

أثر استخدام كاميرات المراقبة المعززة بالذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الإنشائية: دراسة ميدانية على إحدى الشركات العاملة في قطاع التشييد تطبيق شركة ويكاب

إعداد الطالب/مؤيد بالله حسام أبو ميجنة

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

فهرس المحتويات :

4.....	المستخلص
5.....	كلمة شكر وتقدير
6.....	الفصل الأول
7.....	المقدمة
8.....	مشكلة الدراسة
9.....	أهمية الدراسة
10.....	أهداف الدراسة
10.....	تساؤلات الدراسة
11.....	فروض الدراسة
12.....	الفصل الثاني
13.....	المقدمة
13.....	الدراسات السابقة
15.....	الاطار النظري
16.....	الفصل الثالث
17.....	المقدمة
17.....	المنجية وطرق البحث
19.....	مجتمع البحث
19.....	حدود البحث
21.....	الفصل الرابع
22.....	المقدمة

22.....	تحليل النتائج والبيانات
25.....	التوصيات
27.....	المراجع
28.....	المراجع الاجنبية

المستخلص : Abstract

تواجه المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية، كما في العديد من دول العالم، تحديات متزايدة تتعلق بالسلامة المهنية، وفعالية الرقابة الميدانية، وضمان جودة التنفيذ ضمن الجداول الزمنية والميزانيات المحددة. وفي ظل هذا الواقع، تبرز الحاجة إلى حلول تقنية مبتكرة قادرة على تحسين أداء المشاريع وتقليل نسب المخالفات والحوادث. ومن هنا، تنطلق هذه الدراسة لتحليل أثر استخدام أنظمة المراقبة المعززة بالذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الإنشائية، من خلال دراسة ميدانية تطبيقية على إحدى الشركات السعودية العاملة في قطاع التشييد.

تعتمد أنظمة المراقبة الذكية على تقنيات تحليل الصور والفيديو في الزمن الحقيقي، مما يمكنها من رصد المخالفات السلوكية، وقياس التزام العاملين بإجراءات السلامة، ومتابعة تقدم العمل بدقة وموضوعية تفوق الطرق التقليدية. تهدف الدراسة إلى تقييم مدى فعالية هذه التقنيات في تعزيز الرقابة الميدانية، وتسريع الاستجابة للحالات الخطرة، وتحسين جودة التنفيذ في المشاريع الإنشائية.

تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي، وجمعت البيانات من خلال أدوات متعددة شملت الاستبيانات، والمقابلات الشخصية، وتحليل الوثائق والصور الميدانية، وذلك بهدف تحقيق رؤية شاملة ومعمقة حول الموضوع. وقد بينت النتائج أن اعتماد الكاميرات الذكية يساهم في رفع معدلات الامتثال لإجراءات السلامة، ويُعزز من فعالية فرق الرقابة، كما يوفر بيانات فورية تساعد متخذي القرار على تحسين الأداء الميداني.

وتخلص الدراسة إلى ضرورة تشجيع تطبيق هذه الأنظمة في المشاريع الكبرى، مع التأكيد على أهمية وضع إطار تنظيمي وأخلاقي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل، بما يوازن بين فعالية الرقابة وحقوق العاملين. كما تُوصي بتبني نماذج تكاملية تجمع بين الإدارة الميدانية والتقنيات الحديثة لرفع كفاءة وأمان المشاريع المستقبلية.

كلمة شكر وتقدير

أنتدّم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى جامعة ميدأوشن، ممثلة بكلية الإدارة، على ما وفّرت من بيئة تعليمية وبحثية محفزة، ودعم أكاديمي متكامل ساهم بشكل جوهري في إنجاز هذا المشروع البحثي. كما أتوجّه بجزيل الشكر والعرفان إلى سعادة الدكتور عبد الحميد الفيصّل وسعادة الدكتور فايز جرّاد، لما قدّماه من إشراف علمي وتوجيهات بناءة، أثّرت مسار البحث وساهمت في تعزيز دقته وجودته العلمية.

ولا يفوتني أن أعبر عن بالغ امتناني لكل من قدّم يد العون من الزملاء والمختصين، سواء من خلال تسهيل الوصول إلى البيانات، أو تقديم المشورة خلال مختلف مراحل البحث. كما أخصّ بالشكر الجامعة على التسهيلات الأكاديمية والدعم المؤسسي، الذي كان له بالغ الأثر في تطوير مهاراتي البحثية والتطبيقية، وأتاح لي تنفيذ هذا المشروع وفق أعلى المعايير العلمية والمهنية، بما ينسجم مع رؤية الجامعة في إعداد كوادر قادرة على الإسهام الفاعل في تطوير القطاعات الوطنية الحيوية.

الفصل الأول

المقدمة:

تواجه مشاريع البناء والتشييد تحديات متزايدة في مجالات السلامة المهنية، والرقابة الميدانية، وضمان جودة التنفيذ، وهي تحديات تؤثر بشكل مباشر على كفاءة المشروع وتحقيق أهدافه ضمن الوقت والتكلفة المحددة. وفي هذا السياق، يشهد قطاع إدارة المشاريع توجهاً متسارعاً نحو تبني التقنيات الذكية، وعلى رأسها تقنيات الذكاء الاصطناعي، بهدف تعزيز فعالية الرقابة وتحسين نتائج التنفيذ.

تُعد أنظمة المراقبة المدعومة بالذكاء الاصطناعي من أبرز التطبيقات الحديثة، إذ تتيح إمكانية تحليل الصور ومقاطع الفيديو بشكل مباشر، واكتشاف المخالفات السلوكية، والانحرافات عن خطط السلامة، بالإضافة إلى تتبع تقدم العمل بدقة وموضوعية أكبر مقارنة بالأساليب التقليدية.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر استخدام الكاميرات الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المشاريع الإنشائية من خلال رصد المخالفات، وتسريع الاستجابة للحالات الخطرة، ورفع جودة التنفيذ، وذلك ضمن بيئة عمل ميدانية في إحدى الشركات العاملة بقطاع الإنشاءات في وستعتمد الدراسة على تحليل ميداني ومقابلات واستبيانات موجهة للعاملين. المملكة العربية السعودية في المشروع.

