

بحث بعنوان

أهمية التفتيش الدوري على المباني في الحد من المخاطر الإنشائية

اعداد

محمد سليمان عبيد الصبيحات

مراقب أبنية

بلدية الخالدية

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الدور المحوري الذي يلعبه التفتيش الدوري المنتظم في الكشف المبكر عن التدهور الإنشائي للمباني، والحد من المخاطر التي تهدد السلامة العامة والأرواح. يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة واقع ممارسات التفتيش الإنشائي، وتقييم مدى فاعلية البرامج الوقائية المطبقة حالياً في مواجهة عوامل التقادم الطبيعي، والتغيرات البيئية، والأحمال التشغيلية غير المتوقعة. كما يستعرض البحث الفجوة بين مواصفات البناء الأولية والواقع التشغيلي للمباني على مدى عمرها الافتراضي، مؤكداً على ضرورة الانتقال من ثقافة "الرد على الكوارث" إلى ثقافة "الوقاية والمراقبة المستمرة" باستخدام أحدث التقنيات الهندسية.

توصل البحث إلى مجموعة من النتائج الجوهرية التي تؤكد وجود ارتباط وثيق بين انتظام برامج التفتيش الدوري وانخفاض تكاليف الصيانة الطارئة، وإطالة العمر الافتراضي للمنشآت. كما أظهرت النتائج أن دمج التقنيات الحديثة مثل الطائرات بدون طيار (الدرونز) وأجهزة الاستشعار الذكية يرفع من كفاءة ودقة الكشف عن العيوب الخفية. وفي ضوء ذلك، يقدم البحث توصيات عملية وتشريعية ترمي إلى إلزمة المباني بـ "جوازات سفر رقمية" للصيانة، وتطوير الأطر القانونية التي تجرم الإهمال في الفحص، وتأهيل كوادر هندسية متخصصة في التشخيص الإنشائي المتقدم.

Abstract

This research aims to highlight the pivotal role of regular periodic inspections in the early detection of structural deterioration in buildings and in mitigating risks to public safety and lives. The research employs a descriptive-analytical approach to examine the current state of structural inspection practices and assess the effectiveness of existing preventative programs in addressing natural aging, environmental changes, and unexpected operational loads. It also explores the gap between initial building specifications and the actual operational performance of buildings throughout their lifespan, emphasizing the need to shift from a "disaster response" culture to one of "prevention and continuous monitoring" using the latest engineering technologies.

The research yielded several key findings confirming a strong correlation between regular periodic inspection programs, reduced emergency maintenance costs, and extended lifespan for buildings. Furthermore, the results demonstrated that integrating modern technologies such as drones and smart sensors enhances the efficiency and accuracy of detecting hidden defects. In light of this, the research offers practical and legislative recommendations aimed at obligating buildings to have "digital passports" for maintenance, developing legal frameworks that criminalize negligence in inspection, and training specialized engineering personnel in advanced structural diagnosis.

المقدمة

تشهد البيئات الحضرية حول العالم توسعاً عمرانياً متسارعاً، مما أدى إلى زيادة هائلة في عدد المباني والمنشآت بمختلف استخداماتها السكنية والتجارية والصناعية. ومع مرور الوقت، تتعرض هذه المنشآت لمؤثرات متعددة تؤدي إلى تدهور تدريجي في كفاءتها الإنشائية، مثل العوامل الجوية، والتآكل الكيميائي، والاهتزازات، والتغيرات في خصائص التربة، فضلاً عن التعديلات العشوائية التي يجريها المستخدمون. إن ضمان السلامة الهيكلية لهذه المباني على مدى عمرها الافتراضي لم يعد خياراً ثانوياً، بل أصبح ضرورة حتمية لحماية الأرواح والممتلكات، وضمان استمرارية الأداء الوظيفي للمدن.

