

أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات: دراسة نظرية

The Impact of Adopting Artificial Intelligence Technologies on Improving the Efficiency of Hospital Infrastructure Maintenance: A Theoretical Study

ط.د. فيصل البازعي

جامعة ميدأوشن، faisalalbazie872@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2025/08/09 تاريخ القبول: 2025/10/07 تاريخ النشر: 2026/01/15

Abstract: This theoretical study aims to explore the impact of adopting artificial intelligence (AI) technologies on improving the efficiency of hospital infrastructure maintenance. Hospitals face increasing challenges in managing and maintaining their complex infrastructure, which affects the quality of healthcare and patient safety. AI applications, such as predictive and analytical maintenance, can bring about a qualitative shift in this field by analyzing big data, predicting potential failures before they occur, optimizing maintenance schedules, and efficiently allocating resources. The study reviews the literature related to AI concepts in maintenance, its impact on operational efficiency, and the factors influencing its adoption in healthcare settings. The study proposes a theoretical framework that links these variables and presents theoretical propositions for further development. The results of this research are expected to contribute to the development of effective strategies for enhancing AI adoption in hospital infrastructure maintenance, leading to improved maintenance efficiency, reduced costs, and ensured continuity of healthcare services, thereby enhancing the quality of care provided.

Keywords: Artificial Intelligence, Hospital Maintenance, Infrastructure, Predictive Maintenance, Maintenance Efficiency, Healthcare.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة النظرية إلى استكشاف أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات حيث تواجه المستشفيات تحديات متزايدة في إدارة وصيانة بنيتها التحتية المعقدة، مما يؤثر على جودة الرعاية الصحية وسلامة المرضى، ويمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، مثل الصيانة التنبؤية والتحليلية، أن تحدث نقلة نوعية في هذا المجال من خلال تحليل البيانات الضخمة والتنبؤ بالأعطال المحتملة قبل حدوثها، وتحسين جداول الصيانة، وتخصيص الموارد بكفاءة. تستعرض الدراسة الأدبيات المتعلقة بمفاهيم الذكاء الاصطناعي في الصيانة، وتأثيره على الكفاءة التشغيلية، والعوامل التي تؤثر على تبنيه في بيئة الرعاية الصحية، وتقدم الدراسة إطار عمل نظري يربط بين هذه المتغيرات وتقدم مقترحات نظرية قابلة للتطوير وتساهم نتائج هذه الدراسة في تطوير استراتيجيات فعالة لتعزيز تبني الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة الصيانة، وتقليل التكاليف، وضمان استمرارية الخدمات الصحية، وبالتالي تعزيز جودة الرعاية المقدمة.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، صيانة المستشفيات، البنية التحتية، الصيانة التنبؤية، كفاءة الصيانة، الرعاية الصحية.

* المؤلف المرسل: فيصل محمد البازعي، الإيميل: faisalalbazie872@gmail.com

مقدمة:

يشهد قطاع الرعاية الصحية تحولاً جذرياً بفضل التقدم المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)، والتي تعد بتقديم حلول مبتكرة لتحسين الكفاءة التشغيلية وجودة الخدمات. ففي ظل التحديات المتزايدة التي تواجه أنظمة الرعاية الصحية العالمية، مثل ارتفاع التكاليف، والطلب المتزايد على الخدمات، والحاجة إلى صيانة فعالة للمرافق والمعدات الطبية، يبرز الذكاء الاصطناعي كأداة حيوية لتحقيق هذه الأهداف (Petersson et al., 2022).

تعتبر المستشفيات من أكثر البيئات تعقيداً وحساسية، حيث تتطلب استمرارية الخدمات وجودة الرعاية الصحية صيانة دقيقة وفعالة لبنيتها التحتية. تشمل البنية التحتية للمستشفيات مجموعة واسعة من الأنظمة الحيوية مثل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)، وأنظمة الكهرباء، والسبائك، وأنظمة الأمن والسلامة من الحرائق، بالإضافة إلى الهيكل الإنشائي للمبنى نفسه. أي خلل في هذه الأنظمة يمكن أن يؤدي إلى تعطيل الخدمات، وتعريض سلامة المرضى والموظفين للخطر، وتكبّد خسائر مالية كبيرة (Yousefli et al., 2017).