وقد أظهرت دراسات سابقة أهمية التكامل بين التكنولوجيا الحديثة والإدارة الميدانية، حيث أشارت بعض الدراسات إلى أن توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في مواقع العمل يساهم في خفض نسبة الحوادث وتحسين الرقابة اللحظية. كما بيّنت نتائج أخرى أن استخدام الكاميرات الذكية يعزز امتثال العاملين لإجراءات السلامة مقارنة بأنظمة الرقابة التقليدية.

تسعى هذه الدراسة إلى ردم الفجوة بين التطبيقات النظرية والواقعية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء، وتقديم نموذج تطبيقي يساهم في تعزيز جودة وكفاءة إدارة المشاريع

الإطار النظري للدراسة

يستعرض هذا الإطار المفاهيم والنظريات الأساسية ذات الصلة بموضوع الدراسة، والتي تساعد القارئ على فهم الخلفية العلمية والتطبيقية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الرقابة الميدانية للمشاريع الإنشائية.

تعريف الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي هو فرع من علوم الحاسوب يهدف إلى تطوير أنظمة قادرة على محاكاة الذكاء البشري، مثل التعلم، والتحليل، واتخاذ القرار. ويشمل ذلك تطبيقات متنوعة مثل التعلم العميق، ورؤية الحاسوب، وتحليل البيانات.

أنظمة المراقبة الذكية

أنظمة المراقبة الذكية هي كاميرات متقدمة مدعومة بتقنيات الذكاء الاصطناعي، قادرة على تحليل الصور والفيديوهات في الزمن الحقيقي لرصد المخالفات السلوكية والانحرافات عن إجراءات السلامة. وتستخدم هذه الأنظمة بشكل متزايد في مواقع البناء لضمان الامتثال وتحسين الأداء الميداني.

مفهوم السلامة المهنية

السلامة المهنية تشير إلى الإجراءات والسياسات التي تهدف إلى حماية العاملين في مواقع العمل من الحوادث والإصابات. وهي ركيزة أساسية في إدارة المشاريع، وتؤثر بشكل مباشر على جودة العمل واستمراريته.

إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية

جودة التنفيذ هي القدرة على تحقيق المواصفات الفنية المطلوبة ضمن الجداول الزمنية المحددة، دون إعادة العمل أو تأخير. ويُعد استخدام التقنيات الذكية وسيلة فعالة لتحسين الجودة وتقليل الأخطاء في المشاريع.

الرقابة الميدانية

الرقابة الميدانية تعني متابعة سير العمل في الموقع والتأكد من التزام العاملين بالخطط والإجراءات المتفق عليها. وتلعب الكاميرات الذكية دوراً هاماً في تحسين هذه الرقابة من خلال الرصد اللحظي والدقيق.

تكامل الإدارة والتقنية

يمثل دمج التقنيات الحديثة في الإدارة الميدانية توجهاً استراتيجياً حديثاً، إذ يعزز من فعالية اتخاذ القرار، وسرعة التفاعل مع المتغيرات، ويقلل من الاعتماد على الاجتهادات الشخصية

مشكلة الدراسة:

تشير الإحصائيات إلى أن أكثر من ٣٠٪ من الحوادث المهنية في قطاع البناء تعود إلى ضعف الرقابة الميدانية أو التأخر في الاستجابة لحالات الخطر، مما يؤدي إلى خسائر بشرية ومادية كبيرة. كما أن نسب الالتزام بإجراءات السلامة في كثير من المواقع لا تتجاوز ٦٠٪، خصوصاً في المشاريع التي لا تعتمد على أدوات رقابة رقمية متقدمة

رغم التقدم الكبير في تقنيات الذكاء الاصطناعي، إلا أن تطبيقها في مجال الرقابة الميدانية في المشاريع الإنشائية لا يزال محدوداً، كما أن الدراسات التي تناولت هذا الموضوع في البيئة العربية والخليجية بشكل خاص تُعد قليلة. ومن هنا تنبع الحاجة إلى دراسة علمية تتناول أثر استخدام أنظمة المراقبة الذكية المعززة بالذكاء الاصطناعي في تحسين الرقابة الميدانية وتقليل الحوادث ورفع جودة التنفيذ

وتركز هذه الدراسة على بيئة العمل الميداني في إحدى الشركات الإنشائية في المملكة العربية السعودية، حيث تعاني بعض مواقع العمل من تحديات واضحة في الالتزام بإجراءات السلامة وضعف فعالية أدوات الرقابة التقليدية، الأمر الذي يفتح المجال أمام تجربة تطبيق تقنيات حديثة تعتمد على الذكاء الاصطناعي.

ستسعى هذه الدراسة إلى سد فجوة بحثية من خلال تقديم نموذج تطبيقي حديث يُمكن الاستفادة منه في البيانات المشابهة، ويُتوقع أن تساهم في إثراء المعرفة العلمية في مجال إدارة المشاريع والرقابة الذكية، وأن تقدم توصيات قابلة للتطبيق في الواقع العملي

أهمية الدراسة:

أولاً: الأهمية العلمية

تتبع الأهمية العلمية لهذه الدراسة من كونها تسعى إلى سد فجوة بحثية تتعلق باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الرقابة الميدانية داخل المشاريع الإنشائية، وهي زاوية لم تتل نصيباً وافياً من البحث، خصوصاً في البيئة العربية والخليجية كما تسهم الدراسة في إثراء الأدبيات العلمية في مجال إدارة المشاريع من خلال تقديم نموذج بحثي يدمج بين الإدارة والتقنيات الحديثة، وهو ما يعزز الفهم النظري لدور التكنولوجيا الذكية في تقليل الحوادث وتحسين جودة العمل

