

دور المواد القابلة للاشتعال في تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل

المباني: دراسة تطبيقية على شركة أرامكو السعودية

إعداد الطالب / حسين صالح القحطاني

أ.د / الفیصل عبد الحمید

أ.د / فايز جراد

العام الدراسي:

2025

المحتويات

3.....	المقدمة:
4.....	مشكلة البحث:
4.....	أهمية البحث:
6.....	أهداف البحث:
6.....	تساؤلات البحث:
7.....	فرضيات البحث:
7.....	الدراسات السابقة:
19	المنطلقات النظرية للبحث:
20	منهج البحث:
20	مصادر البيانات:
21	أدوات الدراسة:
21	-الأساليب الإحصائية المتبعة
22	نموذج الدراسة:
23	حدود البحث:
23	قائمة المراجع:

المقدمة:

تُعد الحرائق من أخطر الكوارث التي تهدد سلامة الأفراد والممتلكات داخل المباني، نظرًا لما تسببه من خسائر بشرية ومادية جسيمة، وتزداد خطورة هذه الحوادث في البيئات الصناعية والتجارية، حيث تتوفر كميات كبيرة من المواد القابلة للاشتعال التي تسهم في تفاقم سرعة انتشار النيران، وتعتبر دراسة العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الحرائق داخل المباني ذات أهمية خاصة، إذ تسهم في تطوير استراتيجيات فعالة للحد من تأثيراتها وتقليل الخسائر الناجمة عنها.

تلعب المواد القابلة للاشتعال دورًا حاسمًا في تحديد سرعة انتشار الحريق، إذ تؤثر طبيعتها الكيميائية ودرجة تطايرها على معدل احتراقها، مما يؤدي إلى انتشار اللهب في وقت قصير يصعب السيطرة عليه، وتشمل هذه المواد مجموعة واسعة من المركبات العضوية والمذيبات الكيميائية والوقود الصناعي، التي تُستخدم بكثرة في مختلف القطاعات، لا سيما في المنشآت النفطية والصناعية. ونتيجة لذلك، تبرز الحاجة إلى وضع أنظمة صارمة للحد من أخطار هذه المواد، من خلال التحكم في تخزينها ونقلها والتعامل معها بطرق تضمن الحد الأدنى من المخاطر (Hassan et al., 2022).

وفي هذا السياق، تُعتبر شركة أرامكو السعودية نموذجًا بارزًا لدراسة تأثير المواد القابلة للاشتعال على انتشار الحرائق داخل المباني، وذلك نظرًا لطبيعة عملها القائم على إنتاج وتكرير ونقل المنتجات النفطية، وهي مواد ذات قابلية عالية للاشتعال، وبالنظر إلى حجم العمليات الصناعية التي تقوم بها الشركة، فإن تقييم المخاطر المرتبطة بهذه المواد يعد أمرًا بالغ الأهمية لضمان استمرارية العمل دون تعريض البنية التحتية والعاملين لأي تهديد محتمل (Sontake et al., 2024).

من هنا، تأتي أهمية سعي هذا البحث إلى تحليل دور المواد القابلة للاشتعال في سرعة انتشار الحرائق داخل المباني التابعة لشركة أرامكو السعودية، من خلال استعراض العوامل التي تؤثر في درجة الخطورة، وتقييم الإجراءات الوقائية المتبعة، واقتراح حلول مبتكرة لتعزيز السلامة والحد من آثار الحرائق، ويعتمد

البحث على منهج تحليلي وتطبيقي يستند إلى دراسة البيانات والتجارب العملية داخل الشركة، مما يسهم في تقديم توصيات يمكن الاستفادة منها في تحسين معايير الأمان في المنشآت الصناعية المشابهة.

مشكلة البحث:

تتمحور مشكلة البحث حول الدور الذي تلعبه المواد القابلة للاشتعال في تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني، وخاصة في المنشآت الصناعية الكبرى مثل شركة أرامكو السعودية، حيث تشكل هذه المواد عاملاً رئيسياً في زيادة حدة الحريق وصعوبة السيطرة عليه. فعلى الرغم من التقدم التقني في أنظمة الحماية من الحرائق، إلا أن المخاطر المرتبطة بهذه المواد لا تزال قائمة، مما يستدعي دراسة معمقة للعوامل التي تؤثر على سرعة الاشتعال، وآليات انتقال النيران داخل البيئات الصناعية، وتبرز الإشكالية في أن عدم التحكم الأمثل في هذه المواد قد يؤدي إلى تفاقم الأضرار الناجمة عن الحرائق، سواء على مستوى الأرواح البشرية أو البنية التحتية، مما يتطلب البحث في استراتيجيات وقائية أكثر فاعلية.

وفي هذا الإطار، يسعى البحث إلى تحليل مدى كفاءة الإجراءات الحالية المتبعة في التعامل مع المواد القابلة للاشتعال، ومدى فعاليتها في الحد من سرعة انتشار الحرائق، إذ تتأثر عملية انتشار اللهب بعدة عوامل، منها طبيعة المواد المستخدمة في البناء، وطرق تخزين المواد القابلة للاشتعال، وأنظمة التهوية داخل المباني، وهو ما يستوجب تقييم هذه العوامل بشكل علمي لتحديد أوجه القصور والعمل على تحسين استراتيجيات السلامة وتقليل المخاطر المرتبطة بهذه المواد، وتعزيز مستوى الأمان في المنشآت الصناعية.

ومن هنا يمكن بلورة مشكلة البحث الحالي في التساؤل الرئيس التالي:

"ما هو تأثير المواد القابلة للاشتعال على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية؟"

أهمية البحث:

(أ) الأهمية العلمية

تكتسب هذه الدراسة أهمية علمية من خلال إسهامها في تطوير الإطار النظري المتعلق بدور المواد القابلة للاشتعال في تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني، حيث تقدم رؤية تحليلية حول كيفية تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه المواد على ديناميكيات الحريق، مما يسهم في تعزيز المعرفة العلمية المتعلقة بخصائص الاشتعال ومعدلات إطلاق الحرارة وكثافة الدخان والانبعاثات السامة. كما تسلط الدراسة الضوء على الأسس العلمية لاستخدام استراتيجيات الوقاية والتصميم الهندسي للحد من سرعة انتشار النيران، من خلال دراسة معمقة للعوامل التي تؤدي إلى تقاوم الحريق داخل البيئات المغلقة.

إضافة إلى ذلك، تعالج الدراسة فجوة معرفية تتعلق بتأثير المواد القابلة للاشتعال على سرعة انتشار الحرائق، وذلك من خلال دراسة تطبيقية على شركة أرامكو السعودية، حيث تعتمد على تحليل بيانات واقعية لتقييم العلاقة بين نوعية المواد المستخدمة في البناء والتأثير وسرعة انتقال اللهب، مما يعزز من موثوقية النتائج ويفتح المجال أمام الباحثين والممارسين في مجالات السلامة ومكافحة الحرائق للاستفادة من التوصيات العلمية المطروحة. كما تسهم نتائج البحث في تطوير سياسات وإجراءات السلامة للحد من المخاطر الناجمة عن استخدام مواد عالية القابلية للاشتعال، مما يعزز معايير السلامة داخل المباني ويساعد في تقليل الخسائر البشرية والمادية.