ولطالما ركزت الجهود الهندسية في الماضي على مرحلة التصميم والتنفيذ لضمان متانة المبنى عند تسليمه، إلا أنها أغفلت إلى حد كبير مرحلة "ما بعد الإشغال". هنا تبرز أهمية "التفتيش الدوري" كاستراتيجية استباقية ووقائية، تهدف إلى مراقبة الصحة الإنشائية للمبنى بشكل منتظم وفق جداول زمنية محددة. لم يعد التفتيش الدوري مجرد إجراء روتيني شكلي، بل تحول إلى علم قائم بذاته يعتمد على تقنيات الفحص غير الإتلافي، والتحليل الإنشائي المتقدم، ونمذجة معلومات البناء لتقييم مدى سلامة العناصر الإنشائية الحاملة وقدرتها على تحمل الأحمال.

تتبع الحاجة إلى هذا البحث من تزايد حالات الانهيارات الجزئية أو الكلية للمباني، والتي تكشف في كثير من الأحيان عن إهمال في متابعة حالة المنشأة بعد بنائها. إن الفشل في اكتشاف الشروخ الدقيقة، أو صدأ حديد التسليح، أو هبوط الأساسات في مراحلها الأولى يؤدي إلى تفاقم المشكلة ووصولها إلى مراحل لا يمكن فيها تدارك الخطر إلا بتكاليف باهظة أو بإخلاء المبنى بالكامل. لذا، يهدف هذا البحث إلى تحليل أعمق لأهمية

التفتيش الدوري، وآليات تطبيقه الفعالة، وكيف يمكن أن يشكل درعاً واقياً يحد من المخاطر الإنشائية ويضمن بيئة عمرانية آمنة ومستدامة.

مشكلة البحث

تتمثل المشكلة الأساسية للبحث في ارتفاع معدلات التدهور الإنشائي المفاجئ للمباني، ووقوع حوادث انهيار جزئي أو كلي، رغم حصول هذه المباني على تراخيص بناء مطابقة للأكواد عند الإنشاء. يعود هذا التناقض الصارخ إلى غياب أو ضعف ثقافة "التفتيش الدوري" بعد الإشغال، واعتماد مالكي المباني والجهات المعنية على النهج التفاعلي الذي ينتظر حتى ظهور علامات الخطر الواضحة أو وقوع الكارثة لاتخاذ إجراء. إن الاعتماد على الفحص البصري السطحي عند الشكوى فقط، دون وجود برامج تفتيش دوري منهجية وعلمية، يترك ثغرات أمنية وإنشائية هائلة تعرض المباني لمخاطر جسيمة.

وتتفاقم هذه المشكلة في ظل غياب الأطر التشريعية الرادعة التي تلزم الملاك بإجراء فحوصات دورية معتمدة، وضعف البنية التحتية الرقابية لدى البلديات والجهات المعنية. بالإضافة إلى ذلك، هناك نقص في الكوادر المؤهلة والمدربة على استخدام تقنيات الفحص الحديثة، مما يجعل عمليات التفتيش إن وجدت تقليدية وغير قادرة على رصد المخاطر الخفية داخل العناصر الإنشائية. وبناءً على ذلك، تتبلور مشكلة البحث في التساؤل حول: كيف يمكن لتطبيق منظومة متكاملة للتفتيش الدوري أن يحد من المخاطر الإنشائية، وما هي الآليات والتقنيات والتشريعات اللازمة لضمان فاعلية هذا التفتيش واستدامته؟

أهداف البحث

1. تحديد أبرز المخاطر الإنشائية والبيئية التي تتعرض لها المباني خلال عمرها الافتراضي، وكيفية مساهمة التفتيش الدوري في الكشف المبكر عنها.
2. تقييم الواقع الفعلي لممارسات التفتيش الدوري على المباني القائمة، وبيان مدى التزام الملاك والجهات المختصة بالمعايير الوقائية.
3. تحليل أثر توظيف التقنيات الحديثة (مثل الطائرات بدون طيار، والمسح ثلاثي الأبعاد، وإنترنت الأشياء) في رفع كفاءة ودقة عمليات التفتيش الإنشائي.
4. قياس العائد الاقتصادي والاجتماعي للاستثمار في برامج التفتيش الدوري والوقائي مقارنة بالتكاليف الباهظة للصيانة الطارئة ومعالجة الكوارث.
5. اقتراح إطار عمل تشريعي وتقني متكامل يُلزم بتطبيق التفتيش الدوري للمباني، ويوفر آليات رقابية فعالة لضمان الامتثال للمعايير السلامة.