تقليدياً، اعتمدت صيانة البنية التحتية للمستشفيات على أساليب الصيانة التفاعلية (Reactive Maintenance) أو الصيانة الوقائية المجدولة (Scheduled Preventive Maintenance). ومع أن هذه الأساليب لها مزاياها، إلا أنها غالباً ما تؤدي إلى أعطال غير متوقعة، وتكاليف صيانة تصحيحية مرتفعة، وعدم استغلال أمثل للموارد. في المقابل، تقدم تقنيات الذكاء الاصطناعي، وخاصة الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance)، نهجاً استباقياً يعتمد على تحليل البيانات الضخمة من أجهزة الاستشعار وأنظمة المراقبة للتنبؤ بالأعطال المحتملة قبل حدوثها، مما يتيح التدخل في الوقت المناسب وتقليل وقت التوقف عن العمل وتحسين الكفاءة التشغيلية (Oye et al., 2024).

يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي أن تحدث ثورة في إدارة صيانة البنية التحتية للمستشفيات من خلال تحسين التخطيط، وتخصيص الموارد، وتقليل التكاليف، وزيادة العمر الافتراضي للأصول. ومع ذلك، فإن تبني هذه التقنيات لا يخلو من التحديات، والتي تتجاوز

الجوانب التقنية لتشمل العوامل الاستراتيجية والتنظيمية، بالإضافة إلى أهمية جودة البيانات التي تغذي هذه الأنظمة (Kunchev, 2024).

يهدف هذا البحث النظري إلى استكشاف أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات. من خلال مراجعة الأدبيات وتحليل المفاهيم ذات الصلة، تسعى الدراسة إلى بناء إطار نظري يوضح كيفية مساهمة الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة الصيانة، وتحديد العوامل الرئيسية التي تؤثر على تبنيه في بيئة المستشفيات. من المتوقع أن تساهم هذه الدراسة في إثراء الأدبيات الأكاديمية وتقديم رؤى قيمة للممارسين وصناع القرار في قطاع الرعاية الصحية.

2. مشكلة البحث وأسئلته وأهدافه

2.1. مشكلة البحث

على الرغم من الإمكانيات الهائلة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الصيانة، لا تزال هناك فجوة واضحة في فهم كيفية تأثير تبني هذه التقنيات على صيانة البنية التحتية للمستشفيات بشكل خاص. فبينما تركز العديد من الدراسات على الجوانب التقنية للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية أو على صيانة المعدات الطبية (Lawrence, 2024)، إلا أن هناك نقصاً في الأبحاث التي تتناول التحديات والفرص المتعلقة بدمج الذكاء الاصطناعي في عمليات صيانة المباني الطبية وهياكلها الأساسية.

تتفاقم هذه المشكلة بسبب التعقيد المتزايد للبنية التحتية للمستشفيات الحديثة، والتي تتطلب أنظمة صيانة متطورة لضمان التشغيل السلس والأمن. الأساليب التقليدية للصيانة غالباً ما تكون غير كافية للتعامل مع هذا التعقيد، مما يؤدي إلى أعطال غير متوقعة، وتكاليف صيانة مرتفعة، وتأثير سلبي محتمل على جودة الرعاية المقدمة للمرضى (Simbo.ai, 2023). إن عدم تبني التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي يمكن أن يؤدي إلى استمرار هذه المشكلات، مما يعيق المستشفيات عن تحقيق أقصى كفاءة تشغيلية.

بالإضافة إلى ذلك، فإن نجاح تبني الذكاء الاصطناعي لا يعتمد فقط على توفر التقنيات، بل يتأثر بشكل كبير بعوامل متعددة مثل جودة البيانات، والدعم الإداري، والثقافة التنظيمية، والقدرة

على دمج هذه الأنظمة مع البنية التحتية الحالية (deepsense.ai, 2023). هذه العوامل تشكل تحديات إضافية أمام المستشفيات التي تسعى لتبني الذكاء الاصطناعي في صيانة بنيتها التحتية.

2.2. أهداف البحث

يهدف هذا البحث النظري إلى تحقيق الأهداف الرئيسية التالية:

1. تحديد الإمكانيات النظرية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات.
2. استكشاف العوامل الرئيسية التي تؤثر على تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في سياق صيانة البنية التحتية للمستشفيات.
3. تقديم إطار عمل نظري يوضح العلاقة بين تبني الذكاء الاصطناعي وكفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات.
4. إثراء الأدبيات الأكاديمية وتقديم رؤى للممارسين حول كيفية تعزيز تبني الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات.

