

أثر التكامل بين نظام إدارة المباني ونظام إدارة الصيانة
المحوسب في رفع موثوقية المرافق الصحية وتقليل المخاطر
التشغيلية "دراسة تطبيقية بمركز غسيل الكلى بالشؤون
الصحية بوزارة الحرس الوطني"

إعداد الطالب/ علي عبد الحميد محمد النخلي

الرقم الجامعي/ ٢٥٠٠٠٤٦٥

إشراف/ د. الفیصل عبد الحمید و د. فايز جراد

العام الدراسي:

٢٠٢٦

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

حقوق الطباعة

يصرح الطالب/ علي عبد الحميد، بأن حقوق الطبع لهذا البحث تمتلكها جامعة ميدأوشن (MIDOCEAN UNIVERSITY). ولا يحق لأي جهة أو فرد اقتباس أجزاء من هذا البحث، أو إعادة نشره، أو تخزينه في أي نظام لاسترجاع المعلومات بأي شكل من الأشكال؛ إلا بموافقة خطية مسبقة من الجامعة، وفقاً للأنظمة واللوائح الأكاديمية المتبعة.

الاهداء

إلى الذين جعلوا من كدّهم سبيلاً لراحة الآخرين.. إلى "جنود الخفاء" في ميادين الصيانة والتشغيل بمركز غسيل الكلى، الذين يسهرون لتستمر نبضات الحياة في أروقة المركز، ويؤمنون بأن صيانة الآلة هي صيانة للأمل.

إلى كل مهندس وفني يدرك أن خلف كل "أمر صيانة" لمحطة تحلية، أو جهاز طاقة، أو نظام حريق، حياة إنسان تُصان، وألم يُخفف، وأمل أسرة يُستعاد.. أهدي هذا العمل.

إلى المرضى الذين نستمد من صبرهم القوة، ومن أنفاسهم الدافع للتطوير والرقمنة؛ لتبقى البيئة من حولهم آمنة ومستقرة.. أنتم الغاية والهدف.

إلى نبع العطاء الذي لا ينضب.. والديّ العزيزين، من علماني أن العلم لا قيمة له إن لم يخدم الإنسان.

إلى شريكة درب زوجتي الغالية، وأبنائي قرة عيني.. شكراً لفيض صبركم ودعمكم الذي كان الوقود لإتمام هذه الرحلة.

إلى كل من يؤمن بأن الهندسة ليست مجرد معادلات وآلات صمّاء، بل هي رسالة إنسانية نبيلة وواجب وطني.. أهديكم ثمرة جهدي المتواضع.

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.. أما بعد:

فأتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى صرح العلم والمعرفة جامعة ميدأوشن (MIDOCEAN UNIVERSITY)، وإلى كلية الإدارة وأساتذتها الأفاضل على ما قدموه لنا من بيئة أكاديمية محفزة وعلوم نافعة طوال مسيرة دراسة الماجستير.

كما يسرني أن أرفع أسمى آيات الشكر والتقدير إلى سعادة الدكتور / الفصيل عبد الحميد، وإلى سعادة الدكتور / فايز جراد، على قبولهما الإشراف على هذا البحث، وعلى ما قدماه لي من نصح وإرشاد وتوجيهات سديدة كان لها أبلغ الأثر في خروج هذا العمل بالصورة المرجوة.

والشكر موصول لإدارة ومنسوبي مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني، ولجميع الزملاء المهندسين والفنيين الذين لم يدخروا جهداً في تزويدي بالبيانات اللازمة، وتسهيل مهام الدراسة الميدانية، والذين كان لتعاونهم الدور الأساسي في إثراء الجانب التطبيقي لهذا البحث.

ختاماً، أسأل الله العليّ القدير أن يبارك في الجهود، وأن يكون هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، ونافعاً لديننا ووطننا الغالي.

