 متخصص في السلامة والصحة المهنية في الولايات المتحدة وقامت بإعادة تصميم مواقع العمل واستخدام الروبوتات لتخفيف العبء على الموظفين كما أنشأت عدة مبادرات لتقليل المخاطر على الموظفين ومنها ما يلي:

- زيادة عدد المنتجات التي يمكن للموظفين التقاطها على ارتفاع بين الكتفين والخصرين لتجنب زيادة مرات الانحناء أو الارتفاع وما يترتب عليها من إصابات أسفل الظهر أو الاضطرابات العضلية.
- استخدام طاولات قابلة لتعديل الارتفاع لضمان راحة الموظفين وتقليل الحاجة إلى الانحناء.
- تناوب الوظائف بين العاملين لتقليل الحركات المتكررة، بحيث تقل احتمالية حدوث الاضطرابات العضلية بين الموظفين.
- تزويد الموظفين العاملين في مناطق التجميد بأجهزة استشعار تحدد للموظفين الوقت الذي يمكنهم البقاء خلاله في منطقة التجميد وعند تجاوزه يتلقى الموظف تنبيهاً من الجهاز لمغادرة منطقة التجميد.
- تزويد الموظفين العاملين في منطقة عمل الروبوتات بسترات أمان ذكية تقوم بإرسال إشارات تلتقطها الروبوتات فتتباطأ عند اقترابها من الموظفين وفي حدود معينة من القرب من الموظفين تتوقف تماماً.

النتائج

يتضح من تقارير أمازون المنشورة على موقعها الرسمي ما يلي:

1. تطبيق أساليب إدارة المخاطر والتحقيق في الحوادث الماضية يؤدي إلى تحديد أفضل للأسباب الجذرية للحوادث بما يسمح باتخاذ إجراءات تصحيحية ووقائية تمنع أو تقلل تكرار الحوادث مستقبلاً وتثري المعرفة المتراكمة بالمخاطر وخطط معالجتها.
2. استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي قد ساهم في زيادة كفاءة العمليات اللوجستية بشكل عام كما قلل نسبة المخاطر والإصابات بين العاملين.
3. توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي يمكن أن يخدم أكثر من هدف في نفس الوقت: كفاءة العمليات وتقليل المخاطر (تعزيز السلامة للعاملين).

التوصيات

1. ضرورة التوسع في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين العمليات والنظم المختلفة على طول سلسلة الإمداد.
2. ضرورة استشارة أخصائي إدارة المخاطر في تطوير تحليل البيانات التي تقوم أنظمة الذكاء الاصطناعي باستقبالها وتسجيلها للاستفادة من هذه التحليلات في توفير معلومات داعمة لعملية إدارة وتقييم المخاطر.

3. ضرورة تغذية أنظمة الذكاء الاصطناعي ببيانات الحوادث وتقارير التحقيق فيها لزيادة التعلم وتحسين قدرات التنبؤ بالمخاطر وتحديدها وتقدير قيمتها الكلية.
4. ضرورة تبني الشركات العاملة في سلاسل الإمداد الضخمة لدراسات علمية تقيس بشكل كمي أثر توظيف الذكاء الاصطناعي على فعالية وكفاءة أدوات تقييم المخاطر وكذلك قياس الأثر الاقتصادي من التغير في فعالية وكفاءة تقييم المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي.

المراجع

المراجع العربية

- البلداوي، أ.م. & حسن، رسل. (2018). دور برامج إدارة المخاطر في مواجهة المخاطر بالمطارات الدولية. مجلة دراسات محاسبية ومالية. 13. jafs.v13i44.20/10.34093.
- بوزيدي ل. (2016). دور الذكاء الاصطناعي في التوقع والتحليل الكمي للمخاطر في المؤسسة الاقتصادية. أبعاد اقتصادية، 6(1)، 225-245. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/31123>
- الخياط، أ.م. (2019). تصور مقترح لتطوير إدارة الأعمال في ضوء مدخل إدارة المخاطر بمؤسسات الأعمال الكويتية. المجلة العلمية للإقتصاد و التجارة. 49(4)، 327-354. <https://doi.org/10.21608/jsec.2019.94588>
- صيعان م.، البوزيدي ع. &، الضبيغ ف. (2024). سلاسل الإمداد الإدارة والمخاطر
- . *The International Journal of Engineering & Information Technology (IJEIT)*, 9(-), 76-85. Retrieved from <https://ijeit.misuratau.edu.ly/index.php/ijeit/article/view/138>
- العنزي، ث. ع. ص. (2022). الذكاء الاصطناعي كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في بيئة الأعمال وفقاً لمرتكزات رؤية المملكة 2030. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية و القانونية <https://doi.org/10.26389/ajsrp.m080122>، 6(13)، 48-63.
- فيصل (2006). التخفيف من مخاطر سلسلة التوريد: نمذجة عوامل التمكين. مجلة إدارة عمليات الأعمال، 12(4)، 535-552.
- Asiri.m.s,Al-Hanawi.m.a,Al-Badidi.h.s,Al-Suwayd.a.a,Al-Mazni.m.f. (2023). The impact of using artificial intelligence on the quality and automation of audit procedures: A field study on audit Firms in the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Business and Environmental Sciences*, 2(2), 466-501.
- Salah, B., Alnahhal, M., & Ali, M. (2023). Risk prioritization using a modified FMEA analysis in industry 4.0. *Journal of Engineering Research*, 11(4), 460-468. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.07.001>
- Tawfick, I. H., & Yousif, M. F. (2024). The role of risk and crisis management in achieving development in the tourism sector. *Journal of Risk and Crisis Management*, 5(2), 34-56
- Trab, S., Zouinkhi, A., Bajic, E., Abdelkrim, M.N. and Chekir, H. (2018) 'IoT-based risk monitoring system for safety management in warehouses', *Int. J. Information and Communication Technology*, Vol. 13, No. 4, pp.424-438.