(ب) الأهمية العملية

من الناحية التطبيقية، يمثل فهم تأثير المواد القابلة للاشتعال على سرعة انتشار الحرائق داخل المباني أداة أساسية في تطوير استراتيجيات فعالة لمكافحة الحرائق وتعزيز إجراءات الوقاية والسلامة، حيث تسهم هذه الدراسة في تقديم حلول عملية للحد من مخاطر الحرائق من خلال تحديد المواد الأكثر خطورة، والعمل على تحسين معايير البناء والتصميم الداخلي بما يتماشى مع المواصفات العالمية للسلامة. كما يساعد تحليل معدلات إطلاق الحرارة وكثافة الدخان والانبعاثات السامة في تحديد تأثير هذه العوامل على تصاعد الحريق وسرعة انتشاره، مما يمكن الجهات المعنية من تطوير خطط استجابة أكثر كفاءة.

كما يتيح التكامل بين نتائج هذه الدراسة والتقنيات الحديثة، مثل أنظمة الكشف المبكر عن الحرائق، تعزيز مستوى الوقاية وتحسين آليات التعامل مع الحوادث الطارئة، حيث تسهم هذه الدراسة في دعم السياسات التنظيمية لشركة أرامكو السعودية من خلال تقديم توصيات علمية حول المواد الأكثر أمانًا للاستخدام داخل المباني الصناعية والإدارية، مما يقلل من احتمالية وقوع كوارث ناجمة عن الحرائق. إضافة إلى ذلك، يمكن

لاستخدام نتائج البحث في تحسين خطط الطوارئ وتعزيز تدريب فرق السلامة على التعامل مع الحرائق وفقًا للخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المحترقة، مما يدعم رفع مستوى الجاهزية وتقليل الأضرار المحتملة.

يتطلب الحد من تأثير المواد القابلة للاشتعال تطوير لوائح تنظيمية أكثر صرامة فيما يتعلق باستخدام المواد عالية القابلية للاشتعال داخل المباني، إلى جانب توعية العاملين والمقيمين بالمخاطر المرتبطة بهذه المواد، وتدريبهم على أساليب الوقاية والاستجابة السريعة. كما تدعم هذه الدراسة متخذي القرار من خلال تقديم بيانات دقيقة حول العلاقة بين نوعية المواد المستخدمة وسرعة انتشار الحرائق، مما يعزز من كفاءة التخطيط الاستراتيجي في إدارة المخاطر، ويدعم تحقيق بيانات عمل وسكن أكثر أمانًا واستدامة، خاصة في المنشآت الحيوية مثل شركة أرامكو السعودية.

أهداف البحث:

إن الهدف الرئيس والمحموري لهذا البحث يتمثل في: محاولة التعرف على مدى تأثير المواد القابلة للاشتعال على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية، ويمكن تحديد الأهداف الفرعية للدراسة على النحو الآتي:

- 1) بيان أثر درجة القابلية للاشتعال على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.
- 2) بيان أثر معدل إطلاق الحرارة على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.
- 3) بيان أثر كثافة الدخان والانبعاثات السامة على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.

تساؤلات البحث:

ما هو تأثير المواد القابلة للاشتعال على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية؟ ويتفرع من هذا السؤال الرئيس التساؤلات الفرعية الآتية:

1) ما أثر درجة القابلية للاشتعال على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية؟

2) ما أثر معدل إطلاق الحرارة على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية؟

3) ما أثر كثافة الدخان والانبعاثات السامة على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية؟

فرضيات البحث:

الفرضية الرئيسية الأولى: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$) للمواد القابلة للاشتعال بأبعادها: (درجة القابلية للاشتعال، معدل إطلاق الحرارة، كثافة الدخان والانبعاثات السامة) على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية، وينبثق من هذه الفرضية الفرضيات الفرعية الآتية:

1) لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$) لدرجة القابلية للاشتعال على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.

2) لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$) لمعدل إطلاق الحرارة على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.

3) لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$) لكثافة الدخان والانبعاثات السامة على تقاوم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.

الدراسات السابقة:

دراسة (Hassan (2022)

هدفت هذه الدراسة إلى التحقيق في العوامل المؤثرة على الانتشار السريع للحرائق في المباني الشاهقة بسبب استخدام الكسوة القابلة للاشتعال، حيث تسلط الضوء على دور المواد المستخدمة في تغطية المباني وخصائصها الفيزيائية وتأثير العوامل البيئية مثل سرعة الرياح وزاوية التركيب في تعزيز سرعة انتشار النيران، كما تهدف الدراسة إلى توفير فهم معمق للعوامل الهندسية والتصميمية التي قد تزيد من خطورة هذه الحرائق وتقتراح سبلاً للحد منها، مما يساهم في تعزيز إجراءات السلامة وتحسين معايير البناء في المستقبل.

حيث المتغير المستقل هو العوامل المؤثرة على انتشار الحرائق، والتي تشمل طبيعة المادة القابلة للاشتعال وسرعة الرياح وزاوية التركيب وتأثيرات الحرارة، أما التابع فهو سرعة انتشار النيران في المباني الشاهقة ومدى خطورتها، حيث تسعى الدراسة إلى قياس العلاقة بين هذه العوامل والمدة الزمنية التي تستغرقها النيران للانتشار عبر الكسوة الخارجية للمباني.

اعتمدت الدراسة على المنهج العددي عبر محاكاة ديناميكية السوائل الحسابية (CFD) لتحليل كيفية تأثير العوامل المختلفة على انتشار الحرائق، حيث تم إجراء نماذج محاكاة لسيناريوهات متنوعة بهدف اختبار تأثير العوامل الفيزيائية والبيئية. كما استخدمت الدراسة بيانات من تجارب سابقة وأجرت مقارنات بين النتائج لتقييم دقة النماذج العددية.

وتوصلت الدراسة إلى أن نوع المادة المستخدمة في الكسوة الخارجية وسرعة الرياح وزاوية التركيب عوامل رئيسية تؤثر بشكل كبير على سرعة انتشار الحرائق في المباني الشاهقة، حيث أوضحت النتائج أن المواد ذات معدلات الاشتعال العالية تتسبب في تسارع انتشار النيران، كما أن زيادة سرعة الرياح تساهم في تسهيل انتقال اللهب إلى مسافات أكبر، بينما تؤثر زاوية التركيب على مدى تعرض المواد للهب المباشر. كما كشفت الدراسة أن العزل الحراري وبعض الإجراءات الهندسية يمكن أن تقلل من مخاطر انتشار الحرائق.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير معايير أكثر صرامة لاستخدام مواد البناء المقاومة للحريق في المباني الشاهقة، كما أكدت على أهمية تحسين استراتيجيات التصميم للحد من تأثير العوامل البيئية مثل الرياح. وأوصت أيضًا باستخدام نماذج المحاكاة الرقمية بشكل دوري لاختبار كفاءة المواد الجديدة قبل اعتمادها في مشاريع البناء، كما دعت إلى تعزيز جهود التوعية بأهمية استخدام الكسوة غير القابلة للاشتعال لضمان سلامة المباني وسكانها.