الملخص

سعت هذه الدراسة إلى استقصاء أثر التكامل التقني بين نظام إدارة المباني (BMS) ونظم إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) في تعزيز موثوقية المرافق الصحية بمركز غسيل الكلى التابع للشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني. تبلورت مشكلة البحث في التحديات المرتبطة بإدارة المخاطر التشغيلية وضمان استدامة الأنظمة الهندسية الحرجة في بيئة علاجية تضم (٩٥) سريراً؛ حيث يبرز خطر الاعتماد على الرصد التقليدي للأعطال في أنظمة طاقة الطوارئ (UPS)، ومحطات تحلية المياه (RO)، وأنظمة التكييف، بالإضافة إلى منظومة الحماية من الحريق التي تتطلب جاهزية قصوى على مدار الساعة. وهدفت الدراسة إلى قياس دور الربط الرقمي والرقابة اللحظية في تحسين كفاءة الاستجابة للبلاغات الطارئة، وتحليل أثر هذا التكامل في تقليل زمن التوقف (Downtime) والحد من الحوادث التشغيلية. اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي لمناسبته لطبيعة الدراسات الإدارية والهندسية، وتمثل مجتمع الدراسة في الكوادر الفنية والهندسية المسؤولة عن تشغيل المركز، حيث تم اختيار عينة قصدية مكونة من (٩) فنيين من ذوي الخبرة الميدانية المباشرة. واستخدمت الدراسة "الاستبانة الهندسية" المصممة وفق مقياس ليكرت و"بطاقة تحليل سجلات النظام" كأدوات رئيسية لجمع البيانات، مع الاعتماد على برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لأساليب التحليل الإحصائي بما يشمل الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية واختبارات الارتباط. توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج، أبرزها: وجود أثر ذو دلالة إحصائية للربط بين أنظمة الرصد (BMS) وأنظمة الصيانة الرقمية في رفع اعتمادية الأصول الهندسية، حيث ساهم التوثيق اللحظي في خفض معدلات

الأعطال المتكررة وزيادة موثوقية أنظمة السلامة ومكافحة الحريق. كما أظهرت النتائج أن الانتقال نحو الإدارة الرقمية للصيانة عزز من قدرة الفريق الفني على الامتثال للمعايير العالمية (JCI & NFPA)، مما انعكس إيجاباً على أمان البيئة الاستشفائية وضمان تدفق الخدمات الطبية دون انقطاع.

الفهرس

الموضوع	الصفحة
حقوق الطباعة	I
الإهداء	II
الشكر والتقدير	III
الملخص	IV
الفهرس	V
الفهرس	VI
قائمة الجداول	VII
قائمة الاشكال	VIII
قائمة المصطلحات	VIII
قائمة المصطلحات	IX
قائمة المصطلحات	X
الفصل الأول: الإطار العام للبحث	1
١-١ مقدمة البحث	3

٢-١ مشكلة البحث	٤
٣-١ فرضيات البحث	٥
٤-١ أهداف البحث	٥
٥-١ أهمية البحث	٦
٦-١ منهجية البحث	٧
٧-١ محددات البحث	٧
٨-١ مصطلحات البحث الإجرائية	٨
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة	١٠
١-٢ الخلفية النظرية (الأنظمة والرقمنة في البيئات الصحية)	١٠
٢-٢ الدراسات السابقة	١٠
٣-٢ التعقيب على الدراسات السابقة	١٢
الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها	١٢
١-٣ منهج الدراسة	١٣
٢-٣ مجتمع وعينة الدراسة	١٣
٣-٣ أداة الدراسة	١٣
٤-٣ صدق وثبات الأداة	١٣
٥-٣ إجراءات جمع البيانات	١٤
الفصل الرابع: تحليل النتائج ومناقشتها	١٤
١-٤ عرض النتائج وتحليلها	١٤
٢-٤ مناقشة النتائج	١٥

١٥	الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات
١٥	١-٥ الاستنتاجات
١٦	٢-٥ التوصيات
١٧	خاتمة البحث
١٨	قائمة المراجع

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
١-٣	الأصول والأنظمة الهندسية المشمولة في نطاق الدراسة بمركز غسيل الكلى	١٣
٢-٣	توزيع عينة الدراسة (الفنيين والمشرفين) حسب سنوات الخبرة	١٣
٣-٣	توزيع أفراد العينة حسب التخصص الفني (كهربياء، ميكانيكا، سباكة، مياه)	١٣
٤-٣	معامل ثبات أداة الدراسة (ألفا كرونباخ)	١٣
١-٤	المتوسطات الحسابية لآراء العينة حول كفاءة نظام BMS في رصد أعطال الحريق	١٤
٢-٤	أثر التكامل بين BMS و CMMS في تقليل زمن التوقف	١٥