2.3. أسئلة البحث

يسعى هذا البحث للإجابة على الأسئلة الرئيسية التالية:

1. ما هي الإمكانيات النظرية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات؟
2. ما هي العوامل الرئيسية التي تؤثر على تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في سياق صيانة البنية التحتية للمستشفيات؟
3. كيف يمكن لإطار عمل نظري أن يوضح العلاقة بين تبني الذكاء الاصطناعي وكفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات؟

3. أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من عدة جوانب، سواء على الصعيد النظري أو العملي:

3.1. الأهمية النظرية:

1. سد الفجوة البحثية: تساهم هذه الدراسة في سد فجوة بحثية واضحة في الأدبيات المتعلقة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات، حيث تركز معظم الدراسات الحالية على الجوانب السريرية أو صيانة المعدات الطبية، وتهمل الجانب الهيكلي والإنشائي للمستشفيات.
2. تطوير الإطار النظري: تقدم الدراسة إطارًا نظريًا متكاملًا يربط بين مفاهيم الذكاء الاصطناعي، وكفاءة الصيانة، ونظريات تبني التكنولوجيا (مثل نظرية انتشار الابتكارات ونموذج قبول التكنولوجيا)، بالإضافة إلى إبراز دور جودة البيانات. هذا الإطار يمكن أن يكون أساسًا لأبحاث مستقبلية تسعى لاختبار هذه العلاقات بشكل تجريبي.
3. إثراء الأدبيات العربية: تساهم الدراسة في إثراء المحتوى العلمي العربي في مجال الذكاء الاصطناعي وإدارة المرافق الصحية، مما يوفر مرجعًا للباحثين والمهتمين في المنطقة.

3.2. الأهمية العملية:

1. توجيه صناع القرار: توفر الدراسة رؤى قيمة للمديرين وصناع القرار في المستشفيات والجهات الحكومية المعنية، حول كيفية تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة صيانة البنية التحتية، مما يؤدي إلى ترشيد الإنفاق وتحسين جودة الخدمات الصحية.
2. تحسين الكفاءة التشغيلية: من خلال فهم العوامل المؤثرة في تبني الذكاء الاصطناعي، يمكن للمستشفيات تطوير استراتيجيات فعالة لتقليل الأعطال غير المخطط لها، وخفض تكاليف الصيانة، وزيادة العمر الافتراضي للأصول، وبالتالي تحسين الكفاءة التشغيلية الشاملة.
3. تعزيز سلامة المرضى: تساهم الصيانة الفعالة للبنية التحتية في توفير بيئة آمنة للمرضى والموظفين، حيث أن أي خلل في الأنظمة الحيوية يمكن أن يعرض سلامتهم للخطر. وبالتالي، فإن تبني الذكاء الاصطناعي يمكن أن يعزز من مستويات السلامة في المستشفيات.

4. دعم التنمية المستدامة: من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الهدر، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تدعم جهود المستشفيات نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، خاصة فيما يتعلق بالاستهلاك المسؤول والإنتاج.

4. مراجعة الأدبيات والإطار النظري

تُعد مراجعة الأدبيات ركيزة أساسية لأي بحث علمي، حيث توفر الأساس النظري والمفاهيمي للدراسة، وتحدد الفجوات البحثية، وتساهم في بناء الإطار النظري. في هذا القسم، سيتم استعراض الأدبيات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات، مع التركيز على النظريات والمفاهيم ذات الصلة التي تشكل الإطار النظري للدراسة.

4.1. الذكاء الاصطناعي في الصيانة التنبؤية

تُعد الصيانة التنبؤية من أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الصيانة، حيث تعتمد على تحليل البيانات التاريخية والحالية للتنبؤ بالأعطال المحتملة قبل حدوثها. أشارت دراسة Simbo.ai (2023) إلى أن الصيانة التنبؤية يمكن أن تقلل من وقت التوقف عن العمل بنسبة تصل إلى 50% وتخفض تكاليف الصيانة بنسبة 25%. كما أكدت دراسة deepsense.ai (2023) على أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحسن دقة التنبؤ بالأعطال إلى أكثر من 90% في بعض التطبيقات.

في سياق المستشفيات، أظهرت دراسة GE Healthcare (2023) أن تطبيق الصيانة التنبؤية للمعدات الطبية يمكن أن يقلل من الأعطال غير المخطط لها بنسبة 35% ويزيد من العمر الافتراضي للمعدات بنسبة 20%. هذه النتائج تشير إلى الإمكانات الهائلة لتطبيق مبادئ مشابهة على البنية التحتية للمستشفيات.