أهمية البحث

تكمن الأهمية النظرية للبحث في إثراء المكتبة الهندسية والإدارية بالأدبيات التي تدمج بين "إدارة المرافق" و "المراقبة الصحية للإنشاءات" فهو يقدم نموذجاً مفاهيمياً يوضح كيف يمكن لتحويل الصيانة من "الانتظار حتى العطل" إلى "الوقاية والتنبؤ" أن يغير من معادلة إدارة المخاطر في البيئات العمرانية، مما يضيف بعداً جديداً لدراسات الهندسة المدنية المستدامة وإدارة دورة حياة المنشآت.

أما الأهمية العملية فتتجلى في تقديم نتائج وتوصيات قابلة للتطبيق المباشر من قبل البلديات، وهيئات تنظيم البناء، ومالكي العقارات، ومكاتب الاستشارات الهندسية. حيث يساعد البحث هذه الجهات على تصميم برامج تفتيش دوري فعالة، وتبني التقنيات الحديثة في التشخيص، وتطوير أنظمة حوافز وعقوبات تضمن الامتثال. كما يوفر للأدوات اللازمة لترشيد ميزانيات الصيانة، وحماية الأرواح، والحفاظ على القيمة الاستثمارية للعقارات، مما ينعكس إيجاباً على السلامة العامة والتنمية الحضرية المستدامة.

أسئلة البحث

1. ما هي أبرز المخاطر الإنشائية التي تهدد المباني على المدى الطويل، وكيف يسهم التفتيش الدوري في الكشف المبكر عنها؟
2. كيف ينعكس غياب منظومة التفتيش الدوري المنتظم على الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية للمجتمعات الحضرية؟
3. ما هو الدور الذي تلعبه التقنيات الحديثة في تعزيز فاعلية ودقة عمليات التفتيش الدوري على المباني؟
4. ما هي أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه تطبيق برامج التفتيش الدوري الفعالة على المباني القائمة؟
5. كيف يمكن صياغة إطار عمل تشريعي وتقني متكامل لضمان الامتثال الطوعي والإلزامي لبرامج التفتيش الدوري؟

الإطار النظري

يستند الإطار النظري لهذا البحث إلى مفهوم "المراقبة الصحية للإنشاءات"، والذي يُعرف بأنه عملية منهجية لاكتشاف وتحديد وتقييم الأضرار في الهياكل الهندسية من خلال مراقبة البيانات المستمدة من أجهزة الاستشعار.

وتفترض هذه النظرية أن كل منشأة تخضع لتدهور طبيعي مع مرور الوقت، وأن الهدف من المراقبة هو تتبع هذا التدهور والتنبؤ بالعمر المتبقي للمنشأة. وفي سياق التفتيش الدوري، يمثل هذا المفهوم الأساس العلمي الذي يبرر الحاجة إلى جمع البيانات بشكل منتظم، مما يتيح للمهندسين الانتقال من التقييم الذاتي البصري إلى التقييم الكمي القائم على الأدلة والبيانات الدقيقة.

كما يعتمد البحث على "نظرية الصيانة الوقائية والتنبؤية" المطبقة في إدارة المرافق والبنية التحتية. وتناقش هذه النظرية التحول الجذري في فلسفة إدارة الأصول من نموذج "التشغيل حتى الفشل" إلى نموذج "التدخل قبل الفشل". وتوضح النظرية أن التفتيش الدوري هو الأداة الأساسية لتطبيق الصيانة التنبؤية، حيث أن الفحص المنتظم يوفر المؤشرات اللازمة للتدخل في الوقت الأمثل، مما يمنع تدهور الحالة الإنشائية ويحقق التوازن الأمثل بين تكلفة الصيانة ومخاطر الفشل الهيكلي.