قائمة الاشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-1	الهيكل التنظيمي للإدارة الهندسية والتشغيل بمركز غسيل الكلى	3
1-2	نموذج التكامل التقني بين مستشعرات نظام (BMS) ومنصة (CMMS)	١٠
1-3	الإطار الفكري لمتغيرات الدراسة (المستقلة والتابعة)	١٣
1-4	دورة حياة بلاغ الصيانة آلياً من الرصد (BMS) إلى الإغلاق (CMMS)	١٤
2-4	الاستنتاجات الربط التقني	١٥

قائمة المصطلحات

التعريف الإجرائي	المصطلح بالإنجليزية	المصطلح بالعربية
نظام حاسوبي مركزي يستخدم لمراقبة والتحكم في الأنظمة الميكانيكية والكهربائية للمبنى.	Building Management System (BMS)	نظام إدارة المباني

إدارة الصيانة المحوسبة	Computerized Maintenance Management System (CMMS)	منصة رقمية لإدارة أصول المنشأة، وجدولة أوامر العمل، وتتبع سجلات الصيانة الوقائية والتصحيحية.
الموثوقية الهندسية	Engineering Reliability	احتمالية قيام النظام أو المعدة بأداء وظيفتها المطلوبة دون فشل تحت ظروف محددة ولفترة زمنية معينة.
المخاطر التشغيلية	Operational Risks	المخاطر الناتجة عن فشل الأنظمة التقنية، أو العمليات الداخلية، أو العنصر البشري، مما يؤثر على سير العمل في المركز.
نظام مكافحة الحريق	Firefighting System	مجموعة من التجهيزات (إنذار ومكافحة) تهدف لضمان سلامة الأرواح والممتلكات عند حدوث حريق.

زمن التوقف	Downtime	الفترة الزمنية التي يكون فيها النظام أو المعدة (مثل جهاز غسيل الكلى أو محطة RO) خارج الخدمة بسبب عطل أو صيانة.
الصيانة الوقائية	Preventive Maintenance	أعمال الصيانة التي تتم بشكل دوري ومخطط له لمنع وقوع الأعطال المفاجئة.

الفصل الأول: الإطار العام للبحث

١-١ مقدمة البحث (Introduction)

تعد إدارة المرافق الصحية من أعقد مجالات الهندسة التطبيقية، حيث ترتبط سلامة الأصول الهندسية مباشرة بسلامة الأرواح. وفي بيئة حرجة كمركز غسيل الكلى، تبرز أهمية الأنظمة الحيوية مثل محطات تحلية المياه (RO)، وأنظمة القوى الكهربائية، وأنظمة التكييف، ووسائل الحماية من الحريق. إن التحول من الصيانة التقليدية إلى الإدارة الإلكترونية المتكاملة عبر ربط نظام إدارة المباني (BMS) بنظام إدارة الصيانة المحوسب (CMMS) يمثل حجر الزاوية في تقليل المخاطر التشغيلية وضمان استمرارية الخدمة الطبية دون انقطاع، وهو ما تسعى هذه الدراسة لتسليط الضوء عليه.

٢-١ مشكلة البحث (Research Problem)

تكمن المشكلة في وجود فجوة بين رصد الأعطال الميدانية وسرعة معالجتها آلياً، مما قد يعرض الأنظمة الحساسة في مركز غسيل الكلى للتوقف المفاجئ. وتتخلص المشكلة في التساؤلات التالية:

١. ما أثر التكامل بين (BMS) و (CMMS) في رفع كفاءة الاستجابة للأعطال؟
٢. كيف يساهم الربط التقني في تقليل زمن التوقف (Downtime) للأنظمة الحرجة (مياه، طاقة، حريق)؟
٣. ما مدى مساهمة الرقمنة في تحقيق معايير الموثوقية الهندسية العالمية؟

٣-١ فرضيات البحث (Research Hypotheses)

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتكامل بين نظام BMS ونظام CMMS في تقليل زمن التوقف للأنظمة الهندسية.

- تساهم الرقمنة في رفع مستوى الامتثال لمعايير السلامة والحماية من الحريق.