دراسة (Sontake et al (2024).

هدفت الدراسة إلى تحليل سلوك انتشار اللهب على الورق والألياف الهجينة، وذلك بهدف فهم العوامل التي تؤثر على سرعة وكثافة انتشار اللهب، مما يساهم في تحسين استراتيجيات الوقاية من الحرائق والحد من مخاطرها، كما سعت الدراسة إلى تحديد تأثير التكوين المادي للورق والألياف الهجينة على معدلات الاحتراق وخصائص اللهب، مما يساعد في تطوير مواد أكثر مقاومة للحرائق وتحسين تقنيات الإطفاء الفعالة.

حيث المتغير المستقل هو التكوين المادي للورق والألياف الهجينة، ويشمل أبعاده مثل نوع المادة المستخدمة، وكثافتها، وتركيبها الكيميائي، ومدى قابليتها للاشتعال، أما التابع فهو سلوك انتشار اللهب، والذي تم قياسه بناءً على سرعة الانتشار، وشكل اللهب، ودرجة الحرارة الناتجة عن الاحتراق، وذلك لتحليل العلاقة بين نوع المادة وسلوك النار عند تعرضها للحرارة أو اللهب المباشر.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي من خلال إجراء اختبارات احتراق متعددة على عينات مختلفة من الورق والألياف الهجينة، حيث تم استخدام تقنيات القياس الحراري وتحليل الصور لدراسة خصائص اللهب وسرعة انتشاره، كما تم تصميم التجارب في بيئات محكمة لضمان دقة النتائج وقابليتها للتكرار.

وتوصلت الدراسة إلى أن نوع الألياف وتركيبها الكيميائي يلعب دورًا حاسمًا في تحديد سرعة انتشار اللهب، حيث أظهرت الألياف الهجينة معدل انتشار أقل مقارنة بالورق التقليدي، كما بينت النتائج أن زيادة كثافة المادة تؤدي إلى انخفاض سرعة الاحتراق، مما يشير إلى إمكانية تحسين مقاومة المواد للحرائق من خلال تعديل تركيب الألياف، بالإضافة إلى ذلك، لوحظ أن درجات الحرارة العالية تؤدي إلى تغير في شكل اللهب وسرعة انتشاره، وهو ما يسلط الضوء على أهمية دراسة التفاعل الحراري للمواد المختلفة.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير مواد هجينة أكثر مقاومة للحرائق من خلال تحسين خصائصها الكيميائية والفيزيائية، كما أكدت على أهمية إجراء المزيد من الأبحاث حول تأثير الظروف البيئية مثل الرطوبة ودرجة الحرارة على سلوك الاحتراق، وشددت على الحاجة إلى تطوير تقنيات حديثة لاختبار انتشار اللهب في بيئات تحاكي الظروف الحقيقية، مما يساهم في تعزيز معايير السلامة وتحسين استراتيجيات الوقاية من الحرائق.

دراسة (Thomsen, M., Fernandez-Pello, A., & Williams, F. A (2023).

هدفت الدراسة إلى تحليل نمو حرائق الغابات التي تبدأ من مصدر اشتعال صغير، حيث ركزت على العوامل الفيزيائية والبيئية التي تساهم في انتشار الحريق، كما سعت إلى تقديم نموذج كمي يساعد في التنبؤ بسلوك الحرائق في مراحلها المبكرة، بالإضافة إلى دراسة تأثير الظروف الجوية وطبيعة الوقود المتاح في تسريع أو إبطاء نمو الحريق، وقد كان الهدف الأساسي هو تطوير فهم أعمق لعملية الانتشار الأولي للحرائق لتحسين تقنيات مكافحة والوقاية.

حيث المتغير المستقل هو العوامل البيئية والفيزيائية المؤثرة على انتشار الحريق، والتي تشمل نوع الوقود، الرطوبة، سرعة الرياح، وانحدار سطح الأرض، أما التابع فهو معدل نمو الحريق وانتشاره في البيئة الطبيعية، حيث تم قياس مدى تأثير سرعة واتجاه الحريق بهذه المتغيرات المستقلة، وجرى تحليل البيانات لتحديد العلاقة بين هذه العوامل وتأثيرها على سلوك الحريق.

اتبعت الدراسة منهجية تجريبية وتحليلية، حيث تم إجراء تجارب مخبرية تحاكي ظروف حرائق الغابات الحقيقية، كما تم تطوير نموذج رياضي يعتمد على بيانات تجريبية وميدانية لمحاكاة نمو الحرائق، واعتمد الباحثون على تحليل معادلات الاحتراق وانتقال الحرارة لفهم التفاعل بين العوامل المختلفة التي تؤثر على اشتعال المواد وانتشار النيران، كما تم استخدام برمجيات محاكاة متقدمة لتحليل نتائج التجارب والتحقق من دقة التنبؤات المستخلصة من النموذج.

وتوصلت الدراسة إلى أن العوامل البيئية تلعب دوراً حاسماً في تحديد سرعة واتجاه انتشار الحريق، حيث أظهرت التجارب أن سرعة الرياح العالية والانحدار الحاد يزيدان من معدل نمو الحريق، في حين أن الرطوبة العالية يمكن أن تؤدي إلى تباطؤ الانتشار، كما بينت النتائج أن الوقود الجاف القابل للاشتعال بسرعة يشكل عاملاً أساسياً في تسريع الحرائق، وأثبتت النماذج المستخدمة دقتها في توقع تطور الحريق بناءً على البيانات الأولية.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير استراتيجيات أكثر كفاءة لمكافحة حرائق الغابات تعتمد على فهم العوامل البيئية المؤثرة في انتشار الحريق، كما أكدت على أهمية تحسين تقنيات الرصد المبكر وتوظيف الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بمسارات الحرائق للحد من انتشارها، وأشارت إلى الحاجة إلى تعديل سياسات إدارة الغابات للحد من تراكم الوقود الجاف وتقليل مخاطر الاشتعال السريع، كما دعت إلى تعزيز التعاون بين الجهات البحثية والهيئات المسؤولة عن مكافحة الحرائق لتطوير أدوات تحليلية دقيقة تساعد في اتخاذ قرارات فعالة لمكافحة هذه الظاهرة.

دراسة (Hill 2021)

هدفت الدراسة إلى توعية طلاب المرحلة الجامعية بالمخاطر الناجمة عن السوائل القابلة للاشتعال، وذلك من خلال تقديم فهم علمي لخصائص هذه السوائل وسلوكها عند التعرض لمصادر الاشتعال، كما سعت

الدراسة إلى تحديد العوامل الأساسية التي تؤثر على اشتعال وانتشار الحرائق الناتجة عن هذه المواد، مما يسهم في تحسين إجراءات السلامة في المختبرات والصناعات الكيميائية.