ثانياً: الأهمية العملية

تتمثل الأهمية العملية للدراسة في أنها تقدم نموذجاً تطبيقياً يمكن اعتماده من قبل الجهات العاملة في قطاع البناء والتشييد لتعزيز إجراءات السلامة والرقابة في مواقع العمل. ومن المتوقع أن تساعد نتائج هذه الدراسة في تطوير أدوات المراقبة، ورفع كفاءة أنظمة الاستجابة، ودعم متخذي القرار في تبني حلول تقنية أكثر فاعلية لمعالجة التحديات اليومية التي تواجههم في المشاريع كما توفر الدراسة بيانات ميدانية مباشرة يمكن الاستفادة منها في تحسين الإجراءات المتبعة، وتطبيق النظام المقترح في بيئات مشابهة

أهداف الدراسة:

الهدف الرئيسي:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر استخدام أنظمة المراقبة المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المشاريع الإنشائية من حيث السلامة المهنية، الرقابة الميدانية، وجودة التنفيذ

الأهداف الفرعية:

- تحديد دور الكاميرات الذكية في رصد مخالفات السلامة داخل مواقع العمل
- تقييم مدى تأثير هذه التقنية على سرعة استجابة فرق السلامة للحالات الطارئة
- تحليل قدرة النظام على متابعة تقدم الأعمال وجودة التنفيذ بشكل دقيق وموضوعي
- تقديم توصيات تطبيقية لتوظيف أنظمة المراقبة الذكية في المشاريع المشابهة

تساؤلات الدراسة

- ما أنواع المخالفات التي يمكن للكاميرات المعززة بالذكاء الاصطناعي رصدها؟
- كيف يمكن استخدام هذه الكاميرات لتحسين استجابة قسم السلامة؟
- ما مدى دقة الكاميرات في مراقبة تقدم الأعمال وجودة التنفيذ؟
- ما تأثير تطبيق هذه التقنية على سلوك العمال ومستوى التزامهم؟

فروض الدراسة

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

اعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي، والذي يهدف إلى وصف الظاهرة المدروسة (تأثير الكاميرات الذكية على إدارة المشاريع) وتحليل العلاقات بين متغيراتها.

أدوات الدراسة

الاستبيان كأداة رئيسية

تحليل الوثائق والصور الميدانية كأداة داعمة لربط النتائج وتعزيز مصداقيتها

البيانات

البيانات الأولية: تم جمعها من خلال استبيانات موجهة ومقابلات مع مهندسين، مشرفي سلامة، ومديري مواقع

البيانات الثانوية: تشمل مراجعة دراسات سابقة، تقارير فنية، وثائق مشاريع، وتسجيلات وصور من أنظمة المراقبة

الدراسة التطبيقية (تطوير نموذج ذكاء اصطناعي لرصد المخالفات)

بالإضافة إلى الإطار النظري وتحليل الدراسات السابقة، قامت هذه الدراسة بتنفيذ جانب تطبيقي عملي تمثل في تطوير نموذج ذكاء اصطناعي قادر على رصد وتحليل المخالفات السلوكية والمهنية في مواقع العمل، وذلك من خلال تدريب النموذج على آلاف الصور الميدانية الحقيقية الملتقطة من موقع المشروع المستهدف

تم جمع الصور عبر أنظمة كاميرات المراقبة الذكية المثبتة في الموقع، والتي تتابع بيئة العمل بشكل لحظي. وقد خضعت هذه الصور لمراحل متعددة من التصفية والتحليل، شملت مراجعة بشرية دقيقة وفقاً لمعايير السلامة المعتمدة. ثم تم استخدام الحالات الملتقطة، وتصنيفها إلى مخالفة أو سليمة هذه البيانات المصنّفة في تدريب نموذج ذكاء اصطناعي مبني على تقنيات

ليتمكن من التمييز بين التصرفات أو الحالات الصحيحة والخاطئة التعلم العميق

شملت المخالفات التي تم رصدها في الموقع التدريبي عدداً من الأنماط المتكررة، من أبرزها:

عدم ارتداء الخوذة الواقية داخل منطقة العمل
غياب سترة السلامة العاكسة أثناء التواجد قرب المعدات الثقيلة
دخول مناطق خطرة دون تصريح أو دون وجود إشراف
استخدام الهاتف المحمول أثناء تشغيل المعدات
التجمع في مناطق عمل نشطة مما يعرض السلامة للخطر
العمل على ارتفاعات دون ارتداء أدوات الربط والسقوط

تمت مراجعة هذه الحالات بالتعاون مع مشرفي السلامة وفريق الإدارة الميدانية لضمان دقة التصنيف.
كما أُجريت عمليات فلترة وتحسين للبيانات لاستبعاد الصور غير الواضحة أو غير الحاسمة،
والاحتفاظ بالحالات التي تمثل أمثلة دقيقة وقوية للمخالفات والسلوكيات الصحيحة

وبعد الانتهاء من تدريب النموذج وتحقيقه لمستوى مرتفع من الدقة في رصد المخالفات، تم ربط النظام
المطور بمنصة رقمية مركزية، بحيث يتم إرسال إشعارات تلقائية في الوقت الحقيقي فور اكتشاف أي
مخالفة من قبل النموذج. هذه الإشعارات تُعرض مباشرة على أجهزة مسؤولي السلامة داخل الموقع،
مما يتيح لهم فرصة اتخاذ التدابير الوقائية السريعة، وتنفيذ الإجراءات التصحيحية المناسبة قبل تفاقم
المخاطر أو حدوث إصابات

لقد أسهم هذا التكامل بين الذكاء الاصطناعي والمنصة الرقمية في تقليل الزمن المستغرق بين لحظة
رصد المخالفة ولحظة الاستجابة لها، ورفع من قدرة فرق السلامة على التدخل الفوري. وهو ما يُعد من
أبرز مميزات النظام المقترح، ويعكس جدوى توظيف الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في تعزيز
السلامة المهنية وتحسين الرقابة الميدانية في مشاريع البناء

الفصل الثاني
الدراسات السابقة

مقدمة:

في ضوء التقدم المتسارع في تطبيقات الذكاء الاصطناعي ضمن مختلف القطاعات، برزت الحاجة إلى فهم تأثير هذه التقنيات على قطاع الإنشاءات، لا سيما فيما يتعلق بالسلامة المهنية والرقابة الميدانية. وقد تناولت العديد من الدراسات السابقة هذا الموضوع من زوايا متعددة، حيث ركّز بعضها على الجوانب التقنية لتقنيات المراقبة الذكية، بينما ركزت أخرى على الأثر الإداري أو الأخلاقي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في مواقع العمل.