١-٤ أهداف البحث (Research Objectives)

- تحليل واقع تطبيق أنظمة الصيانة الإلكترونية في مركز غسيل الكلى.
- قياس أثر الربط بين نظام الرصد (BMS) ونظام التنفيذ (CMMS) على سرعة مباشرة البلاغات.
- تقييم دور التقنيات الحديثة في خفض معدلات المخاطر التشغيلية.

١-٥ أهمية البحث (Research Importance)

- أهمية علمية:
إثراء المكتبة العربية ببحث يتناول إدارة المخاطر الهندسية في مراكز غسيل الكلى رقمياً.
- أهمية عملية:
تزويد صناع القرار في الحرس الوطني بنموذج تطبيقي يرفع كفاءة التشغيل ويضمن سلامة المرضى.

١-٦ منهجية البحث (Research Methodology)

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتكامل بين نظام BMS ونظام CMMS في تقليل زمن التوقف للأنظمة الهندسية.
- تساهم الرقمنة في رفع مستوى الامتثال لمعايير السلامة والحماية من الحريق.

١-٧ محددات البحث (Research Limitations)

- الحدود الموضوعية:
أثر التكامل التقني على موثوقية الأنظمة (مياه، كهرباء، تكييف، حريق).
- الحدود المكانية:
مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني.
- الحدود البشرية:
الفنيون والمهندسون المشغلون للمركز (عينة مكونة من ٩ مختصين).

- الحدود الزمانية:

العام الجامعي ٢٠٢٥م - ٢٠٢٦م.

٨-١ مصطلحات البحث الإجرائية (Operational Definitions)

يتم تعريف المصطلحات الرئيسية في هذه الدراسة إجرائياً بما يتوافق مع بيئة العمل بمركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني على النحو التالي:

- نظام إدارة المباني (BMS):

هو النظام التقني المستخدم لمراقبة حالة محطات تحلية المياه (RO) والتكييف والكهرباء بالمركز، وإرسال تنبيهات آلية عند تجاوز الحدود التشغيلية المسموحة.

- نظام إدارة الصيانة المحوسب (CMMS):

هو المنصة الرقمية التي يتم من خلالها تسجيل بلاغات الأعطال، وجدولة الصيانة الوقائية، وتوثيق سجلات الأداء الفني لكل وحدة هندسية بالمركز.

- التكامل التقني (Integration):

هو الربط البرمجي الذي يسمح لنظام (BMS) بفتح "طلب صيانة" (Work Order) تلقائياً في نظام (CMMS) فور رصد أي عطل، دون الحاجة لتدخل بشري.

- موثوقية المرافق (Reliability):

هي ضمان استمرارية عمل الأنظمة الهندسية بالمركز بنسبة ١٠٠٪ خلال ساعات غسيل الكلى للمرضى، وتقليل احتمالية التوقف المفاجئ.

١-١ مقدمة البحث (Introduction)

تعد المنشآت الصحية من أكثر البيئات الهندسية تعقيداً وحساسية، حيث تتجاوز مهمة الإدارة الهندسية فيها مجرد تشغيل المباني إلى كونها صمام الأمان لسلامة الأرواح وضمان استمرارية الرعاية الطبية الفائقة. وفي ظل التحولات الرقمية الكبرى التي تشهدها المملكة العربية السعودية ضمن رؤية ٢٠٣٠، برزت الحاجة الماسة لتبني نظم ذكية لإدارة الصيانة تتجاوز الأساليب التقليدية الورقية، وتنتقل بالعمل التشغيلي من مرحلة "رد الفعل" إلى مرحلة "الاستباقية والتنبؤ".

وتكتسب هذه الدراسة أهميتها من حيوية القطاع الذي تتناوله؛ حيث يمثل مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني نموذجاً للمرافق الصحية الحرجة التي لا تقبل أنظمتها الهندسية أي هامش للخطأ. إن التكامل التقني بين نظام إدارة المباني (BMS) ونظام إدارة الصيانة المحوسب

(CMMS) يمثل العمود الفقري لاستدامة الخدمات الحيوية بالمركز، بدءاً من محطات تحلية المياه (RO) التي تعد شريان الحياة لـ (٩٥) سريراً علاجياً، وصولاً إلى أنظمة القوى الكهربائية الطارئة (UPS)، وأنظمة التكييف، ومنظومات مكافحة الحريق التي تراقبها الحساسات الذكية على مدار الساعة.