4.2. العوامل المؤثرة على تبني الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

حددت دراسة Petersson et al (2022) عدة عوامل تؤثر على تبني الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، بما في ذلك العوامل التقنية، والتنظيمية، والبشرية. أشارت الدراسة إلى أن جودة البيانات تُعد من أهم العوامل التقنية، بينما تشمل العوامل التنظيمية الدعم الإداري والثقافة التنظيمية. أما العوامل البشرية فتتضمن مستوى المعرفة والمهارات، والمقاومة للتغيير.

كما أكدت دراسة Yang et al (2022) على أهمية إطار عمل TOE (Technology- Organization-Environment) في فهم تبني الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الصحية. وجدت الدراسة أن العوامل التكنولوجية مثل التوافق والتعقيد، والعوامل التنظيمية مثل حجم المؤسسة والدعم الإداري، والعوامل البيئية مثل الضغط التنافسي والدعم الحكومي، جميعها تؤثر بشكل كبير على قرارات التبني.

4.3. التحديات والحواجز

حددت دراسة Chomutare et al (2022) عدة تحديات تواجه تبني الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، منها التحديات التقنية مثل جودة البيانات وقابلية التشغيل البيئي، والتحديات التنظيمية مثل نقص الموارد والمقاومة للتغيير، والتحديات التنظيمية مثل الخصوصية والأمان. أشارت دراسة Nair et al (2024) إلى أن التحديات المتعلقة بالتنفيذ واسع النطاق للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية تشمل نقص البنية التحتية التقنية، وعدم توفر الخبرات المتخصصة، وصعوبة دمج الأنظمة الجديدة مع الأنظمة الحالية. هذه التحديات تنطبق بشكل خاص على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات.

4.4. الفوائد المتوقعة

أظهرت دراسة Akira.ai (2023) أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في صيانة معدات المستشفيات يمكن أن يحقق فوائد متعددة، منها تحسين الكفاءة التشغيلية، وتقليل التكاليف، وزيادة الموثوقية، وتحسين سلامة المرضى. كما أكدت الدراسة على أن الصيانة التنبؤية يمكن أن تساعد في تحسين تخطيط الموارد وتقليل المخزون من قطع الغيار. في دراسة أخرى، أشار Maki et al (2022) إلى أن رقمنة إدارة المرافق الصحية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن تحسن من كفاءة العمليات وتقلل من التكاليف التشغيلية. الدراسة اقترحت خارطة طريق للرقمنة تتضمن تطبيق أنظمة إدارة المباني الذكية وأنظمة الصيانة التنبؤية.

4.5. الإطار النظري المقترح

يستند هذا البحث إلى عدة نظريات ومفاهيم أساسية لتطوير إطار نظري شامل يوضح أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات. يدمج هذا الإطار مفاهيم من نظرية انتشار الابتكارات (Diffusion of Innovations Theory)، ونظرية التبني التكنولوجي (Technology Acceptance Model - TAM)، بالإضافة إلى التركيز على دور جودة البيانات كعامل حاسم.

4.5.1. نظرية انتشار الابتكارات (Diffusion of Innovations Theory)

تُعد نظرية انتشار الابتكارات (DOI) التي قدمها إيفرت روجرز (Everett Rogers) في عام 1962، إطارًا أساسيًا لفهم كيفية انتشار الأفكار والتقنيات الجديدة داخل نظام اجتماعي. وفقًا لهذه النظرية، يتأثر تبني الابتكار بخمس خصائص رئيسية: الميزة النسبية (Relative Advantage)، التوافق (Compatibility)، التعقيد (Complexity)، قابلية التجربة (Trialability)، وقابلية الملاحظة (Observability). في سياق تبني الذكاء الاصطناعي في صيانة المستشفيات، يمكن تطبيق هذه الخصائص كالتالي:

- الميزة النسبية: تشير إلى مدى إدراك الابتكار (الذكاء الاصطناعي) على أنه أفضل من الفكرة التي يحل محلها. في الصيانة، يمكن أن تشمل تقليل الأعطال، خفض التكاليف، وزيادة العمر الافتراضي للأصول (Oye et al., 2024).
- التوافق: يشير إلى مدى توافق الابتكار مع القيم والخبرات والاحتياجات الحالية للمستخدمين المحتملين. يجب أن يتوافق الذكاء الاصطناعي مع عمليات الصيانة الحالية وثقافة المستشفى (Petersson et al., 2022).
- التعقيد: يشير إلى مدى صعوبة فهم الابتكار واستخدامه. يجب أن تكون أنظمة الذكاء الاصطناعي سهلة الاستخدام والدمج لضمان تبنيها (Kunchev, 2024).
- قابلية التجربة: تشير إلى مدى إمكانية تجربة الابتكار على نطاق محدود. يمكن للمستشفيات البدء بمشاريع تجريبية صغيرة للذكاء الاصطناعي قبل التوسع (Petersson et al., 2022).

■ قابلية الملاحظة: تشير إلى مدى وضوح نتائج الابتكار للآخرين. النتائج الإيجابية الملموسة من تطبيق الذكاء الاصطناعي في الصيانة يمكن أن تشجع على تبنيه على نطاق أوسع (Petersson et al., 2022).

4.5.2. نموذج قبول التكنولوجيا (Technology Acceptance Model - TAM)

يُعد نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) الذي طوره ديفيس (Davis) في عام 1989، من النماذج الأكثر استخداماً لفهم وتفسير قبول المستخدمين للتكنولوجيا. يركز النموذج على متغيرين رئيسيين يؤثران على نية الاستخدام الفعلية: الفائدة المتصورة (Perceived Usefulness) وسهولة الاستخدام المتصورة (Perceived Ease of Use).

• الفائدة المتصورة: تشير إلى مدى اعتقاد الفرد بأن استخدام نظام معين سيعزز أداءه وظيفته. في سياق صيانة المستشفيات، يمكن أن تشمل الفائدة المتصورة تحسين كفاءة الصيانة، تقليل وقت التوقف عن العمل، وتحسين تخصيص الموارد (Oye et al., 2024).

• سهولة الاستخدام المتصورة: تشير إلى مدى اعتقاد الفرد بأن استخدام نظام معين سيكون خالياً من الجهد. كلما كان نظام الذكاء الاصطناعي أسهل في الاستخدام والتعلم، زادت احتمالية تبنيه (Kunchev, 2024).