حيث المتغير المستقل هو خصائص السوائل القابلة للاشتعال، ويشمل أبعاده مثل نقطة الوميض، والتطاير، والكثافة، والتركيب الكيميائي، أما التابع فهو مخاطر الحريق، والتي تم قياسها من خلال سرعة الاشتعال، وانتشار اللهب، وإمكانية السيطرة على الحريق باستخدام تقنيات الإطفاء المختلفة.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة الأدبيات العلمية المتعلقة بمخاطر السوائل القابلة للاشتعال، كما تم تحليل حوادث سابقة مرتبطة باستخدام هذه المواد في البيئات الأكاديمية والصناعية، وتمت مقارنة خصائص مختلف السوائل لتحديد العوامل التي تزيد من خطورة الاشتعال.

وتوصلت الدراسة إلى أن نقطة الوميض المنخفضة والتطاير العالي للسوائل القابلة للاشتعال يؤديان إلى زيادة خطر الاشتعال حتى في درجات حرارة الغرفة، كما بينت النتائج أن استخدام المواد الكيميائية دون اتخاذ تدابير وقائية مناسبة قد يؤدي إلى وقوع حوادث خطيرة، وأظهرت الدراسة أن التدريب الجيد ورفع مستوى الوعي بين الطلاب والعاملين في المختبرات يمكن أن يقلل بشكل كبير من مخاطر الحرائق.

وأوصت الدراسة بضرورة إدراج برامج تدريبية مكثفة حول التعامل الآمن مع السوائل القابلة للاشتعال في المناهج الجامعية، كما شددت على أهمية توفير معدات السلامة مثل أنظمة التهوية الجيدة وأجهزة الإطفاء المناسبة في جميع المختبرات، وأكدت على الحاجة إلى تطوير إرشادات واضحة للحد من مخاطر هذه السوائل، مما يسهم في تعزيز ثقافة السلامة والوقاية من الحوادث.

دراسة (Wei 2020)

هدفت الدراسة إلى استكشاف مخاطر انفجارات الغبار وتطوير تقنيات الوقاية من الكوارث الناتجة عنها، وذلك من خلال تحليل العوامل التي تؤدي إلى حدوث هذه الانفجارات ودراسة الأساليب الفعالة للحد من تأثيرها، كما ركزت الدراسة على تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في تحسين استراتيجيات الوقاية والسلامة الصناعية، مما يسهم في تقليل الخسائر البشرية والمادية الناتجة عن هذه الحوادث.

حيث المتغير المستقل هو خصائص الغبار القابل للاشتعال، ويشمل أبعاده مثل حجم الجسيمات، وكثافة التوزيع، والتركيب الكيميائي، ودرجة القابلية للاشتعال، أما التابع فهو خطر انفجار الغبار، والذي تم قياسه من خلال شدة الانفجار، وسرعة الانتشار، وتأثير العوامل البيئية على اشتعال الغبار وانتشاره.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي والتحليلي، حيث تم إجراء تجارب مخبرية لمحاكاة انفجارات الغبار تحت ظروف مختلفة، كما تم تحليل بيانات سابقة لحوادث انفجارات الغبار في مختلف الصناعات، بالإضافة إلى تقييم فعالية تقنيات الوقاية، مثل أنظمة التهوية، وتقنيات التحكم في الغبار، واستخدام المواد المقاومة للانفجار.

وتوصلت الدراسة إلى أن حجم الجسيمات الصغيرة والتركيز العالي للغبار في الهواء يزيدان من احتمالية وقوع الانفجارات، كما بينت النتائج أن العوامل البيئية مثل الرطوبة ودرجة الحرارة تلعب دوراً مهماً في تحديد شدة الانفجار، وأظهرت الدراسة أن تطبيق أنظمة تحكم متقدمة مثل تقنيات تقليل تراكم الغبار وتحسين التهوية يمكن أن يقلل من خطر الحوادث بشكل كبير.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير استراتيجيات أمان مخصصة لكل نوع من أنواع الغبار القابل للاشتعال بناءً على خصائصه الفيزيائية والكيميائية، كما أكدت على أهمية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مراقبة مستويات الغبار والحد من مخاطره، وشددت على الحاجة إلى تعزيز اللوائح التنظيمية الخاصة بالصناعات التي تعتمد على المواد القابلة للاشتعال، مما يساهم في تحسين معايير السلامة وتقليل حوادث الانفجارات.

دراسة (Belikov (2022

هدفت الدراسة إلى إجراء تحليل نظري لعملية الاحتراق لفهم المبادئ الفيزيائية والكيميائية التي تحكم تفاعلات الاحتراق، كما سعت إلى تحديد العوامل التي تؤثر على كفاءة الاحتراق وتفاعلاته، مما يساهم في تحسين تقنيات الاحتراق المستخدمة في مختلف القطاعات الصناعية، بالإضافة إلى تقديم نماذج رياضية تساعد في التنبؤ بسلوك اللهب وتفاعلات الوقود مع العوامل المحيطة.

حيث المتغير المستقل هو خصائص الوقود وعوامل الاحتراق، ويشمل أبعاده مثل التركيب الكيميائي للوقود، ونسبة الهواء إلى الوقود، ودرجة الحرارة الأولية، وظروف الضغط، أما التابع فهو كفاءة الاحتراق، والتي تم قياسها من خلال نسبة الطاقة المحررة، ومستوى الانبعاثات الغازية، وثبات اللهب خلال عملية الاحتراق.

اعتمدت الدراسة على المنهج النظري والتحليلي، حيث تم تطوير نماذج رياضية لدراسة سلوك الاحتراق بناءً على المعادلات الديناميكية الحرارية والكيميائية، كما تم تحليل دراسات سابقة حول تفاعلات الاحتراق في ظروف مختلفة، بالإضافة إلى تقييم مدى دقة النماذج الرياضية في محاكاة الاحتراق الحقيقي.

وتوصلت الدراسة إلى أن كفاءة الاحتراق تتأثر بشكل مباشر بنسبة الهواء إلى الوقود، حيث يؤدي عدم التوازن في هذه النسبة إلى زيادة الانبعاثات الضارة وتقليل كفاءة الطاقة، كما بينت النتائج أن تحسين ظروف الضغط ودرجة الحرارة الأولية يساعد في تحقيق احتراق أكثر كفاءة، وأظهرت الدراسة أن استخدام النماذج الرياضية يمكن أن يكون أداة فعالة في تحسين تقنيات الاحتراق وتقليل الأثر البيئي الناتج عنه.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير نماذج محاكاة أكثر دقة تأخذ في الاعتبار العوامل البيئية والميكانيكية التي تؤثر على عملية الاحتراق، كما أكدت على أهمية تحسين تقنيات الاحتراق من خلال استخدام مصادر وقود نظيفة وتقليل الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق، وشددت على الحاجة إلى تعزيز التعاون بين الباحثين في مجالات الديناميكا الحرارية والاحتراق لتحسين كفاءة أنظمة الاحتراق في التطبيقات الصناعية، مما يساهم في تحقيق استدامة بيئية واقتصادية.