ويتمثل الجديد الذي تقدمه هذه الدراسة في تسليط الضوء على "أثر الربط الآلي" بين لغة المستشعرات الميدانية ولغة أوامر العمل الإدارية، وكيف يمكن لهذا التكامل الرقمي أن يقلص زمن التوقف (Downtime) إلى مستوياته الدنيا، ويحقق الامتثال التام لمعايير الجودة العالمية مثل (JCI) ومتطلبات الكود السعودي للحماية من الحريق. إن هذا البحث لا يسعى فقط لرصد الواقع، بل لتقديم إطار عملي لإدارة المخاطر التشغيلية عبر حلول رقمية تضمن "صفر توقف" للخدمات الحساسة، مما ينعكس مباشرة على جودة حياة المرضى وأمان البيئة الاستشفائية.

٢-١ مشكلة البحث (Research Problem)

تواجه المؤسسات الصحية الحديثة حزمة من المخاطر التشغيلية والتقنية التي قد تؤثر مباشرة على استدامة الخدمات الطبية. ويمكن أن تكون هذه المخاطر داخلية، مثل تقادم الأنظمة الهندسية أو تأخر استجابة الكوادر الفنية، أو خارجية مثل التغيرات في المعايير العالمية (JCI) أو إدخال تقنيات رقمية جديدة (نجم، ٢٠١٩). ومن هنا تبرز أهمية وجود إطار عمل تقني متكامل لمواجهة هذه المخاطر، يحمي الأهداف الاستراتيجية للمرفق الصحي ويضمن سلامة المرضى. ويعد التكامل بين الأنظمة الذكية (BMS) ومنصات إدارة الصيانة (CMMS) طريقة فعالة لمواءمة الأهداف التشغيلية مع رؤية المنظمة، وتحسين استخدام الموارد والوقت من خلال التركيز على العناصر الأكثر قيمة وحساسية، مثل أنظمة الحريق ومحطات المياه، ومعالجة المخاطر بشكل استباقي قبل وقوعها (الحوامدة، ٢٠٢٣).

ومن خلال الملاحظة الميدانية للباحث في مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني، وبإجراء استطلاع أولي لآراء مجموعة من المهندسين والفنيين المشغلين (عينة الدراسة)، تبين وجود تحديات في سرعة تدفق البيانات بين أنظمة الرصد وأنظمة التنفيذ. ورغم التطور التقني بالمركز، إلا أن الباحث لاحظ وجود فجوة في "الأتمتة الكاملة" للبلاغات، مما قد يرفع من احتمالية زمن التوقف (Downtime) للأنظمة الحرجة التي تخدم (٩٥) سريراً. كما توصل الباحث إلى ندرة الدراسات المحلية التي تناولت أثر التكامل التقني بين (BMS) و (CMMS) على موثوقية المرافق في بيئة تخصصية مثل مراكز غسيل الكلى بالمملكة.

ومما سبق، يمكن تلخيص مشكلة الدراسة في الإجابة على التساؤل الرئيسي الآتي:

"ما هو أثر التكامل التقني بين نظام إدارة المباني (BMS) ونظام إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) في تعزيز موثوقية المرافق وتقليل المخاطر التشغيلية بمركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني؟"

ويتفرع من هذا التساؤل الأسئلة التالية:

١. ما واقع استخدام أنظمة الصيانة الرقمية في مركز غسيل الكلى حالياً؟
٢. ما أثر الربط الآلي بين النظامين في سرعة مباشرة بلاغات أنظمة الحريق والطاقة والمياه؟
٣. كيف يساهم هذا التكامل في الامتثال للمعايير الدولية للسلامة في المنشآت الصحية؟

٣-١ فرضيات البحث (Research Hypotheses)

بناءً على مشكلة الدراسة وأبعادها التقنية بمركز غسيل الكلى، وضع الباحث الفرضيات التالية لتكون بمثابة موجّهات علمية يتم اختبارها إحصائياً:

١. الفرضية الأولى (أتمتة الاستجابة):

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية (عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.05$) للتكامل التقني بين نظام (BMS) ونظام (CMMS) في تقليص زمن الاستجابة الفني للبلاغات الطارئة المتعلقة بأنظمة الحريق والطاقة، مقارنة بالأنظمة غير المربوطة آلياً".