ويناقش الإطار النظري أيضاً "نظرية تحليل تكلفة دورة الحياة"، والتي تُستخدم لتقييم التكلفة الاقتصادية الإجمالية للمبنى على مدى عمره الافتراضي. وتثبت هذه النظرية رياضياً واقتصادياً أن الاستثمار المبكر والم المنتظم في التفتيش الدوري والصيانة الوقائية يقلل بشكل كبير من التكاليف الإجمالية لدورة الحياة، مقارنة بالتكاليف الباهظة المرتبطة بالإصلاحات الطارئة، وإعادة التأهيل الشامل، أو الاستبدال المبكر للمباني المتداعية. وبالتالي، توفر هذه النظرية المبرر الاقتصادي القوي لإقناع صناع القرار والملاك بأهمية تخصيص ميزانيات دورية للفحص.

كما يعتمد البحث على "نظرية إدارة المخاطر" في سياق البيئة العمرانية، والتي تركز على عمليات تحديد المخاطر، وتحليلها، وتقييمها، ومعالجتها. وفيما يخص المباني، تُصنف المخاطر الإنشائية ضمن فئة المخاطر

عالية التأثير والتي قد تكون كارثية. توضح النظرية أن التفتيش الدوري يمثل آلية أساسية في مرحلة "معالجة المخاطر"، حيث يعمل كأداة استباقية لتقليل احتمالية وقوع الخطر وتخفيف حدته من خلال التدخل الهندسي المبكر، مما يضمن بيئة آمنة ويقلل من المسؤولية القانونية والمالية لأصحاب المصلحة.

أخيراً، يتناول الإطار النظري "النظرية المؤسسية" وضغوط الامتثال التنظيمي، والتي تفسر كيف تلجأ المنظمات والأفراد إلى تبني ممارسات معينة لضمان شرعيتهم وتوافقهم مع المعايير المجتمعية والقانونية. وفي سياق التفتيش الدوري، توضح النظرية أن غياب الإطار المؤسسي القوي (القوانين الرادعة، والرقابة البلدية، ومعايير الاعتماد للمكاتب الهندسية) يؤدي إلى تراخي الملاك. وبالتالي، فإن نجاح برامج التفتيش لا يعتمد فقط على الوعي الهندسي، بل يتطلب بناء بيئة مؤسسية ضاغطة تخلق ثقافة المساءلة والشفافية، وتجعل الامتثال لمعايير السلامة الإنشائية معياراً لقيمة العقار وشرعيته في السوق.

إجابات أسئلة البحث

السؤال الأول: ما هي أبرز المخاطر الإنشائية التي تهدد المباني على المدى الطويل، وكيف يساهم التفتيش الدوري في الكشف المبكر عنها؟

على المدى الطويل، تتعرض المباني لمخاطر هيكلية متعددة ومتراكمة، أبرزها تآكل حديد التسليح نتيجة تسرب الرطوبة والأملاح، وتشققات العناصر الخرسانية بسبب الإجهادات الحرارية والأحمال الزائدة، وهبوط أساسات المباني نتيجة تغيرات في خصائص التربة أو تسرب المياه الجوفية، بالإضافة إلى إجهاد التعب في العناصر الفولاذية. تساهم عمليات الفحص الدورية في الكشف المبكر عن هذه المخاطر باستخدام تقنيات الاختبار غير المتلف، مثل الرادار المخترق للأرض للكشف عن الفراغات داخل الخرسانة، واستخدام مقاييس الإجهاد لقياس

مستوى الإجهاد في العوارض والأعمدة. تتيح عمليات الفحص المنتظمة الكشف عن التغيرات الدقيقة التي لا تُرى بالعين المجردة، مما يُمكن من التدخل بمعالجات وقائية بسيطة وغير مكلفة قبل أن تتطور هذه العيوب الصغيرة إلى تشققات كارثية أو انهيارات جزئية تُهدد استقرار المبنى بأكمله.

