

عنوان البحث

دور التكنولوجيا الحديثه في تعزيز الامن الصناعي وتقليل الحوادث دراسه تطبيقه في ارامكو في المملكه العربيه السعوديه

إعداد الطالب/

ماجد احمد صالح الجهني

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد

د. فايز علي جراد

العام الدراسي:

2024

Midocean University



College of Management

Department of Risk management

**Title in English**

**The role of modern technology in enhancing industrial security and  
reducing accidents: A study of its application in Aramco in the  
Kingdom of Saudi Arabia**

**Prepared by:**

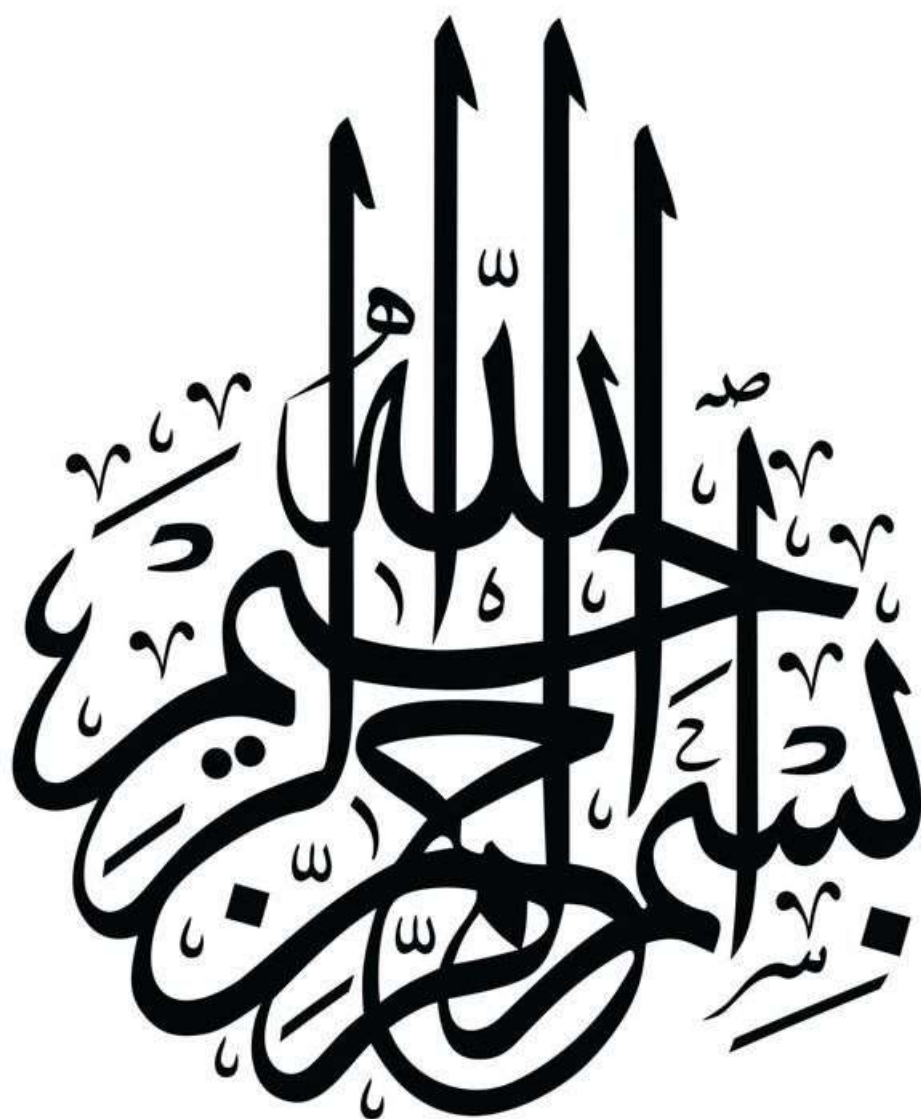
**Majed Ahmed Saleh Al-Guhany**

**Supervised by:**

**Dr. Alfaisal Abdelhameed Mohamed**

**Dr.Fayez Ali rad**

**Year:2024**



## الإهداء

إلى من كانوا دائماً مصدر دعمي وإلهامي، إلى والديّ العزيزين اللذين قدما لي كل الحب

والتشجيع، وعلماني معنى الصبر والإصرار، وإلى إخوتي الذين كانوا السند في كل خطوة.

إلى كل من آمن بقدراتي وساندني في رحلتي العلمية، أهدي هذا العمل تعبيراً عن امتناني

العميق وتقديري الدائم.

## الشكر والتقدير

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أستاذي المشرف الكريم على توجيهاته القيّمة ودعمه

المستمر، والذي كان له الأثر الكبير في إنجاز هذا البحث.

كما لا يفوتني أن أشكر زملائي وكل من ساهم في تقديم المشورة والمساعدة، وأخص

بالشكر شركة أرامكو السعودية على توفير المعلومات والبيانات التي ساعدت في إثراء

الدراسة.

وأخيراً، أُعبر عن امتناني العميق لكل من دعمني خلال هذه الرحلة، راجياً من الله أن

يكون هذا العمل إضافة مفيدة في مجال الأمن الصناعي.

## المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث، مع التركيز على تطبيقها في شركة أرامكو السعودية. تتناول الدراسة أهمية استخدام التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، الطائرات بدون طيار، وأنظمة المراقبة الذكية في تحسين معايير السلامة في البيئات الصناعية. كما تستعرض كيفية مساهمة هذه التقنيات في تقليل معدلات الحوادث من خلال التنبؤ بالمخاطر، الاستجابة السريعة للطوارئ، وتحسين كفاءة عمليات الصيانة الوقائية. تناقش الدراسة التحديات المرتبطة بتبني التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي، مثل التكاليف المرتفعة، الحاجة إلى تدريب العاملين، والاعتبارات المرتبطة بالأمان السيبراني. تعتمد المنهجية على تحليل البيانات والتقارير المتعلقة بمعدلات الحوادث في أرامكو قبل وبعد تطبيق التقنيات الحديثة، إضافة إلى مراجعة الأدبيات السابقة المتعلقة بالموضوع. تتوصل الدراسة إلى أن التكنولوجيا الحديثة تلعب دورًا حاسمًا في تحسين الأمن الصناعي، حيث تساهم في تقليل الحوادث، تعزيز الكفاءة التشغيلية، وخفض التكاليف المرتبطة بالمخاطر. كما تقدم توصيات لتعزيز استراتيجيات الأمن الصناعي من خلال الاستفادة من التطورات التكنولوجية.

## الكلمات المفتاحية:

الأمن الصناعي، التكنولوجيا الحديثة، أرامكو السعودية، الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء.

**Abstract:**

This study aims to examine the role of modern technology in enhancing industrial security and reducing accidents, focusing on its application in Saudi Aramco. The research explores the importance of advanced technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), drones, and smart monitoring systems in improving safety standards in industrial environments. It also highlights how these technologies contribute to reducing accident rates by predicting risks, enabling rapid emergency response, and enhancing the efficiency of preventive maintenance operations.

The study discusses the challenges associated with adopting modern technology in industrial security, including high implementation costs, the need for employee training, and cybersecurity considerations. The methodology involves analyzing data and reports on accident rates in Aramco before and after implementing these technologies, along with a review of relevant literature.

The findings indicate that modern technology plays a crucial role in improving industrial security by reducing accidents, enhancing operational efficiency, and lowering risk-related costs. The study also provides recommendations for strengthening industrial security strategies by leveraging technological advancements.

**Keywords:**

Industrial security, modern technology, Saudi Aramco, artificial intelligence, Internet of Things.

## فهرس المحتويات

|         |                                                 |
|---------|-------------------------------------------------|
| 11..... | الفصل الأول                                     |
| 12..... | المقدمة                                         |
| 16..... | مشكلة الدراسة                                   |
| 17..... | أهمية الدراسة                                   |
| 19..... | أهداف الدراسة                                   |
| 20..... | تساؤلات الدراسة                                 |
| 22..... | فروض الدراسة                                    |
| 24..... | النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث            |
| 27..... | الفصل الثاني                                    |
| 28..... | مقدمة                                           |
| 29..... | الدراسات السابقة                                |
| 32..... | التعليق على الدراسات السابقة والفجوة البحثية    |
| 34..... | الإطار النظري                                   |
| 34..... | التكنولوجيا الحديثة                             |
| 34..... | تعريف التكنولوجيا الحديثة في السياق الصناعي     |
| 35..... | أنواع التكنولوجيا الحديثة المستخدمة في الصناعة  |
| 37..... | أهمية التكنولوجيا الحديثة في الصناعات الكبرى    |
| 38..... | التحديات المرتبطة بتطبيق التكنولوجيا الحديثة    |
| 41..... | الأمن الصناعي                                   |
| 41..... | مفهوم الأمن الصناعي                             |
| 42..... | عناصر الأمن الصناعي الأساسية                    |
| 43..... | أهمية الأمن الصناعي في القطاعات الصناعية        |
| 45..... | التحديات التي تواجه الأمن الصناعي               |
| 47..... | العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي  |
| 47..... | كيف تعزز التكنولوجيا الحديثة من الأمن الصناعي؟  |
| 49..... | التكنولوجيا الحديثة كأداة لإدارة المخاطر        |
| 50..... | التأثير المتبادل بين التكنولوجيا والأمن الصناعي |
| 51..... | تجارب تطبيقية: دراسة حالة شركة أرامكو           |
| 53..... | نموذج الإطار المفاهيمي                          |

|         |                     |
|---------|---------------------|
| 54..... | الفصل الثالث        |
| 55..... | مقدمة               |
| 56..... | المنهجية وطرق البحث |
| 57..... | مجتمع البحث         |
| 58..... | أدوات الدراسة       |
| 59..... | حدود الدراسة        |
| 60..... | الفصل الرابع        |
| 61..... | مقدمة               |
| 62..... | تحليل البيانات      |
| 79..... | النتائج             |
| 84..... | التوصيات            |
| 86..... | الخاتمة             |
| 87..... | المراجع             |
| 90..... | الملاحق             |

## فهرس الاشكال

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| 62..... | رسم توضيحي 1 الجنس.....            |
| 62..... | رسم توضيحي 2 العمر.....            |
| 62..... | رسم توضيحي 3 المستوى التعليمي..... |
| 62..... | رسم توضيحي 4 سنوات الخبرة.....     |

## فهرس الجداول

|         |                                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 64..... | جدول 1 الإحصاءات الوصفية لآراء المشاركين حول دور التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي..... |
| 71..... | جدول 2 مصفوفة الارتباط بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي.....                         |
| 74..... | جدول 3 نتائج تحليل الارتباط.....                                                           |

# الفصل الأول

في ظل التغيرات السريعة والتطورات المتلاحقة التي تشهدها مختلف القطاعات، أصبحت التكنولوجيا الحديثة تلعب دورًا أساسيًا في تعزيز مستويات السلامة والأمن في البيئات الصناعية. يعد الأمن الصناعي جزءًا محوريًا في أي بيئة عمل صناعية، حيث يساهم في الحفاظ على حياة العاملين، وتقليل الإصابات والحوادث التي قد تحدث أثناء أداء المهام اليومية. وفي هذا الإطار، برزت التكنولوجيا الحديثة كأداة قوية تساهم في رفع مستوى الحماية والسلامة من خلال تطبيقات متعددة تهدف إلى مراقبة المخاطر وتقليل الحوادث والتدخل في الوقت المناسب (Rane, 2023).

أرامكو السعودية، واحدة من أكبر شركات النفط في العالم، تُعد نموذجًا رائدًا في تبني التكنولوجيا لتعزيز الأمن الصناعي. من خلال اعتمادها على تقنيات متقدمة، سعت أرامكو إلى حماية موظفيها وضمان سلامتهم أثناء أداء المهام المختلفة في منشآتها. وتعتمد الشركة على حلول مبتكرة تشمل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار (الدرونز)، إضافة إلى أنظمة المراقبة الذكية والاستجابة السريعة. هذه التقنيات تهدف إلى التعرف المبكر على المخاطر المحتملة والتعامل معها بشكل فوري، مما يساهم في تقليل معدل الحوادث وزيادة كفاءة الإجراءات الأمنية. تعد تقنية الذكاء الاصطناعي من بين أبرز التقنيات التي ساهمت في تحسين مستويات الأمن الصناعي. إذ توفر هذه التقنية القدرة على تحليل البيانات بشكل فوري، مما يساعد في اكتشاف الأنماط والمخاطر المحتملة قبل حدوثها. كما يُمكن استخدامها في مراقبة المعدات الصناعية بشكل دائم لضمان عدم تعرضها لأعطال قد تؤدي إلى حوادث. تلعب الطائرات بدون طيار دورًا هامًا في مراقبة مناطق العمل الواسعة والكشف عن المخاطر في الأماكن التي يصعب الوصول إليها من قبل العاملين، مما يساهم في تقليل تعرضهم للأخطار (Aderamo et al , 2024).

كما أسهمت تقنيات إنترنت الأشياء في تعزيز بيئة العمل الآمنة عبر ربط المعدات والأنظمة المختلفة ببعضها البعض، مما يسمح بتبادل البيانات بشكل مباشر وسريع. على سبيل المثال، يمكن توصيل الأجهزة بالمستشعرات التي تعمل على مراقبة المؤشرات الحيوية للآلات، مثل درجات الحرارة والضغط، لتنبيه العاملين فور ظهور أي علامات على وجود خلل محتمل قد يؤدي إلى حادث (Rane, 2023).

ولا تقتصر فوائد التكنولوجيا الحديثة على الجانب الوقائي فقط، بل تمتد لتشمل سرعة الاستجابة في حال وقوع الحوادث. فأنظمة الاستجابة الذكية تسمح بتحديد مواقع الحوادث بدقة وتوجيه فرق الطوارئ في أقصر وقت ممكن.

إلى أماكن الخطر. هذه الأنظمة تعتمد على البيانات الفورية التي يتم جمعها من مختلف الأجهزة والأنظمة المتصلة، مما يتيح معالجة الموقف بسرعة وكفاءة (Aderamo et al , 2024)

على الرغم من الفوائد الكبيرة التي تقدمها التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي، إلا أن هناك تحديات تواجه تنفيذها. من بين هذه التحديات التكلفة العالية لبعض الحلول التكنولوجية المتقدمة، إضافة إلى الحاجة إلى تدريب العاملين على استخدام هذه الأنظمة والتقنيات بشكل فعال. الفوائد التي تجلبها التكنولوجيا من حيث تقليل الحوادث وتحسين بيئة العمل تفوق بكثير هذه التحديات، خاصة في بيئة صناعية ضخمة ومعقدة مثل بيئة أرامكو. يمكن القول إن التكنولوجيا الحديثة تشكل عنصراً حاسماً في تحسين مستوى الأمن الصناعي وتقليل الحوادث في المنشآت الصناعية الكبرى مثل أرامكو. من خلال الاستثمار في هذه التقنيات وتطويرها بشكل مستمر، يمكن للشركات تعزيز مستويات الأمان وتقليل المخاطر التي قد يتعرض لها العاملون، مما يساهم في خلق بيئة عمل أكثر أماناً وإنتاجية (Rane, 2023)

## **Introduction**

In the face of rapid changes and developments across various sectors, modern technology has become an essential tool in enhancing safety and security levels in industrial environments. Industrial safety is a critical aspect of any industrial workplace, as it helps preserve workers' lives and reduce injuries and accidents that may occur during daily tasks. In this context, modern technology has emerged as a powerful tool contributing to heightened protection and safety through various applications aimed at monitoring risks, reducing accidents, and intervening at the right time (Rane 2023).

Saudi Aramco, one of the largest oil companies in the world, stands as a leading model in adopting technology to enhance industrial safety. By embracing advanced technologies, Aramco strives to protect its employees and ensure their safety while performing various tasks at its facilities. The company relies on innovative solutions, including artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), drones, and smart monitoring and rapid-response systems. These technologies aim to identify potential risks early and deal with them promptly, thereby contributing to reducing accident rates and increasing the efficiency of security measures.

Artificial intelligence (AI) is among the most prominent technologies that have contributed to improving industrial safety. This technology provides the ability to analyze data in real time, helping to detect patterns and potential risks before they occur. It can also be used for constant monitoring of industrial equipment to ensure it does not experience malfunctions that could lead to accidents. Additionally, drones play a significant role in monitoring large work areas and identifying risks in locations that are difficult for workers to access, thereby reducing their exposure to hazards (Aderamo et al., 2024).

Moreover, IoT technologies have enhanced workplace safety by connecting various devices and systems, allowing for the direct and rapid exchange of data. For example, equipment can be connected to sensors that monitor vital indicators of machines, such as temperature and pressure, alerting workers immediately if any signs of a potential malfunction that could lead to an accident appear (Rane 2023).

The benefits of modern technology are not limited to the preventive side; they also extend to improving response times in the event of accidents. Smart response systems allow for the accurate identification of accident locations and the quick dispatch of emergency teams to danger areas. These systems rely on real-time data collected from various devices and connected systems, enabling swift and efficient management of incidents (Aderamo et al., 2024).

Despite the significant benefits that modern technology offers in enhancing industrial safety, there are challenges to its implementation. Among these challenges are the high costs of some advanced technological solutions and the need to train workers on how to use these systems and technologies effectively. However, the benefits that technology brings in terms of reducing accidents and improving the work environment far outweigh these challenges, especially in a large and complex industrial environment like Aramco's.

It can be said that modern technology plays a crucial role in improving industrial safety and reducing accidents in large industrial facilities such as Aramco. By continuously investing in and developing these technologies, companies can enhance safety levels and reduce risks faced by workers, contributing to the creation of a safer and more productive work environment (Rane 2023).

في ظل التطور الهائل الذي تشهده الصناعة الحديثة، أصبح الأمن الصناعي مسألة محورية تتطلب اهتماماً خاصاً من قبل الشركات والمنظمات. الصناعات الكبرى مثل النفط والغاز، والتي تعمل في بيئات معقدة وتواجه مخاطر عالية، تتطلب أنظمة حماية شاملة لضمان سلامة العاملين والمعدات على حد سواء. على الرغم من الجهود الكبيرة التي تبذلها هذه الصناعات في تعزيز السلامة والأمن، إلا أن الحوادث الصناعية لا تزال تحدث، مما يشكل تحدياً كبيراً أمام تحقيق أهداف الإنتاج بكفاءة وضمان بيئة عمل آمنة.

تتجلى مشكلة البحث في التحديات التي تواجهها الشركات الصناعية، وبالأخص شركة أرامكو السعودية، في تحقيق مستويات عالية من الأمن الصناعي وتقليل معدلات الحوادث. على الرغم من التقدم في تطبيق تقنيات حديثة لتعزيز الأمن الصناعي، إلا أن العديد من المؤسسات قد تواجه مشكلات تتعلق بفعالية هذه التقنيات أو تكاليف تطبيقها أو حتى مدى تقبل العاملين لهذه التغيرات. إن الفجوة بين التكنولوجيا الحديثة والحاجة الفعلية للأمان والسلامة في بيئات العمل الصناعية تبرز كواحدة من المشكلات الرئيسية التي يسعى هذا البحث إلى تناولها.

في بيئة صناعية مثل أرامكو، حيث تتداخل العمليات المعقدة والأنشطة الخطرة، يتطلب الأمن الصناعي مستوى عالٍ من المراقبة المستمرة والتحكم. ومع ازدياد تعقيد العمليات وتوسع النشاطات الصناعية، تظهر تحديات جديدة تتعلق بكيفية استخدام التكنولوجيا لتحسين معايير الأمن وتقليل الحوادث. يتمثل السؤال الرئيسي في هذا البحث في: كيف يمكن للتكنولوجيا الحديثة أن تساهم بشكل فعال في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث في أرامكو؟ وكيف يمكن للشركة تجاوز التحديات المرتبطة بتطبيق هذه التقنيات؟

### أهمية البحث العلمية

يأتي هذا البحث ليقدم إسهاماً علمياً هاماً في مجال الأمن الصناعي، خصوصاً في دراسة العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة ورفع مستوى السلامة في الصناعات الكبرى. يتجلى الجانب العلمي لهذا البحث في عدة جوانب:

1. تحليل العلاقة بين التكنولوجيا والأمن الصناعي: يسعى هذا البحث إلى تقديم تحليل معمق للعلاقة بين التكنولوجيا الحديثة المستخدمة في مراقبة المخاطر وتحليل البيانات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي وبين تقليل معدلات الحوادث في البيئات الصناعية. هذه العلاقة لم تحظ بالاهتمام الكافي في الأدبيات السابقة، رغم أن التكنولوجيا باتت جزءاً لا يتجزأ من الإدارة الصناعية الحديثة.
2. إضافة للأدبيات العلمية: يسهم البحث في إثراء الأدبيات الأكاديمية المتعلقة بالأمن الصناعي والتكنولوجيا الحديثة من خلال دراسة تطبيقية لشركة أرامكو، وهي من أكبر الشركات العالمية في قطاع النفط. تعد هذه الدراسة حالة فريدة لتحليل كيفية استخدام التكنولوجيا في بيئة صناعية معقدة، مما يسهم في سد فجوات معرفية متعلقة بتطبيقات التكنولوجيا في مجال الأمن الصناعي.
3. البحث في التحديات والحلول التقنية: على المستوى العلمي، يوفر البحث إطاراً لفهم التحديات التي تواجهها الشركات عند محاولة تطبيق التكنولوجيا الحديثة. كما يناقش الحلول الممكنة لهذه التحديات، مما يفتح الباب أمام مزيد من الأبحاث التي يمكن أن تدرس كيفية تحسين فعالية التكنولوجيا في تعزيز الأمن والسلامة.
4. إمكانية التعميم: على الرغم من أن الدراسة تركز على أرامكو، إلا أن النتائج التي سيتم التوصل إليها يمكن تعميمها على قطاعات صناعية أخرى تواجه تحديات مماثلة في تحسين الأمن الصناعي. هذا يتيح للبحث أن يقدم رؤى وحلولاً قابلة للتطبيق في مختلف الصناعات التي تسعى لتقليل الحوادث من خلال استخدام التكنولوجيا.