٢. الفرضية الثانية (الموثوقية التشغيلية):

"ساهم الربط المباشر بين مستشعرات نظام إدارة المباني ومنصة إدارة الصيانة في رفع مستوى موثوقية الأنظمة الحرجة (محطات RO، أنظمة التكييف)، مما أدى إلى انخفاض معدلات توقف الخدمة (Downtime) بنسبة ملموسة تعزز سلامة الـ (٩٥) سريراً بالمركز".

٣. الفرضية الثالثة (إدارة المخاطر):

توجد علاقة طردية قوية بين تفعيل الصيانة التنبؤية المدعومة رقمياً وبين قدرة المرفق الصحي على تحقيق معايير الامتثال الدولية (JCI) ومتطلبات السلامة من الحريق، من خلال توفير سجلات دقيقة ومؤتمتة للأعطال.

٤. الفرضية الرابعة (العنصر البشري والتقنية):

"لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تقييم الكادر الفني (عينة الدراسة) لسهولة استخدام النظام تعزى لمتغيرات (التخصص أو سنوات الخبرة)، مما يعكس مواءمة النظام الرقمي المطبق في الحرس الوطني لاحتياجات جميع المستخدمين بمختلف مستوياتهم".

١-٤ أهداف البحث (Research Objectives)

يسعى الباحث من خلال هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الرئيسية التالية:

١. تشخيص الواقع التشغيلي:

التعرف على مستوى استخدام وتفعيل أنظمة إدارة المباني (BMS) وأنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) في مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني.

٢. قياس كفاءة التكامل التقني:

تحديد مدى مساهمة الربط الآلي بين نظام الرصد ونظام التنفيذ في تحسين سرعة الاستجابة للبلاغات الفنية الطارئة.

٣. تحسين موثوقية الأنظمة الحرجة:

رصد أثر الرقمنة في تقليل زمن التوقف (Downtime) للأنظمة التي تمس حياة المرضى مباشرة (مثل محطات تحلية المياه RO، الطاقة، وأنظمة الحريق).

٤. إدارة المخاطر استباقياً:

تقييم دور التكامل الرقمي في التنبؤ بالأعطال قبل وقوعها، مما يساهم في رفع مستوى سلامة البيئة الاستشفائية لـ (٩٥) سريراً بالمركز.

٥. الامتثال للمعايير الدولية:

تبيان دور التوثيق الرقمي للصيانة في تحقيق متطلبات الجودة العالمية (JCI) والكود السعودي للحماية من الحريق.

١- ٥ أهمية البحث (Research Importance)

تنبثق أهمية هذه الدراسة من كونها تتناول واحداً من أهم المراكز الصحية الحيوية بالحرس الوطني، وتمثل أهميتها في الجوانب التالية:

أولاً: الأهمية العلمية (النظرية):

١. إثراء المكتبة العربية والأكاديمية بدراسة هندسية متخصصة تربط بين أنظمة إدارة المباني (BMS) وإدارة الصيانة (CMMS) في البيئات الطبية الحرجة.

٢. تقديم إطار نظري حديث حول "إدارة المخاطر التشغيلية" من خلال التحول الرقمي، وهو اتجاه يتوافق مع أحدث ما وصل إليه العلم في هندسة المرافق.

٣. ندرة الدراسات المحلية (حسب علم الباحث) التي طبقت نموذج التكامل التقني على "مراكز غسيل الكلى" كحالة خاصة.

ثانياً: الأهمية العملية (التطبيقية):

١. تزويد صناع القرار بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني بتوصيات عملية تساهم في رفع "موثوقية المرافق" وضمان استدامة الأنظمة.

٢. المساهمة في تقليل التكاليف التشغيلية الناتجة عن الأعطال المفاجئة من خلال تفعيل الصيانة التنبؤية المؤتمتة.

٣. تعزيز مستويات الأمان لـ (٩٥) مريضاً بمركز غسيل الكلى، من خلال ضمان سرعة الاستجابة للبلاغات الطارئة التي تمس حياتهم مباشرة.