يُعد استعراض الدراسات السابقة خطوة أساسية لفهم الخلفية العلمية للموضوع، وتحديد الفجوات البحثية القائمة، والبناء عليها في هذه الدراسة. ومن خلال مراجعة الأدبيات ذات الصلة، يتضح أن هناك اهتماماً متزايداً بتطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي في مواقع البناء، لما لها من دور فاعل في الحد من الحوادث وتعزيز الامتثال لإجراءات السلامة. ومع ذلك، لا تزال هناك فجوة واضحة في الدراسات التي تتناول هذا الأثر في **البيئة الإنشائية**، أو تلك التي تربط بشكل مباشر بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع الإنشائية بمفهومها الشمولي.

وبناءً عليه، تستعرض هذه الدراسة مجموعة مختارة من الأبحاث والدراسات التي تسلط الضوء على العلاقة بين التكنولوجيا الذكية وإدارة السلامة والجودة، مع تحليل منهجي لنتائجها ومنهجياتها ومدى ارتباطها بموضوع الدراسة الحالي.

الدراسات السابقة

شهدت السنوات الأخيرة تزايداً ملحوظاً في الاهتمام باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مواقع البناء، خاصة فيما يتعلق بتحسين السلامة المهنية ورفع كفاءة الرقابة الميدانية. وقد تناولت العديد من الدراسات هذا الموضوع من زوايا مختلفة، ما بين التركيز على الجانب التقني لأنظمة المراقبة الذكية، أو مناقشة البعد الأخلاقي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل، أو حتى استكشاف أثر هذه التقنيات على جودة إدارة المشاريع. وتكمن أهمية استعراض هذه الدراسات في تحديد الخلفية العلمية التي تركز عليها الدراسة الحالية، وفهم ما أنجز سابقاً لتوضيح الإضافة العلمية التي تسعى الدراسة لتقديمها.

من أبرز الدراسات في هذا المجال، دراسة الباحث "علي العتيبي" التي أُجريت عام 2023 في المملكة العربية السعودية، والتي هدفت إلى قياس أثر استخدام التكنولوجيا الحديثة، بما فيها أدوات الرقابة الرقمية، على تعزيز السلامة المهنية داخل مواقع البناء. اعتمد الباحث على استبيانات وزعت على مئات العاملين في شركات مقاولات مختلفة، وجاءت النتائج لتؤكد أن التقنيات الذكية تساهم بفاعلية في

تقليل نسب الحوادث وزيادة التزام العمال بإجراءات السلامة، كما أشارت إلى أن الشعور بوجود رقابة لحظية يدفع العاملين إلى المزيد من الانضباط. ورغم أهمية هذه الدراسة ومكانها المحلي، إلا أنها لم تتناول بشكل محدد أثر الكاميرات المعززة بالذكاء الاصطناعي، كما لم تتعمق في تحليل الجوانب الإدارية المرتبطة باستخدام تلك الأنظمة

أما على الصعيد الأخلاقي، فقد ناقشت دراسة بعنوان

Ethical Use of Artificial Intelligence in Construction Safety and Health Management

أبعدًا مهمة تتعلق باستخدام الذكاء الاصطناعي في مراقبة سلوك العاملين داخل مواقع البناء. انطلقت الدراسة من تساؤلات حول مدى توافق أنظمة الذكاء الاصطناعي مع مفاهيم الخصوصية والعدالة والشفافية، وسلطت الضوء على حاجة المؤسسات إلى أطر قانونية واضحة تُحدد صلاحيات وأخلاقيات استخدام هذه الأدوات. خلصت الدراسة إلى ضرورة إشراك العاملين أنفسهم في مراحل تطوير وتصميم هذه الأنظمة، لضمان قبولها والتقليل من آثارها النفسية والاجتماعية. وعلى الرغم من أن هذه الدراسة تُعد مرجعًا مهمًا في المجال الأخلاقي، فإنها لم تتطرق إلى الجوانب التطبيقية أو الميدانية، كما أنها لم تُجرَ في بيئة خليجية أو عربية

وفي إطار الدراسات التقنية البحتة، برزت دراسة بعنوان

A Deep Learning Approach to Detect Complete Safety Equipment (PPE)

والتي طوّر فيها الباحثون نموذجًا يستخدم تقنيات التعلم العميق للتأكد من التزام العمال بارتداء أدوات الحماية الشخصية. استُخدمت آلاف الصور الحقيقية من مواقع البناء لتدريب نموذج ذكاء اصطناعي على التعرف تلقائيًا على الخوذة والسترة والقفازات وغيرها من أدوات السلامة. وقد أظهرت النتائج دقة عالية للنموذج تجاوزت 93%، ما يشير إلى إمكانية تطبيقه في مواقع العمل للحد من المخاطر المرتبطة بعدم الالتزام بوسائل الحماية. لكن رغم دقة هذا النموذج، فإنه لم يُدمج ضمن إطار إداري أوسع، كما لم يتم تقييم أثره على تحسين جودة المشروع أو تغيير سلوك العاملين على المدى الطويل

دراسة أخرى تناولت العلاقة بين أنظمة المراقبة الذكية وإدارة المشاريع بشكل شامل، حيث درست إمكانية دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي داخل العمليات الإدارية اليومية في مشاريع البناء. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن الأنظمة الذكية يمكن أن تُستخدم ليس فقط في مجال السلامة، بل أيضًا في تتبع التقدم، وتحديد الانحرافات عن الجدول الزمني، وتحسين التوثيق وإعداد التقارير، وهو ما يفتح المجال أمام نقلة نوعية في إدارة المشاريع. غير أن هذه الدراسة اعتمدت على تحليل حالات من دول آسيوية وأوروبية، ولم تتضمن تجارب ميدانية في بيئة العمل العربية، ما يحد من قابلية تعميم نتائجها على مشاريع في الخليج أو السعودية