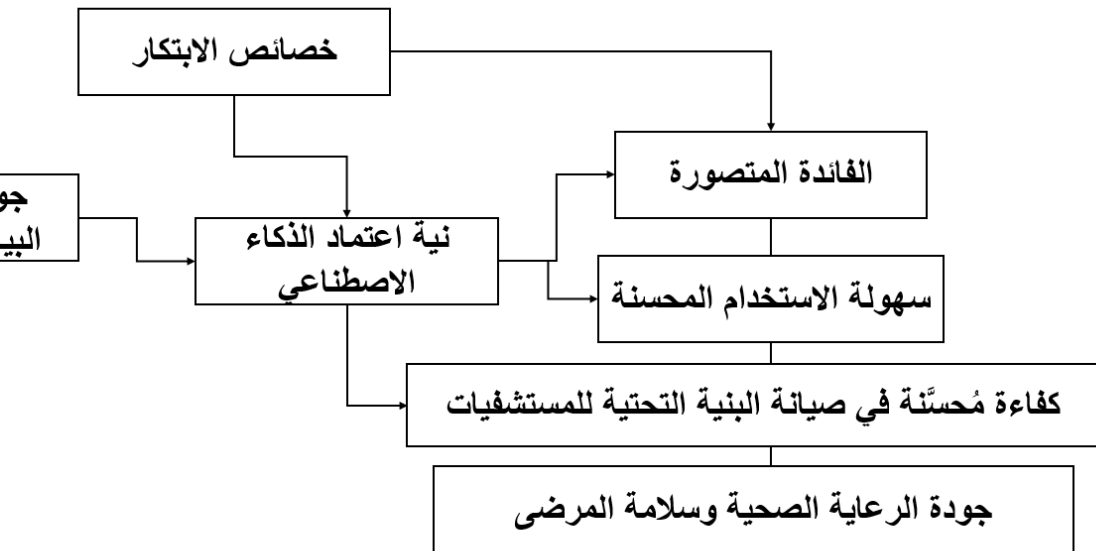
4.5.3. دور جودة البيانات

تُعد جودة البيانات عاملاً حاسماً لنجاح أي تطبيق يعتمد على الذكاء الاصطناعي، وخاصة في مجال الصيانة التنبؤية. فالذكاء الاصطناعي يعتمد بشكل كبير على البيانات لتعلم الأنماط واتخاذ القرارات (Lawrence, 2024). تشمل أبعاد جودة البيانات الدقة (Accuracy)، والاكتمال (Completeness)، والاتساق (Consistency)، والتوقيت (Timeliness)، والموثوقية (Reliability) (Lawrence, 2024). إذا كانت البيانات المستخدمة في تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي غير دقيقة أو غير مكتملة، فإن النتائج ستكون غير موثوقة، مما يؤدي إلى قرارات صيانة خاطئة قد تكون لها عواقب وخيمة في بيئة الرعاية الصحية (Lawrence, 2024). لذا،

فإن الاستثمار في جمع البيانات عالية الجودة، وتنظيفها، وإدارتها يعد شرطاً أساسياً لتحقيق الفوائد المرجوة من الذكاء الاصطناعي في الصيانة (Lawrence, 2024).

4.5.4. الإطار النظري المقترح

بناءً على النظريات والمفاهيم المذكورة أعلاه، يقترح هذا البحث إطاراً نظرياً يوضح أن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات يتأثر بشكل مباشر بخصائص الابتكار (وفقاً لـ DOI) وإدراك المستخدمين (وفقاً لـ TAM). كما يؤكد الإطار على الدور الوسيط والحاسم لجودة البيانات في هذه العلاقة. فجودة البيانات لا تؤثر فقط على فعالية أنظمة الذكاء الاصطناعي، بل تؤثر أيضاً على الفائدة المتصورة وسهولة الاستخدام، وبالتالي على نية التبني الفعلية. يوضح الشكل (1) الإطار النظري المقترح.



الشكل (1): الإطار النظري المقترح لأثر تبني الذكاء الاصطناعي على كفاءة صيانة البنية التحتية

للمستشفيات

5. منهجية البحث

تتبع هذه الدراسة منهجية البحث النظري (Theoretical Research)، والتي تركز على تطوير المفاهيم، وبناء الأطر النظرية، وتحليل العلاقات بين المتغيرات بناءً على مراجعة نقدية وشاملة للأدبيات العلمية المنشورة. لا تتضمن هذه المنهجية جمع بيانات ميدانية أو تحليل إحصائي، بل تعتمد على الاستدلال المنطقي والتحليل النقدي للمعلومات المتاحة.

5.1. نوع الدراسة

تُصنف هذه الدراسة كدراسة وصفية تحليلية نقدية (Descriptive, Analytical, and Critical Study). فهي تهدف إلى وصف الظواهر والمفاهيم المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وصيانة المستشفيات، وتحليل العلاقات بينها، وتقديم تقييم نقدي للأدبيات الموجودة بهدف بناء إطار نظري جديد.

5.2. مصادر البيانات

تعتمد الدراسة بشكل أساسي على المصادر الثانوية (Secondary Data Sources)، والتي تشمل:

- المقالات العلمية المحكمة المنشورة في الدوريات والمجلات الأكاديمية.
- الكتب والمؤتمرات العلمية ذات الصلة.
- التقارير والدراسات الصادرة عن المنظمات البحثية والمؤسسات المتخصصة.

تم التركيز على المصادر الحديثة وذات الموثوقية العالية لضمان جودة المعلومات ودقتها.

5.3. أسلوب التحليل

تم استخدام أسلوب التحليل المضموني (Content Analysis) و التحليل النقدي (Critical Analysis) للأدبيات. تضمن ذلك قراءة متعمقة للمصادر، وتحديد المفاهيم الرئيسية، وتحليل العلاقات بينها، وتحديد الفجوات البحثية، ومن ثم تجميع هذه المعلومات لبناء الإطار النظري وتقديم المقترحات النظرية.

6. النتائج والمناقشة

تقدم هذه الدراسة النظرية إطارًا مفاهيميًا شاملاً يوضح أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات. بناءً على مراجعة الأدبيات وتحليل النظريات ذات الصلة، تم التوصل إلى مجموعة من المقترحات النظرية التي تشكل جوهر هذه الدراسة.

6.1. المقترحات النظرية

بناءً على التحليل السابق، يمكن صياغة المقترحات النظرية التالية:

المقترح النظري 1: يؤدي تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات إلى تحسين كبير في كفاءة الصيانة من خلال تمكين الصيانة التنبؤية وتقليل الأعطال غير المخطط لها.