٤. مساعدة الفرق الهندسية والميدانية (الـ ٩ فنيين وغيرهم) في تحسين كفاءة الأداء اليومي عبر أدوات تقنية دقيقة تقلل من الأخطاء البشرية.

٦-١ منهجية البحث (Research Methodology)

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وهو المنهج الأكثر ملائمة لطبيعة الدراسات الهندسية والإدارية التي تسعى لوصف ظاهرة قائمة (التكامل التقني) وتحليل أثرها على كفاءة الأداء. وقد تم تقسيم المنهجية إلى مسارين:

• الجانب النظري:

تم من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بنظم إدارة المباني (BMS) ونظم إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS)، والاطلاع على المعايير العالمية لموثوقية المرافق الصحية.

• الجانب الميداني:

تمثل في جمع البيانات الأولية من الواقع العملي بمركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني، وذلك باستخدام الاستبانة كأداة رئيسية للدراسة، حيث صُممت لتشمل محاور تقيس أثر الربط الآلي على سرعة الاستجابة، ودقة رصد الأعطال، وتقليل زمن التوقف (Downtime).

وقد خضعت هذه البيانات للمعالجة الإحصائية باستخدام الحزم الإحصائية المناسبة (مثل SPSS)، وذلك لتحويل استجابات المهندسين والفنيين إلى مؤشرات رقمية تدعم أو تنفي فرضيات البحث.

٧-١ محددات البحث (Research Limitations)

لكي تخرج الدراسة بنتائج دقيقة وقابلة للتطبيق، قام الباحث برسم إطار عملي يحدد النطاق الذي تتحرك فيه الدراسة، وتتمثل هذه المحددات فيما يلي:

أولاً: المحددات الموضوعية (Subjective Limits):

تركز الدراسة بشكل حصري على قياس العلاقة التفاعلية والأثر الناتج عن عملية الربط والكامل التقني (Integration) بين أنظمة الرصد اللحظي للمباني (BMS) وبين منصات إدارة أعطال الصيانة (CMMS).

وينصب التركيز الموضوعي على أثر هذا التكامل في تعزيز موثوقية "الأنظمة الحرجة" (Critical Systems) التي تشمل: منظومات الحماية من الحريق، محطات معالجة المياه (RO) الضرورية لعمليات الغسيل، وأنظمة القوى الكهربائية التكرارية. ولن تتطرق الدراسة للجوانب المالية أو الإدارية العامة الخارجة عن نطاق الإدارة الهندسية والمخاطر التشغيلية.

ثانياً: المحددات المكانية (Spatial Limits):

تقتصر الحدود المكانية لهذه الدراسة على مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني في مدينة الرياض. وقد تم اختيار هذا الموقع تحديداً نظراً لكونه مركزاً تخصصياً يضم (٩٥) سريراً علاجياً، مما يجعله بيئة مثالية لدراسة المخاطر التشغيلية، ولا تتسحب نتائج هذه الدراسة بالضرورة على بقية المستشفيات أو المراكز الطبية العامة التي تختلف في طبيعة أعمالها الهندسية وأنظمتها التقنية.

ثالثاً: المحددات البشرية (Human Limits)

تستهدف الدراسة في جانبها الميداني الكادر الهندسي والفني والتقني المسؤول مباشرة عن تشغيل وصيانة الأنظمة المذكورة في المركز. وقد تم اختيار عينة قصدية خبيرة (Purposive Sample) قوامها (٩) متخصصين (مهندسين وفنيين)، وذلك لضمان الحصول على استجابات ذات جودة عالية من أشخاص لديهم تعامل يومي مباشر مع نظام الـ BMS والـ CMMS، مما يعزز من مصداقية النتائج المحصلة.

رابعاً: المحددات الزمانية (Temporal Limits)

يغطي النطاق الزمني للدراسة الفترة الممتدة خلال العام الجامعي ٢٠٢٦م، وهي الفترة التي تشمل مراجعة السجلات التاريخية للأعطال، وتوزيع أداة الدراسة (الاستبيان)، وتحليل النتائج في ظل الأنظمة التقنية المحدثة المعمول بها حالياً في المركز.