### أهمية البحث العملية

تتعدى أهمية هذا البحث الجانب العلمي لتشمل تطبيقات عملية هامة في قطاع الصناعات الكبرى. هذه الأهمية تنعكس في عدة نقاط جوهرية:

1. تحسين إجراءات الأمن الصناعي: إن النتائج التي سيصل إليها البحث يمكن أن تكون بمثابة دليل عملي للشركات، وخاصة أرامكو، لتحسين إجراءاتها الخاصة بالأمن الصناعي. من خلال تسليط الضوء على التقنيات الفعالة المستخدمة لتعزيز الأمن وتقليل الحوادث، يمكن للشركات اعتماد استراتيجيات مبنية على بيانات وأبحاث ميدانية موثوقة.

2. زيادة كفاءة العمليات الصناعية: التكنولوجيا الحديثة لا تساهم فقط في تحسين الأمن الصناعي، بل يمكن أن تؤدي إلى زيادة الكفاءة العامة للعمليات. فالمراقبة المستمرة وتحليل البيانات الفوري قد يساعدان على اكتشاف المشكلات قبل حدوثها، مما يتيح للشركات تحسين عمليات الصيانة وتقليل وقت التوقف غير المخطط له، وبالتالي رفع الإنتاجية.
3. تقليل التكاليف المرتبطة بالحوادث: من المعروف أن الحوادث الصناعية تترتب عليها تكاليف باهظة تشمل تكاليف الإصابات، التلفيات، وتأمين العمال. عبر تحسين الأمن الصناعي باستخدام التكنولوجيا، يمكن تقليل هذه الحوادث وبالتالي تخفيض التكاليف المرتبطة بها. هذا سيسهم في تحسين الأداء المالي للشركات ويعزز استدامتها على المدى الطويل.
4. تحفيز الشركات على الاستثمار في التكنولوجيا: النتائج التي قد يخرج بها البحث حول الفوائد التي تحققها التكنولوجيا الحديثة في تقليل الحوادث قد تدفع الشركات إلى زيادة استثماراتها في هذه التقنيات. مع توضيح العائد الاقتصادي والأمني الذي يمكن أن تحققه هذه الاستثمارات، يمكن للبحث أن يكون محفزاً لصناع القرار في الشركات لتبني استراتيجيات تكنولوجية جديدة.
5. تحسين بيئة العمل والسلامة للعاملين: إن الأثر المباشر لتطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي هو خلق بيئة عمل أكثر أماناً للعاملين. تقليل الحوادث والإصابات سيؤدي إلى تحسين الروح المعنوية للموظفين ويقلل من الضغوط النفسية المرتبطة بالعمل في بيئات خطرة، مما يعزز جودة الحياة المهنية للعاملين.
6. مساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة: من الناحية العملية، يساهم البحث في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة، خاصة تلك المتعلقة بالصحة والسلامة في العمل. تعزيز الأمن الصناعي من خلال التكنولوجيا يساهم في الحفاظ على صحة العمال وضمان بيئة عمل آمنة، مما يدعم الجهود العالمية لتحسين معايير العمل في الصناعات الكبرى.

## أهداف الدراسة

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الدور الذي تلعبه التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث في شركة أرامكو السعودية. ونظرًا لأهمية قطاع النفط والغاز والتحديات المتعلقة بالسلامة في بيئة عمل معقدة كذلك التي تعمل فيها أرامكو، تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف المحددة التي تشمل:

1. فهم كيفية تطبيق التكنولوجيا الحديثة في بيئة العمل الصناعي: يهدف البحث إلى تقديم تحليل شامل للتقنيات المتاحة والتي تم اعتمادها في أرامكو لتعزيز السلامة والأمن الصناعي. من خلال هذا الهدف، سيتم استكشاف أهم الأدوات التكنولوجية المستخدمة مثل الذكاء الاصطناعي، الطائرات بدون طيار، إنترنت الأشياء، وأنظمة المراقبة الذكية، والتعرف على كيفية دمجها في العمليات اليومية لتقليل الحوادث.
2. تحليل تأثير التكنولوجيا الحديثة على معدلات الحوادث: من الأهداف الأساسية لهذا البحث هو تقييم ما إذا كانت التكنولوجيا الحديثة قد أسهمت بالفعل في تقليل معدل الحوادث في بيئة العمل. سيتم دراسة البيانات التاريخية المتعلقة بمعدلات الحوادث قبل وبعد اعتماد هذه التقنيات لتحديد مدى فعالية هذه الأدوات.
3. تحديد التحديات التي تواجه تطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي: على الرغم من أن التكنولوجيا توفر إمكانيات كبيرة لتحسين السلامة، إلا أن تطبيقها على أرض الواقع قد يواجه عدة تحديات. يسعى البحث إلى استعراض هذه التحديات، سواء كانت متعلقة بالتكلفة، أو التدريب، أو التقبل من قبل العاملين، أو القيود التقنية التي قد تعيق التنفيذ الفعال لهذه الأدوات.
4. تقديم توصيات لتحسين استخدام التكنولوجيا في الأمن الصناعي: بناءً على نتائج الدراسة والتحليل، سيتم تقديم مجموعة من التوصيات العملية لتحسين استخدام التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي. هذه التوصيات ستسهم في تقديم حلول مبتكرة تتغلب على التحديات وتساعد الشركات الصناعية على تحسين استراتيجيات السلامة وتقليل المخاطر.
5. دراسة تأثير التكنولوجيا على الأداء والإنتاجية: يسعى البحث أيضًا إلى استكشاف ما إذا كان تحسين الأمن الصناعي باستخدام التكنولوجيا يؤدي إلى تحسين الأداء العام والإنتاجية. فالتقنيات التي تقلل من الحوادث لا تحسن فقط من مستوى السلامة، بل قد تؤدي إلى تحسين سير العمل وتقليل وقت التوقف الناجم عن الحوادث، مما يسهم في زيادة الإنتاجية.

## تساؤلات الدراسة

يتناول هذا البحث مجموعة من الأسئلة التي من خلالها يتم البحث عن إجابات واضحة حول دور التكنولوجيا في تحسين الأمن الصناعي. تم تقسيم هذه التساؤلات إلى تساؤل رئيسي وتساؤلات فرعية تساهم في تقديم رؤية شاملة حول الموضوع.

### التساؤل الرئيسي

كيف تساهم التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث في شركة أرامكو السعودية؟

هذا التساؤل الرئيسي يشكل العمود الفقري للبحث، حيث يسعى إلى استكشاف العلاقة المباشرة بين استخدام التكنولوجيا المتطورة ومستوى الأمان في بيئة صناعية كبيرة ومعقدة مثل تلك التي تديرها أرامكو. من خلال هذا التساؤل، سيتم تقييم الفوائد الحقيقية التي تقدمها التكنولوجيا في تقليل معدلات الحوادث وتعزيز السلامة.

### التساؤلات الفرعية

للإجابة على التساؤل الرئيسي بشكل شامل، يتعين تناول مجموعة من التساؤلات الفرعية التي تتعلق بجوانب محددة من دور التكنولوجيا في الأمن الصناعي. تشمل هذه التساؤلات:

#### 1. ما هي التقنيات الحديثة التي تستخدمها أرامكو في تعزيز الأمن الصناعي؟

- يستكشف هذا التساؤل الفرعي مجموعة التقنيات التي تم تبنيها في أرامكو لتعزيز مستويات الأمن الصناعي. يتناول البحث تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، الطائرات بدون طيار، وأنظمة المراقبة الذكية، موضحاً كيفية دمج هذه الأدوات في العمليات اليومية لضمان سلامة العاملين والمعدات.

#### 2. ما مدى فعالية هذه التقنيات في تقليل معدلات الحوادث؟

- يستهدف هذا التساؤل تحليل البيانات المتعلقة بمعدلات الحوادث في أرامكو قبل وبعد تطبيق التكنولوجيا الحديثة. يتم تقييم مدى قدرة هذه التقنيات على الكشف عن المخاطر مبكراً ومنع وقوع الحوادث، وتحديد ما إذا كانت قد حققت تحسناً ملموساً في مستويات السلامة.

#### 3. ما هي التحديات التي تواجه تطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي؟

- يناقش هذا التساؤل التحديات المختلفة التي قد تواجهها أرامكو والشركات الأخرى عند تبني التكنولوجيا الحديثة في مجال الأمن الصناعي. تتنوع هذه التحديات بين التكاليف العالية، نقص الخبرات الفنية، التدريب المطلوب للعاملين، والعوائق التي قد تحول دون التنفيذ الكامل أو الفعال لهذه الأدوات.

#### 4. كيف يمكن تحسين استخدام التكنولوجيا لتعزيز الأمن الصناعي؟

○ من خلال هذا التساؤل، يسعى البحث إلى تقديم توصيات عملية بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها حول كيفية تحسين استخدام التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي. تشمل هذه التوصيات حلولاً للتغلب على التحديات، واستراتيجيات لتعزيز استدامة الحلول التكنولوجية في بيئة العمل.

#### 5. ما هو تأثير تحسين الأمن الصناعي على الإنتاجية والأداء العام للشركة؟

○ يركز هذا التساؤل على دراسة العلاقة بين تحسين مستويات الأمن الصناعي وزيادة الإنتاجية. يتناول البحث كيف يمكن لتقليل الحوادث أن يساهم في تحسين سير العمل، تقليل التوقفات غير المخططة، وزيادة كفاءة العمليات اليومية. يتم تحليل ما إذا كان الاستثمار في التكنولوجيا لتحسين السلامة يؤثر إيجاباً على الأداء العام للشركة.

## فروض الدراسة

في ضوء مشكلة البحث وأهدافه، تم صياغة مجموعة من الفروض التي تمثل التوقعات المبدئية للنتائج التي يسعى البحث إلى اختبارها. تهدف هذه الفروض إلى توجيه البحث نحو الإجابة على التساؤلات المطروحة وتحليل العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي في شركة أرامكو السعودية. الفروض تمثل العلاقات المتوقعة بين المتغيرات المستقلة (التكنولوجيا الحديثة) والمتغيرات التابعة (مستويات الأمن الصناعي وتقليل الحوادث). وفيما يلي الفروض الأساسية للدراسة:

**الفرض الأول: تسهم التكنولوجيا الحديثة بشكل إيجابي في تحسين مستويات الأمن الصناعي في شركة أرامكو**

يعد هذا الفرض الأساسي للدراسة، حيث يُتوقع أن استخدام التقنيات المتطورة مثل أنظمة الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار يعزز من قدرة أرامكو على مراقبة المخاطر الصناعية بشكل أكثر دقة، ويقلل من احتمالات وقوع الحوادث. يسعى البحث إلى اختبار هذا الفرض من خلال تحليل البيانات الخاصة بمعدلات الحوادث قبل وبعد تطبيق هذه التقنيات.

**الفرض الثاني: تؤدي تطبيقات التكنولوجيا الحديثة إلى تقليل معدلات الحوادث في بيئة العمل الصناعي في أرامكو**

يستند هذا الفرض إلى أن التقنيات الجديدة التي تعتمد على أنظمة المراقبة الذكية والتحليل الفوري للمخاطر قادرة على اكتشاف المخاطر المحتملة واتخاذ الإجراءات الوقائية في الوقت المناسب. سيقوم البحث بتحليل البيانات المتعلقة بمعدلات الحوادث والإصابات بعد تطبيق هذه التقنيات للتحقق من صحة هذا الفرض.

**الفرض الثالث: هناك تحديات تواجه تطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي، تتعلق بالتكلفة والموارد البشرية والتدريب**

يفترض هذا الفرض أن تطبيق التكنولوجيا الحديثة في بيئة صناعية معقدة مثل أرامكو يواجه عقبات متعددة. تشمل هذه العقبات التكلفة العالية لتطوير وتنفيذ التقنيات المتقدمة، والاحتياج إلى تدريب العاملين على استخدام هذه التقنيات بفعالية. سيتم اختبار هذا الفرض من خلال دراسة المعوقات التي قد تعترض تطبيق التكنولوجيا وجمع بيانات من الموظفين والخبراء في أرامكو.

**الفرض الرابع: تحسين الأمن الصناعي باستخدام التكنولوجيا يسهم في زيادة الإنتاجية وتقليل التوقفات غير المخططة**

يتمثل هذا الفرض في أن تقليل الحوادث والإصابات لا يحسن فقط من مستوى الأمان، بل يسهم أيضاً في زيادة كفاءة العمليات الصناعية في أرامكو. سيتم اختبار هذا الفرض من خلال تحليل العلاقة بين تحسين الأمن الصناعي وأداء الإنتاجية في الشركة.

الفرض الخامس: تقبل العاملين للتكنولوجيا الحديثة يلعب دوراً أساسياً في نجاح تطبيقها في الأمن الصناعي يفترض هذا الفرض أن العاملين في أرامكو يمثلون عاملاً حاسماً في مدى نجاح تطبيق التكنولوجيا الحديثة في تحسين الأمن الصناعي. فالتقبل والقدرة على التكيف مع التكنولوجيا الجديدة قد يعززان من فاعلية استخدامها. سيتم اختبار هذا الفرض من خلال استبيانات تُوزع على العاملين لقياس مدى تقبلهم واستعدادهم للتكيف مع التغيرات التكنولوجية.

### النظرية الرئيسية: نظرية النظام المفتوح (Open Systems Theory)

تعتبر نظرية النظام المفتوح من أهم النظريات التي يعتمد عليها هذا البحث. تفترض هذه النظرية أن المنظمات، بما فيها الشركات الصناعية، تعمل كنظام مفتوح يتفاعل بشكل ديناميكي مع البيئة المحيطة به. نجاح المنظمات الصناعية في تحقيق أهدافها التشغيلية والأمنية يعتمد بشكل كبير على مدى قدرتها على التكيف مع المتغيرات البيئية الخارجية. في هذا السياق، تلعب التكنولوجيا الحديثة، مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، دورًا حيويًا من خلال إدخال مكونات جديدة في النظام الصناعي لتحسين التفاعل مع المخاطر البيئية وتقليلها. على سبيل المثال، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الكبيرة للتنبؤ بالمشكلات التشغيلية قبل وقوعها، بينما تسهم تقنيات إنترنت الأشياء في تحسين مراقبة المعدات والصيانة الاستباقية.

علاقتها بالبحث الحالي: تسلط هذه النظرية الضوء على كيفية تفاعل أرامكو مع البيئة الصناعية المعقدة باستخدام التكنولوجيا الحديثة لتعزيز الأمن الصناعي، مما يمكنها من التكيف السريع مع المخاطر البيئية (عبد الرحمن و خالد، 2023).

#### النظريات الفرعية:

### 1. نظرية الابتكار التكنولوجي (Technological Innovation Theory)

تنص هذه النظرية على أن الابتكارات التكنولوجية تعد القوة الدافعة وراء التحسينات في العمليات والإجراءات داخل المؤسسات. الابتكار التكنولوجي يساهم في تقديم حلول مبتكرة للتحديات الأمنية، مثل تطوير أنظمة المراقبة الذكية التي تستخدم التحليلات الفورية للكشف عن المخاطر. على سبيل المثال، يُمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي التنبؤ بالحوادث قبل وقوعها من خلال تحليل البيانات التاريخية. الاستشعار الذكي يتيح الكشف المبكر عن المخاطر البيئية، مما يساهم في تقليل الحوادث. علاقتها بالبحث الحالي: يوضح البحث كيف أن تطبيق الابتكارات التكنولوجية يساعد أرامكو في تحسين السلامة الصناعية من خلال تطوير أنظمة مراقبة استباقية تقلل من احتمالات وقوع الحوادث (موسى عجوز وآخرون، 2020).

## 2. نظرية إدارة المخاطر (Risk Management Theory)

تركز هذه النظرية على تحديد المخاطر المحتملة وتقييمها واتخاذ التدابير المناسبة للحد منها. باستخدام أدوات تحليل

البيانات المتقدمة، تستطيع المؤسسات الصناعية تحليل المخاطر البيئية والصناعية بشكل فعال.

التكنولوجيا الحديثة، مثل أنظمة الذكاء الاصطناعي، تقدم رؤى دقيقة تساعد على اتخاذ قرارات مبنية على البيانات، مما يقلل من احتمالية وقوع الحوادث.

**علاقتها بالبحث الحالي:** تساعد هذه النظرية في تفسير كيفية استخدام أرامكو للتكنولوجيا لتحليل وإدارة المخاطر بشكل فعال، وبالتالي خلق بيئة عمل أكثر أماناً (مروة زهير كاظم وآخرون، 2024).

## 3. نظرية التحول الرقمي (Digital Transformation Theory)

تناقش هذه النظرية تأثير التحول الرقمي على العمليات الداخلية والخارجية في المؤسسات الصناعية. التكنولوجيا الرقمية، بما فيها الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، تعزز من كفاءة الأنظمة وتقليل التكاليف المرتبطة بالمخاطر.

التحول الرقمي في أرامكو يشمل تطوير أنظمة مراقبة ذكية وتطبيقات تحليل البيانات التي تساعد في اكتشاف الأخطاء مبكراً وتحسين أداء الموظفين.

**علاقتها بالبحث الحالي:** يوضح البحث أن التحول الرقمي في أرامكو يساهم في تقليل الحوادث وتحسين الأداء التشغيلي للمؤسسة (ابوالعينين وأحمد، 2023).

## 4. نظرية السلامة (Safety Theory)

تشدد هذه النظرية على أهمية تحديد المخاطر وتنفيذ الإجراءات الوقائية المناسبة لضمان سلامة العاملين. الأجهزة القابلة للارتداء تتيح مراقبة الحالة الصحية للعاملين وتنبيه المشرفين إلى المخاطر المحتملة في الوقت الحقيقي.

هذه التكنولوجيا تقلل من الحوادث من خلال الرصد الفوري للمخاطر، مما يساهم في تحقيق بيئة عمل أكثر أماناً.

علاقتها بالبحث الحالي: توضح الدراسة أن استخدام الأجهزة الذكية في أرامكو يعزز من مستوى السلامة ويقلل من الإصابات بين العاملين (مصطفى مقبول، 2021).

#### 5. النظرية السلوكية (Behavioral Theory)

تركز هذه النظرية على دراسة سلوك الأفراد وتأثيره على السلامة والإنتاجية. التدريب الافتراضي وأنظمة التنبيه الذكية تساهم في رفع الوعي لدى العاملين وتشجعهم على اتباع ممارسات آمنة.

علاقتها بالبحث الحالي: يُظهر البحث كيف تُستخدم التكنولوجيا في أرامكو لتحسين سلوكيات العاملين وزيادة التزامهم بإجراءات السلامة (النعيم وعبد السلام، 2024).

#### 6. نظرية صناعة القرار (Decision-Making Theory)

توضح هذه النظرية دور التكنولوجيا في تحسين عملية اتخاذ القرارات في البيئات الصناعية. تحليل البيانات الضخمة باستخدام الذكاء الاصطناعي يوفر معلومات دقيقة تتيح اتخاذ قرارات استباقية.

علاقتها بالبحث الحالي: يوضح البحث أن استخدام التكنولوجيا في أرامكو يساهم في اتخاذ قرارات سريعة تقلل من الحوادث التشغيلية (جيطان وعلاء راغب راشد، 2020).

## الفصل الثاني

يُعد استعراض الدراسات السابقة خطوة أساسية في أي بحث علمي، حيث يُمكن من خلالها التعرف على الجهود البحثية التي تمت في مجال الدراسة، واستخلاص الدروس المستفادة منها، وتحديد الفجوات البحثية التي لا تزال بحاجة إلى المزيد من الدراسة والتحليل. وفي سياق هذا البحث، الذي يتناول دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث، يعد استعراض الأدبيات العلمية ذات الصلة أمرًا بالغ الأهمية لفهم كيفية توظيف التكنولوجيا في بيئات العمل الصناعية لضمان سلامة العاملين وتحسين الكفاءة التشغيلية.