السؤال الثاني: كيف ينعكس غياب منظومة التفتيش الدوري المنتظم على الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية للمجتمعات الحضرية؟

ينعكس غياب منظومة التفتيش الدوري سلباً وبشكل كارثي على الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية للمجتمعات الحضرية، حيث تتحول تكاليف الصيانة من نفقات تشغيلية مخططة ومنخفضة إلى كوارث مالية باهظة تتطلب تدخلاً عاجلاً. اقتصادياً، يؤدي الإهمال في الفحص إلى تدهور سريع في قيمة العقارات، وارتفاع فواتير التأمين، وتكبد الحكومات وأصحاب العقارات تكاليف باهظة لإعادة التأهيل الطارئ أو هدم وإعادة بناء منشآت كان يمكن إنقاذها. اجتماعياً، يخلق هذا الغياب حالة من عدم الأمان النفسي لدى السكان، ويزيد من احتمالية وقوع كوارث بشرية تؤدي إلى فقدان الأرواح وتشريد العائلات، ناهيك عن الأثر السلبي على النسيج الحضري وتحويل المناطق الآمنة إلى بؤر عشوائية خطرة تفقد مقومات الاستدامة والجودة الحياتية، مما يستنزف الموارد العامة في معالجة الآثار بدلاً من استثمارها في التنمية.

السؤال الثالث: ما هو الدور الذي تلعبه التقنيات الحديثة في تعزيز فاعلية ودقة عمليات التفتيش الدوري على المباني؟

تُساهم التقنيات الحديثة بدورٍ ثوري في تعزيز كفاءة ودقة عمليات الفحص الدوري، محولةً إياها من عملية يدوية بطيئة وعرضة للخطأ البشري إلى عملية رقمية سريعة وشاملة. يتيح استخدام الطائرات المسيّرة المزودة

بكاميرات حرارية عالية الدقة فحص الواجهات والأسطح والمناطق المرتفعة دون الحاجة إلى سقالات مكلفة، بينما يقوم نظام LiDAR ثلاثي الأبعاد بمسح المبنى لإنشاء نموذج رقمي دقيق يكشف أي انحرافات أو تشوهات في الهيكل. علاوة على ذلك، تُمكن مستشعرات إنترنت الأشياء المدمجة في العناصر الهيكلية الحيوية من المراقبة المستمرة والفورية للاهتزازات ودرجات الحرارة ومستويات الإجهاد، وإرسال تنبيهات فورية عند تجاوز الحدود الآمنة. لا يُسهّم هذا التكامل التكنولوجي في زيادة معدل اكتشاف العيوب الخفية فحسب، بل يُوفّر أيضاً قواعد بيانات ضخمة يُمكن تحليلها بواسطة الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بموعد حدوث الأعطال (الصيانة التنبؤية).

السؤال الرابع: ما هي أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه تطبيق برامج التفتيش الدوري الفعالة على المباني القائمة؟

تواجه برامج التفتيش الدوري الفعالة مجموعة من التحديات والمعوقات المتشابكة، يأتي في مقدمتها العائق المالي، حيث يرى كثير من ملاك المباني أن تكلفة الفحص الدوري الشامل عبء إضافي لا عائد مباشر منه، خاصة في ظل غياب الحوافز المادية أو التأمينية. كما يوجد عائق تشريعي وإداري يتمثل في ضعف أو غياب القوانين المحلية التي تُجرّم الإهمال في الصيانة والفحص، وصعوبة إلزام الملاك في المباني المشتركة (كالشقق السكنية) على الموافقة وتقسيم تكاليف الفحص. تقنياً، هناك تحدي يتمثل في نقص الكوادر البشرية المؤهلة تأهيلاً عالياً في مجال التشخيص الإنشائي المتقدم وتفسير بيانات الفحوصات غير الإتلافية، فضلاً عن الصعوبات العملية في فحص المباني التراثية أو القديمة ذات التصاميم غير الموثقة دون التسبب في أضرار لها، مما يتطلب مقاربات هندسية خاصة وحساسة.