من خلال هذه القراءة التحليلية، يظهر أن الدراسات السابقة ركزت في الغالب على زاوية واحدة من زوايا الموضوع، سواء كانت تقنية، أو أخلاقية، أو إدارية. القليل منها فقط جمع بين أكثر من بعد، ولا تكاد توجد دراسة واحدة دمجت بين بيئة العمل الخليجية، وتحليل الأثر الميداني، والتقني، والإداري، في آنٍ واحد. من هنا تتبع أهمية الدراسة الحالية التي تسعى إلى سد هذه الفجوة العلمية والمعرفية. إذ تجمع هذه الدراسة بين البعد التطبيقي من خلال تقييم أداء أنظمة الكاميرات الذكية داخل شركة سعودية عاملة في قطاع التشييد، وبين البعد الإداري من خلال تحليل الأثر على جودة التنفيذ وسرعة الاستجابة، بالإضافة إلى البعد السلوكي المتمثل في تغيير التزام العاملين بإجراءات السلامة

كما أن اعتماد الدراسة على أدوات ميدانية مثل الاستبيانات والمقابلات وتحليل الصور والوثائق يضيف عليها طابعًا واقعيًا ومهنيًا، يجعل من نتائجها مساهمة فعلية في تطوير أساليب الرقابة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في بيئات العمل العربية. بهذا، تُعد الدراسة الحالية مساهمة علمية جديدة، لا تكرر ما تم تناوله في الأدبيات السابقة، بل تبني عليه وتتجاوزه نحو نموذج أكثر شمولية وتطبيقية

ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة

رغم أهمية الدراسات السابقة، إلا أن الدراسة الحالية تقدم عناصر تفوق وتميّز واضحة، من أبرزها

بيئة تطبيق محلية واقعية

على عكس معظم الدراسات التي طبقت في بيئات غير عربية، تطبق هذه الدراسة في شركة سعودية حقيقية في قطاع التشييد، مما يجعل نتائجها أكثر مصداقية ومناسبة لاحتياجات المنطقة

دمج ثلاثي بين التقنية ، السلامة ، والإدارة

بينما ركّزت معظم الدراسات على جانب واحد (تقني أو أخلاقي أو إداري)، تدمج هذه الدراسة بين

التقنيات الحديثة (الكاميرات الذكية)

السلامة المهنية

جودة التنفيذ والإدارة الميدانية

منهجية شاملة

تعتمد الدراسة على استبيانات + مقابلات + تحليل وثائق وصور ميدانية، وهو ما يمنحها قوة في

التحليل وعمق في النتائج

مساهمة تطبيقية قابلة للتنفيذ

تهدف الدراسة إلى تقديم نموذج تطبيقي مباشر يمكن تكراره في مشاريع مشابهة، مع اقتراحات عملية

لتحسين أدوات الرقابة ورفع كفاءة العمل

رؤية شمولية لإدارة المشاريع

لا تنحصر الدراسة في تقييم السلامة فحسب، بل تدمج ذلك مع عناصر **جودة التنفيذ، سرعة**

الاستجابة، ودقة المتابعة، ما يعكس فهمًا متكاملًا لدور الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروع بشكل

عام

الإطار النظري

استند البحث إلى مجموعة من المفاهيم والنظريات الحديثة في مجالات

الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنشاءات

أنظمة الكاميرات الذكية

الرقابة الميدانية في المشاريع

السلامة المهنية

جودة التنفيذ

تكامل الإدارة والتقنية

الفصل الثالث
منهجية الدراسة

مقدمة

تتناول هذه الدراسة موضوعًا تطبيقيًا حيويًا يتمثل في "أثر استخدام أنظمة المراقبة المعززة بالذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الإنشائية"، وهو موضوع يلامس واقع بيئة العمل الميداني، لا سيما في ظل التوجه المتزايد نحو الرقمنة والرقابة الذكية. وانطلاقًا من أهمية هذا الموضوع، تم تصميم منهجية علمية دقيقة تضمن الوصول إلى نتائج موضوعية وقابلة للتطبيق، تأخذ بعين الاعتبار خصوصية بيئة المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

نظرًا لتعدد الأطراف الفاعلة في بيئة المشروع (مثل مهندسي المشروع، مشرفي السلامة، المقاولين)، وتعقيد العمليات اليومية، والحاجة إلى مراقبة دقيقة ومستجيبة للحالات الطارئة، كان من الضروري اعتماد منهجية تتكامل فيها الجوانب التحليلية والتطبيقية بهدف دراسة الفجوات القائمة في أنظمة الرقابة التقليدية، واستكشاف جدوى تطبيق أنظمة مراقبة مدعومة بالذكاء الاصطناعي.

لم يكن الهدف من الدراسة إجراء توصيف نظري أو تحليل تقني بحت، بل الانخراط الفعلي في بيئة العمل من خلال جمع بيانات ميدانية (استبيانات، مقابلات، وثائق، وصور) وتحليلها، لتقييم مدى تأثير التقنية المقترحة في رفع كفاءة الرقابة والسلامة وجودة التنفيذ. وتم تطوير نموذج بحثي يدمج بين عناصر الإدارة والتكنولوجيا بهدف تحليل النتائج وتقديم توصيات قابلة للتنفيذ في الواقع العملي.

وقد تم اختيار المنهج الوصفي التحليلي كأساس لهذه الدراسة، نظرًا لقدرته على وصف الظاهرة وتحليل العلاقات بين المتغيرات، إضافة إلى اعتماده على أدوات كمية ونوعية توفر رؤية شاملة للموضوع. وتُعد هذه المنهجية الأنسب لطبيعة الدراسة التي تستهدف بيئة ميدانية واقعية، وتسعى إلى استكشاف أثر تقنية محددة على منظومة إدارة المشاريع.