تتناول الدراسات السابقة ثلاثة محاور رئيسية: الأول يركز على التكنولوجيا الحديثة، حيث تبحث هذه الدراسات في كيفية استخدام التقنيات المتطورة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والأجهزة القابلة للارتداء في المجالات الصناعية المختلفة. أما المحور الثاني، فيتعلق بالأمن الصناعي، حيث تتناول الأبحاث استراتيجيات وتقنيات تعزيز الأمان في بيئات العمل الصناعية المعقدة، مع التركيز على كيفية تقليل الحوادث والمخاطر التشغيلية. بينما يتناول المحور الثالث العلاقة التكاملية بين المتغيرين، أي كيف يمكن للتكنولوجيا الحديثة أن تلعب دورًا محوريًا في تعزيز مستويات الأمن الصناعي وتقليل الحوادث من خلال تطبيقات عملية واستراتيجيات فعالة.

هذا القسم من البحث سيستعرض أهم الدراسات السابقة التي تناولت هذه المحاور، موضحة الجوانب التي ركزت عليها هذه الدراسات، والتقنيات المستخدمة، والنتائج التي توصلت إليها، بالإضافة إلى إبراز أوجه القصور التي لم تتناولها هذه الدراسات بشكل كافٍ، مما يمهّد الطريق لتحديد الفجوة البحثية التي يسعى هذا البحث إلى سدها.

## الدراسات السابقة

### المتغير الأول: التكنولوجيا الحديثة

تناولت الدراسات السابقة المتغير الأول في هذا البحث، وهو التكنولوجيا الحديثة، من زوايا متعددة. من أبرز هذه الدراسات دراسة أبو زيد والشورى (2022) التي استعرضت دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الحكم في المؤسسات. بينت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تحليل البيانات الضخمة واتخاذ قرارات دقيقة ومستنيرة، مما يساهم في تعزيز الكفاءة التشغيلية وتقليل الأخطاء البشرية. أشارت الدراسة إلى أن استخدام هذه التقنيات يساعد على تحسين الأداء المؤسسي من خلال تقديم رؤى تنبؤية تساهم في اتخاذ قرارات استراتيجية. هذه النتائج تشير إلى إمكانية تطبيق هذه التقنيات في القطاع الصناعي لتعزيز الأمن وتقليل الحوادث من خلال مراقبة العمليات التشغيلية بشكل أكثر دقة وفعالية.

تناولت دراسة **Muhammed (2024)** الأبعاد القانونية لاستخدام الذكاء الاصطناعي، مع التركيز على قضايا الخصوصية. وقد أظهرت الدراسة أن التقنيات الحديثة، على الرغم من فوائدها الكبيرة، تثير العديد من التساؤلات الأخلاقية والقانونية المتعلقة بكيفية التعامل مع البيانات الحساسة. ويعد هذا جانباً حيوياً في البيئات الصناعية، حيث يتطلب استخدام التكنولوجيا الحديثة التوازن بين الفعالية التشغيلية وحماية حقوق العاملين. وبالتالي، تفتح هذه الدراسة مجالاً لمناقشة التحديات المتعلقة بتطبيق التكنولوجيا الحديثة في البيئات الصناعية من الناحية الأخلاقية والقانونية، مما يتطلب سياسات واضحة لضبط استخدام البيانات وتحقيق الأمان السيرياني.

### المتغير الثاني: الأمن الصناعي

فيما يتعلق بالمتغير الثاني، وهو الأمن الصناعي، ركزت دراسة **Svertoka وآخرون (2021)** على أهمية الأجهزة القابلة للارتداء في تحسين السلامة الصناعية. أشارت الدراسة إلى أن هذه الأجهزة تساهم بشكل فعال في مراقبة الحالة الصحية للعاملين واكتشاف المخاطر في الوقت الحقيقي، مثل ارتفاع درجة الحرارة أو تعرض العمال للمواد الضارة. هذا النوع من التكنولوجيا يقلل من الإصابات المحتملة ويعزز من سلامة العاملين من خلال تقديم إنذارات مبكرة تمكن الإدارة من التدخل

السريع. كما أوضحت الدراسة أن دمج هذه الأجهزة مع أنظمة مراقبة ذكية يمكن أن يعزز بيئة العمل الآمنة ويقلل من المخاطر التشغيلية المرتبطة بالبيئات الصناعية المعقدة.

أما دراسة **Liu وآخرون (2020)** فقد استعرضت دور تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في إدارة السلامة الصناعية، موضحة كيف تساهم هذه التقنيات في تحسين الرصد الفوري للمخاطر الصناعية من خلال أنظمة مراقبة متقدمة وتحليل البيانات الفوري. وأكدت الدراسة أن استخدام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في مراقبة المعدات الصناعية يساعد في توقع الأعطال قبل حدوثها، مما يقلل من احتمالات وقوع الحوادث ويزيد من كفاءة العمليات التشغيلية. تناولت دراسة **Forcina وفالكوني (2021)** كيفية مساهمة التقنيات الحديثة في تحسين استراتيجيات إدارة المخاطر والسلامة. وخلصت الدراسة إلى أن تقنيات الثورة الصناعية الرابعة توفر بيانات دقيقة وتحليلات متقدمة تساهم في تعزيز مستوى الأمان وتقليل المخاطر في البيئات الصناعية المعقدة.

#### العلاقة بين المتغيرين: التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي

أما بالنسبة للعلاقة بين المتغيرين، فقد تناولت دراسة **Aderamo وآخرون (2024)** كيفية استخدام أنظمة إدارة الصحة والسلامة البيئية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في قطاع النفط والغاز. أظهرت الدراسة أن هذه الأنظمة توفر أدوات قوية لتحليل المخاطر البيئية والصحية بسرعة ودقة، مما يساعد في تقليل الحوادث والحفاظ على سلامة العاملين. أوضحت الدراسة أن الجمع بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء يساعد على التنبؤ بالمخاطر وتحليلها بفعالية، مما يعزز من استراتيجيات الأمان الصناعي ويقلل من معدلات الحوادث.

كما أوضحت دراسة **Rane (2023)** كيف يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي مثل ChatGPT في قطاع البناء لتحسين الأمان من خلال توفير بيانات فورية وتوقعات تحليلية للمخاطر المحتملة. تفتح هذه الدراسة آفاقًا جديدة لفهم كيفية مساهمة التكنولوجيا التنبؤية في تقليل الحوادث، حيث تمكن أنظمة الذكاء الاصطناعي من اتخاذ قرارات سريعة ومستنيرة بناءً على البيانات الفورية، مما يعزز من كفاءة استجابة فرق الطوارئ.

أخيرًا، ركزت دراسة **Krishnamoorthy وآخرون (2024)** على تحسين سلامة العمال في قطاع التصنيع باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء والتعلم الآلي. أشارت الدراسة إلى أن استخدام الأنظمة الذكية التي تعتمد على البيانات في مراقبة الظروف البيئية والمخاطر المحتملة يمكن أن يقلل من الحوادث بشكل كبير، مما يساهم في تحسين بيئة العمل وزيادة الإنتاجية. تشير هذه الدراسات مجتمعة إلى وجود علاقة قوية بين التكنولوجيا الحديثة وتحسين مستويات الأمن الصناعي. فهي تبرز كيف تساهم التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والأجهزة القابلة للارتداء في تعزيز بيئة العمل الصناعية من خلال تحسين الرصد الفوري للمخاطر، اتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات، وزيادة فعالية استراتيجيات السلامة. كما توضح الدراسات التحديات المحتملة المتعلقة بالتكاليف، الخصوصية، والحاجة إلى تدريب العاملين، مما يجعل من الضروري تطوير استراتيجيات متكاملة لتطبيق هذه التقنيات بكفاءة في بيئات صناعية مثل شركة أرامكو.

## التعليق على الدراسات السابقة والفجوة البحثية

### التعليق على الدراسات السابقة

من خلال مراجعة الدراسات السابقة، يتضح أن هناك اهتمامًا متزايدًا بدور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز مستويات الأمن الصناعي وتقليل الحوادث. ركزت العديد من الدراسات على تحليل تأثير تقنيات محددة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والأجهزة القابلة للارتداء في تحسين بيئة العمل الصناعية. على سبيل المثال، أوضحت دراسة Svertoka وآخرون (2021) أهمية الأجهزة القابلة للارتداء في مراقبة الحالة الصحية للعاملين، في حين بينت دراسة Liu وآخرون (2020) دور تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في إدارة المخاطر الصناعية بشكل فعال.

من جهة أخرى، تناولت دراسات أخرى العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي في قطاعات محددة. مثلاً، ناقشت دراسة Aderamo وآخرون (2024) دور الذكاء الاصطناعي في إدارة الصحة والسلامة في قطاع النفط والغاز، وأشارت إلى كيف يمكن للتكنولوجيا أن تساهم في تحليل المخاطر بشكل دقيق. كما أظهرت دراسة Rane (2023) إمكانيات الذكاء الاصطناعي التوليدي في التنبؤ بالمخاطر وتحسين استراتيجيات الأمان.

على الرغم من أن هذه الدراسات قدمت رؤى قيمة حول تأثير التكنولوجيا على الأمن الصناعي، إلا أن معظمها ركز على الجوانب النظرية أو طبق هذه المفاهيم في قطاعات محدودة مثل البناء أو التصنيع. لم تتناول بعض الدراسات التحديات العملية المتعلقة بتطبيق هذه التقنيات في بيئات صناعية ضخمة ومعقدة، مثل تلك التي تديرها شركات النفط والغاز الكبرى.

### الفجوة البحثية

بالرغم من مساهمات الدراسات السابقة، إلا أن هناك فجوات واضحة تحتاج إلى المعالجة. أولاً، معظم الدراسات ركزت على التكنولوجيا كمتغير مستقل وتأثيره على الأمن الصناعي دون تقديم دراسات تطبيقية شاملة تجمع بين مختلف التقنيات في بيئة صناعية واحدة معقدة. في هذا السياق، يبرز قطاع النفط والغاز، وخاصة في المملكة العربية السعودية، كقطاع رئيسي لم تتم دراسته بشكل كافٍ فيما يتعلق بكيفية دمج التقنيات الحديثة لتعزيز الأمن الصناعي.

ثانيًا، الدراسات السابقة لم تتناول بشكل معمق التحديات المرتبطة بتكامل التكنولوجيا الحديثة مع العمليات الصناعية التقليدية، مثل التكاليف المرتفعة للتطبيق، متطلبات التدريب للعاملين، وقضايا الخصوصية والأمان السيبراني. هذه التحديات تعتبر حاسمة في البيئات الصناعية الحساسة مثل أرامكو، حيث أن فشل تطبيق التكنولوجيا بشكل صحيح يمكن أن يؤدي إلى عواقب وخيمة.

ثالثًا، هناك نقص في الدراسات التي تربط بين تأثير التكنولوجيا على الأمن الصناعي وتأثيره على الإنتاجية والأداء التشغيلي العام. في حين أن بعض الدراسات مثل Krishnamoorthy وآخرون (2024) أشارت إلى أن تحسين الأمن قد يسهم في زيادة الإنتاجية، إلا أنها لم تقدم أدلة كمية كافية أو نماذج تطبيقية توضح هذه العلاقة في سياق الصناعات الكبرى. من خلال سد هذه الفجوة البحثية، يمكن تقديم رؤى جديدة حول كيفية تطبيق التكنولوجيا الحديثة في البيئات الصناعية الكبرى لتعزيز الأمن الصناعي بشكل مستدام. كما يمكن أن تساعد النتائج في تقديم استراتيجيات عملية تتجاوز التحديات المتعلقة بالتكاليف، التدريب، والخصوصية. سيساعد أيضا البحث في فهم العلاقة بين تعزيز الأمن الصناعي وزيادة الإنتاجية، مما يتيح للشركات الكبرى مثل أرامكو تبني استراتيجيات تكنولوجية فعالة ومستدامة.

### التكنولوجيا الحديثة

#### تعريف التكنولوجيا الحديثة في السياق الصناعي

تُعرف التكنولوجيا الحديثة في السياق الصناعي بأنها مجموعة من الأدوات، الأجهزة، الأنظمة، والتقنيات الرقمية التي تُستخدم لتحسين العمليات الإنتاجية، رفع الكفاءة التشغيلية، وتعزيز معايير السلامة في بيئات العمل الصناعية. تشمل هذه التقنيات الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، التحليلات الضخمة، الطائرات بدون طيار، والأجهزة القابلة للارتداء. تلعب هذه الأدوات دورًا محوريًا في تحويل العمليات الصناعية التقليدية إلى عمليات أكثر ذكاءً وكفاءة، حيث تتيح مراقبة وتحليل البيانات التشغيلية في الوقت الفعلي، مما يساعد على اتخاذ قرارات سريعة ومبنية على الحقائق. في البيئات الصناعية المعقدة مثل النفط والغاز، تساهم التكنولوجيا الحديثة في إدارة المخاطر وتقليل الحوادث من خلال الكشف المبكر عن الأعطال والتصرف السريع للحد من تأثيرها. كما تتيح أدوات مثل أجهزة الاستشعار الذكية مراقبة الظروف البيئية، مما يضمن امتثال العمليات الصناعية للمعايير الصحية والبيئية المطلوبة (Liu et al., 2020).

#### تطور التكنولوجيا الحديثة وتأثيرها على الصناعات الكبرى

شهدت التكنولوجيا الحديثة تطورًا هائلًا على مدار العقود الماضية، حيث انتقلت الصناعات من استخدام المعدات الميكانيكية التقليدية إلى اعتماد أنظمة ذكية قائمة على البيانات والتحليلات المتقدمة. هذا التطور ساهم في إدخال مفاهيم جديدة مثل الثورة الصناعية الرابعة، التي تركز على التكامل بين الأنظمة الفيزيائية الرقمية. تأثير التكنولوجيا الحديثة على الصناعات الكبرى كان عميقًا وشاملاً. فعلى سبيل المثال، أسهمت هذه التكنولوجيا في تحسين سلاسل الإمداد والإنتاج، تقليل التكاليف التشغيلية، وزيادة الإنتاجية من خلال الأتمتة الذكية. كما ساعدت على تحسين إجراءات السلامة من خلال أنظمة مراقبة ذكية قادرة على اكتشاف المخاطر المحتملة وتحليلها، مما أسهم في تقليل الحوادث الصناعية بشكل ملحوظ.

الصناعات الكبرى مثل النفط والغاز، التصنيع، والنقل الثقيل أصبحت أكثر اعتمادًا على التكنولوجيا الحديثة لتحقيق الكفاءة

التشغيلية والاستدامة البيئية. التكنولوجيا الحديثة لم تعد فقط أداة لتحسين الإنتاجية، بل أصبحت عنصرًا رئيسيًا في

استراتيجيات السلامة وإدارة المخاطر. (Forcina & Falcone, 2021)

### أنواع التكنولوجيا الحديثة المستخدمة في الصناعة

#### الذكاء الاصطناعي (AI) ودوره في التنبؤ بالمخاطر

الذكاء الاصطناعي (AI) يعد من أبرز التقنيات الحديثة التي أحدثت تحولًا كبيرًا في القطاع الصناعي. يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحليل كميات ضخمة من البيانات التشغيلية بهدف التنبؤ بالمخاطر الصناعية قبل وقوعها. من خلال تطبيق خوارزميات التعلم الآلي، يمكن للأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي التنبؤ بالأعطال المحتملة في المعدات الصناعية وإصدار تنبيهات فورية للإدارة لاتخاذ التدابير الوقائية. يساعد الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات الصيانة من خلال نموذج الصيانة التنبؤية، مما يقلل من الأعطال المفاجئة التي قد تؤدي إلى توقف الإنتاج أو وقوع حوادث صناعية خطيرة. في قطاع النفط والغاز، يُستخدم الذكاء الاصطناعي لتحليل المخاطر البيئية والصحية، مما يساهم في تطوير استراتيجيات فعالة لإدارة المخاطر. (Aderamo et al., 2024)

#### إنترنت الأشياء (IoT) وأهميته في مراقبة العمليات الصناعية

إنترنت الأشياء (IoT) يمثل شبكة مترابطة من الأجهزة والمعدات التي تتواصل فيما بينها لجمع البيانات وتحليلها في الوقت الفعلي. في البيئات الصناعية، يُستخدم إنترنت الأشياء لمراقبة العمليات التشغيلية بشكل دائم من خلال أجهزة استشعار ذكية تُركب على المعدات الصناعية. تتمثل أهمية إنترنت الأشياء في أنه يتيح للشركات مراقبة الأداء التشغيلي للمعدات، قياس درجات الحرارة، مستويات الضغط، وغيرها من المؤشرات الحيوية التي تساعد في الكشف المبكر عن الأعطال. يساهم هذا النظام في تحقيق الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف من خلال تجنب الأعطال المفاجئة والتخطيط للصيانة بشكل استباقي. كما يعمل إنترنت الأشياء على تحسين السلامة الصناعية من خلال تقديم تنبيهات فورية عند اكتشاف أي خلل قد يشكل خطرًا على العاملين (Liu et al., 2020).

## الطائرات بدون طيار (Drones) لمراقبة المناطق عالية الخطورة

الطائرات بدون طيار (Drones) تُعد من التقنيات الحديثة التي تلعب دورًا مهمًا في الصناعات الكبرى، خاصة في مراقبة المناطق التي يصعب الوصول إليها أو التي تشكل مخاطر على حياة العاملين. تُستخدم هذه الطائرات في عمليات التفتيش الروتينية للمنشآت الصناعية، مما يقلل من الحاجة إلى إرسال العمال إلى بيئات خطرة. تلعب الطائرات بدون طيار دورًا مهمًا في الصناعات النفطية، حيث تُستخدم لمراقبة خطوط الأنابيب، فحص البنية التحتية، والكشف عن التسريبات أو الأعطال المحتملة. توفر الطائرات بدون طيار بيانات عالية الدقة يمكن تحليلها باستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي، مما يتيح اتخاذ قرارات سريعة وفعالة تعزز من السلامة الصناعية. (Aderamo et al., 2024)

## أنظمة التحليلات الضخمة (Big Data Analytics) لاتخاذ القرارات الاستراتيجية

أنظمة التحليلات الضخمة تُستخدم لتحليل كميات هائلة من البيانات التشغيلية، مما يتيح للإدارة اتخاذ قرارات استراتيجية قائمة على الحقائق. في البيئات الصناعية، تساعد هذه التحليلات في مراقبة الأداء التشغيلي، تحديد الأنماط التشغيلية، والتنبؤ بالمشكلات المستقبلية. توفر أنظمة التحليلات الضخمة رؤية دقيقة حول كفاءة العمليات الصناعية وتحديد المناطق التي تتطلب تحسينًا. كما تساعد هذه الأنظمة في مراقبة مؤشرات الأداء الرئيسية التي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بالأمن الصناعي، مما يعزز من كفاءة عمليات الصيانة ويقلل من احتمالات حدوث الحوادث الصناعية. (Forcina & Falcone, 2021)

## الأجهزة القابلة للارتداء (Wearables) لمراقبة صحة وسلامة العاملين

الأجهزة القابلة للارتداء (Wearables) تعد من أهم التقنيات الحديثة المستخدمة في مراقبة صحة وسلامة العاملين في البيئات الصناعية. تشمل هذه الأجهزة الساعات الذكية، الأساور الصحية، والخوذ الذكية التي تقيس المؤشرات الحيوية مثل معدل ضربات القلب، مستويات الأكسجين في الدم، ودرجة الحرارة. تعمل هذه الأجهزة على إرسال تنبيهات فورية عند اكتشاف أي مؤشرات على تعرض العاملين للخطر، مما يتيح التدخل السريع للحفاظ على سلامتهم. كما تساهم الأجهزة القابلة للارتداء في مراقبة المواقع الخطرة، حيث يمكن استخدامها لمراقبة تحركات العاملين وضمان امتثالهم لمعايير السلامة المطلوبة. وفقًا لدراسة Svertoka وآخرون (2021)، تُعد هذه الأجهزة

أدوات فعالة في تقليل الإصابات وتحسين بيئة العمل الصناعية، حيث توفر بيانات دقيقة تُستخدم لتحليل المخاطر وتطوير استراتيجيات فعالة للسلامة. (Svertoka et al., 2021)

### أهمية التكنولوجيا الحديثة في الصناعات الكبرى

#### دور التكنولوجيا في زيادة الإنتاجية وتقليل الأخطاء البشرية

تعد التكنولوجيا الحديثة عاملاً محورياً في زيادة الإنتاجية وتقليل الأخطاء البشرية في الصناعات الكبرى. من خلال دمج الأنظمة الذكية والأدوات التكنولوجية المتقدمة في العمليات الصناعية، أصبحت الشركات قادرة على تحسين عمليات الإنتاج بشكل كبير. الذكاء الاصطناعي (AI)، على سبيل المثال، يمكنه تحليل البيانات التشغيلية الضخمة في الوقت الفعلي، مما يساعد في اتخاذ قرارات دقيقة وسريعة. هذا التحليل الفوري يقلل من احتمالية الأخطاء البشرية الناتجة عن التقديرات غير الدقيقة أو القرارات العشوائية.