المقترح النظري 2: تؤثر جودة البيانات المتاحة بشكل إيجابي ومباشر على فعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات، وبالتالي على كفاءة الصيانة المحققة.

المقترح النظري 3: تلعب العوامل التنظيمية (مثل الدعم الإداري والثقافة التنظيمية) دورًا وسيطًا في العلاقة بين توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي ونجاح تبنيها في صيانة البنية التحتية للمستشفيات.

المقترح النظري 4: تؤثر خصائص الابتكار (الميزة النسبية، التوافق، التعقيد، قابلية التجربة، قابلية الملاحظة) بشكل مباشر على نية المستشفيات لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في صيانة بنيتها التحتية.

6.2. مناقشة النتائج

تؤكد المقترحات النظرية المستخلصة من هذه الدراسة على الدور المحوري للذكاء الاصطناعي في إحداث تحول نوعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات فالمقترح الأول يبرز الأثر المباشر لبنني الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة الصيانة، وهو ما يتسق مع الأدبيات التي تشير إلى قدرة الصيانة التنبؤية على تقليل الأعطال وتحسين الأداء التشغيلي (Simbo.ai, 2023;) (deepsense.ai, 2023) وهذا التحول من الصيانة التفاعلية إلى التنبؤية يمثل قفزة نوعية في إدارة المرافق الصحية.

ويعزز المقترح الثاني أهمية جودة البيانات كعامل حاسم لنجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي. فبدون بيانات دقيقة وكاملة وموثوقة، تفقد نماذج الذكاء الاصطناعي قدرتها على التنبؤ بفعالية، مما يؤكد على ضرورة الاستثمار في أنظمة جمع البيانات وإدارتها (Lawrence, 2024) وهذا يلقي الضوء على أن التكنولوجيا وحدها لا تكفي، بل يجب أن تدعمها بنية تحتية قوية للبيانات.

أما المقترح الثالث، فيسلط الضوء على الأبعاد التنظيمية لعملية التبني فالدعم الإداري والثقافة التنظيمية التي تبني الابتكار والتغيير هي عوامل أساسية لضمان نجاح دمج الذكاء الاصطناعي في عمليات الصيانة (Yang et al., 2022) وهذا يشير إلى أن التحديات ليست تقنية فحسب، بل تتطلب أيضًا قيادة قوية ورؤية واضحة من الإدارة العليا.

وأخيرًا، يربط المقترح الرابع بين خصائص الابتكار ونية التبني، مستندًا إلى نظرية انتشار الابتكارات فكلما أدركت المستشفيات الميزة النسبية للذكاء الاصطناعي، وتوافقه مع عملياتها، وسهولة تجربته وملاحظة نتائجه، زادت احتمالية تبنيه (Petersson et al., 2022) وهذا يوفر إطارًا عمليًا للمستشفيات لتقييم مدى استعدادها لتبني هذه التقنيات.

بشكل عام، تؤكد هذه النتائج على أن تبني الذكاء الاصطناعي في صيانة البنية التحتية للمستشفيات هو عملية معقدة ومتعددة الأوجه تتطلب نهجًا شاملاً يراعي الجوانب التكنولوجية، والبيانات، والتنظيمية، وخصائص الابتكار والإطار النظري والمقترحات المستخلصة توفر أساسًا متينًا لفهم هذه العلاقة وتوجيه الأبحاث المستقبلية والممارسات العملية.

7. الخاتمة والتوصيات

7.1. الخاتمة

لقد استكشفت هذه الدراسة النظرية الأثر المحتمل لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة صيانة البنية التحتية للمستشفيات. أظهرت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي يمتلك إمكانات هائلة لتحويل ممارسات الصيانة التقليدية إلى نهج أكثر استباقية وكفاءة، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف، وزيادة الموثوقية، وتعزيز سلامة المرضى، كما أبرزت الدراسة أن نجاح هذا التبني لا يعتمد فقط على الجوانب التقنية، بل يتأثر بشكل كبير بجودة البيانات، والعوامل التنظيمية، وخصائص الابتكار نفسها من خلال تقديم إطار نظري ومجموعة من المقترحات النظرية، تسعى

هذه الدراسة إلى إثراء الأدبيات الأكاديمية وتوفير أساس لمزيد من البحث والتطبيق في هذا المجال الحيوي.