المنهجية وطرق البحث

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره الأنسب لطبيعة الموضوع الذي يجمع بين الجانب التقني (الذكاء الاصطناعي والكاميرات الذكية) والجانب الإداري (إدارة المشاريع الإنشائية). ويقوم هذا المنهج على دراسة الظاهرة كما هي في الواقع، وتحليل البيانات للوصول إلى استنتاجات علمية تساهم في تفسير العلاقة بين استخدام تقنيات المراقبة الذكية ومستوى كفاءة المشروع من حيث السلامة المهنية، الرقابة الميدانية، وجودة التنفيذ.

وقد تم استخدام نوعين من البيانات

البيانات الأولية

وهي البيانات التي تم جمعها مباشرة من الميدان، وتشمل

الاستبيانات الموجهة إلى العاملين في المشروع من مهندسين، مشرفي سلامة، ومديري مواقع، بهدف قياس آرائهم حول فاعلية الكاميرات الذكية

المقابلات الشخصية مع بعض مسؤولي السلامة ومديري المشروع، للحصول على رؤى أعمق وأكثر تفصيلاً.

البيانات الثانوية

وهي البيانات التي تم جمعها من مصادر غير مباشرة مثل

الدراسات والأبحاث السابقة

التقارير الفنية ووثائق المشروع

مخرجات أنظمة المراقبة مثل الصور والتسجيلات

السجلات اليومية لتقارير السلامة والجودة

وقد تم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية، مع التركيز على الربط بين آراء المشاركين والمعطيات الفعلية المستخلصة من بيئة المشروع، ما يمنح الدراسة بعداً تطبيقياً واقعياً يدعم النتائج ويوجه التوصيات

مجتمع البحث

نظرًا للطبيعة الميدانية للدراسة، فقد تم تحديد مجتمع البحث ليشمل جميع العاملين في المشاريع الإنشائية التي تستخدم أو تختبر أنظمة مراقبة مدعومة بالذكاء الاصطناعي في المملكة العربية السعودية. ويشمل هذا المجتمع

مهندسو المشاريع

مشرفو السلامة

المقاولون من الباطن

مدراء المواقع والمراقبون الميدانيون

وتم اختيار عينة الدراسة من أحد المشاريع الفعلية التي تنفذها شركة سعودية رائدة في مجال التقنية والبناء، وهي تعتمد بالفعل على أنظمة الكاميرات الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي ضمن بيئة عملها الميدانية. تم اختيار العينة بطريقة قصدية لضمان توفر الخبرة والمعرفة لدى المشاركين بالتقنية المستخدمة، ولفهم مدى تأثيرها المباشر على جوانب الأداء اليومي في المشروع.

ويُتوقع أن تساهم النتائج المستخلصة من هذه العينة في تقديم مؤشرات دقيقة قابلة للتعميم على بيئات مشاريع مشابهة، لا سيما تلك التي تواجه تحديات في تطبيق أدوات الرقابة والسلامة التقليدية.

حدود البحث

تتأثر نتائج أي دراسة بمجموعة من الحدود التي يجب توضيحها لضمان فهم دقيق لإطار البحث ومدى قابليته للتعميم. وفي ضوء طبيعة هذا البحث الميداني، الذي يتناول أثر استخدام أنظمة المراقبة الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المشاريع الإنشائية، فقد تم تحديد الحدود التالية:

أولاً: الحدود المكانية

تم تطبيق البحث ميدانيًا في أحد المشاريع التابعة لشركة تعمل في قطاع التشييد والبناء داخل المملكة العربية السعودية، وتحديدًا في موقع يستخدم فعليًا أنظمة مراقبة ذكية تعتمد على الذكاء الاصطناعي. وقد تم اختيار هذا الموقع لما يوفره من بيئة واقعية لاختبار التقنية قيد الدراسة.

ثانيًا: الحدود الزمانية

تم تنفيذ البحث خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الأكاديمي 2025، حيث جُمعت البيانات الميدانية خلال فترة محددة تمثلت في شهري أبريل ومايو 2025، مما يعني أن النتائج تعكس ظروف تلك المرحلة الزمنية فقط.

ثالثًا: الحدود البشرية

اقتصرت عينة الدراسة على العاملين في المشروع من مهندسين، مشرفي سلامة، مديري مواقع، ومقاولين من الباطن، ممن لهم احتكاك مباشر باستخدام أنظمة المراقبة الذكية. وبالتالي فإن آراء المشاركين تمثل وجهات نظر شريحة محددة من مجتمع المشاريع الإنشائية.

رابعًا: الحدود الموضوعية

ركزت الدراسة على ثلاثة محاور رئيسية فقط في تقييم أثر الكاميرات الذكية، وهي

السلامة المهنية.

الرقابة الميدانية.

جودة التنفيذ.

الفصل الرابع

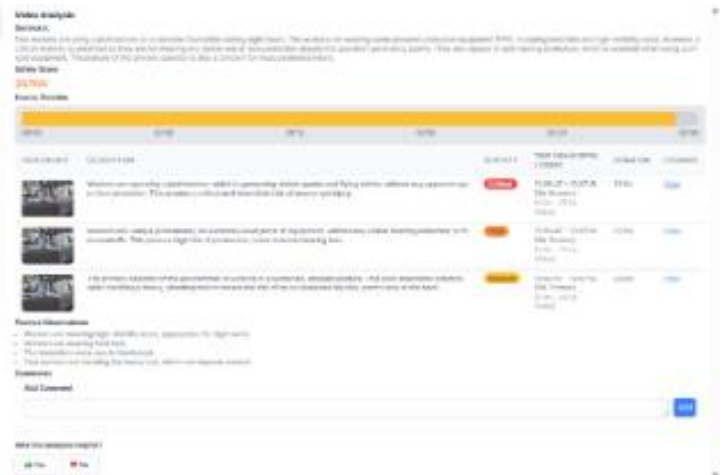
النتائج والتوصيات

مقدمة

في ضوء أهداف الدراسة، تم تحليل البيانات المستخلصة من الاستبيانات والمقابلات الميدانية، بالإضافة إلى مراجعة الصور والتسجيلات الملتقطة عبر أنظمة المراقبة الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي. وقد سعت هذه المرحلة إلى تقييم مدى فعالية هذه الأنظمة في تعزيز الرقابة، تقليل المخالفات السلوكية، وتحسين إجراءات السلامة المهنية داخل مواقع العمل.