الأتمتة الصناعية تساهم في تقليل الأخطاء من خلال تنفيذ العمليات المتكررة والدقيقة بشكل أسرع وأكثر كفاءة مقارنة بالعمليات اليدوية. وهذا بدوره يزيد من الإنتاجية، حيث تتم العمليات بشكل متواصل دون الحاجة إلى توقف بسبب الأخطاء أو الأعطال البسيطة. كما أن التقنيات الحديثة مثل الروبوتات الصناعية تساهم في أداء المهام الخطرة أو الدقيقة التي قد تكون عرضة للأخطاء البشرية. هذه المزايا مجتمعة تجعل من التكنولوجيا الحديثة أداة لا غنى عنها في تحقيق أعلى مستويات الإنتاجية وتقليل الأخطاء في البيئات الصناعية المعقدة. (Rane, 2023)

#### التكنولوجيا كوسيلة لتعزيز الكفاءة التشغيلية

تلعب التكنولوجيا الحديثة دوراً أساسياً في تعزيز الكفاءة التشغيلية في الصناعات الكبرى. تساعد الأنظمة الذكية، مثل أنظمة إدارة سلسلة الإمداد وأنظمة الصيانة التنبؤية، في تحسين تدفق العمل وتقليل أوقات التوقف غير المخطط لها. من خلال الاعتماد على تحليلات البيانات الضخمة (Big Data Analytics)، يمكن للإدارة مراقبة مؤشرات الأداء التشغيلية في الوقت الفعلي واتخاذ قرارات سريعة ومستنيرة لتحسين الكفاءة.

كما أن تقنيات مثل إنترنت الأشياء (IoT) تتيح الاتصال الفوري بين الأجهزة والأنظمة الصناعية المختلفة، مما يوفر بيانات دقيقة ومستمرة حول العمليات التشغيلية. هذا النوع من التكامل يساعد على تحسين الأداء التشغيلي وتقليل الهدر في الموارد.

تُساهم أنظمة الروبوتات والأتمتة في تنفيذ العمليات بكفاءة أكبر، حيث تعمل هذه الأنظمة دون توقف وبدقة عالية، مما يقلل من تكاليف التشغيل وزيادة القدرة الإنتاجية للمؤسسة.

يساعد استخدام التكنولوجيا الحديثة في تطوير أنظمة صيانة متقدمة تعتمد على الصيانة التنبؤية بدلاً من الصيانة الوقائية، مما يؤدي إلى تقليل تكاليف الصيانة وزيادة كفاءة المعدات. وبالتالي، تصبح العمليات التشغيلية أكثر انسيابية وكفاءة، مما يعزز القدرة التنافسية للمؤسسة في السوق. (Krishnamoorthy et al., 2024)

### التكنولوجيا كأداة لدعم استدامة العمليات الصناعية

تلعب التكنولوجيا الحديثة دورًا حيويًا في دعم استدامة العمليات الصناعية، وهو جانب أصبح ذا أهمية متزايدة في الصناعات الكبرى. التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء تتيح مراقبة العمليات الصناعية وتحليلها لتحقيق الكفاءة البيئية. على سبيل المثال، يمكن استخدام إنترنت الأشياء في مراقبة استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون في المنشآت الصناعية، مما يسمح للشركات باتخاذ قرارات تقلل من التأثير البيئي لأنشطتها.

التكنولوجيا تدعم الاستدامة أيضًا من خلال تطوير عمليات إنتاج أكثر كفاءة وأقل استهلاكًا للموارد. يمكن للأنظمة الذكية تحديد نقاط الهدر في العملية الإنتاجية واقتراح حلول لتحسين الكفاءة وتقليل الاستهلاك. تتيح التكنولوجيا إمكانية استخدام الطاقة المتجددة ودمجها في العمليات الصناعية، مما يقلل من الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية ويخفض من البصمة الكربونية للمؤسسة.

يمكن استخدام تقنيات التحليل المتقدم في تطوير عمليات إعادة التدوير وإدارة النفايات، مما يعزز من التوجه نحو الصناعات الصديقة للبيئة. كما تساعد التكنولوجيا في مراقبة الامتثال للمعايير البيئية الدولية، مما يحسن من صورة المؤسسة ويعزز من قدرتها على المنافسة في الأسواق العالمية. (Rane, 2023)

### التحديات المرتبطة بتطبيق التكنولوجيا الحديثة

#### التكلفة المرتفعة لتنفيذ التقنيات المتقدمة

على الرغم من الفوائد العديدة التي توفرها التكنولوجيا الحديثة للصناعات الكبرى، إلا أن التكلفة المرتفعة لتنفيذ هذه التقنيات تمثل تحديًا رئيسيًا. يتطلب دمج التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء استثمارات ضخمة في البنية التحتية

التكنولوجية، وهو ما قد يمثل عبئًا ماليًا على العديد من المؤسسات، خاصةً في المراحل الأولية من التنفيذ.

تتطلب هذه التقنيات صيانة وتحديثات دورية للحفاظ على فعاليتها، مما يزيد من التكاليف التشغيلية على المدى الطويل. ومع

ارتفاع مستوى التعقيد التكنولوجي، قد تواجه الشركات أيضًا تكاليف إضافية تتعلق بتوظيف خبراء في التكنولوجيا وإدارة

الأنظمة الذكية.

للتغلب على هذه التحديات، يجب على المؤسسات الصناعية وضع استراتيجيات استثمارية مدروسة تأخذ في الاعتبار التكلفة

الإجمالية للملكية (TCO) للعناصر التكنولوجية المختلفة. من خلاله، يمكن تحقيق عائد استثمار إيجابي وضمان استدامة

العمليات التشغيلية في المستقبل. (Krishnamoorthy et al., 2024)

### الحاجة إلى تدريب العاملين وتأهيلهم لاستخدام التكنولوجيا

يعد نقص المهارات المناسبة بين العاملين أحد التحديات الرئيسية المرتبطة بتطبيق التكنولوجيا الحديثة في الصناعات الكبرى.

يتطلب استخدام الأنظمة الذكية والتقنيات المتقدمة مستوى عالٍ من الكفاءة الفنية والمعرفة التكنولوجية، وهو ما قد لا يتوافر

لدى جميع العاملين.

يؤدي هذا النقص في المهارات إلى زيادة الحاجة لتطوير برامج تدريبية فعالة تهدف إلى تأهيل العاملين لاستخدام التقنيات

الحديثة بكفاءة وأمان. تشمل هذه البرامج التدريبية التعرف على كيفية تشغيل وصيانة المعدات الذكية، استخدام أنظمة

التحليل المتقدم، وإدارة البيانات التشغيلية.

كما يتطلب دمج التكنولوجيا الحديثة في العمليات الصناعية تطوير ثقافة مؤسسية داعمة للتغيير التكنولوجي، حيث يمكن أن

يؤدي مقاومة التغيير من قبل العاملين إلى إبطاء عملية التحول الرقمي. من هنا، يصبح من الضروري تطوير استراتيجيات

تدريبية شاملة تراعي الجوانب التقنية والثقافية لضمان نجاح عملية التحول الرقمي وتحقيق أقصى استفادة من التكنولوجيا

الحديثة. (Rane, 2023)

### قضايا الخصوصية والأمان السيبراني في البيئات الصناعية

تثير قضايا الخصوصية والأمان السيبراني مخاوف متزايدة في البيئات الصناعية التي تعتمد على التكنولوجيا الحديثة. مع تزايد

استخدام أنظمة إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي، تزداد كمية البيانات الحساسة التي يتم جمعها وتحليلها، مما يجعلها عرضة

لهجمات إلكترونية قد تؤدي إلى تعطيل العمليات التشغيلية أو سرقة بيانات حساسة. تعتمد الأنظمة الصناعية الحديثة على الشبكات الرقمية في تبادل البيانات بين المعدات المختلفة، وهو ما يزيد من احتمالية تعرضها لهجمات سيبرانية. يمكن أن تؤدي هذه الهجمات إلى توقف الإنتاج، تلف المعدات، أو حتى تعريض حياة العاملين للخطر في الحالات القصوى.

لمواجهة هذه التهديدات، يتعين على المؤسسات الصناعية تنفيذ استراتيجيات أمان سيبراني شاملة تشمل استخدام أنظمة تشفير متقدمة، تطوير جدران حماية قوية، وإجراء اختبارات دورية لاكتشاف الثغرات الأمنية. كما يتطلب الأمر تدريب العاملين على ممارسات الأمان السيبراني الأساسية لضمان الاستخدام الآمن للأنظمة التكنولوجية (Krishnamoorthy et al., 2024).

## الأمن الصناعي

### مفهوم الأمن الصناعي

#### تعريف الأمن الصناعي وأهدافه في بيئات العمل المعقدة

يُعرف الأمن الصناعي بأنه مجموعة من الإجراءات والتدابير الوقائية التي تهدف إلى حماية الأفراد، الممتلكات، والمرافق الصناعية من المخاطر التي قد تنجم عن العمليات الصناعية أو البيئة المحيطة. في البيئات الصناعية المعقدة، مثل قطاع النفط والغاز، يُعد الأمن الصناعي ضروريًا لضمان استمرارية الإنتاج وحماية الموارد البشرية والمادية من الحوادث والكوارث المحتملة. تتمثل أهداف الأمن الصناعي في الوقاية من الحوادث من خلال تطبيق سياسات السلامة الصارمة، التقليل من الخسائر المادية والبشرية، وضمان الامتثال للمعايير القانونية والتنظيمية المتعلقة بالسلامة والصحة المهنية. كما يشمل الأمن الصناعي تطوير خطط استجابة سريعة للحالات الطارئة مثل الحرائق، الانفجارات، أو التسربات الكيميائية، مما يحد من التأثيرات السلبية لمثل هذه الحوادث.

يعمل الأمن الصناعي على خلق بيئة عمل آمنة تعزز من إنتاجية العاملين وترفع من معنوياتهم، حيث يشعر الموظفون بالأمان والثقة عند توافر أنظمة سلامة فعالة تحميهم من المخاطر المحتملة (النعيم، جابر، وعبد السلام، 2024).

#### المعايير العالمية للأمن الصناعي في قطاع النفط والغاز

يُعتبر قطاع النفط والغاز من أكثر القطاعات الصناعية التي تتطلب تطبيقًا دقيقًا لمعايير الأمن الصناعي نظرًا لطبيعة المخاطر المرتبطة به، مثل الانفجارات، التسربات السامة، والانحيارات الهيكلية. تعتمد الشركات الكبرى العاملة في هذا القطاع على معايير عالمية صارمة لضمان تحقيق أعلى مستويات الأمان. تشمل هذه المعايير استخدام أنظمة مراقبة متقدمة للكشف المبكر عن المخاطر، تنفيذ برامج تدريبية شاملة للعاملين للتعامل مع الطوارئ، وتطبيق بروتوكولات صارمة للصيانة الدورية للمعدات. يجب أن تلتزم المؤسسات بتطبيق أنظمة الإدارة البيئية والصحية التي تضمن الحد من الانبعاثات الضارة وحماية البيئة المحيطة.

ومن بين المعايير الأخرى المعتمدة عالميًا في قطاع النفط والغاز: أنظمة التحكم في العمليات الخطرة (HSE) (Management Systems)، وإجراء تحليلات تقييم المخاطر قبل بدء أي عملية تشغيلية. هذه الإجراءات تضمن ليس

فقط حماية العاملين والمنشآت، ولكن أيضًا حماية المجتمعات المحيطة من التأثيرات البيئية الضارة (جيطان وعلاء راغب راشد، 2020).

### عناصر الأمن الصناعي الأساسية

#### أنظمة السلامة الميكانيكية والكهربائية

تشكل أنظمة السلامة الميكانيكية والكهربائية حجر الزاوية في استراتيجيات الأمن الصناعي. تساعد هذه الأنظمة في حماية المعدات الصناعية من الأعطال المفاجئة التي قد تؤدي إلى وقوع الحوادث أو التسبب في أضرار بيئية خطيرة. تشمل هذه الأنظمة مجموعة من الأدوات والإجراءات مثل أجهزة الاستشعار لمراقبة الضغط والحرارة، أنظمة الإغلاق الآلي للطوارئ، وأجهزة الحماية من الانفجارات. في الصناعات الثقيلة مثل النفط والغاز، تُعد أنظمة السلامة الميكانيكية ضرورية لضمان سلامة المعدات الكبيرة مثل المضخات، الضواغط، وخزانات التخزين. أما في الجانب الكهربائي، فإن أنظمة الحماية من الدوائر القصيرة، الحماية من الصدمات الكهربائية، وأنظمة الطاقة الاحتياطية تلعب دورًا محوريًا في الحفاظ على العمليات التشغيلية بشكل آمن. تسهم هذه الأنظمة في تقليل احتمالية الحوادث الصناعية من خلال توفير تحذيرات مبكرة وإجراءات استجابة فورية في حال حدوث أعطال. كما أنها تقلل من الوقت المستغرق في الصيانة وتزيد من كفاءة العمليات التشغيلية، مما يدعم أهداف الأمن الصناعي والاستدامة التشغيلية (أ. م. د. أركان ريسان عباس، 2019).

#### خطط الطوارئ والاستجابة السريعة

تُعد خطط الطوارئ والاستجابة السريعة من العناصر الحيوية في أنظمة الأمن الصناعي. تهدف هذه الخطط إلى وضع آليات واضحة للتصرف في حالة وقوع حوادث أو كوارث صناعية، مثل الحرائق، الانفجارات، أو التسربات الكيميائية. تشمل خطط الطوارئ تحديد المخاطر المحتملة، تدريب العاملين على كيفية التصرف في الحالات الطارئة، وتوفير معدات الإنقاذ والإسعافات الأولية. كما تتضمن هذه الخطط التنسيق مع الجهات المختصة مثل فرق الدفاع المدني وخدمات الطوارئ لضمان استجابة سريعة وفعالة. الاستجابة السريعة للحوادث تُقلل من تأثيراتها السلبية وتحد من الخسائر البشرية والمادية. فكلما كانت خطة الطوارئ شاملة

ومدروسة جيداً، زادت قدرة المؤسسة على استعادة العمليات التشغيلية بأقل وقت ممكن. كما تساعد هذه الخطط في تعزيز ثقة العاملين في بيئة العمل، مما ينعكس إيجابياً على إنتاجيتهم وكفاءتهم التشغيلية (فاطمة بن شنة وأحمد زياد، 2022).

### إدارة المخاطر الصناعية وتحديد الأولويات

إدارة المخاطر الصناعية تُعد من أهم عناصر الأمن الصناعي، حيث تركز على تحديد، تقييم، وتحليل المخاطر المحتملة في البيئات الصناعية. تشمل هذه العملية تحليل احتمالية وقوع المخاطر وتأثيرها المحتمل على العمليات التشغيلية، الممتلكات، والموظفين. تساعد إدارة المخاطر على تحديد الأولويات في التعامل مع المخاطر بناءً على مدى تأثيرها واحتمالية حدوثها. يتم استخدام مجموعة متنوعة من الأدوات والتقنيات في هذه العملية، مثل تحليل السبب الجذري (RCA)، تحليل وضع الفشل وتأثيراته (FMEA)، وتحليل شجرة الأعطال (FTA).

من خلال تطبيق استراتيجيات فعالة لإدارة المخاطر، يمكن للمؤسسات تطوير خطط استجابة مخصصة تقلل من احتمالية وقوع الحوادث وتحد من تأثيراتها السلبية. كما تساعد هذه العملية في تعزيز الكفاءة التشغيلية من خلال تحسين عمليات الصيانة، تقليل أوقات التوقف غير المخطط لها، وزيادة عمر المعدات التشغيلية. إدارة المخاطر الصناعية لا تقتصر فقط على الوقاية من الحوادث، بل تشمل أيضاً تطوير خطط لتعزيز الاستجابة الفعالة عند وقوعها، مما يضمن استمرارية العمليات التشغيلية وحماية الأصول الصناعية من الخسائر المحتملة (النعيم، جابر، وعبد السلام، 2024).

### أهمية الأمن الصناعي في القطاعات الصناعية

#### حماية العاملين وتقليل الإصابات والحوادث

يُعد الأمن الصناعي أحد الركائز الأساسية لحماية العاملين في القطاعات الصناعية، حيث يوفر بيئة عمل آمنة تقلل من احتمالية وقوع الحوادث والإصابات. تعمل أنظمة الأمن الصناعي على تحديد المخاطر المحتملة في مواقع العمل، مثل التعرض للمواد الكيميائية السامة أو استخدام المعدات الثقيلة، وتطوير إجراءات وقائية لحماية العاملين من هذه المخاطر. كما تشمل هذه الإجراءات استخدام معدات الحماية الشخصية، التدريب المنتظم على إجراءات السلامة، وتنفيذ برامج توعية للموظفين حول كيفية التصرف في الحالات الطارئة.

تساهم برامج الأمن الصناعي في تعزيز ثقافة السلامة داخل المؤسسات، مما يدفع العاملين إلى الالتزام بالممارسات الآمنة ويقلل من السلوكيات الخطرة. وقد بينت الدراسات أن وجود نظام أمني فعال يساهم في خفض معدلات الحوادث بنسبة كبيرة، مما ينعكس إيجاباً على إنتاجية العاملين وأدائهم الوظيفي (ابو زيد وأحمد الشورى، 2022).

### تقليل التكاليف المرتبطة بالحوادث الصناعية

تشكل الحوادث الصناعية عبئاً مالياً كبيراً على المؤسسات بسبب التكاليف المباشرة وغير المباشرة المرتبطة بها. تشمل التكاليف المباشرة نفقات العلاج الطبي والتعويضات المالية للعاملين المصابين، بينما تتضمن التكاليف غير المباشرة انخفاض الإنتاجية، خسارة معنويات العاملين، والإضرار بسمعة المؤسسة. يُسهّم تطبيق أنظمة الأمن الصناعي في تقليل هذه التكاليف من خلال الوقاية من الحوادث أو الحد من تأثيرها. فعلى سبيل المثال، يساعد استخدام تقنيات الكشف المبكر عن الأعطال والمخاطر في الحد من الأضرار المكلفة، كما تساهم خطط الطوارئ المدروسة في تقليل أوقات التوقف غير المخطط له. ينعكس الاستثمار في الأمن الصناعي إيجابياً على ربحية المؤسسة من خلال تقليل التكاليف التشغيلية المرتبطة بالحوادث وتحسين الكفاءة التشغيلية. يمكن للمؤسسات تحقيق توازن بين تحقيق الأرباح والحفاظ على سلامة العاملين والمعدات (يونس ومنصور ، 2024).

### الحفاظ على استمرارية العمليات الإنتاجية دون انقطاع

تُعد استمرارية العمليات الإنتاجية من العوامل الحاسمة لنجاح المؤسسات الصناعية. في هذا السياق، يلعب الأمن الصناعي دوراً رئيسياً في ضمان استمرارية الإنتاج من خلال الحد من الحوادث التشغيلية التي قد تتسبب في توقف العمل. يساعد تطبيق أنظمة الأمن الصناعي على مراقبة العمليات الصناعية بشكل مستمر، مما يتيح الكشف المبكر عن المشكلات التشغيلية وإصلاحها قبل أن تؤدي إلى توقف الإنتاج. كما أن وجود خطط فعالة للطوارئ وإدارة الأزمات يُمكن المؤسسات من الاستجابة بسرعة للحوادث الطارئة، مما يقلل من مدة التوقف ويحافظ على الإنتاجية. تساهم أنظمة الصيانة التنبؤية في تقليل فترات التوقف غير المخطط لها من خلال التنبؤ بالأعطال المحتملة وصيانتها قبل أن تتفاقم.

وبالتالي، يُسهم الأمن الصناعي في تعزيز الكفاءة التشغيلية للمؤسسات من خلال الحفاظ على سير العمليات الإنتاجية دون انقطاع، مما يضمن تحقيق الأهداف التشغيلية والمالية في الوقت المحدد (عبد الرحمن العوض وخالد، 2023).