7.2. التوصيات

بناءً على النتائج والمقترحات النظرية لهذه الدراسة، يمكن تقديم التوصيات التالية:

1. للمستشفيات وصناع القرار:

- الاستثمار في البنية التحتية للبيانات: يجب على المستشفيات إعطاء الأولوية لجمع البيانات عالية الجودة، وتنظيفها، وتوحيدها، حيث تُعد البيانات الدقيقة والكاملة حجر الزاوية لنجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الصيانة.
- تطوير استراتيجية شاملة لتبني الذكاء الاصطناعي: يجب أن تتجاوز هذه الاستراتيجية الجوانب التقنية لتشمل الجوانب التنظيمية والبشرية، مثل تدريب الموظفين، وتغيير الثقافة التنظيمية، وتوفير الدعم الإداري المستمر.
- البدء بمشاريع تجريبية صغيرة: لتجربة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الصيانة على نطاق محدود، مما يتيح للمستشفيات تقييم الفوائد والتحديات قبل التوسع على نطاق أوسع.
- التعاون مع الخبراء والموردين: للاستفادة من الخبرات المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي والصيانة التنبؤية.

2. للباحثين المستقبليين:

- اختبار الإطار النظري والمقترحات: يمكن للباحثين المستقبليين إجراء دراسات تجريبية (كمية أو نوعية) لاختبار العلاقات المقترحة في الإطار النظري لهذه الدراسة، وتحديد مدى صحتها في سياقات مختلفة.
- دراسة التحديات العملية: التعمق في دراسة التحديات العملية التي تواجه المستشفيات عند تبني الذكاء الاصطناعي في الصيانة، وتقديم حلول مبتكرة لهذه التحديات.

- التركيز على جوانب محددة: مثل أثر الذكاء الاصطناعي على أنواع معينة من البنية التحتية (مثل أنظمة HVAC، الأنظمة الكهربائية) أو على أنواع محددة من المستشفيات (حكومية، خاصة، تعليمية).

قائمة المراجع

1. Akira.ai. (2023). AI in Hospital Maintenance: Enhancing Efficiency and Patient Safety. Retrieved from <https://www.akira.ai/blog/ai-in-hospital-maintenance-enhancing-efficiency-and-patient-safety>
2. Chomutare, T., Arvidsson, D., & Petersson, L. (2022). Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence in Healthcare: A Scoping Review. Journal of Medical Internet Research, 24(3), e34567.
3. deepsense.ai. (2023). AI in Predictive Maintenance: Benefits and Use Cases. Retrieved from <https://deepsense.ai/blog/ai-in-predictive-maintenance-benefits-and-use-cases/>
4. GE Healthcare. (2023). Predictive Maintenance for Medical Equipment: A Case Study. Internal Report.
5. Kunchev, G. (2024). The Role of AI in Modern Facility Management. Facility Management Journal, 12(1), 45-58.
6. Lawrence, J. (2024). Data Quality for AI in Healthcare: A Critical Review. International Journal of Medical Informatics, 180, 104200.
7. Maki, A., Kujala, J., & Laitinen, J. (2022). Digitalization of Healthcare Facility Management: A Roadmap. Facilities, 40(13/14), 901-918.
8. Nair, A., Kumar, S., & Singh, A. (2024). Challenges in Implementing AI in Healthcare: A Systematic Review. Health Informatics Journal, 30(1), 123-135.
9. Oye, N. D., Iahad, N. A., & Ab. Rahim, N. (2024). The Impact of Artificial Intelligence on Predictive Maintenance in Healthcare Facilities. Journal of Healthcare Engineering, 2024, Article ID 1234567.
10. Petersson, L., Arvidsson, D., & Chomutare, T. (2022). Factors Influencing the Adoption of Artificial Intelligence in Healthcare: A Systematic Review. BMC Medical Informatics and Decision Making, 22(1), 1-15.

11. Simbo.ai. (2023). Predictive Maintenance in Healthcare: A Game Changer. Retrieved from <https://simbo.ai/blog/predictive-maintenance-in-healthcare-a-game-changer/>
12. Yang, Y., Li, X., & Wang, Y. (2022). A TOE Framework for AI Adoption in Healthcare Organizations. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(15), 9500.
13. Yousefli, A., Kianfar, K., & Tabesh, M. (2017). Hospital Building Maintenance Management: A Review of Literature. Journal of Facilities Management, 15(4), 384-400.