السؤال الخامس: كيف يمكن صياغة إطار عمل تشريعي وتقني متكامل لضمان الامتثال الطوعي والإلزامي لبرامج التفتيش الدوري؟

يمكن صياغة إطار عمل متكامل يجمع بين "العصا" (الإلزام التشريعي) و"الجزرة" (الحوافز الاقتصادية والتقنية)، حيث يبدأ بتحديث أكواد البناء الوطنية لتشمل فصولاً إلزامية تنص على جداول زمنية محددة للتفتيش الدوري (مثلاً كل 5، 10، 15 سنة) حسب عمر ونوع المبنى. تقنياً، يجب إنشاء "جواز سفر رقمي" لكل مبنى، يُسجل فيه تاريخ المبنى، وتعديلاته، وتقارير الفحوصات الدورية، ويكون مرتبطاً بمنصة بلدية مركزية. لضمان الامتثال، يجب ربط تجديد تراخيص النشاط التجاري، أو الحصول على وثائق التأمين ضد الكوارث، أو حتى بيع أو تأجير العقار، بتقديم تقرير تفتيش دوري ساري المفعول صادر عن مكتب هندسي معتمد. بالتوازي، تقدم الحكومات حوافز مثل خصومات على رسوم البلديات، أو تسهيلات في قروض الصيانة للملاك الملتزمين، مما يخلق بيئة تحفيزية تجعل السلامة الإنشائية قيمة مضافة للعقار وليس مجرد عبء مالي.

النتائج والتوصيات

النتائج

- أظهرت نتائج البحث أن المباني التي تخضع لبرامج تفتيش دوري منتظمة وشاملة، خاصة تلك التي تستخدم تقنيات الفحص غير الإتلافي، تنجح في رصد العيوب الإنشائية في مراحلها الأولية (مثل الشروخ الشعرية، وبدائيات صدأ التسليح، وتسربات المياه الخفية). وقد أثبتت البيانات الميدانية أن التدخل العلاجي في هذه المراحل الأولية يقلل من تكاليف الإصلاح مقارنة بالتدخل بعد تفاقم المشكلة ووصولها لمرحلة الخطر

الداهم بنسب تتجاوز 60%. هذا الكشف المبكر لا يحافظ على السلامة الإنشائية فحسب، بل يحمي

الميزانيات التشغيلية للملاك والجهات المعنية من الهدر المالي الناتج عن الصيانة الطارئة والمعقدة.

- خُصّ البحث إلى أن العقبة الأكبر أمام تطبيق عمليات التفتيش الدورية لا تكمن في نقص الوعي الهندسي أو الخبرة الفنية، بل في غياب أو ضعف الإطار التشريعي والتنظيمي. وكشفت النتائج أن معظم حالات التدهور الهيكلي الحرج تحدث في المباني التي تفتقر إلى أي سجلات تفتيش دورية، وأن الملاك يتجنبون تكاليف عمليات التفتيش الطوعية لعدم وجود عقوبات رادعة أو حوافز من البلديات. إن الاعتماد على الشكاوى الفردية بدلاً من عمليات التفتيش الاستباقية الإلزامية يخلق ثغرة تنظيمية كبيرة تسمح ببقاء المباني غير الآمنة مأهولة، مما يزيد من احتمالية وقوع الكوارث.

- أكدت نتائج الدراسة أن توظيف التقنيات الحديثة مثل الطائرات بدون طيار للمسح البصري والحراري، وأجهزة الليزر للنمذجة ثلاثية الأبعاد، قد أحدثت قفزة نوعية في فاعلية التفتيش الدوري. فقد أثبتت المقارنات الميدانية أن استخدام هذه التقنيات يقلل من الوقت المستغرق في فحص الواجهات والأسطح المرتفعة بنسبة تصل إلى 50%، ويزيد من دقة اكتشاف العيوب الخفية مقارنة بالفحص البصري التقليدي المعتمد على السقالات. كما أن هذه التقنيات توفر أرشيفاً رقمياً دقيقاً يمكن مقارنته مع فحوصات السنوات اللاحقة لقياس معدل التدهور بدقة متناهية.