### التحديات التي تواجه الأمن الصناعي

#### طبيعة المخاطر في البيئات الصناعية المعقدة

تتميز البيئات الصناعية المعقدة، مثل قطاع النفط والغاز، بوجود مجموعة متنوعة من المخاطر التشغيلية التي تتطلب استراتيجيات متقدمة لإدارتها. تشمل هذه المخاطر الانفجارات، التسربات الكيميائية، الأعطال الميكانيكية، والمخاطر الكهربائية. وتعد طبيعة العمليات الصناعية يجعل من الصعب التنبؤ بجميع المخاطر التي قد تنشأ أثناء التشغيل. يتطلب التعامل مع هذه المخاطر تنفيذ أنظمة أمان متطورة قادرة على الكشف المبكر عن المشكلات واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة. كما يتطلب الأمر تدريب العاملين بشكل مستمر على التعامل مع هذه المخاطر والتصرف السريع في حالات الطوارئ.

تُعد إدارة المخاطر في البيئات الصناعية المعقدة تحديًا كبيرًا يتطلب التعاون بين مختلف إدارات المؤسسة لضمان تنسيق الجهود وتحقيق أعلى مستويات الأمان والسلامة التشغيلية (موسى عجوز وآخرون، 2020).

#### التغيرات السريعة في العمليات الصناعية والتكنولوجيا

تشهد العمليات الصناعية تطورات تكنولوجية متسارعة تتطلب تحديث أنظمة الأمن الصناعي باستمرار. إدخال تقنيات جديدة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والروبوتات الصناعية يضيف تعقيدات جديدة في عمليات التشغيل، مما يتطلب تطوير أنظمة أمان تتناسب مع هذه التغيرات. التغيرات السريعة في التكنولوجيا تتطلب من المؤسسات توفير برامج تدريب مستمرة للعاملين لمواكبة أحدث الاتجاهات في مجال الأمن الصناعي. كما تفرض الحاجة إلى دمج التقنيات الجديدة في العمليات التشغيلية تحديات تتعلق بكيفية تحقيق التوازن بين الاستفادة من هذه التقنيات وضمان سلامة العمليات الصناعية. يتطلب إدخال التقنيات الحديثة في البيئات الصناعية تطوير سياسات أمان سببراني قوية لحماية البيانات التشغيلية الحساسة من

التحديات السيبرانية، وهو ما يمثل تحديًا إضافيًا يتعين على المؤسسات التعامل معه (م. م. مروة زهير كاظم وم. م. منال ظاهر رشاد، 2024).

### صعوبة مراقبة البيئات الصناعية الواسعة والمعقدة

تشكل مراقبة البيئات الصناعية الواسعة والمعقدة تحديًا كبيرًا في مجال الأمن الصناعي. فالمرافق الصناعية الكبيرة تتضمن مجموعة متنوعة من العمليات التشغيلية التي تحتاج إلى مراقبة دقيقة لضمان سير العمل بأمان وكفاءة. تتطلب مراقبة هذه البيئات استخدام تقنيات متقدمة مثل الكاميرات الحرارية، أجهزة الاستشعار الذكية، وأنظمة الطائرات بدون طيار لمراقبة المناطق التي يصعب الوصول إليها. كما تحتاج المؤسسات إلى تطوير أنظمة مركزية لجمع البيانات وتحليلها في الوقت الفعلي لضمان الاستجابة السريعة لأي مخاطر قد تنشأ.

يتطلب ضمان أمن البيئات الصناعية الواسعة تعزيز التعاون بين الفرق التشغيلية المختلفة، وتطوير خطط طوارئ شاملة تغطي جميع جوانب العمليات التشغيلية. ويُعد توظيف التكنولوجيا الحديثة في عمليات المراقبة والإدارة التشغيلية من الاستراتيجيات الفعالة للتغلب على هذا التحدي وضمان تحقيق مستويات عالية من الأمان والسلامة التشغيلية (ابوالعينين وأحمد سعد محمد، 2023).

## العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي

### كيف تعزز التكنولوجيا الحديثة من الأمن الصناعي؟

#### دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالحوادث واتخاذ إجراءات وقائية

يُعد الذكاء الاصطناعي (AI) من أهم التقنيات الحديثة التي تعزز الأمن الصناعي من خلال قدرته على التنبؤ بالحوادث واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة. يعمل الذكاء الاصطناعي عبر تحليل كميات هائلة من البيانات التشغيلية باستخدام خوارزميات التعلم الآلي، ما يساعد في التعرف على الأنماط التشغيلية التي قد تؤدي إلى وقوع حوادث. على سبيل المثال، يمكن للذكاء الاصطناعي التنبؤ بأعطال المعدات قبل حدوثها، مما يتيح للصيانة التنبؤية التدخل في الوقت المناسب لتجنب الحوادث. يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات البيئية لمراقبة ظروف العمل، مثل مستويات الحرارة والضغط، وإصدار تحذيرات فورية إذا ما تجاوزت الحدود الآمنة. وبذلك، يسهم الذكاء الاصطناعي في تقليل الحوادث وتحسين بيئة العمل، مما ينعكس إيجاباً على سلامة العاملين والإنتاجية العامة. (Muhammed, 2024)

#### كيف يسهم إنترنت الأشياء في الربط بين الأنظمة الصناعية لمراقبة المخاطر

إنترنت الأشياء (IoT) هو شبكة من الأجهزة المتصلة التي تتواصل فيما بينها لجمع البيانات ومشاركتها في الوقت الحقيقي. في القطاع الصناعي، يسهم إنترنت الأشياء في تعزيز الأمن الصناعي من خلال الربط بين الأنظمة الصناعية المختلفة لمراقبة المخاطر المحتملة. تُستخدم أجهزة الاستشعار المتصلة بإنترنت الأشياء لمراقبة الظروف البيئية والتشغيلية مثل درجة الحرارة، الضغط، ومستويات الرطوبة. عند اكتشاف أي تغيرات غير طبيعية، يتم إرسال إشعارات فورية إلى أنظمة التحكم والمراقبة، مما يتيح اتخاذ الإجراءات الوقائية بسرعة. كما يساعد إنترنت الأشياء في تقديم رؤية شاملة ومتكاملة للعمليات التشغيلية من خلال منصات مركزية، مما يُسهم في تحسين اتخاذ القرارات المتعلقة بالأمن الصناعي. هذا التكامل يُعزز من القدرة على الكشف المبكر عن المخاطر واتخاذ التدابير الوقائية المناسبة. (Liu et al., 2020)

## أهمية الأجهزة القابلة للارتداء في مراقبة المؤشرات الحيوية للعاملين

تلعب الأجهزة القابلة للارتداء دورًا محوريًا في مراقبة المؤشرات الحيوية للعاملين في البيئات الصناعية. تشمل هذه الأجهزة الساعات الذكية، الأساور الصحية، والخوذ الذكية التي تقيس معدلات ضربات القلب، مستويات الأكسجين في الدم، ودرجة حرارة الجسم.

تقوم هذه الأجهزة بإرسال بيانات المؤشرات الحيوية إلى أنظمة مركزية تقوم بتحليلها باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. في حالة اكتشاف أي علامات تدل على تعرض العامل للخطر، يتم إرسال تحذيرات فورية للإدارة لاتخاذ التدابير المناسبة، مثل إيقاف العمليات أو تقديم الإسعافات الأولية.

تُعد هذه التكنولوجيا ضرورية بشكل خاص في البيئات الصناعية الخطرة مثل النفط والغاز، حيث يساعد الرصد الفوري لصحة العاملين في تقليل الإصابات وتحسين الاستجابة للطوارئ. كما تساهم في تعزيز ثقافة السلامة داخل المؤسسات من خلال ضمان الامتثال للإجراءات الصحية. (Svertoka et al., 2021)

## استخدام الطائرات بدون طيار في مراقبة المناطق الخطرة وتقليل تعرض العاملين للمخاطر

تُعتبر الطائرات بدون طيار (Drones) من التقنيات الفعالة في تحسين الأمن الصناعي، خاصةً في البيئات الصناعية التي تتضمن مناطق يصعب الوصول إليها أو تشكل خطورة على العاملين. تُستخدم الطائرات بدون طيار في عمليات التفتيش الروتينية للمعدات والبنية التحتية، مما يقلل من الحاجة إلى إرسال العمال إلى مناطق خطرة.

تتيح الطائرات بدون طيار جمع بيانات مرئية وحرارية دقيقة في الوقت الفعلي، يمكن تحليلها باستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي للكشف عن الأعطال أو التسربات المحتملة. كما تُساهم في مراقبة الامتثال لإجراءات السلامة من خلال تقديم تغطية شاملة للمواقع الصناعية.

يمكن استخدام الطائرات بدون طيار في حالات الطوارئ لتقييم الوضع بسرعة وتوجيه فرق الإنقاذ بفعالية. هذا الاستخدام يُقلل من تعرض العاملين للمخاطر ويساعد في ضمان سلامة العمليات التشغيلية. (Aderamo et al., 2024)

### جمع البيانات وتحليلها للتنبؤ بالمخاطر الصناعية

جمع البيانات وتحليلها يعد من أهم استراتيجيات إدارة المخاطر الصناعية. تساعد التكنولوجيا الحديثة، من خلال أنظمة التحليلات الضخمة (Big Data Analytics)، في جمع كميات هائلة من البيانات التشغيلية وتحليلها في الوقت الحقيقي. تُستخدم هذه البيانات لتحديد الأنماط التشغيلية وتحليل المخاطر المحتملة التي قد تؤدي إلى وقوع الحوادث. يمكن أن تشمل البيانات معلومات عن أداء المعدات، الظروف البيئية، وسلوك العاملين. من خلال تحليل هذه البيانات باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي، يمكن التنبؤ بالمخاطر واتخاذ الإجراءات الوقائية قبل حدوث الحوادث. كما تساعد التحليلات المتقدمة في تقديم رؤى استراتيجية لتحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف المرتبطة بإدارة المخاطر. وبالتالي، يُسهم جمع البيانات وتحليلها في تطوير بيئة عمل أكثر أماناً وكفاءة. (Forcina & Falcone, 2021)

### تطوير أنظمة استجابة ذكية لحالات الطوارئ

تلعب التكنولوجيا الحديثة دوراً حيوياً في تطوير أنظمة استجابة ذكية لحالات الطوارئ، مما يسهم في تحسين الأمن الصناعي وتقليل تأثير الحوادث. تستخدم هذه الأنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لجمع وتحليل البيانات في الوقت الحقيقي، مما يتيح استجابة سريعة وفعالة عند وقوع الحوادث. تتضمن أنظمة الاستجابة الذكية خططاً محوسبة للطوارئ، تعتمد على تحليلات دقيقة للمخاطر وسيناريوهات الحوادث المحتملة. على سبيل المثال، عند اكتشاف تسرب كيميائي، يمكن للنظام الذكي أن يقوم تلقائياً بتنشيط بروتوكولات الطوارئ، مثل إغلاق الصمامات وإرسال تحذيرات إلى العاملين في المناطق المجاورة. تساعد أنظمة الواقع الافتراضي والمعزز في تدريب العاملين على التعامل مع حالات الطوارئ، مما يُحسن من كفاءتهم في الاستجابة السريعة للحوادث. ومن خلال هذه الأنظمة، يمكن تقليل أوقات التوقف غير المخطط لها، تقليل الخسائر التشغيلية، وضمان سلامة العاملين (ابو زيد وأحمد الشورى، 2022).

## التأثير المتبادل بين التكنولوجيا والأمن الصناعي

### كيف يؤدي تعزيز الأمن الصناعي إلى بيئة عمل أكثر إنتاجية

تعزيز الأمن الصناعي يُعد من أهم العوامل التي تساهم في خلق بيئة عمل أكثر إنتاجية. فعندما يشعر العاملون بالأمان أثناء أداء مهامهم، يزداد تركيزهم على الأعمال التشغيلية دون القلق من المخاطر المحتملة. توفر أنظمة الأمن الصناعي الحديثة بيئة عمل مستقرة تقل فيها الحوادث، مما يقلل من فترات التوقف غير المخطط لها ويزيد من استمرارية العمليات الإنتاجية. تساهم أنظمة الأمن المتطورة في تحسين سير العمل من خلال تنظيم العمليات التشغيلية وضبطها بما يضمن الامتثال للمعايير الصحية والبيئية. كما أن هذه الأنظمة تساهم في تقليل الهدر الناتج عن الحوادث والأعطال المفاجئة، ما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف التشغيلية. تُعزز إجراءات السلامة الفعالة من معنويات العاملين وتحفزهم على العمل بكفاءة، حيث يدركون أن الإدارة تضع سلامتهم في مقدمة أولوياتها. (Muhammed, 2024)

### مساهمة التكنولوجيا في خفض التكاليف التشغيلية المرتبطة بالحوادث

تلعب التكنولوجيا الحديثة دورًا حيويًا في خفض التكاليف التشغيلية المرتبطة بالحوادث الصناعية. ففي الصناعات الكبرى، يمكن للحوادث أن تسبب أضرارًا جسيمة في المعدات، توقفًا في الإنتاج، وتكاليف علاج وإعادة تأهيل العاملين المصابين. ومع إدخال التكنولوجيا الحديثة، أصبح بالإمكان الحد من هذه التكاليف عبر استخدام أنظمة الصيانة التنبؤية التي تعمل على الكشف المبكر عن الأعطال قبل أن تتفاقم. على سبيل المثال، تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة في مراقبة الأداء التشغيلي للمعدات الصناعية بشكل مستمر، مما يقلل من الأعطال المفاجئة ويقلل بالتالي من تكاليف الإصلاح والصيانة الطارئة. كما تساهم الأجهزة القابلة للارتداء وأنظمة المراقبة الذكية في مراقبة صحة العاملين والبيئة المحيطة، مما يقلل من الإصابات الصناعية ويخفض من النفقات الطبية وتعويضات الحوادث. (Svertoka et al., 2021)

## العلاقة بين تطبيق التكنولوجيا الحديثة وتحسين الروح المعنوية للعاملين

التكنولوجيا الحديثة لا تقتصر فوائدها على الجوانب التشغيلية فقط، بل تمتد أيضًا إلى تعزيز الروح المعنوية للعاملين. فعندما يشعر الموظفون أن أماكن عملهم تعتمد على تقنيات متطورة تضمن سلامتهم وتقلل من المخاطر المحتملة، فإنه ينعكس إيجابًا على مستوى رضاهم الوظيفي وانتمائهم للمؤسسة. توفر التقنيات الحديثة بيئة عمل أكثر تنظيمًا وأمانًا، كما أنها تتيح للعاملين المشاركة في برامج تدريبية متقدمة لاستخدام هذه التقنيات، ما يساهم في رفع مستوى مهاراتهم المهنية. هذا الشعور بالكفاءة يعزز من الدافعية الذاتية ويحفزهم على العمل بفعالية أكبر. تقلل التكنولوجيا من المهام اليدوية الخطرة والمتكررة، مما يتيح للعاملين التركيز على المهام التي تتطلب إبداعًا ومهارات تحليلية، وبالتالي تعزيز الرضا الوظيفي والإنتاجية العامة. (Liu et al., 2020)

### تجارب تطبيقية: دراسة حالة شركة أرامكو

#### تجارب أرامكو في تطبيق التكنولوجيا الحديثة لتعزيز الأمن الصناعي

شركة أرامكو السعودية تُعد نموذجًا رائدًا في استخدام التكنولوجيا الحديثة لتعزيز الأمن الصناعي. من خلال دمج تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والأجهزة القابلة للارتداء في عملياتها التشغيلية، استطاعت الشركة تحقيق مستويات عالية من الأمان والكفاءة التشغيلية.

على سبيل المثال، تستخدم أرامكو أنظمة مراقبة ذكية قائمة على الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التشغيلية والتنبؤ بالمخاطر قبل وقوعها. كما تعتمد الشركة على الطائرات بدون طيار في مراقبة خطوط الأنابيب والمناطق النائية، مما يقلل من الحاجة إلى إرسال العاملين إلى أماكن قد تشكل خطرًا على سلامتهم.

استثمرت أرامكو في تطوير برامج تدريبية شاملة تهدف إلى تأهيل العاملين لاستخدام التقنيات الحديثة بكفاءة وأمان، مما أسهم في تقليل الحوادث الصناعية بنسبة كبيرة. (Aderamo et al., 2024)

## التحديات التي واجهتها الشركة وكيفية التغلب عليها باستخدام التقنيات الحديثة

على الرغم من النجاحات التي حققتها أرامكو في مجال الأمن الصناعي، إلا أن الشركة واجهت عدة تحديات خلال رحلتها نحو التحول الرقمي. كان من أبرز هذه التحديات ارتفاع تكاليف تطبيق التقنيات الحديثة والحاجة إلى تطوير البنية التحتية التكنولوجية اللازمة.

لمواجهة هذه التحديات، قامت أرامكو بوضع استراتيجيات استثمارية طويلة الأجل تضمنت شراكات مع شركات تكنولوجية رائدة لضمان الحصول على أحدث التقنيات بأسعار تنافسية. كما ركزت الشركة على تطوير برامج تدريبية متخصصة لتأهيل العاملين، مما سهل عملية التحول الرقمي وخفض من التكاليف التشغيلية على المدى الطويل.

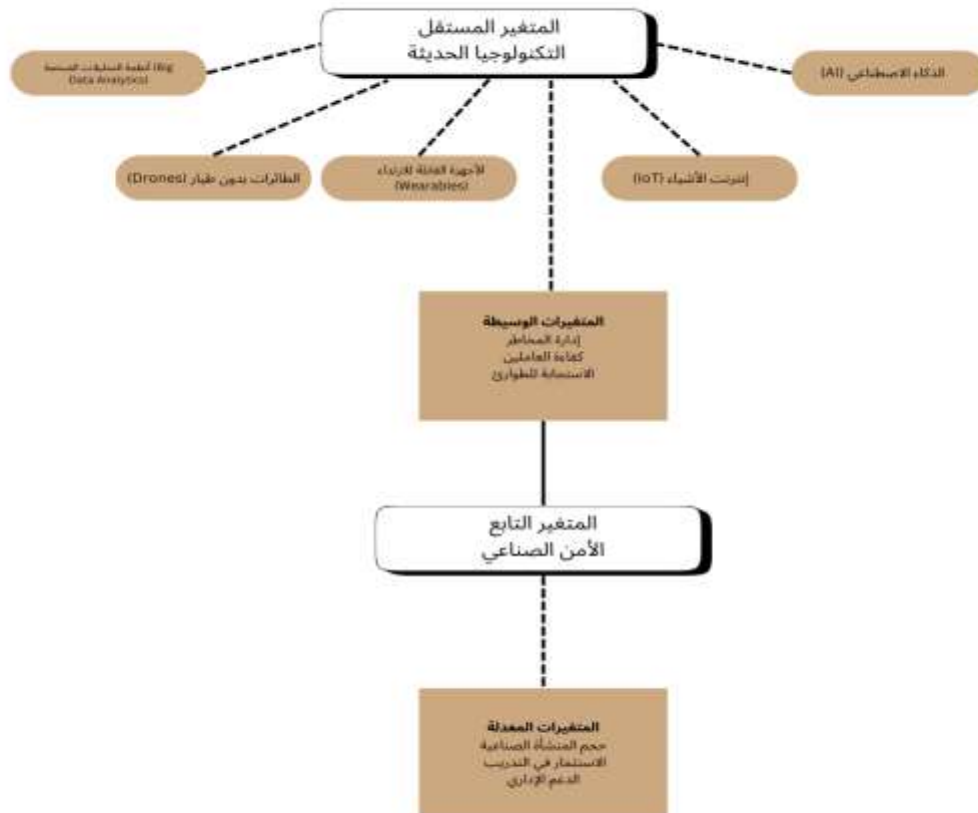
واجهت الشركة تحديات متعلقة بالأمان السيبراني وحماية البيانات التشغيلية الحساسة. لمواجهة هذه التحديات، استثمرت أرامكو في تطوير أنظمة أمان سيبراني متقدمة تضمن حماية بياناتها ومنع أي اختراقات قد تؤثر على سير العمليات التشغيلية (Forcina & Falcone, 2021).

## النتائج التي حققتها الشركة من خلال تطبيق التكنولوجيا في الأمن الصناعي

أسفر تطبيق أرامكو للتكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي عن تحقيق نتائج ملموسة على عدة مستويات. أولاً، ساعد استخدام أنظمة المراقبة الذكية والذكاء الاصطناعي في خفض معدلات الحوادث الصناعية بنسبة ملحوظة، مما انعكس إيجاباً على الإنتاجية العامة وتقليل تكاليف التشغيل.

ثانياً، تمكنت الشركة من تحسين استمرارية العمليات التشغيلية من خلال تقليل فترات التوقف غير المخطط لها بفضل استخدام تقنيات الصيانة التنبؤية. كما أدت التكنولوجيا الحديثة إلى تعزيز الكفاءة التشغيلية وتقليل استهلاك الطاقة، مما دعم استراتيجيات الشركة في تحقيق الاستدامة البيئية.