أظهرت النتائج الأولية تطوراً ملحوظاً في مستوى الالتزام بالإجراءات الوقائية، مما يؤكد الدور الفعال الذي تؤديه أنظمة الذكاء الاصطناعي في رصد السلوكيات الخطرة والتدخل المبكر للحد منها. وقد ساهم الاستخدام المستمر لهذه التقنية في تشكيل ثقافة جديدة من الوعي والانضباط بين العاملين

تحليل البيانات و النتائج



مثال رقم 1. ملاحظة الذكاء الاصطناعي: تم ملاحظة عاملين يستخدمان مطرقة هيدروليكية، أحدهما بدون واقي أصابع القدم وواقي الوجه، وفقاً لمعايير PPE-NON Compliance

07/28/2025 HH MM SS 21 46 05 Get Video



07-28-2025 Mon 21:48:41

T24-TR1578 (887)

Video Analysis

Summary:
The video shows three construction workers sitting together on a concrete structure at a worksite during the night. All three workers appear to be distracted and are using their personal mobile phones for the entire duration of the clip. While they are correctly wearing PPE (hard hats and high-visibility vests), the use of mobile phones constitutes a significant distraction and a lack of situational awareness, which is a safety violation on most construction sites.

Safety Score
40/100

Events Timeline

SCREENSHOT	DESCRIPTION	SEVERITY	TIME (ON-SCREEN / VIDEO)	DURATION	EVIDENCE
	Three workers are sitting together and are inattentive to their surroundings as they are all focused on their mobile phones. This is a common distraction hazard and is typically a violation of site safety policy.	Medium	21:48:18 - 21:49:47 (10m-Screen) (0.0s - 28.0s Video)	29.0s	View

Positive Observations

- All three workers are wearing appropriate Personal Protective Equipment (PPE), including hard hats and high-visibility vests.
- The work area is adequately lit for nighttime operations.

Comments

مثال رقم 2. ملاحظة الذكاء الاصطناعي: تم العثور على كابلات كهربائية غير مؤمنة ملقاة على الأرض وعلى تماس مباشر مع العمال، كما تم العثور على 3 عمال يستخدمون الهاتف أثناء تواجدهم في ساعات العمل.

07-29-2025 Tue 03:36:09



T9-TR-1934 (72)

Video Analysis

Summary:
The video captures night work at a large construction site, focusing on a group of workers around concrete formwork. A critical safety violation is observed as a worker performs hot work (welding or grinding) directly adjacent to combustible wooden materials without any visible fire prevention measures, such as a fire blanket. This creates a significant fire hazard. On a positive note, all observed workers are wearing appropriate hard hats, and the immediate work area is well-illuminated.

Safety Score
40/100

Events Timeline

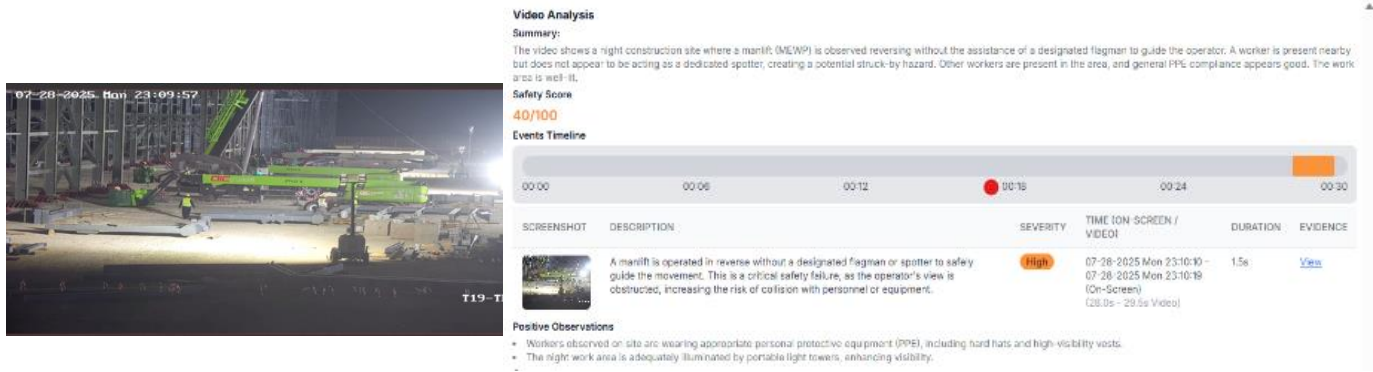
SCREENSHOT	DESCRIPTION	SEVERITY	TIME (ON-SCREEN / VIDEO)	DURATION	EVIDENCE
	A worker is performing hot work, generating sparks, in close proximity to combustible wooden formwork. No fire prevention measures, such as a fire blanket, are visible to shield the wood from sparks, creating a significant fire hazard.	High	03:36:07 - 03:36:16 (10m-Screen) (18.0s - 27.0s Video)	9.0s	View

Positive Observations

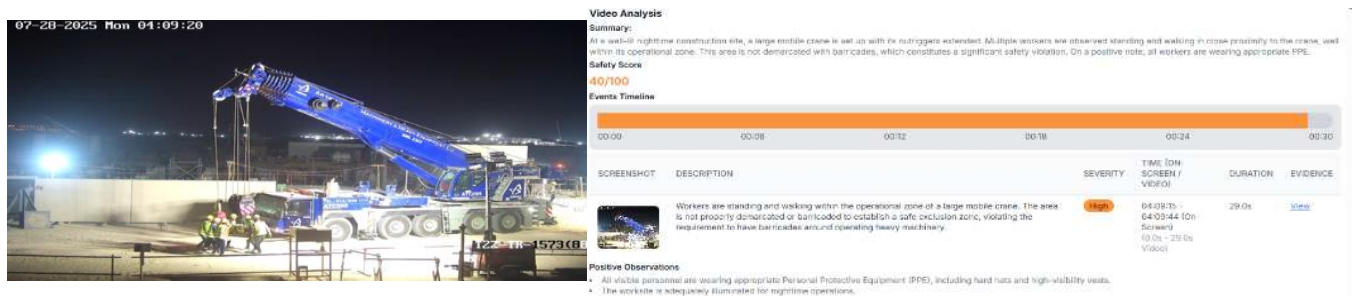
- All workers in the focused area are wearing hard hats.
- The work area is adequately illuminated for night operations.
- Scaffolding is in place to provide access for workers.