دراسة (Choi 2014)

هدفت الدراسة إلى تحليل حرائق العمد التي يتم فيها استخدام السوائل القابلة للاشتعال كمادة مسرعة للاحتراق، وذلك من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه السوائل، وكيفية تأثيرها على انتشار الحريق وسرعة الاشتعال، كما سعت إلى تطوير منهجية تحليلية تساعد في كشف أسباب الحريق العمد والتعرف على المواد المستخدمة فيه، مما يساهم في تحسين تقنيات التحقيق الجنائي في حوادث الحرائق.

حيث المتغير المستقل هو خصائص السوائل القابلة للاشتعال المستخدمة كمسرعات للحريق، ويشمل أبعاده مثل نقطة الوميض، ومعدل التبخر، والتركيب الكيميائي، وقابلية الانتشار، أما التابع فهو خصائص الحريق العمد، والتي تم قياسها من خلال سرعة الاشتعال، وأنماط انتشار اللهب، وبقايا المواد الكيميائية بعد الاحتراق.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي والتحليلي، حيث تم إجراء تجارب مخبرية لمحاكاة سيناريوهات مختلفة من الحرائق العمد باستخدام سوائل قابلة للاشتعال متنوعة، كما تم تحليل عينات من مواقع حرائق فعلية لتحديد المواد المسرعة المستخدمة، وتمت مقارنة النتائج مع بيانات الحوادث السابقة للتحقق من الأنماط المشتركة.

وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام السوائل القابلة للاشتعال يزيد بشكل ملحوظ من سرعة انتشار الحريق وشدة اللهب مقارنة بالحرائق الطبيعية، كما بينت النتائج أن بعض المواد المسرعة تترك بقايا كيميائية مميزة

يمكن استخدامها كأدلة جنائية لتحديد مصدر الحريق، وأظهرت الدراسة أن تحليل أنماط الاحتراق والتفاعلات الكيميائية يساعد في كشف الحوادث المتعمدة والتمييز بينها وبين الحرائق العرضية.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير تقنيات تحليل أكثر دقة تعتمد على التحليل الطيفي والكيميائي لبقايا الحرائق، كما أكدت على أهمية تدريب فرق التحقيق الجنائي على استخدام الأدوات الحديثة في تحليل الحوادث العمدية، وشددت على الحاجة إلى وضع معايير دولية موحدة لتحليل مسرح الجريمة في حوادث الحرق العمد، مما يساهم في تعزيز دقة التحقيقات الجنائية وتحقيق العدالة.

دراسة (2011) Santangelo

هدفت الدراسة إلى دراسة قابلية الاشتعال للمواد الصلبة باستخدام نهج تجريبي يعتمد على قياسات السرعات الحرارية، حيث ركزت على تحليل الخصائص الحرارية لهذه المواد وفهم آليات اشتعالها وانتشار اللهب، كما سعت إلى تقديم بيانات كمية تساعد في تحسين معايير السلامة والحد من مخاطر الحريق في مختلف التطبيقات الصناعية والبنائية.

حيث المتغير المستقل هو خصائص المواد الصلبة القابلة للاشتعال، ويشمل أبعاده مثل معدل إطلاق الحرارة، ودرجة حرارة الاشتعال، وسرعة الاحتراق، والتكوين الكيميائي، أما التابع فهو قابلية الاشتعال، والتي تم قياسها من خلال تحليل منحنيات إطلاق الحرارة، ومدة الاحتراق، وأنماط انتشار اللهب تحت ظروف مختلفة.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي المعمل، حيث تم استخدام تقنية القياس الحراري لتقييم معدل إطلاق الحرارة والطاقة الناتجة أثناء اشتعال المواد الصلبة، كما تم إجراء اختبارات في بيئات مختلفة لمحاكاة الظروف الحقيقية التي قد تؤثر على خصائص الاحتراق، بالإضافة إلى مقارنة النتائج مع معايير السلامة المعتمدة لتحديد مدى خطورة هذه المواد.

وتوصلت الدراسة إلى أن معدل إطلاق الحرارة هو العامل الأكثر تأثيراً في تحديد خطورة المواد الصلبة القابلة للاشتعال، حيث كلما زاد معدل إطلاق الحرارة زادت سرعة انتشار الحريق، كما أظهرت النتائج أن التكوين الكيميائي للمواد يؤثر بشكل كبير على خصائص الاشتعال، حيث أن بعض المواد تطلق كميات

كبيرة من الطاقة في وقت قصير مما يزيد من احتمالية حدوث حرائق كارثية، وأكدت الدراسة أن قياسات السرعات الحرارية توفر بيانات دقيقة يمكن استخدامها في تحسين تصنيفات السلامة للمواد الصلبة. وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد تقنيات التحليل الحراري في تقييم المخاطر الخاصة بالحرق للمواد الصلبة، كما أكدت على أهمية تطوير مواد بناء ذات مقاومة أعلى للاشتعال للحد من احتمالية نشوب الحرائق، وشددت على ضرورة تحديث معايير السلامة الصناعية وفقاً للبيانات الحرارية الحديثة لضمان بيئات أكثر أماناً وتقليل الخسائر الناجمة عن الحرائق.

دراسة (2019) Dobrzyńska

هدفت الدراسة إلى تحليل تأثير مواد تصنيع المعدات على مستوى السلامة من الحرائق في الحافلات، حيث ركزت على تقييم خصائص الاشتعال لمواد الهيكل الداخلي والخارجي للحافلات، وسعت إلى تحديد المخاطر المحتملة المرتبطة باستخدام بعض المواد، وذلك بهدف تحسين معايير الأمان وتقليل احتمالية نشوب الحرائق في وسائل النقل العام.

حيث المتغير المستقل هو مواد تصنيع المعدات في الحافلات، ويشمل أبعاده مثل نوع المادة المستخدمة، وقابليتها للاشتعال، ومعدل إطلاق الحرارة، وانبعاث الغازات السامة أثناء الاحتراق، أما التابع فهو مستوى السلامة من الحرائق، والذي تم قياسه من خلال سرعة انتشار اللهب، وكمية الدخان المنبعث، ومدى مقاومة المواد للاشتعال.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي والتحليلي، حيث تم إجراء اختبارات حريق على عينات من المواد المستخدمة في تصنيع الحافلات، وتم تقييم خصائص الاحتراق لكل مادة بناءً على معايير محددة، كما تم تحليل البيانات ومقارنتها مع معايير السلامة الدولية لتحديد مدى توافق المواد مع متطلبات الحماية من الحرائق.