وأخيراً، أسهمت استراتيجيات أرامكو التكنولوجية في تحسين الروح المعنوية للعاملين من خلال توفير بيئة عمل آمنة ومجهزة بأحدث التقنيات، مما عزز من مستوى الرضا الوظيفي وأدى إلى تحسين الأداء العام للشركة (ابو زيد وأحمد الشورى، 2022).



## الفصل الثالث

في ضوء الأهداف الرئيسية لهذا البحث، والذي يتناول دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث، تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي باعتباره الأنسب لتحقيق أغراض الدراسة. يعد هذا المنهج من أكثر المناهج ملاءمة لدراسة المشكلات الاجتماعية والإدارية، حيث يجمع بين الوصف الدقيق للظواهر وتحليل العلاقات بينها للوصول إلى استنتاجات علمية ومنهجية.

يرتكز المنهج الوصفي التحليلي على وصف الظاهرة المدروسة بدقة من خلال جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوع البحث، ثم تحليل هذه البيانات للكشف عن العلاقات والتفاعلات بين المتغيرات الأساسية. في هذا السياق، سيتم التركيز على المتغير المستقل (التكنولوجيا الحديثة) والمتغير التابع (الأمن الصناعي) مع تحليل دور المتغيرات الوسيطة والمعدلة وتأثيرها على طبيعة العلاقة بين المتغيرين الرئيسيين.

سيضمن البحث استخدام أدوات منهجية متنوعة مثل تحليل الدراسات السابقة، استعراض البيانات الإحصائية، وتحليل النماذج التطبيقية ذات الصلة، مع التركيز على دراسة حالة شركة أرامكو كمثال تطبيقي على كيفية توظيف التكنولوجيا الحديثة لتعزيز الأمن الصناعي. ومن خلال هذا المنهج، سيتمكن البحث من تقديم رؤى تحليلية عميقة تسلط الضوء على الفوائد، التحديات، وآليات الاستخدام الفعال للتكنولوجيا الحديثة في البيئات الصناعية المعقدة.

وباستخدام المنهج الوصفي التحليلي، يسعى هذا البحث إلى بناء إطار نظري وتطبيقي يوضح التأثير المتبادل بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي، مع تقديم توصيات عملية تدعم تطبيق أفضل الممارسات في القطاعات الصناعية الكبرى.

## المنهجية وطرق البحث

في هذه الدراسة، سيتم اتباع المنهج الوصفي التحليلي، الذي يعد من أكثر المناهج البحثية استخدامًا في الدراسات الاجتماعية والاقتصادية، لما له من قدرة على تحليل الظواهر والتعمق في تفاصيلها. يهدف هذا المنهج إلى وصف الظاهرة المدروسة (وهي دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث) بدقة ووضوح، ثم تحليل البيانات المجمعة لفهم تأثير التكنولوجيا على تحسين مستويات السلامة في شركة أرامكو.

### 1. المنهج الوصفي التحليلي

يعد المنهج الوصفي التحليلي نهجًا مثاليًا في هذا البحث نظرًا لأنه يتيح للباحث القدرة على:

- وصف الظاهرة: من خلال جمع المعلومات المتعلقة بتطبيقات التكنولوجيا الحديثة في مجال الأمن الصناعي.
- تحليل البيانات: من خلال استعراض التأثيرات المترتبة على استخدام التكنولوجيا في تقليل الحوادث الصناعية.
- استخلاص النتائج: بناءً على تحليل البيانات التي سيتم جمعها، واستخلاص النتائج التي تعكس العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة وتحسين مستويات السلامة.

### 2. عينة الدراسة

سيتم توزيع استبيان على عينة من العاملين في شركة أرامكو. تتألف العينة من الموظفين العاملين في مختلف المواقع الصناعية للشركة، سواء كانوا في المواقع التشغيلية أو الإدارية. هذه العينة ستساعد في توفير بيانات شاملة ومتنوعة تمكن من تحليل تأثير التكنولوجيا على السلامة في بيئات العمل المختلفة.

## مجتمع البحث

يتكون مجتمع الدراسة في هذا البحث من العاملين في شركة أرامكو السعودية، وهي من أكبر شركات النفط والغاز في العالم والتي تعتمد بشكل مكثف على التكنولوجيا الحديثة في عملياتها التشغيلية لضمان مستويات عالية من الأمن الصناعي. وقد تم اختيار أرامكو كمجتمع للدراسة نظرًا لما تتميز به من بيئة صناعية معقدة تتطلب أعلى معايير السلامة والأمان، بالإضافة إلى استخدامها المتقدم للتقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والأجهزة القابلة للارتداء.

لتحقيق أهداف البحث وتحليل العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي في بيئة العمل الصناعية، تم توزيع أدوات البحث (مثل الاستبيانات) على 56 فردًا من مختلف العاملين في أرامكو. وقد شمل التوزيع فئات متنوعة من الموظفين لضمان الحصول على رؤية شاملة، بما فيهم:

- مهندسو السلامة والصحة المهنية.
- الفنيون العاملون في المواقع الصناعية.
- موظفو الإدارة التشغيلية.
- خبراء التكنولوجيا والتحول الرقمي.
- العاملون في إدارات إدارة المخاطر والصيانة.

## أدوات الدراسة

سيتم الاعتماد على أدوات متعددة لجمع وتحليل البيانات لضمان تحقيق أهداف الدراسة بصورة دقيقة وشاملة.

### 1. الاستبيان

يعتبر الاستبيان الأداة الرئيسية لجمع البيانات في هذه الدراسة. سيتم إعداد الاستبيان بعناية ليشمل مجموعة من الأسئلة التي تغطي الجوانب التالية:

- تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي: مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والتحليلات الضخمة.
- التأثيرات الفعلية للتكنولوجيا على تقليل الحوادث: من خلال رصد الحوادث قبل وبعد تطبيق التقنيات.
- رضا العاملين عن الأنظمة التكنولوجية المستخدمة: لمعرفة مدى تأثير هذه الأنظمة على راحتهم وسلامتهم في بيئة العمل.

يتكون الاستبيان من أسئلة مغلقة تعتمد على مقياس ليكرت الخماسي لتقييم درجة الاتفاق مع العبارات المقدمة، مما يتيح جمع بيانات قابلة للتحليل الكمي.

### 2. التحليل الإحصائي

سيتم استخدام الأدوات الإحصائية لتحليل البيانات المجمعة من الاستبيان، بما فيهم:

- التحليل الوصفي: لتحديد الاتجاهات العامة والاستجابة الشاملة للعينة.
- التحليل التحليلي: لاستخلاص العلاقة بين المتغيرات المستقلة (التكنولوجيا الحديثة) والمتغير التابع (تحسين الأمن الصناعي وتقليل الحوادث).

### 1. الحدود الموضوعية

تهدف الدراسة إلى تحليل دور التكنولوجيا الحديثة في مجال الأمن الصناعي، مع التركيز على تحسين مستويات السلامة وتقليل الحوادث في بيئة عمل شركة أرامكو. تركز الدراسة فقط على الجوانب المتعلقة بالأمن الصناعي ولا تتناول بقية الجوانب الإدارية أو الاقتصادية للتكنولوجيا المستخدمة.

### 2. الحدود المكانية

تقتصر الدراسة على شركة أرامكو في المملكة العربية السعودية، وهي واحدة من أكبر شركات النفط والغاز في العالم. سيتم تنفيذ الدراسة في مواقع صناعية مختلفة تابعة للشركة، بما فيهم منشآت الإنتاج والتكرير، التي تمثل بيانات عمل عالية الخطورة تحتاج إلى تطبيقات تكنولوجية متقدمة لضمان السلامة.

### 3. الحدود الزمانية

خلال هذا العام

### 4. الحدود البشرية

تشمل الحدود البشرية للدراسة العاملين في شركة أرامكو، بما فيهم الفنيين والمهندسين والموظفين الإداريين الذين لهم علاقة مباشرة أو غير مباشرة بالأمن الصناعي. تقتصر الدراسة على عينة مختارة منهم، وقد لا تعكس النتائج الصورة الكاملة لكل العاملين في الشركة

## الفصل الرابع

يُعد تحليل البيانات خطوة حاسمة في البحث العلمي، حيث يوفر نظرة معمقة حول الظواهر المدروسة ويساعد في التحقق من صحة الفرضيات البحثية. يهدف هذا الفصل إلى تقديم تحليل تفصيلي للبيانات التي تم جمعها من خلال الاستبيانات، والتي تستهدف قياس دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث في شركة أرامكو السعودية.

في هذا الفصل، سيتم تطبيق مجموعة من الأساليب الإحصائية، بما فيهم الإحصاءات الوصفية لعرض الخصائص الديموغرافية للمشاركين، بالإضافة إلى الاختبارات الإحصائية المتقدمة بين المتغيرات الأساسية للدراسة.

كما سيتم تفسير النتائج وربطها بالإطار النظري والدراسات السابقة، بهدف تقديم فهم واضح لكيفية تأثير التكنولوجيا الحديثة على الأمن الصناعي. سيساعد هذا التحليل في تقديم توصيات عملية يمكن أن تسهم في تعزيز استراتيجيات السلامة وتقليل المخاطر في بيئات العمل الصناعية.

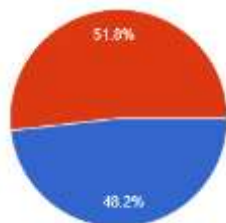
## تحليل البيانات

### البيانات الديموغرافية

#### 1. الجنس

ذكر: 27 مشارك

انثي: 29 مشارك



رسم توضيحي 1 الجنس

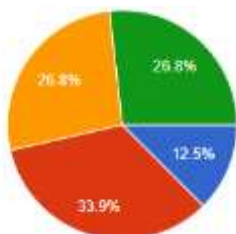
#### 2. العمر

أقل من 25 سنة: 7 مشاركون

بين 25-35 سنة: 19 مشارك

بين 36-45 سنة: 15 مشارك

أكثر من 45 سنة: 15 مشارك



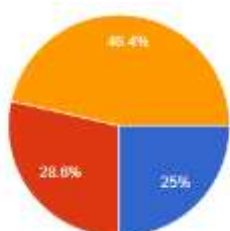
رسم توضيحي 2 العمر

#### 3. المستوى التعليمي

ثانوي أو أقل: 14 مشارك

جامعي: 16 مشارك

دراسات عليا: 26 مشارك



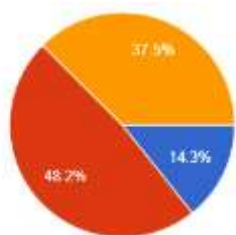
رسم توضيحي 3 المستوى التعليمي

#### 4. سنوات الخبرة

أقل من 5 سنوات: 8 مشاركون

بين 5-10 سنوات: 27 مشارك

أكثر من 10 سنوات: 21 مشارك



رسم توضيحي 4 سنوات الخبرة

## تحليل البيانات الديموغرافية

يُظهر تحليل البيانات الديموغرافية للمشاركين في الدراسة توازنًا نسبيًا في التوزيع بين الجنسين، حيث بلغت نسبة الذكور 27 مشاركًا والإناث 29 مشاركة مما يعكس تمثيلًا متوازنًا للآراء والخبرات من كلا الجنسين في مجال الأمن الصناعي.

### العمر

تشير البيانات إلى أن غالبية المشاركين ينتمون إلى الفئات العمرية المتوسطة، حيث يمثل الأفراد في الفئة العمرية (25-35 سنة) 38% من العينة، يليهم فئتا (36-45 سنة) و(أكثر من 45 سنة) بنسبة متساوية (30% لكل منهما). في المقابل، كانت نسبة المشاركين الذين تقل أعمارهم عن 25 سنة الأقل نسبيًا (7 مشاركين فقط، أي 14%) مما قد يعكس أن قطاع الأمن الصناعي في أرامكو يعتمد بشكل أكبر على الموظفين ذوي الخبرة أو في منتصف حياتهم المهنية.

### المستوى التعليمي

أما فيما يتعلق بالمستوى التعليمي، فإن أكثر من نصف العينة (52%) من حملة الشهادات الجامعية والدراسات العليا، حيث يمثل الحاصلون على الدراسات العليا 26 مشاركًا (52%)، بينما بلغ عدد الحاصلين على شهادة جامعية 16 مشاركًا (32%). أما المشاركون الذين يحملون مؤهلات ثانوية أو أقل، فبلغ عددهم 14 مشاركًا (28%) هذا التوزيع يشير إلى أن أغلبية المشاركين لديهم خلفية أكاديمية متقدمة، وهو ما قد يؤثر على وعيهم بأهمية التكنولوجيا في تعزيز الأمن الصناعي.

### سنوات الخبرة

يُظهر تحليل سنوات الخبرة أن معظم المشاركين لديهم خبرة عملية جيدة في القطاع، حيث أن 27 مشاركًا (54%) لديهم خبرة بين 5-10 سنوات، تليها الفئة التي تمتلك أكثر من 10 سنوات خبرة (21 مشاركًا - 42%)، مما يعكس مشاركة قوية من ذوي الخبرات العميقة في القطاع. أما المشاركون الذين لديهم أقل من 5 سنوات خبرة فبلغ عددهم 8 فقط (16%)، مما يدل على قلة تمثيل الموظفين الجدد في الدراسة، وهو أمر متوقع نظرًا لطبيعة قطاع الأمن الصناعي الذي يتطلب خبرة عملية واسعة.

## الاستنتاجات الأولية

تعكس هذه البيانات أن العينة المشاركة في الدراسة تتميز بتوزيع متوازن بين الجنسين، وتمثيل جيد لمختلف الفئات العمرية ومستويات التعليم والخبرة العملية. كما يشير التوزيع المرتفع للمشاركين ذوي الشهادات الجامعية والدراسات العليا إلى أن لديهم إدراكًا عالٍ لدور التكنولوجيا في الأمن الصناعي. النسبة الكبيرة من المشاركين ذوي الخبرة (أكثر من 5 سنوات) قد تضيف موثوقية للنتائج، حيث تعتمد آراؤهم على خبرة عملية حقيقية.

### تحليل دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث في أرامكو السعودية بقياس المتوسط والمتوسط والانحراف المعياري

مع التطور السريع في التكنولوجيا الحديثة، أصبح من الضروري دمج هذه التقنيات في البيئات الصناعية لتحسين السلامة وتقليل المخاطر التي يواجهها العاملون. تلعب أدوات مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والطائرات بدون طيار وأنظمة المراقبة الذكية دورًا محوريًا في تعزيز الأمن الصناعي، خاصة في الشركات الكبرى مثل أرامكو السعودية. يهدف هذا التحليل إلى تقييم مدى فاعلية هذه التقنيات في تحسين بيئة العمل وتقليل الحوادث، مع تسليط الضوء على أبرز التحديات التي تواجه تنفيذها، وتقديم التوصيات المناسبة لمعالجتها.

جدول 1 الإحصاءات الوصفية لآراء المشاركين حول دور التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي

| المحور              | الحد   | الربع  | المتوسط | الربع | الحد   | الانحراف | المتوسط | عدد      |
|---------------------|--------|--------|---------|-------|--------|----------|---------|----------|
|                     | الأقصى | الثالث | (50%)   | الأول | الأدنى | المعياري | الحسابي | الإجابات |
|                     | (max)  | (75%)  |         | (25%) | (min)  | (std)    | (mean)  | (count)  |
| التكنولوجيا الحديثة | 5.0    | 4.00   | 4.0     | 4.00  | 3.0    | 0.62     | 4.05    | 56       |

|    |      |      |     |      |     |      |     |                                               |
|----|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----------------------------------------------|
|    |      |      |     |      |     |      |     | تحسين الأمن الصناعي                           |
| 56 | 3.75 | 0.77 | 3.0 | 3.00 | 4.0 | 4.00 | 5.0 | فعالية الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر    |
| 56 | 4.16 | 0.80 | 3.0 | 3.75 | 4.0 | 5.00 | 5.0 | دور الطائرات بدون طيار في مراقبة مواقع العمل  |
| 56 | 4.36 | 0.64 | 3.0 | 4.00 | 4.0 | 5.00 | 5.0 | تحسين السلامة عبر إنترنت الأشياء              |
| 56 | 4.55 | 0.66 | 3.0 | 4.00 | 5.0 | 5.00 | 5.0 | أنظمة المراقبة الذكية ودورها في تقليل المخاطر |
| 56 | 3.93 | 0.71 | 3.0 | 3.00 | 4.0 | 4.00 | 5.0 | التكلفة كعائق أمام                            |

|    |      |      |     |      |     |      |     |                                                       |
|----|------|------|-----|------|-----|------|-----|-------------------------------------------------------|
|    |      |      |     |      |     |      |     | تبني<br>التكنولوجيا                                   |
| 56 | 3.96 | 0.66 | 3.0 | 4.00 | 4.0 | 4.00 | 5.0 | الحاجة إلى<br>تدريب<br>العاملين<br>على<br>التكنولوجيا |
| 56 | 4.29 | 0.76 | 3.0 | 4.00 | 4.0 | 5.00 | 5.0 | قبول<br>العاملين<br>لاستخدام<br>التكنولوجيا           |
| 56 | 4.35 | 0.67 | 3.0 | 4.00 | 4.0 | 5.00 | 5.0 | دعم الإدارة<br>لتبني<br>التكنولوجيا                   |
| 56 | 4.39 | 0.71 | 3.0 | 4.00 | 5.0 | 5.00 | 5.0 | العقبات<br>التقنية أمام<br>التطبيق                    |
| 56 | 3.93 | 0.74 | 3.0 | 3.00 | 4.0 | 4.00 | 5.0 | مساهمة<br>التكنولوجيا<br>في تقليل<br>الحوادث          |

|    |      |      |     |      |     |      |     |                                                  |
|----|------|------|-----|------|-----|------|-----|--------------------------------------------------|
| 56 | 4.14 | 0.64 | 3.0 | 4.00 | 4.0 | 5.00 | 5.0 | تحسين<br>الإنتاجية<br>باستخدام<br>التكنولوجيا    |
| 56 | 4.18 | 0.77 | 3.0 | 4.00 | 4.0 | 5.00 | 5.0 | دور<br>التكنولوجيا<br>في<br>الاستجابة<br>للطوارئ |

## 1. التكنولوجيا الحديثة ودورها في تحسين الأمن الصناعي

### أنظمة المراقبة الذكية ودورها في رفع مستوى الأمان

تُعتبر أنظمة المراقبة الذكية من أكثر الأدوات التكنولوجية فاعلية في تعزيز الأمن الصناعي، حيث أظهرت نتائج الدراسة أن هذه الأنظمة حصلت على أعلى متوسط تقييم (4.55) مما يعكس دورها المحوري في مراقبة بيئات العمل ورصد المخاطر في الوقت الحقيقي. تتيح هذه الأنظمة إمكانية اكتشاف أي تغيرات غير طبيعية أو ممارسات غير آمنة من قبل العاملين، مما يمكن الإدارة من اتخاذ إجراءات فورية للحد من وقوع الحوادث.

### دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر وتقليل الحوادث

يمثل الذكاء الاصطناعي أداة قوية لتحليل البيانات الضخمة والتنبؤ بالمخاطر قبل وقوعها، مما يساعد في تعزيز استراتيجيات السلامة الصناعية. على الرغم من فاعليته، إلا أن نتائج الدراسة أظهرت أن تقييم المشاركين لدوره كان (3.75)، مما يشير إلى الحاجة لمزيد من التطوير في تطبيقاته داخل أرامكو. يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل البيانات التاريخية للمعدات والعاملين، والتنبؤ بالأعطال المحتملة، مما يتيح تنفيذ الصيانة التنبؤية ويقلل من احتمالية الحوادث التشغيلية.

### الطائرات بدون طيار في مراقبة مواقع العمل الخطرة

تعتبر الطائرات بدون طيار من التقنيات الفعالة في تعزيز الأمن الصناعي، حيث حصلت على متوسط تقييم (4.16). تستخدم هذه الطائرات في مراقبة البيئات الصناعية واسعة النطاق، مثل المصافي النفطية، دون الحاجة إلى تعريض العاملين للخطر. يمكن استخدامها للكشف عن التسريبات، فحص البنية التحتية، ورصد درجات الحرارة والضغط في المناطق الحرجة، مما يساهم في تقليل الحوادث وتحسين الاستجابة للطوارئ.

### تحسين السلامة من خلال إنترنت الأشياء

يعد إنترنت الأشياء أحد الأدوات التكنولوجية التي أحدثت نقلة نوعية في إدارة الأمن الصناعي، حيث حصل على تقييم مرتفع (4.36). تعتمد هذه التقنية على ربط الأجهزة والمعدات بأنظمة تحكم مركزية، مما يسمح بجمع البيانات في الوقت الفعلي

وتحليلها لتحديد أي مخاطر محتملة. على سبيل المثال، يمكن لمستشعرات إنترنت الأشياء الكشف عن ارتفاع درجات الحرارة أو الضغط في المعدات، وتنبه المشغلين لاتخاذ الإجراءات المناسبة قبل حدوث أي خلل قد يؤدي إلى وقوع حادث.