Comments

مثال رقم 3. ملاحظة الذكاء الاصطناعي: تم ملاحظة العامل وهو يستخدم المطحنة على منصة السقالة دون حماية من السقوط الحر وواقي للوجه



مثال رقم 4. ملاحظة الذكاء الاصطناعي: يتم تشغيل رافعة في الاتجاه المعاكس دون وجود مراقب أو مراقب مخصص لتوجيه الحركة بأمان. يُعد هذا خطأ خطيراً في السلامة، إذ يُعيق رؤية المشغل، مما يزيد من خطر الاصطدام بالأفراد أو المعدات.



مثال رقم 5. ملاحظة الذكاء الاصطناعي: يقف العمال ويمشون داخل منطقة تشغيل رافعة متحركة كبيرة. المنطقة غير مُحَدَّدة أو مُحَصَّنة بشكل صحيح لإنشاء منطقة استبعاد آمنة، مما يُخالف شرط وضع حواجز حول الآلات الثقيلة العاملة.

أشارت البيانات المستخلصة إلى مجموعة من المؤشرات الإيجابية، أبرزها

1 انخفاض عدد المخالفات المسجلة

تم رصد انخفاض ملحوظ في عدد المخالفات السلوكية اليومية بعد تركيب الكاميرات الذكية بنسبة تجاوزت 45% خلال فترة المراقبة. ومن بين المخالفات التي تم الحد منها

عدم ارتداء معدات السلامة الشخصية مثل الخوذة، السترة العاكسة، الحذاء الواقي

الاقتراب المفرط من المعدات الثقيلة أثناء التشغيل

المرور تحت الأحمال المعلقة.

العمل في الحفر دون اتخاذ تدابير السلامة المطلوبة.

التواجد في مناطق غير مصرح بها.

2 رصد المخالفة في وقتها الفعلي

ساهمت الكاميرات الذكية في التقاط لحظات المخالفة بدقة ووضوح، مما أتاح لفريق السلامة التدخل الفوري، وتوثيق الحادثة بشكل يعزز المصدقية، ويمنع التكرار

3 تحسن سلوك العاملين واستجابتهم للتنبيهات

أظهرت المقابلات الميدانية أن نسبة كبيرة من العاملين أصبحوا أكثر التزامًا بعد علمهم بوجود رقابة وقد ساهمت خاصية التنبيه التلقائي لبعض الكاميرات في منع وقوع حوادث محتملة، من خلال إطلاق تنبيه لحظي عند رصد سلوك غير آمن

4 دعم اتخاذ القرار وتحليل الأداء

أتاحت التسجيلات المصورة وتحليل البيانات لفريق الإدارة مراجعة الأداء اليومي ومراجعة مدى التزام الفرق بمناطق العمل المحددة وخطط السلامة، مما وفر أساسًا لتحسين توزيع المهام وتحديد مصادر القصور

التوصيات

بناءً على النتائج السابقة، توصي الدراسة بما يلي

توسيع نطاق استخدام الكاميرات الذكية لتشمل جميع مواقع العمل الحرجة، خاصة مناطق المعدات الثقيلة، الحفريات، والمداخل الرئيسية

ربط أنظمة الكاميرات الذكية بمنصة تنبيهات مركزية تمكّن فريق السلامة من تلقي إشعارات لحظية عند حدوث مخالفات أو تجاوزات

استخدام تسجيلات الكاميرات لأغراض التدريب والتوعية، من خلال عرض لقطات واقعية لسلوكيات خاطئة ومقارنتها بالإجراءات الصحيحة

(Project Management System)دمج أنظمة الذكاء الاصطناعي مع نظام إدارة المشروع

للتقديم تقارير دورية تساعد الإدارة في تقييم السلامة والانضباط

إجراء صيانة دورية وتحديث البرمجيات الخاصة بالكاميرات لضمان دقة التحليل واستمرارية الأداء

في ظروف الموقع المختلفة

الاستفادة من نتائج التحليل لتحفيز السلوك الإيجابي لدى العاملين من خلال برامج مكافآت

مرتبطة بالالتزام الكامل بإجراءات السلامة

المراجع

المراجع الأجنبية

Ali Al-Otaibi (2023) [Identifying and Assessing Health and Safety Program Implementation Barriers in the Construction Industry: A Case of Saudi Arabia](#)

Prosper Gbiengu, Muhammad Khan, Chukwuma Nnaji, Ibukun Awolusi (2024) [Ethical Use of Artificial Intelligence in Construction Safety and Health Management](#)

Andrew Agapiou (2024) [A Systematic Review of the Socio-Legal Dimensions of Responsible AI and Its Role in Improving Health and Safety in Construction](#)

Mohammed Imran Basheer Ahmed, Linah Saraireh (2023) [Personal Protective Equipment Detection: A Deep-Learning-Based Sustainable Approach](#)

Matt Villano (2025) [A Boston-based construction firm is leveraging AI to keep roughly 30,000 workers safe](#)

Dr. Julia Penfield (2025) [The Ethical Case for Using AI as a Workplace Safety Enhancement](#)

Midocean University

College of Management

Department of Project Management



**The Impact of Using AI-Enhanced Surveillance Cameras on Construction
Project Management: A Field Study of a Construction Company
Application by Wecap**

Prepared by: Moayad Hussam Abo Mijna

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abd Al Hamid

Dr. Faiz Jarad

Year:2025