المراجع الأجنبية

- Blunden, T., and J. Thirlwell. 2010. *Mastering Operational Risk: A Practical Guide to Understanding Operational Risk and How to Manage it*. Harlow, England: Financial Times Prentice Hall.
- Borgia, E. (2014) 'The internet of things vision: key features, applications and open issues,' *Computer Communications*, Vol. 54, pp.1-31.
- Cardellicchio, A., Ruggieri, S., Nettis, A., Renò, V., & Uva, G. (2023). Physical interpretation of machine learning-based recognition of defects for the risk management of existing bridge heritage. *Engineering Failure Analysis*, 149, 107237. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107237>

- De Koster, R., Stam, D. and Balk, B-M. (2011) 'Accidents happen: the influence of safety-specific transformational leadership, safety consciousness, and hazard reducing systems on warehouse accidents', *Journal of Operations Management*, Vol. 29, Nos. 7–8, pp.753–765.
- Giannikas, V., Lu, W., McFarlane, D. and Hyde, J. (2013) 'Product intelligence in warehouse management: a case study', *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 8062, pp.224–235, Springer.
- Hegde, J., and Rokseth, B. (2023). Applications of machine learning methods for engineering risk assessment – A review. *Safety Science*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.01.004>
- Hollman, K. W. & Forrest, J. E., 1991. Risk Management in a Service Business. *International Journal of Service Industry Management*, 2 (2), 49-65.
- Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. Kogan Page Publishers.
- Hubbard, D. W. (2020). *The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it*. John Wiley & Sons.
- Navarrete, J. (2024, January 10). *How Amazon uses the internet of Things* | *CitizenSide*. CitizenSide. <https://citizenside.com/technology/how-amazon-uses-the-internet-of-things/>
- Pryke, S. (Ed.). (2020). *Successful Construction supply chain management: Concepts and case studies*. John Wiley & Sons.
- Puente, J., Priore, P., Fernández, I., García, N., Fuente, D.D., & Pino, R. (2014). On improving failure mode and effects analysis (FMEA) from different artificial intelligence approaches.
- Quinlivan, J. (2023, June 26). How Amazon deploys collaborative robots in its operations to benefit employees and customers. <https://www.aboutamazon.com/news/operations/how-amazon-deploys-robots-in-its-operations-facilities>
- Rawat, A. S. (2021, May 5). *How does Amazon use warehouse Technologies?* | *Analytics Steps*. <https://www.analyticssteps.com/blogs/how-does-amazon-use-warehouse-technologies>
- Rosenberg, S. (2018). *The Global Supply Chain and Risk Management*. Business Expert Press.
- Wamba-Taguimdje, S., Wamba, S. F., Kamdjoug, J. R. K., & Wanko, C. E. T. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. *Business Process Management Journal*, 26(7), 1893–1924. <https://doi.org/10.1108/bpmj-10-2019-0411>
- Yang, L., Li, H.X., Ming, W.M. and Jie, H. (2016) 'Design and implementation for the elevator public service platform base on internet of things', *International Journal of Information and Communication Technology*, Vol. 8, Nos. 2–3, pp.283–293.
- Zech, R. (2022, June 27). *Amazon's new on-road technology improves safety for drivers*. <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/amazons-new-on-road-technology-improves-safety-for-drivers>
- Our programs - Safety, Health, and Well-Being. (n.d.). Amazon Safety US. <https://safety.aboutamazon.com/our-programs#container-2-column-450000>
- Amazon releases workplace safety update. (2023, July 26). <https://www.aboutamazon.com/news/workplace/amazon-safety>

Summary

Artificial intelligence (AI) technologies have significantly enhanced the efficiency and effectiveness of various operations along the supply chain, from design, production, transportation, and storage to the delivery of production inputs, finished goods, and services. These advancements have been crucial in meeting the growing demand amid shrinking distances, the rise of e-commerce, and the lessons learned from the COVID-19 pandemic. However, with this rapid development and increasing complexity of operations and processes, the associated risks have also increased in both frequency and complexity. To manage these risks, ensure the smooth flow of goods and services, and enhance the safety of individuals and equipment, there is a pressing need to leverage AI in supporting tools for risk identification, analysis, and mitigation planning, enabling decisions based on more accurate data and predictions supported by strong knowledge-based expertise.

While traditional risk management relies on estimates based on the individual and collective experiences of risk management teams regarding the likelihood and impact of risks, it is possible to augment these human efforts with the vast amount of data processed by AI technologies currently employed in supply chains. By analyzing this data from a risk management perspective, AI can provide insights and conclusions that support risk management teams, improving estimates of likelihood, impact severity, and the ability to detect risks. This allows for more accurate prioritization of risks according to their relative significance, thereby optimizing the allocation of resources to address higher-priority risks based on more accurate assessments than before, ultimately increasing the effectiveness of risk management tools.

Keywords: Risk Management – Artificial Intelligence – Risk Evaluation

Midocean University

College of Management

Department of Risk Management



The Impact of Employing Artificial Intelligence on the Effectiveness of Risk Assessment Tools in
Warehouses and Supply Chains – An Analytical Inductive Study

Prepared by:

Walid Shehab

Supervised by:

Dr. Alfaisal Abdul-Hamid

Dr. Fayez Jrad

Year: 2024