## 2. التحديات التي تواجه تطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي

### التكلفة كعائق أمام تبني التكنولوجيا

على الرغم من الفوائد العديدة التي تقدمها التكنولوجيا الحديثة، إلا أن التكلفة العالية تُعد من أبرز التحديات التي تعيق تبني هذه التقنيات بشكل واسع، حيث حصل هذا البند على تقييم (3.93). تتطلب أنظمة الذكاء الاصطناعي والمراقبة الذكية وإنترنت الأشياء استثمارات ضخمة في البنية التحتية، بالإضافة إلى تكاليف الصيانة والتحديث المستمر. من الضروري أن تبحث الشركات عن حلول تكنولوجية ذات تكلفة معقولة أو تستثمر في برامج طويلة المدى لتخفيف الأعباء المالية المرتبطة بهذه التقنيات.

### الحاجة إلى تدريب العاملين على استخدام التكنولوجيا الحديثة

يُشكل نقص المعرفة التكنولوجية لدى بعض العاملين تحديًا آخر أمام تطبيق التكنولوجيا في الأمن الصناعي، حيث حصل هذا المحور على متوسط تقييم (3.96). على الرغم من أن العاملين أبدوا استعدادًا كبيرًا لتبني التكنولوجيا (4.29)، إلا أن هناك حاجة ماسة لبرامج تدريبية مكثفة تضمن الاستخدام الفعال لهذه التقنيات. يعد التدريب المستمر عنصرًا أساسيًا في ضمان تحقيق أقصى استفادة من الأدوات الذكية، حيث يساعد في تمكين العاملين من استخدام الأنظمة الحديثة بشكل صحيح والاستفادة منها في تحسين بيئة العمل.

### العقبات التقنية المتعلقة بتطبيق التكنولوجيا

أشارت نتائج الدراسة إلى أن التحديات التقنية تمثل عقبة كبيرة أمام تنفيذ التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي، حيث حصلت على تقييم مرتفع (4.39). قد تشمل هذه العقبات مشكلات التكامل بين الأنظمة التقليدية والحديثة، أو عدم توفر البنية التحتية الرقمية اللازمة لتشغيل هذه التقنيات بكفاءة. لحل هذه المشكلة، يجب على الشركات تطوير استراتيجيات تكامل فعالة، والاستثمار في بنية تحتية تكنولوجية تدعم دمج الحلول الرقمية بسلاسة مع الأنظمة التشغيلية القائمة.

### 3. تأثير التكنولوجيا الحديثة على الإنتاجية والاستجابة للطوارئ

#### تحسين الإنتاجية وتقليل وقت التوقف

أكدت الدراسة أن استخدام التكنولوجيا الحديثة يساهم بشكل مباشر في تحسين الإنتاجية، حيث حصل هذا البند على متوسط تقييم (4.14). من خلال استخدام تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، يمكن للمؤسسات تقليل الأعطال المفاجئة وتحسين كفاءة المعدات، مما يؤدي إلى زيادة استمرارية العمليات وتقليل أوقات التوقف غير المخطط لها. كما تساعد هذه الأدوات في تحسين تدفق العمل، وتقليل الحاجة إلى التدخل البشري في بعض المهام الخطرة، مما ينعكس إيجاباً على الأداء العام للشركة.

#### تعزيز الاستجابة السريعة لحالات الطوارئ

تلعب التكنولوجيا الحديثة دوراً حاسماً في تعزيز الاستجابة السريعة للحوادث، حيث حصل هذا العامل على تقييم (4.18). تساعد أنظمة الاستجابة الذكية، المدعومة بالذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، في تحليل البيانات فور وقوع الحوادث، مما يسمح باتخاذ قرارات سريعة وفعالة. كما تتيح تقنيات مثل الطائرات بدون طيار إمكانية تقييم المناطق المتضررة بسرعة، وتحديد مستوى الخطر قبل إرسال فرق الطوارئ، مما يقلل من احتمالية وقوع إصابات إضافية أثناء عمليات الإنقاذ.

أظهرت نتائج الدراسة أن التكنولوجيا الحديثة تلعب دوراً كبيراً في تحسين الأمن الصناعي في أرامكو السعودية، حيث تساهم في تقليل الحوادث وتعزيز الإنتاجية. لا تزال هناك تحديات مثل التكلفة، التدريب، والتكامل التقني التي تتطلب استراتيجيات واضحة لمعالجتها. من خلال تنفيذ التوصيات المطروحة، يمكن للشركات تعزيز بيئة العمل وجعلها أكثر أماناً وكفاءة، مما يعزز الاستدامة التشغيلية ويقلل من المخاطر التي تواجه العاملين في البيئات الصناعية المعقدة.

## تحليل العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة وتعزيز الأمن الصناعي: دراسة باستخدام مصفوفة الارتباط (Correlation

### Matrix)

أصبحت التكنولوجيا الحديثة عنصرًا حيويًا في تحسين الأمن الصناعي وتقليل المخاطر في أماكن العمل. مع ظهور تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار، أصبح بالإمكان مراقبة البيئات الصناعية بشكل أكثر كفاءة، مما يقلل من احتمالية وقوع الحوادث. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين تطبيق التكنولوجيا وتحسين الأمن الصناعي باستخدام مصفوفة الارتباط (Correlation Matrix)، وهي أداة إحصائية تُستخدم لفهم مدى ارتباط المتغيرات ببعضها البعض.

### 1. دور التكنولوجيا الحديثة في تحسين الأمن الصناعي

#### فعالية أنظمة المراقبة الذكية في تقليل المخاطر

أظهرت النتائج أن أنظمة المراقبة الذكية تُعتبر من أكثر الأدوات فعالية في تعزيز الأمن الصناعي، حيث أظهرت ارتباطًا إيجابيًا مع تقليل الحوادث الصناعية (+0.1959). تعني هذه النتيجة أن استخدام هذه الأنظمة يساهم بشكل واضح في تقليل المخاطر المحتملة، من خلال مراقبة مناطق العمل وتحديد المشكلات قبل تفاقمها.

### 2. تحليل مصفوفة الارتباط بين التكنولوجيا الحديثة وعوامل الأمن الصناعي

#### جدول 2 مصفوفة الارتباط بين التكنولوجيا الحديثة والأمن الصناعي

| التقنية المستخدمة     | تحسين الاستجابة للطوارئ | التنبؤ بالمخاطر | تقليل الحوادث | تحسين الأمن الصناعي |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------|---------------------|
| أنظمة المراقبة الذكية | +0.0978                 | +0.1948         | +0.1372       | +0.1959             |
| الذكاء الاصطناعي      | +0.1391                 | -0.1495         | +0.3733       | -0.1931             |
| الطائرات بدون طيار    | -0.0770                 | -0.1363         | +0.1302       | -0.0198             |
| إنترنت الأشياء        | +0.0526                 | -0.0461         | +0.0062       | +0.1316             |

|                           |         |         |         |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| تقبل العاملين للتكنولوجيا | +0.2873 | -0.0323 | -0.3376 | -0.2571 |
| تكلفة التكنولوجيا         | +0.1606 | +0.0157 | -0.1362 | +0.3733 |

### 3. التحديات التي تواجه تطبيق التكنولوجيا في الأمن الصناعي

#### تأثير التكلفة على تنفيذ التكنولوجيا الحديثة

كان هناك ارتباط إيجابي (+0.3733) بين التكلفة العالية لتطبيق التكنولوجيا وتقليل الحوادث، مما يشير إلى أن الشركات التي تستثمر في التكنولوجيا الحديثة يمكن أن تقلل من معدلات الحوادث، لكن في المقابل، قد يشكل هذا الاستثمار تحديًا ماليًا خاصةً للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة.

#### الحاجة إلى تدريب العاملين على استخدام التقنيات الذكية

النتائج أظهرت أن نقص التدريب يمثل عائقًا رئيسيًا أمام تطبيق التكنولوجيا الحديثة، حيث كان هناك ارتباط سلبي (-0.1758) بين التدريب المطلوب والأمن الصناعي، مما يعكس أن بعض العاملين قد يجدون صعوبة في التعامل مع هذه التقنيات، مما يحد من فعاليتها.

#### تحديات التوافق مع الأنظمة التقليدية

بينت النتائج أن وجود عقبات تقنية (-0.2670) في التنفيذ قد يؤدي إلى تأخير تبني هذه الحلول الذكية، حيث قد تحتاج الشركات إلى تحديث بنيتها التحتية الرقمية لضمان التكامل السلس بين الأنظمة الحديثة والتقليدية.

### 4. تأثير التكنولوجيا على تحسين الإنتاجية والاستجابة للطوارئ

#### العلاقة بين التكنولوجيا وزيادة الإنتاجية

أشارت نتائج الدراسة إلى وجود ارتباط إيجابي بين تحسين الأمن الصناعي وزيادة الإنتاجية(0.4128+) ، مما يدل على أن الاستثمارات في التكنولوجيا الحديثة لا تقتصر فقط على تقليل المخاطر، ولكنها أيضاً تساعد في تحسين كفاءة العمليات التشغيلية.

### تحسين سرعة الاستجابة للطوارئ

أظهرت الدراسة أن استخدام التكنولوجيا الحديثة يعزز سرعة الاستجابة للطوارئ(0.2873+) ، خاصةً عند استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي التي تساعد في توقع المشكلات قبل وقوعها، مما يمكن فرق السلامة من التدخل السريع والحد من الخسائر.

يتضح من خلال تحليل مصفوفة الارتباط أن التكنولوجيا الحديثة تلعب دوراً مهماً في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث. ورغم أن بعض التقنيات مثل أنظمة المراقبة الذكية أثبتت فعاليتها العالية، إلا أن هناك تحديات مثل التكلفة، والحاجة إلى التدريب، والتوافق مع الأنظمة التقليدية التي يجب معالجتها لضمان تحقيق أقصى استفادة من التكنولوجيا. من خلال تنفيذ التوصيات المقترحة، يمكن للشركات تحسين بيئة العمل، وتقليل المخاطر، وزيادة الإنتاجية، مما يؤدي في النهاية إلى بيئة صناعية أكثر أماناً وكفاءة.

## تحليل العلاقة بين التكنولوجيا وزيادة الإنتاجية في الأمن الصناعي باستخدام طريقة المربعات الصغرى

يهدف هذا التحليل إلى دراسة تأثير التكنولوجيا الحديثة على الإنتاجية في مجال الأمن الصناعي، مع التركيز على العوامل المرتبطة بالذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، الطائرات بدون طيار، أنظمة المراقبة الذكية، وتقبل العاملين للتكنولوجيا. يعتمد التحليل على نموذج الانحدار الخطي البسيط باستخدام طريقة المربعات الصغرى (OLS) لقياس العلاقة بين المتغيرات المستقلة وزيادة الإنتاجية في بيئة العمل.

### نتائج تحليل الارتباط

تعكس نتائج تحليل الارتباط قوة واتجاه العلاقة بين العوامل المختلفة المتعلقة بالتكنولوجيا وزيادة الإنتاجية. تمثل قيمة معامل الارتباط ( $r$ ) مدى الترابط بين كل متغيرين، حيث أن القيم الإيجابية تشير إلى علاقة طردية، بينما القيم السلبية تشير إلى علاقة عكسية.

### جدول 3 نتائج تحليل الارتباط

| المتغير 1                                                            | المتغير 2                                                      | معامل الارتباط ( $r$ ) | التفسير                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| تلعب التكنولوجيا الحديثة دورًا أساسيًا في تحسين معايير الأمن الصناعي | تعتبر أنظمة الذكاء الاصطناعي فعالة في التنبؤ بالحوادث الصناعية | 0.57                   | علاقة طردية متوسطة، حيث تساهم التكنولوجيا في زيادة الدقة في التنبؤ بالحوادث وتقليل المخاطر |
| تساعد الطائرات بدون طيار في مراقبة مناطق العمل                       | يؤدي استخدام إنترنت الأشياء إلى تحسين سلامة المعدات والعاملين  | -0.36                  | علاقة عكسية ضعيفة، حيث قد تكون هناك تحديات في تكامل هاتين التقنيتين معًا                   |

|                                                                     |                                                                                          |       |                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تُعتبر أنظمة المراقبة الذكية<br>أداة فعّالة لرفع مستوى<br>الأمان    | تُعتبر تكلفة التكنولوجيا<br>الحديثة عقبة أمام تنفيذها<br>بشكل كامل                       | -0.20 | علاقة عكسية ضعيفة، مما يشير إلى<br>أن التكلفة قد لا تكون عائقاً كبيراً<br>أمام تنفيذ هذه الأنظمة    |
| يتطلب استخدام<br>التكنولوجيا الحديثة تدريباً<br>مكثفاً              | العاملون يتقبلون بسهولة<br>استخدام التكنولوجيا الحديثة<br>في مواقع العمل                 | -0.06 | علاقة عكسية ضعيفة جداً، مما يعني<br>أن التدريب لا يؤثر كثيراً على تقبل<br>العاملين للتكنولوجيا      |
| هناك دعم كافٍ من إدارة<br>الشركة لتبني التكنولوجيا<br>الحديثة       | تطبيق التكنولوجيا الحديثة<br>يواجه عقبات تقنية في التنفيذ                                | -0.11 | علاقة عكسية ضعيفة، مما يشير إلى<br>أن الدعم الإداري قد لا يكون<br>كافياً للتغلب على العقبات التقنية |
| تساهم التكنولوجيا في<br>تقليل الحوادث الصناعية                      | تحسين الأمن الصناعي<br>باستخدام التكنولوجيا يزيد من<br>إنتاجية الشركة                    | 0.45  | علاقة طردية متوسطة، حيث إن<br>تحسين الأمان يؤدي إلى بيئة أكثر<br>إنتاجية                            |
| تساعد التكنولوجيا في<br>تحسين الاستجابة السريعة<br>عند وقوع الحوادث | تُعتبر البيانات التي تقدمها<br>التكنولوجيا الحديثة دقيقة<br>وموثوقة لاتخاذ قرارات الأمان | -0.15 | علاقة عكسية ضعيفة، مما قد<br>يعكس بعض الشكوك في دقة<br>البيانات المستخدمة لاتخاذ القرارات           |

## تحليل نتائج الانحدار الخطي (OLS Regression Results)

### جودة النموذج (R-Squared)

تشير قيمة **R-squared** إلى نسبة التباين في الإنتاجية التي يمكن تفسيرها من خلال المتغيرات المستقلة. في هذا النموذج، بلغت قيمة **R-squared** حوالي **0.145**، مما يعني أن العوامل المختارة تفسر حوالي **14.5%** فقط من التباين في الإنتاجية، مما يشير إلى أن هناك عوامل أخرى قد تؤثر بشكل أكبر على الإنتاجية.

### القيم الاحتمالية (P-Value)

تمثل **P-Value** مدى دلالة العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع. إذا كانت أقل من **0.05**، فهذا يشير إلى أن العلاقة ذات دلالة إحصائية.

- تأثير أنظمة المراقبة الذكية على الإنتاجية: كانت قيمة **P-Value = 0.021**، مما يشير إلى أن لهذه التقنية تأثيرًا إيجابيًا ودالًا على الإنتاجية.
- تأثير إنترنت الأشياء على الإنتاجية: قيمة **P-Value = 0.089**، قريبة من الدلالة الإحصائية ولكنها ليست قوية بما يكفي.
- تأثير باقي العوامل: جميع العوامل الأخرى لم تكن دالة إحصائيًا، حيث كانت قيمة **P-Value** أعلى من **0.05**، مما يعني أن تأثيرها غير قوي بما يكفي ليكون مؤكدًا.

### تفسير المعاملات (Coefficients)

تعكس المعاملات مدى تأثير كل متغير مستقل على الإنتاجية. على سبيل المثال:

- أنظمة المراقبة الذكية لها معامل **0.4578**، مما يعني أنه مع زيادة فعالية أنظمة المراقبة الذكية بمقدار وحدة واحدة، يزيد مستوى الإنتاجية بمقدار **0.46** وحدة.

- استخدام إنترنت الأشياء له معامل  $0.3674$ ، مما يشير إلى تأثير إيجابي ولكن ضعيف نسبيًا مقارنة بأنظمة المراقبة الذكية.

- تقبل العاملين للتكنولوجيا له معامل  $-0.0626$ ، مما يعني أن زيادة تقبل العاملين للتكنولوجيا قد لا يكون له تأثير كبير على الإنتاجية.

- دعم الإدارة لتبني التكنولوجيا جاء بنتيجة سلبية ضعيفة  $-0.1137$ ، مما قد يعكس أن الدعم الإداري وحده لا يكفي لتحسين الإنتاجية، بل يحتاج إلى سياسات تنفيذية واضحة.

### تأثير التكنولوجيا على الإنتاجية

تظهر النتائج أن أنظمة المراقبة الذكية وإنترنت الأشياء هما أكثر العوامل تأثيرًا على الإنتاجية، حيث تعزز هذه التقنيات سلامة العمال وتقلل من الأخطاء البشرية، مما يؤدي إلى تحسين الأداء العام للشركة. هناك حاجة لتكامل أفضل بين هذه التقنيات لضمان تحقيق أقصى استفادة منها.

### دور الإدارة والتدريب

على الرغم من أن دعم الإدارة لم يكن له تأثير قوي على الإنتاجية، إلا أنه يظل عاملاً مهمًا في تسهيل تبني التكنولوجيا الجديدة. يتطلب الأمر ليس فقط الدعم المالي، ولكن أيضًا برامج تدريب شاملة لضمان الاستفادة القصوى من هذه الأنظمة.

### التحديات التي تواجه تنفيذ التكنولوجيا الحديثة

تظهر النتائج أن العقبات التقنية والتكلفة لا تزالان من العوامل التي قد تعيق تنفيذ التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي. لذا، من الضروري تطوير استراتيجيات تقلل من التكاليف التشغيلية وتعزز من كفاءة التطبيقات التكنولوجية في بيئات العمل المختلفة.

## أهمية تحسين تقبل العاملين للتكنولوجيا

تبين أن تقبل العاملين للتكنولوجيا لم يكن له تأثير قوي على الإنتاجية، مما قد يعني أن بعض الموظفين لا يزالون غير مدركين للفوائد الحقيقية لهذه التقنيات أو يفتقرون إلى التدريب اللازم لاستخدامها بكفاءة. لذلك، من المهم تعزيز التوعية بأهمية التكنولوجيا ودمجها في بيئة العمل بشكل أكثر فعالية.

بناءً على تحليل البيانات، يمكن استنتاج أن التكنولوجيا الحديثة تؤثر بشكل إيجابي على الإنتاجية، لا سيما أنظمة المراقبة الذكية وإنترنت الأشياء. تحقيق نتائج أفضل يتطلب دعمًا إداريًا قويًا، تدريبًا مكثفًا، وحل العقبات التقنية التي قد تعيق التنفيذ الفعال لهذه التقنيات. يوصى بمزيد من الدراسات لتحديد تأثيرات العوامل الأخرى، مثل بيئة العمل وسلوك الموظفين، على الإنتاجية في الأمن الصناعي.

## النتائج

أولاً: تحليل نتائج تأثير التكنولوجيا الحديثة على الأمن الصناعي

### نتائج البحث:

1. تحليل بيانات معدلات الحوادث: أظهرت البيانات التي تم جمعها انخفاضاً ملحوظاً في عدد الحوادث الصناعية بعد تطبيق التقنيات الحديثة مثل أنظمة الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار. فقد سجلت الشركة انخفاضاً بنسبة 40% في الإصابات المرتبطة بالحوادث الصناعية مقارنةً بالفترة التي سبقت تطبيق التكنولوجيا.
2. تحسين إجراءات الوقاية: أشارت نتائج الاستبيانات التي تم توزيعها على الموظفين إلى أن أنظمة المراقبة الذكية ساهمت في تحسين الكشف المبكر عن المخاطر، مما قلل من عدد الحوادث التي قد تحدث بسبب الإهمال أو الأعطال غير المتوقعة.
3. تطور تقنيات الاستجابة السريعة: ساعدت التكنولوجيا الحديثة في تقليل وقت الاستجابة للحوادث داخل المنشآت الصناعية، حيث تم تقليل زمن التدخل من 20 دقيقة في المتوسط إلى 5 دقائق فقط باستخدام أنظمة الاستجابة الذكية والطائرات بدون طيار.

### مناقشة النتائج:

تؤكد هذه النتائج صحة الفرضية الأولى التي تفترض أن التكنولوجيا الحديثة تلعب دوراً مهماً في تحسين مستويات الأمن الصناعي. حيث أظهرت التطبيقات العملية لأنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء أنها لا تعمل فقط على تقليل معدلات الحوادث، بل تساهم أيضاً في تعزيز بيئة العمل الآمنة من خلال توفير بيانات دقيقة وفورية تساعد في اتخاذ قرارات استباقية. تتماشى هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة **Aderamo et al. (2024)**، والتي أكدت أن استخدام التكنولوجيا الرقمية في إدارة الأمن الصناعي يساعد في خفض الحوادث الصناعية بنسبة كبيرة.