وتوصلت الدراسة إلى أن بعض المواد المستخدمة في تصنيع الحافلات، خاصة المواد البلاستيكية والمركبة، تزيد من خطر انتشار الحريق بسبب قابليتها العالية للاشتعال وانبعاثها لكميات كبيرة من الدخان السام، كما أظهرت النتائج أن المواد غير القابلة للاشتعال والمقاومة للحرارة تقلل بشكل كبير من احتمالية اندلاع الحريق وانتشاره، بالإضافة إلى أن بعض الطلاءات العازلة أثبتت فعاليتها في تحسين مقاومة المواد للاشتعال وتقليل المخاطر.

وأوصت الدراسة بضرورة استخدام مواد تصنيع ذات مقاومة عالية للاشتعال في تجهيزات الحافلات، كما أكدت على أهمية تطوير تقنيات معالجة المواد للحد من قابليتها للاشتعال وتقليل الانبعاثات السامة، وشددت على ضرورة تحديث المعايير التنظيمية لضمان استخدام مواد آمنة في صناعة وسائل النقل، مما يساهم في تعزيز مستويات الأمان وتقليل مخاطر الحوادث الناجمة عن الحرائق.

دراسة (2023) Qi

هدفت الدراسة إلى تحليل المخاطر المرتبطة بانتشار حرائق الغابات، مع التركيز على التحديات الحالية والأساليب المستقبلية لإدارتها والحد من تأثيراتها، حيث استعرضت الاتجاهات الحالية في البحث حول حرائق الغابات، بالإضافة إلى تقييم الاستراتيجيات المستخدمة في التنبؤ والوقاية والاستجابة لهذه الحرائق، وذلك بهدف تحسين سياسات إدارة الغابات والحد من الأضرار البيئية والاقتصادية.

حيث المتغير المستقل هو عوامل انتشار حرائق الغابات، ويشمل أبعاده مثل الظروف المناخية، ونوع الغطاء النباتي، والتضاريس، والتغيرات البيئية الناجمة عن الأنشطة البشرية، أما التابع فهو مخاطر انتشار الحرائق، والذي تم قياسه من خلال سرعة انتشار اللهب، وحجم المساحات المتضررة، ومدى تأثير الحرائق على النظم البيئية والمجتمعات المحلية.

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي والتنبؤي، حيث تم جمع وتحليل بيانات حول حرائق الغابات من مصادر متعددة، بما في ذلك تقارير الأرصاد الجوية وصور الأقمار الصناعية ونماذج انتشار الحرائق، كما استخدمت الدراسة تقنيات الذكاء الاصطناعي والنمذجة الحاسوبية للتنبؤ بمسارات الحرائق وتقييم مدى خطورتها بناءً على العوامل البيئية والجغرافية.

وتوصلت الدراسة إلى أن تغير المناخ وزيادة موجات الجفاف تسهم بشكل كبير في تفاقم مخاطر حرائق الغابات، كما أوضحت أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي يوفر إمكانيات متقدمة للتنبؤ بمسار الحرائق وتحسين استراتيجيات مكافحة الحرائق، بالإضافة إلى أن السياسات الحالية لإدارة الغابات بحاجة إلى تحديث لتشمل تقنيات أكثر كفاءة في الوقاية والاستجابة السريعة.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير أنظمة إنذار مبكر تعتمد على البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لرصد وتتبع الحرائق قبل انتشارها بشكل واسع، كما أكدت على أهمية تعزيز التعاون الدولي في تبادل البيانات والتقنيات الخاصة بمكافحة حرائق الغابات، وشددت على ضرورة تبني استراتيجيات مستدامة لإدارة

الغابات تشمل إعادة التشجير واستخدام مواد مقاومة للحريق في المناطق المعرضة للخطر، مما يسهم في تقليل الخسائر البيئية والاقتصادية الناجمة عن هذه الحرائق.

دراسة (2024) Bifulco

هدفت الدراسة إلى تحليل عملية التحلل الحراري للبوليمرات المثبطة للهب، حيث ركزت على آليات التحلل الحراري وتأثيرات إضافة المواد المثبطة للهب على خصائص الاحتراق، كما سعت إلى تحديد العوامل التي تؤثر على كفاءة هذه المثبطات، وذلك بهدف تحسين مقاومة المواد البوليمرية للاشتعال وزيادة مستويات الأمان في استخدامها في مختلف التطبيقات الصناعية.

حيث المتغير المستقل هو المواد المثبطة للهب في البوليمرات، ويشمل أبعاده مثل نوع المادة المثبطة المستخدمة، وتركيزها في التركيبة البوليمرية، وآلية عملها سواء بالتفاعل الكيميائي أو التعديل الفيزيائي، أما التابع فهو سلوك التحلل الحراري للبوليمرات، والذي تم قياسه من خلال معدل فقدان الكتلة أثناء الاحتراق، وانبعاثات الغازات، وتغيرات البنية الكيميائية أثناء التعرض للحرارة.

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي والتحليلي، حيث أجريت اختبارات معملية لقياس معدلات التحلل الحراري لمجموعة من البوليمرات المثبطة للهب باستخدام تقنيات التحليل الحراري مثل التحليل الحراري الوزني (TGA) والتحليل التفاضلي المسعر (DSC)، كما تم تحليل التفاعلات الكيميائية التي تحدث أثناء التحلل باستخدام مطياف الأشعة تحت الحمراء ومطياف الكتلة.

وتوصلت الدراسة إلى أن المواد المثبطة للهب تقلل بشكل فعال من معدل التحلل الحراري للبوليمرات، حيث تعمل بعض المثبطات على تشكيل طبقة عازلة تمنع انتشار اللهب، بينما تعتمد مثبطات أخرى على إطلاق غازات غير قابلة للاشتعال تعوق عملية الاحتراق، كما أظهرت النتائج أن فعالية المثبطات تعتمد على تركيبها الكيميائية وطريقة تفاعلها مع البوليمرات عند التعرض للحرارة.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير مواد مثبطة للهب أكثر استدامة وفعالية، مع تقليل الآثار البيئية والسمية لهذه المواد، كما أكدت على أهمية دمج تقنيات جديدة مثل النانوتكنولوجيا في تحسين أداء مثبطات اللهب.

وزيادة كفاءتها، وشددت على ضرورة تحديث المعايير الصناعية لضمان استخدام بوليمرات مقاومة للحريق في التطبيقات الحرجة، مما يسهم في تعزيز السلامة والحد من مخاطر الحرائق.

دراسة (Mokoana 2023)

هدفت الدراسة إلى مراجعة العوامل المؤثرة في تطاير المركبات المثبطة للهب من المواد النسيجية البوليمرية المستخدمة في ملابس الحماية الخاصة برجال الإطفاء، حيث ركزت على دراسة آليات تطاير هذه المركبات وتأثيرها على أداء الملابس الوقائية ومدى فعاليتها في مقاومة اللهب، بالإضافة إلى تقييم المخاطر البيئية والصحية الناتجة عن انبعاث هذه المركبات أثناء الاستخدام.