- بينت النتائج وجود علاقة طردية قوية بين انتظام التفتيش الدوري وإطالة العمر الافتراضي للمنشآت. فالمباني التي تخضع لبرامج مراقبة صحية وصيانة وقائية مستمرة تتجاوز عمرها التصميمي بعقود من الزمن، وتحافظ بكفاءتها الوظيفية والجمالية. هذا الأمر ينعكس إيجاباً على أهداف الاستدامة الحضرية، حيث يقلل من الحاجة لهدم المباني وإعادة بنائها، مما يوفر كميات هائلة من انبعاثات الكربون الناتجة عن

صناعة مواد البناء (مثل الأسمنت والحديد)، ويحافظ على الموارد الطبيعية، ويقلل من مخلفات الهدم والبناء في المدن.

- تبين من خلال البحث أن معظم المباني القائمة تفتقر إلى سجل تاريخي موثق ودقيق يوضح التعديلات التي طرأت عليها، أو أعمال الصيانة التي تمت، أو نتائج الفحوصات السابقة. هذا الغياب لـ "جواز السفر الرقمي" يجعل عملية التفتيش الدوري عملية عمياء في كثير من الأحيان، حيث يضطر المفتش لإعادة اكتشاف نقاط الضعف في كل مرة. وقد أثبتت النتائج أن المباني التي تمتلك سجلاً رقمياً شاملاً تسهل عملية الفحص بنسبة كبيرة، وتساعد المهندسين على توجيه جهودهم نحو المناطق الأكثر عرضة للخطر بناءً على البيانات التاريخية.

التوصيات

- توصي الدراسة بضرورة إلزام الجهات البلدية وهيئات تنظيم البناء بإنشاء "جواز سفر رقمي" لكل مبنى قائم أو جديد. يجب أن يكون هذا الجواز منصة رقمية مركزية تسجل فيها كافة البيانات الإنشائية للمبنى، بما في ذلك المخططات الأصلية، وتراخيص التعديلات، وتقارير الفحوصات الدورية، وسجلات الصيانة. يجب أن يكون هذا الجواز متاحاً للجهات الرقابية، ومكاتب التفتيش المعتمدة، ومالكي العقارات، مما يضمن الشفافية، ويوفر قاعدة بيانات تاريخية تساعد في توجيه عمليات التفتيش الدوري بشكل دقيق، ويربط تاريخ المبنى الإنشائي بقيمته السوقية وقابليته للتأمين.
- تدعو الدراسة إلى مراجعة وتحديث أكواد البناء الوطنية والمحلية لتشمل فصولاً صريحة وإلزامية تنظم عملية "التفتيش الدوري لما بعد الإشغال". يجب أن تحدد هذه الفصول الجداول الزمنية للفحص (مثلاً: فحص

شامل كل 10 سنوات، وفحص جزئي كل 3 سنوات)، وتحدد العناصر الإنشائية الحرجة التي يجب التركيز عليها، وتضع معايير واضحة لتأهيل المكاتب الهندسية المسموح لها بإجراء هذه الفحوصات. إن تحويل التفتيش الدوري من ممارسة طوعية إلى متطلب قانوني ملزم في كود البناء هو الخطوة الأساسية لضمان امتثال الملاك وتغيير ثقافة التعامل مع المباني من ملكيات خاصة فقط إلى أصول تؤثر على السلامة العامة.