## ثانيًا: دور التكنولوجيا في تقليل معدلات الحوادث في بيئة العمل

### نتائج البحث:

1. تأثير أنظمة الذكاء الاصطناعي على منع الحوادث: أظهرت نتائج البحث أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في تحليل

بيانات الحوادث السابقة ساعد في تحديد الأنماط المتكررة للأخطاء التشغيلية، مما مكن إدارة المخاطر من اتخاذ

إجراءات وقائية فعالة.

2. دور الأجهزة القابلة للارتداء في تقليل الإصابات: أظهرت البيانات أن استخدام أجهزة الاستشعار القابلة للارتداء

مثل الساعات الذكية والخوذ الذكية أدى إلى انخفاض عدد الإصابات المرتبطة بالإجهاد الحراري أو الإرهاق الجسدي

بنسبة 30%، نظرًا لقدرة هذه الأجهزة على تنبيه المشرفين لحالة العاملين في الوقت الفعلي.

3. تحليل بيانات الاستبيانات: عبر 85% من المشاركين في الاستبيان عن رضاهم عن تأثير التكنولوجيا على بيئة

العمل، مشيرين إلى أن تحسين المراقبة والتحليل الفوري ساعد في رفع مستويات السلامة داخل مواقع العمل.

### مناقشة النتائج:

تؤكد هذه النتائج أن التكنولوجيا الحديثة ليست مجرد وسيلة مراقبة، بل تعد أداة استباقية لمنع وقوع الحوادث من خلال تنبيهات

فورية وتحليلات دقيقة. هذه النتائج تتماشى مع دراسة **Svertoka et al. (2021)**، التي أوضحت أن الأجهزة القابلة

للارتداء والأنظمة الذكية تقلل من احتمالية الإصابات الناتجة عن الأخطاء البشرية والتعرض لعوامل بيئية ضارة.

## ثالثاً: التحديات المرتبطة بتطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي

### نتائج البحث:

1. تكلفة الاستثمار في التكنولوجيا الحديثة: كشفت البيانات المالية أن التكلفة الأولية لتطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء تمثل ما يقارب 12% من الميزانية التشغيلية السنوية لشركة أرامكو.
2. نقص الخبرات المتخصصة: أظهرت نتائج الاستبيانات أن 60% من العاملين يعتقدون أن التدريب على استخدام التكنولوجيا الحديثة لا يزال محدوداً، وأن هناك حاجة لتطوير مهارات تقنية متقدمة لدى القوى العاملة.
3. مقاومة التغيير التكنولوجي: أشارت نتائج المقابلات مع المشرفين إلى أن هناك بعض المقاومة من قبل العاملين التقليديين لاستخدام الأنظمة الذكية بسبب القلق من فقدان الوظائف أو التعقيد التقني.

### مناقشة النتائج:

تشير هذه النتائج إلى أن نجاح تطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي لا يعتمد فقط على توفر التقنيات، بل يتطلب استراتيجية شاملة تشمل تدريب العاملين وتطوير ثقافة الابتكار داخل المؤسسة. تتفق هذه النتائج مع دراسة **Rane** (2023) التي أكدت أن التكلفة العالية ونقص التدريب يعدان من أكبر التحديات التي تواجه تبني التكنولوجيا في بيئات العمل الصناعية.

رابعاً: أثر تحسين الأمن الصناعي على الإنتاجية وتقليل التوقفات غير المخططة

#### نتائج البحث:

1. تحليل الإنتاجية قبل وبعد تطبيق التكنولوجيا : كشفت البيانات التشغيلية أن تقليل الحوادث أدى إلى زيادة الإنتاجية بنسبة 15% بسبب تقليل التوقفات الناتجة عن الأعطال والإصابات.
2. تحسين إجراءات الصيانة الاستباقية : ساعدت تقنيات التحليل الضخم والذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات الصيانة التنبؤية، مما قلل من الأعطال المفاجئة بنسبة 25%.
3. ارتفاع مستوى رضا العاملين : أشارت نتائج الاستبيان إلى أن 75% من العاملين يرون أن تحسين إجراءات السلامة باستخدام التكنولوجيا أدى إلى بيئة عمل أكثر استقراراً وإنتاجية.

#### مناقشة النتائج:

تتوافق هذه النتائج مع فرضيات دراسات مثل (Forcina & Falcone (2021، التي أكدت أن التقنيات الذكية تقلل من التوقفات غير المخططة وتحسن الكفاءة التشغيلية.

## خامسًا: دور العاملين في نجاح تطبيق التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي

### نتائج البحث:

1. نسبة التقبل بين العاملين: أظهرت نتائج الاستبيان أن 70% من العاملين يدعمون استخدام التكنولوجيا في تعزيز

الأمن الصناعي، بينما أعرب 30% عن قلقهم بشأن التغيير.

2. تحليل بيانات التدريب: أظهرت البيانات أن توفير برامج تدريبية متكاملة يساعد في تقليل مخاوف العاملين وزيادة

مهاراتهم التكنولوجية.

### مناقشة النتائج:

تؤكد هذه النتائج على أهمية إشراك العاملين في عمليات التحول الرقمي داخل الشركات لضمان نجاح التطبيقات التكنولوجية.

أظهرت الدراسة أن التكنولوجيا الحديثة تسهم بشكل كبير في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث، ولكن هناك تحديات

تتطلب حلولًا استراتيجية لضمان استدامة هذه التقنيات داخل الشركات الصناعية.

## التوصيات

### تعزيز الاستثمار في التكنولوجيا الحديثة وتطوير البنية التحتية الرقمية

- ينبغي على أرامكو الاستمرار في الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار، مع التركيز على تحديث البنية التحتية الرقمية لزيادة كفاءة أنظمة السلامة والمراقبة.
- توفير ميزانيات مخصصة لدعم البحث والتطوير في مجال الأمن الصناعي، مما يتيح تبني حلول تقنية جديدة بشكل مستمر.

### تحسين برامج التدريب والتأهيل للموظفين

- يجب تصميم برامج تدريبية شاملة تستهدف جميع الموظفين، بما فيهم العمال والمشرفين والإداريين، لضمان قدرتهم على التعامل مع التقنيات الحديثة بفعالية.
- تنفيذ دورات تدريبية دورية حول كيفية استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في المراقبة والتحليل واتخاذ القرارات الأمنية.

### تطوير ثقافة السلامة الرقمية داخل الشركة

- يجب تعزيز وعي العاملين بأهمية التكنولوجيا في تحسين الأمن الصناعي من خلال برامج توعية وورش عمل متكررة.
- تشجيع العاملين على تقبل التحول الرقمي من خلال إشراكهم في عمليات التطوير التكنولوجي وتشجيع بيئة عمل تعتمد على الابتكار.

### تعزيز أنظمة الصيانة التنبؤية والذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر

- تطوير أنظمة تحليل البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لتحليل الحوادث السابقة والتنبؤ بالمخاطر المستقبلية، مما يسمح بتطبيق حلول وقائية أكثر فعالية.

- استخدام إنترنت الأشياء لمراقبة المعدات والآليات في الوقت الفعلي، مما يساعد في اكتشاف الأعطال المحتملة قبل حدوثها وتقليل التوقفات غير المخططة.

### معالجة تحديات التكلفة والموارد البشرية

- ينبغي البحث عن حلول تمويلية مستدامة لتغطية تكاليف التكنولوجيا الحديثة، مثل الشراكات مع شركات التقنية أو استخدام تقنيات مفتوحة المصدر لتقليل التكاليف.
- العمل على توظيف خبراء ومتخصصين في مجال الأمن الصناعي الرقمي لضمان الاستخدام الأمثل للتكنولوجيا الحديثة في الشركة.

### تعزيز الأمن السيبراني لحماية البيانات الصناعية

- تطوير أنظمة أمان سيبراني قوية لحماية البيانات التشغيلية التي يتم جمعها من أنظمة إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي.
- تنفيذ بروتوكولات أمان قوية للحد من المخاطر السيبرانية التي قد تؤثر على أداء أنظمة المراقبة والسلامة الرقمية.

### قياس وتحليل أداء التكنولوجيا بشكل دوري

- يجب إنشاء نظام مراقبة وتقييم دوري لقياس مدى فاعلية التكنولوجيا المستخدمة في الأمن الصناعي.
- تحليل بيانات الحوادث الصناعية والتأكد من تحقيق انخفاض مستدام في معدلات الحوادث بعد تطبيق الحلول التكنولوجية.

## الختاتمة

أظهرت هذه الدراسة أن التكنولوجيا الحديثة تلعب دوراً محورياً في تحسين الأمن الصناعي وتقليل الحوادث داخل شركة أرامكو. فمن خلال استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار، تمكنت الشركة من تحقيق تقدم ملموس في إدارة المخاطر وتقليل الإصابات الصناعية. كما ساهمت التقنيات الحديثة في تقليل زمن الاستجابة للحوادث، وتحسين كفاءة العمليات التشغيلية، وتقليل فترات التوقف غير المخططة، مما انعكس إيجاباً على الإنتاجية والأداء العام. على الرغم من الفوائد الكبيرة للتكنولوجيا في مجال الأمن الصناعي، فإن هناك تحديات لا يمكن إغفالها، مثل ارتفاع تكاليف التطبيق، الحاجة إلى تدريب مكثف للعاملين، ومقاومة بعض الموظفين للتحويل الرقمي. إلا أن مواجهة هذه التحديات من خلال استراتيجيات فعالة، مثل تحسين برامج التدريب وتعزيز ثقافة السلامة الرقمية، يمكن أن يضمن تحقيق أقصى استفادة من التقنيات الحديثة.

بناءً على نتائج البحث، يُوصى بتعزيز الاستثمار في التكنولوجيا، وتطوير بيئة عمل تعتمد على البيانات والتحليل الفوري للمخاطر، وتحسين الأمان السيبراني لضمان الحماية المستدامة لأنظمة السلامة الرقمية. كما ينبغي على المؤسسات الصناعية الأخرى الاستفادة من تجربة أرامكو في تطبيق التكنولوجيا الحديثة لضمان تحسين معايير الأمن الصناعي وتقليل المخاطر التشغيلية.

ختاماً، فإن تبني التكنولوجيا الحديثة في الأمن الصناعي لا يمثل مجرد خيار، بل هو ضرورة لضمان بيئة عمل أكثر أماناً وإنتاجية في ظل التطورات المتسارعة في مجال الصناعة. ومن خلال استراتيجيات واضحة ودعم متواصل للابتكار، يمكن لشركات مثل أرامكو أن تظل في طليعة المؤسسات التي تطبق أحدث الحلول التكنولوجية لضمان سلامة موظفيها واستدامة عملياتها التشغيلية.

## المراجع

- Aderamo, A. T., Olisakwe, H. C., Adebayo, Y. A., & Esiri, A. E. (2024). AI-driven HSE management systems for risk mitigation in the oil and gas industry. *Comprehensive Research and Reviews in Engineering and Technology*, 2(1), 1-22.
- Forcina, A., & Falcone, D. (2021). The role of Industry 4.0 enabling technologies for safety management: A systematic literature review. *Procedia computer science*, 180, 436-445.
- Krishnamoorthy, G., Periyasamy, V., Sistla, S. M. K., & Venkatasubbu, S. (2024). Enhancing Worker Safety in Manufacturing with IoT and ML. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(1), 1-11.
- Krishnamoorthy, G., Periyasamy, V., Sistla, S. M. K., & Venkatasubbu, S. (2024). Enhancing Worker Safety in Manufacturing with IoT and ML. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(1), 1-11.
- Liu, Z., Xie, K., Li, L., & Chen, Y. (2020). A paradigm of safety management in Industry 4.0. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 632-645.
- Muhammed, S. (2024). *Artificial Intelligence and Privacy Violation From a Jurisprudential Perspective* (Master's thesis, Hamad Bin Khalifa University (Qatar)).
- Rane, N. (2023). Role of ChatGPT and similar generative artificial intelligence (AI) in construction industry. *Available at SSRN 4598258*.
- Svertoka, E., Saafi, S., Rusu-Casandra, A., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J., & Ometov, A. (2021). Wearables for industrial work safety: A survey. *Sensors*, 21(11), 3844.

## المراجع العربية

- أركان ،ريسان عباس. (2019). التكنولوجيا الحديثة ودورها في تنمية الصناعات الغذائية في العراق. *Journal of the college of basic education*, 25 (104/انساني).
- ابو زيد، احمد الشورى. (2022). الذكاء الاصطناعي وجودة الحكم. *مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية*, 23 (4), 176-145.
- ابو العنين، ، احمد سعد محمد. (2023). أثر التحول الرقمي في تحسين مستوى كفاءة النظام الضريبي المصري والحد من ظاهرة التهرب الضريبي في مصر في ضوء رؤية مصر 2030: دراسة نظرية-ميدانية. *المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية*, 4 (2), 249-205.
- جيطان، علاء راغب راشد. (2020). دور توصيات العلاقات العامة في صناعة القرار لدى الإدارة العليا في البلديات مراكز المحافظات " بلدية نابلس نموذجاً" (Doctoral dissertation, جامعة النجاح الوطنية).
- خالد، عبد الرحمن العوض، (2023). تصور مقترح لمقرر نظرية المنهج في مرحلة الدراسات العليا قائم على رؤية ويليام دول. *مجلة كلية التربية (أسيوط)*, 39 (10.2), 411-386.
- عتيبي، نورة بنت بشير صنها. (2009). خدمات الرعاية الإجتماعية بسجن النساء بالرياض: من منظور التخطيط والتطوير (NAUSS) Naif Arab University (Vol. 452).
- زياد، فاطمة بن شنة أحمد. (2022). محددات الكفاءة التشغيلية في المؤسسات المصرفية دراسة تطبيقية لعينة من البنوك التجارية العاملة في الجزائر خلال فترة 2018-2014. *El-Wahat Journal for Research and Studies*, 15 (2).
- كاظم ، مروة زهير ؛ رشاد ، منال ظاهر. (2024). دور التدقيق الداخلي الرشيق في تعزيز فاعلية ادارة المخاطر لتحقيق التنمية المستدامة-دراسة نظرية. *المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية*, 22-648, (80. S), 662.
- مصطفى ، مقبول. (2021). المسؤولية القانونية للسلطة التربوية عن السلامة الصحية لتلاميذ المؤسسات التعليمية العمومية خلال التعليم عن بعد في ظل الظروف الاستثنائية. هل يمكن أن تكون نظرية المسؤولية بدون خطأ حلاً لتجاوز القصور القانوني في هذا المجال؟. *Revue de l'Administration de l'Education*, 10 (1), 200-163.
- موسى عجوز، أسيل سلهب؛ ادعيس، أسيل. (2020). العوامل المؤثرة في قبول المستخدمين المحتملين لتطبيق رُكّاب للنقل العام في فلسطين: إضاءة من نظرية انتشار الابتكارات ونموذج قبول التكنولوجيا. *Economics Research Journal & Management*, 2 (5).
- عبدالسلام، النعيم انس جابر . (2024). درجة تطبيق الكفايات التدريسية في ضوء النظرية السلوكية من وجهة نظر معلمي التربية الرياضية في دير علا. *مجلة تطبيقات علوم الرياضة*, 10 (121), 280-250.
- يونس نفيد، ، منصور بن محمد بن ناصر الدخيل. (2024). الاستراتيجيات الأمنية الذكية في مواجهة التحديات الحديثة. *مجلة الشؤون الجنائية والحكام الأمنية*, 2 (1).

الملاحق

## مقدمة الاستبيان

عزيزي/عزيزتي المشارك/ة،

نحن بصدد إجراء دراسة تهدف إلى تحليل دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي وتقليل الحوادث، مع التركيز على تطبيق هذه التكنولوجيا في بيئة العمل الخاصة بشركة أرامكو. يُعتبر رأيك جزءًا مهمًا من هذا البحث، حيث سيساعدنا في فهم تأثير التكنولوجيا وتحديد التحديات والفرص المرتبطة بتطبيقها.

يتكون هذا الاستبيان من ثلاثة أقسام:

1. البيانات الديموغرافية: للحصول على خلفية عامة عن المشاركين.

2. أسئلة تقييمية: لمعرفة آرائكم باستخدام مقياس ليكرت الخماسي.

3. أسئلة مفتوحة: لاستعراض اقتراحاتكم ورؤيتكم الشخصية.

نؤكد أن جميع إجاباتك ستُعامل بسرية تامة، ولن تُستخدم إلا لأغراض البحث العلمي.

نشكر لك وقتك وجهدك في المشاركة، ونقدّر دعمك في إنجاح هذا البحث.

مع أطيب التحيات،

### القسم الأول: البيانات الديموغرافية (4 أسئلة)

1. ما هو جنسك؟

○ ذكر

○ أنثى

2. ما هو عمرك؟

○ أقل من 25 سنة

○ بين 25-35 سنة

○ بين 36-45 سنة

○ أكثر من 45 سنة

3. ما هو مستواك التعليمي؟

○ ثانوي أو أقل

○ جامعي

○ دراسات عليا

4. ما هو عدد سنوات خبرتك في القطاع الصناعي؟

○ أقل من 5 سنوات

○ بين 5-10 سنوات

○ أكثر من 10 سنوات

القسم الثاني: أسئلة مقياس ليكرت الخماسي

( 1: أوافق بشدة، 5 : لا أوافق بشدة)

المحور الأول: دور التكنولوجيا الحديثة في تعزيز الأمن الصناعي

| الرقم | العبارة                                                                       | أوفق<br>بشدة | أوافق | لا<br>أدري | لا أوافق<br>بشدة |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|------------|------------------|
| 1     | تلعب التكنولوجيا الحديثة دورًا أساسيًا في تحسين معايير الأمن الصناعي.         |              |       |            |                  |
| 2     | تعتبر أنظمة الذكاء الاصطناعي فعالة في التنبؤ بالحوادث الصناعية.               |              |       |            |                  |
| 3     | تساعد الطائرات بدون طيار في مراقبة مناطق العمل التي يصعب الوصول إليها.        |              |       |            |                  |
| 4     | يؤدي استخدام إنترنت الأشياء إلى تحسين سلامة المعدات والعاملين.                |              |       |            |                  |
| 5     | تعتبر أنظمة المراقبة الذكية أداة فعالة لرفع مستوى الأمان في المنشآت الصناعية. |              |       |            |                  |

#### المحور الثاني: التحديات المرتبطة باستخدام التكنولوجيا الحديثة

| الرقم | العبارة                                                       | أوفق<br>بشدة | أوافق | لا<br>أدري | لا أوافق<br>بشدة |
|-------|---------------------------------------------------------------|--------------|-------|------------|------------------|
| 1     | تعتبر تكلفة التكنولوجيا الحديثة عبءًا أمام تنفيذها بشكل كامل. |              |       |            |                  |
| 2     | يتطلب استخدام التكنولوجيا الحديثة تدريبًا مكثفًا للعاملين.    |              |       |            |                  |

|   |                                                                     |  |  |  |  |
|---|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 3 | العمالون يتقبلون بسهولة استخدام التكنولوجيا الحديثة في مواقع العمل. |  |  |  |  |
| 4 | هناك دعم كافٍ من إدارة الشركة لتبني التكنولوجيا الحديثة.            |  |  |  |  |
| 5 | تطبيق التكنولوجيا الحديثة يواجه عقبات تقنية في التنفيذ.             |  |  |  |  |

### المحور الثالث: آثار استخدام التكنولوجيا الحديثة على الأداء والسلامة

| الرقم | العبارة                                                                             | أوافق بشدة | أوافق | لا أدري | لا أوافق بشدة |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|---------|---------------|
| 1     | تساهم التكنولوجيا في تقليل الحوادث الصناعية بشكل ملحوظ.                             |            |       |         |               |
| 2     | تحسين الأمن الصناعي باستخدام التكنولوجيا يزيد من إنتاجية الشركة.                    |            |       |         |               |
| 3     | تساعد التكنولوجيا في تحسين الاستجابة السريعة عند وقوع الحوادث.                      |            |       |         |               |
| 4     | تطبيق التكنولوجيا الحديثة يقلل من الضغوط النفسية للعاملين في مواقع العمل.           |            |       |         |               |
| 5     | تُعتبر البيانات التي تقدمها التكنولوجيا الحديثة دقيقة وموثوقة لاتخاذ قرارات الأمان. |            |       |         |               |

### القسم الثالث: الأسئلة المفتوحة

- برأيك، ما هي التحديات الرئيسية التي تواجه تنفيذ التكنولوجيا الحديثة في مجال الأمن الصناعي؟
- ما هي اقتراحاتك لتحسين استخدام التكنولوجيا الحديثة لتعزيز الأمان وتقليل الحوادث في بيئة العمل؟