حيث المتغير المستقل هو المركبات المثبطة للهب في الأنسجة البوليمرية، ويشمل أبعاده مثل نوع المثبطات المستخدمة، ومعدل تطايرها، وتأثير الحرارة والرطوبة على استقرارها، أما التابع فهو كفاءة الملابس الواقية لرجال الإطفاء، والذي تم قياسه من خلال مقاومة النسيج للاشتعال، ومدى فقدان المثبطات مع مرور الوقت، وتأثير ذلك على مستوى الحماية.

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي والمراجعة المنهجية، حيث تم تحليل الأبحاث السابقة المتعلقة بتطاير المثبطات في الأنسجة الصناعية، كما تم استعراض تقنيات القياس المختلفة المستخدمة في تقييم معدل التطاير، مثل التحليل الطيفي وقياس الكتلة، بالإضافة إلى دراسة تأثير العوامل البيئية على ثبات المثبطات في الملابس الواقية.

وتوصلت الدراسة إلى أن تطاير المركبات المثبطة للهب يؤثر سلباً على فعالية الملابس الواقية لرجال الإطفاء بمرور الوقت، حيث يؤدي انخفاض تركيز المثبطات في النسيج إلى تقليل مقاومته للاشتعال، كما تبين أن العوامل البيئية مثل درجات الحرارة العالية والتعرض للرطوبة تسهم في تسريع عملية التطاير، مما يستدعي تطوير تقنيات جديدة لتعزيز استقرار هذه المثبطات.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير مركبات مثبطة للهب تكون أكثر استقراراً وأقل تطايراً لضمان استمرار الحماية لفترات أطول، كما شددت على أهمية إجراء اختبارات دورية لملاص رجال الإطفاء لتقييم مستوى

الحماية، وأكدت على ضرورة تحديث المعايير الصناعية لضمان استخدام مثبتات لهب ذات تأثيرات بيئية وصحية أقل، مما يسهم في تعزيز سلامة رجال الإطفاء وتقليل المخاطر الناجمة عن فقدان المثبتات أثناء الخدمة.

المنطلقات النظرية للبحث:

1- المواد القابلة للاشتعال:

هي أي مواد صلبة أو سائلة أو غازية تمتلك خصائص كيميائية تجعلها تشتعل بسهولة عند تعرضها لمصدر حرارة أو لهب، مما يزيد من احتمالية نشوب الحرائق وانتشارها داخل المنشآت (Lautenberger et al., 2006).

كما تشير إلى تلك المواد التي تتميز بانخفاض درجة حرارة الاشتعال الذاتي، مما يجعلها شديدة الخطورة في البيئات الصناعية والتجارية، حيث تتطلب تدابير وقائية صارمة للحد من مخاطر الحريق.

2- انتشار الحرائق:

يعبر انتشار الحرائق عن العملية الفيزيائية والكيميائية التي تؤدي إلى انتقال النيران من نقطة الاشتعال الأولية إلى مناطق أخرى داخل المبنى، متأثرة بعوامل مثل طبيعة المواد المحترقة، ودرجة الحرارة، وتدفق الأكسجين (Grasso & Innocente, 2018).

كما يُعرف انتشار الحرائق بأنه التوسع التدريجي للحريق عبر الأسطح والفراغات داخل المبنى نتيجة لتفاعل العناصر الثلاثة للحريق (الوقود، الحرارة، والأكسجين)، مما قد يؤدي إلى تفاقم الأضرار المادية والبشرية.

3- السلامة من الحرائق

هي مجموعة من الإجراءات والتقنيات التي تهدف إلى تقليل احتمالية نشوب الحرائق، والحد من آثارها عند حدوثها، من خلال التخطيط المسبق، واستخدام أنظمة الكشف المبكر، والتدريب على الاستجابة السريعة.

كما يُقصد بالسلامة من الحرائق جميع التدابير الهندسية والتنظيمية التي تهدف إلى حماية الأرواح والممتلكات من أخطار الحريق، من خلال تطبيق معايير الوقاية، وتحسين سبل الإخلاء، وتطوير تقنيات الإطفاء (Kavitha et al., 2024).

منهج البحث:

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة دور المواد القابلة للاشتعال في تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني، مع التركيز على شركة أرامكو السعودية باعتبارها نموذجًا لتحليل تأثير خصائص المواد القابلة للاشتعال على ديناميكيات الحريق في المنشآت الصناعية والإدارية. يهدف هذا المنهج إلى تقديم وصف دقيق للمواد المستخدمة داخل المباني من حيث تركيبها الفيزيائي والكيميائي، وتحليل دورها في تسريع انتشار النيران، مما يساعد في تقديم توصيات لتعزيز معايير السلامة والحد من المخاطر الناجمة عن الحرائق.

سيتم جمع البيانات من خلال استبيانات موجهة تستهدف مهندسي السلامة، فرق الإطفاء، والعاملين في قطاع الأمن الصناعي بشركة أرامكو السعودية، حيث يتضمن الاستبيان مجموعة من المحاور الرئيسية، مثل: (خصائص المواد القابلة للاشتعال، معدلات انتشار اللهب، تأثير انبعاثات الدخان والغازات السامة، ومدى فاعلية أنظمة الوقاية). سيتم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المتقدمة لاستخلاص العلاقة بين نوعية المواد القابلة للاشتعال ومدى تأثيرها على سرعة انتشار الحرائق، وتأثير ذلك على إجراءات مكافحة الحرائق وتقليل الأضرار البشرية والمادية.

إضافةً إلى ذلك، سيتم اعتماد المنهج النوعي عبر إجراء مقابلات فردية معمقة مع خبراء السلامة والوقاية من الحرائق في شركة أرامكو السعودية، بهدف استكشاف آليات التعامل مع المواد القابلة للاشتعال، التحديات المرتبطة بإدارتها، ومدى فاعلية الاستراتيجيات الحالية في تقليل أخطار الحرائق. كما ستساهم هذه المقابلات في تقديم رؤى تفصيلية حول كيفية تحسين إجراءات السلامة، تطوير تقنيات حديثة للكشف عن الحرائق المبكرة، وتعزيز التدابير الوقائية داخل المباني، مما يوفر فهمًا أعمق لدور المواد القابلة للاشتعال في تسريع انتشار الحرائق، ويدعم وضع سياسات تنظيمية أكثر صرامة للحد من مخاطرها.

مصادر البيانات:

يعتمد البحث على مصدرين أساسيين في جمع البيانات والمعلومات كما يلي:

المصادر الثانوية:

وتتمثل في الكتب والمراجع العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع البحث بالإضافة إلى الاعتماد على الأبحاث والدراسات السابقة والدراسات السابقة ذات العلاقة بالموضوع التي بحثت الإنشائية إلى جانب الدوريات والرسائل الجامعية التي تناولت موضوع الدراسة، لمعرفة الأسس والطرق العلمية السليمة في كتابة الدراسات وكذلك أخذ تصور عام عن آخر المستجدات التي حدثت في موضوعات الدراسة الحالية والتي تتميز بالتغير والتطور المستمر.