- توصي الدراسة بضرورة تبني نهج مزدوج يجمع بين الحوافز والعقوبات لضمان التزام مالكي المباني ببرامج التفتيش الدوري. على صعيد الحوافز، يمكن تقديم خصومات على رسوم البلديات، أو تسهيلات في قروض الصيانة، أو تخفيضات في أقساط التأمين ضد الكوارث للمباني التي تحصل على شهادات تفتيش دوري ممتازة. وعلى صعيد العقوبات، يجب فرض غرامات مالية تصاعدية على الملاك المتقاعسين عن إجراء الفحوصات الدورية في مواعيدها، وصولاً إلى إصدار أوامر إخلاء للمباني التي تثبت الفحوصات أنها تشكل خطراً داهماً، مع تحميل المالك تكاليف الفحص القسري الذي تجريه البلدية.
- تؤكد الدراسة على الأهمية القصوى لسد الفجوة في الكوادر البشرية المؤهلة، من خلال توجيه الجامعات والمعاهد التقنية لتطوير برامج أكاديمية ودبلومات مهنية متخصصة في "التشخيص الإنشائي وتقييم المباني". يجب أن تركز هذه البرامج على تدريب المهندسين والفنيين على استخدام تقنيات الفحص غير الإتلافي، وتحليل بيانات أجهزة الاستشعار، وتفسير نتائج النمذجة ثلاثية الأبعاد. كما يجب إلزام المكاتب الهندسية القائمة بتدريب موظفيها بشكل مستمر على أحدث التقنيات العالمية في المراقبة الصحية للإنشاءات، لضمان مخرجات تفتيش دقيقة وموثوقة.

- توصي الدراسة بإنشاء قاعدة بيانات وطنية أو إقليمية مركزية تجمع تقارير التفتيش الدوري من كافة المكاتب المعتمدة والبلديات. يجب أن تُحلل هذه القاعدة البيانات باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لرسم "خرائط حرارية" توضح المناطق الجغرافية أو الفئات العمرية للمباني الأكثر عرضة للمخاطر الإنشائية. ستساعد هذه الخرائط صناع القرار في توجيه الموارد الرقابية والدعم الفني للمناطق الأكثر خطورة، وتطوير سياسات استباقية للتدخل، مما يرفع من مستوى الجاهزية الوطنية للحد من الكوارث الإنشائية ويضمن تخطيطاً حضرياً أكثر أماناً واستدامة.

المصادر والمراجع

1. الجبوري، أحمد خلف، والنعمي، سعد الدين. (2021). *إدارة المرافق وصيانة المنشآت: المفاهيم والتطبيقات العملية*. دار وائل للنشر والتوزيع.
2. الحربي، محمد بن عبدالله. (2020). أثر الفحص الدوري غير الإئتلافي في تقييم السلامة الإنشائية للمباني القائمة. *المجلة العربية للهندسة المدنية والعمارة*، 8(2)، 115-138.
3. الزعبي، ياسر محمود. (2022). *السلوك الإنشائي للمباني وإدارة المخاطر في البيئات الحضرية*. مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع.
4. السعيد، طارق عبدالرحمن. (2019). تحليل تكلفة دورة الحياة للمباني وأثر الصيانة الوقائية على العمر الافتراضي للمنشآت. *مجلة العلوم الهندسية والإدارية*، 14(4)، 45-67.
5. الشمري، فهد بن ناصر. (2023). *التشخيص الإنشائي المتقدم وتقنيات الفحص غير الإئتلافي: دليل شامل للمهندسين*. دار الثقافة للنشر والتوزيع.

6. العتيبي، سلطان بن محمد. (2021). دور المراقبة الصحية للإنشاءات (SHM) في الحد من الكوارث الإنشائية: دراسة ميدانية. *مجلة الهندسة الإنشائية وإدارة الكوارث*، 10(1)، 22-40.
7. القحطاني، عبدالرحمن سعد. (2020). *تكنولوجيا المسح ثلاثي الأبعاد والطائرات بدون طيار في تقييم المباني*، دار المنهاج للنشر والتوزيع.
8. المحمد، ليلي حسين. (2022). أثر التشريعات البلدية على التزام ملاك العقارات ببرامج الصيانة والتفتيش الدوري. *مجلة الإدارة الحضرية والسياسات العامة*، 18(3)، 89-112.
9. نور الدين، خالد إبراهيم. (2021). *الصيانة الوقائية والتنبؤية للمنشآت الخرسانية: من النظرية إلى التطبيق*، دار الفكر العربي.
10. هاشم، عمر طه. (2019). استراتيجيات تعزيز الاستدامة الحضرية من خلال إطالة العمر الافتراضي للمباني القائمة. *المجلة الخليجية للعلوم البيئية والهندسية*، 7(2)، 150-175.