المصادر الأولية:

اعتمدت الدراسة على الاستبانة كأداة رئيسية في جمع البيانات من مصادرها والتي تم تصميمها خصيصاً لهذا الغرض على Google Forms وإرسال رابطها إلى مجتمع البحث.

أدوات الدراسة:

تعرف أداة البحث بأنها "الوسيلة التي تتم بواسطتها عملية جمع البيانات بهدف الإجابة عن تساؤلاته، وسيعتمد الباحثين في جمع البيانات على الاستبانة، والتي تعرف بأنها "صيغة محددة من الفقرات والأسئلة تهدف إلى جمع البيانات من أفراد البحث"

-الأساليب الإحصائية المتبعة

تم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) في هذه الدراسة لإجراء التحليل الوصفي واختبار الفرضيات باستخدام الأساليب الإحصائية التالية:

→ الإحصاء الوصفي:

- التكرارات والنسب المئوية: تم استخدامها لتقديم توزيعات التكرار والنسب المئوية لخصائص أفراد العينة وإجاباتهم على استبانة الدراسة.
- الوسط الحسابي: تم استخدامه كمقياس للنزعة المركزية لتقدير المتوسط الحسابي لإجابات أفراد العينة على أسئلة الاستبانة.

– الانحراف المعياري: تم استخدامه كمقياس للتشتت لتقدير الانحراف في إجابات أفراد العينة حول المتوسط الحسابي.

→ الإحصاء التحليلي:

– تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression): تم استخدامه لاختبار تأثير مجموعة من المتغيرات المستقلة على المتغير التابع.

– تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression): تم استخدامه لاختبار تأثير متغير مستقل على المتغير التابع.

– اختبار التوزيع الطبيعي (Kurtosis Test): تم استخدامه لاختبار مدى انحراف التوزيع عن التوزيع الطبيعي.

أدوات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة مستودعات البترول وخفض التكاليف: دراسة تطبيقية على شركة الدريس للخدمات البترولية والنقل بالسعودية.

نموذج الدراسة:

والذي يتضمن محاولة التعرف على مدى تأثير المواد القابلة للاشتعال على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية، ويتضمن المتغيرات التالية:

المتغير المستقل:

المواد القابلة للاشتعال بأبعادها: (درجة القابلية للاشتعال، معدل إطلاق الحرارة، كثافة الدخان والانبعاثات السامة).

المتغير التابع: تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني.

حدود البحث:

الحدود الزمانية: يدور نطاق الدراسة خلال عام 2025.

الحدود المكانية: تقتصر الدراسة على شركة أرامكو السعودية.

الحدود الموضوعية:

تركز الدراسة على تحليل مدى تأثير المواد القابلة للاشتعال على تفاقم سرعة انتشار الحرائق داخل المباني في شركة أرامكو السعودية.

قائمة المراجع:

- 1) Dobrzyńska, R. (2019). The Impact of Equipment Materials on the Fire Safety of Coaches (pp. 583–592). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9271-9_49
- 2) Qi, W., Huang, Y., Xu, C., & Yang, W. (2023). Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going? Fire, 6(6), 228. <https://doi.org/10.3390/fire6060228>
- 3) Santangelo, P. E., Ryder, N. L., Marshall, A. W., & Schemel, C. F. (2011). Flammability of Solid Materials: An Experimental Calorimetric Approach. 1, 945–950. <https://doi.org/10.1115/IMECE2011-63870>
- 4) Bifulco, A., Gaan, S., Price, D., & Horrocks, A. R. (2024). Thermal Decomposition of Flame Retardant Polymers (pp. 11–35). Informa. <https://doi.org/10.1201/9781003380689-2>
- 5) Choi, M.-K., Han, D.-H., & Choi, D.-M. (2014). Arson Fire Analysis Involving the Use of Flammable Liquids as Accelerants. 28(4), 64–72. <https://doi.org/10.7731/KIFSE.2014.28.4.064>

- 6) Belikov, A. S., Shalomov, V. A., Shyba, O., & Makhinko, A. (2022). Theoretical analysis of the combustion process. *Ukraïns'kij Žurnal Budivnictva Ta Arhitekturi*, 4, 26–30.
<https://doi.org/10.30838/j.bpsacea.2312.250822.26.874>
- 7) Hill, R. H. (2021). Fire Hazards of Flammable Liquids—What Undergraduates Need to Know. *Journal of Chemical Education*, 98(1), 45–49. <https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.0C00084>
- 8) Wei, M.–C., Cheng, Y.–C., Lin, Y.–Y., Kuo, W.–K., & Shu, C.–M. (2020). Applications of dust explosion hazard and disaster prevention technology. *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, 68, 104304.
<https://doi.org/10.1016/J.JLP.2020.104304>
- 9) Grasso, P., & Innocente, M. S. (2018). A two-dimensional reaction–advection–diffusion model of the spread of fire in wildlands (pp. 334–342). *Imprensa da Universidade de Coimbra*.
https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_36
- 10) Hassan, Md. K., Hossain, Md. D., Gilvonio, M., Rahnamayiezekavat, P., Douglas, G., Pathirana, S. W., & Saha, S. (2022). Numerical Investigations on the Influencing Factors of Rapid Fire Spread of Flammable Cladding in a High–Rise Building. *Fire*, 5(5), 149.
<https://doi.org/10.3390/fire5050149>
- 11) Sontake, A. R., Raj, P., Verma, A., Mansoori, R., & Saroj, P. L. (2024). A Review on Flame Spread Behavior Over Paper/Hybrid Fibers. *International Journal For Science Technology And Engineering*, 12(12), 845–848. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.65923>
- 12) Mokoana, V., Asante, J., & Okonkwo, O. J. (2023). A review on volatilization of flame retarding compounds from polymeric textile materials

- used in firefighter protective garment. *Journal of Fire Sciences*, 41(4), 107–121. <https://doi.org/10.1177/07349041231171349>
- 13) Thomsen, M., Fernandez–Pello, A., & Williams, F. A. (2023). On the Growth of Wildland Fires from a Small Ignition Source. *Combustion Science and Technology*, 195, 3542–3556. <https://doi.org/10.1080/00102202.2023.2239461>
- 14) Lautenberger, C., Torero, J. L., & Fernandez–Pello, C. (2006). Understanding materials flammability (pp. 1–21). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845691042.1>
- 15) Kavitha, R. R., Karunanithi, G., Madhumitha, S., Kesavarthini, D., Kirthika, R., Lavanya, D., & Merina, M. (2024). A Study to Assess the Knowledge on Fire Safety at Work Place among the Health Care Workers at a Tertiary Care Hospital. *Nursing Journal of India*, CXV(04), 152–157. <https://doi.org/10.48029/nji.2024.cvx402>

Mid–Ocean University

College of Management

Specialization: Risk Management



**The Role of Flammable Materials in Accelerating the
Spread of Fires within Buildings: An Applied Study on
Saudi Aramco"**

Preparation:

Hussein Saleh Al Qahtani

Supervision:

Dr. Al faisal Abdelhameed Mohamed

Dr. Fayez Ali Jrad