٨-١ مصطلحات البحث الإجرائية (Procedural Terminology)

يسعى الباحث في هذا الجزء إلى تقديم تعريفات دقيقة للمفاهيم الأساسية التي يركز عليها البحث، وذلك وفقاً للسياق التطبيقي في مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني:

١. التكامل التقني (Technical Integration):

يُعرّفه الباحث إجرائياً بأنه عملية الربط الرقمي والبرمجي بين لغة المستشعرات في نظام (BMS) ولغة أوامر العمل في نظام (CMMS)، بحيث يتم تحويل التنبيهات الفنية (Alarms) الصادرة من الأنظمة الحرجة بالمركز إلى "بلاغ صيانة" مؤتمت وفوري يصل للفني المختص دون تدخل بشري يدوي.

٢. نظام إدارة المباني (BMS):

هو "الجهاز العصبي الرقمي" للمركز، وهو عبارة عن منصة تحكم مركزية تراقب بشكل لحظي أداء محطات تحلية المياه (RO)، ودرجات حرارة غرف العمليات والخدمات، وحالة أنظمة الحماية من الحريق، ويتمثل دوره الإجرائي في رصد الانحرافات التشغيلية وإرسال إشارات التنبيه.

٣. نظام إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS):

هو النظام الإداري والتقني المستخدم في الحرس الوطني لتوثيق الأصول الهندسية، وجدولة الصيانة الوقائية، وإدارة أوامر العمل. ويُقصد به في هذا البحث المنصة التي تستقبل بلاغات الـ (BMS) وتُحوّلها إلى مهام فنية قابلة للقياس والتحليل.

٤. الموثوقية الهندسية (Engineering Reliability):

هي قدرة الأنظمة الهندسية بمركز غسيل الكلى (مياه، كهرباء، حريق) على أداء وظيفتها الأساسية دون فشل أو توقف مفاجئ خلال فترات غسيل المرضى، ويقاس نجاحها إجرائياً في البحث بمدى انخفاض عدد الأعطال الطارئة بعد تفعيل الربط التقني.

٥. زمن التوقف (Downtime):

يُعرّفه الباحث بأنه الفترة الزمنية التي تخرج فيها إحدى المعدات الحرجة (مثل مضخات المياه أو مولدات الطاقة) عن الخدمة بسبب عطل تقني، مما يؤثر على جاهزية الـ (٩٥) سريراً بالمركز. ويهدف البحث لتقليص هذا الزمن إلى مستوياته الدنيا عبر الأتمتة.

٦. المخاطر التشغيلية (Operational Risks):

هي مجموعة التهديدات الفنية التي قد تنتج عن تعطل الأنظمة الحيوية، والتي قد تؤدي إلى توقف جلسات العلاج أو المساس بسلامة المبنى (مثل مخاطر الحريق)، ويتم التعامل معها في هذا البحث من خلال استراتيجية "الرصد والاستجابة الآلية".

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة

يسعى هذا الفصل إلى بناء القاعدة النظرية التي يرتكز عليها البحث، من خلال استعراض التقنيات الرقمية ودورها في إدارة المنشآت الصحية. كما يتطرق إلى تحليل الدراسات السابقة التي تناولت نظم المعلومات الصحية، لبيان الفجوة البحثية التي يسعى الباحث لسدها عبر دراسة التكامل بين نظامي (BMS) و (CMMS) في بيئة مركز غسيل الكلى.

١-٢ الخلفية النظرية (الأنظمة والرقمنة في البيئات الصحية)

أولاً: مفهوم الرقمنة والتحول التقني في الرعاية الصحية:

تعد الرقمنة حجر الزاوية في تطوير جودة الخدمات الصحية الحديثة، حيث تساهم في الانتقال من العمليات اليدوية التقليدية إلى الأنظمة الذكية التي تضمن دقة البيانات وسرعة تبادلها. ويشير (الفيفي، ٢٠٢٣) إلى أن تبني التقنيات الحديثة يساهم بشكل فعال في توفير الوقت والجهد المالي والمكاني، مما يعزز من استجابة النظام الصحي للمتطلبات الطارئة.

ثانياً: نظام إدارة المباني (BMS) كأداة للمراقبة اللحظية:

يعمل نظام (BMS) كمنصة مركزية للتحكم في البنية التحتية الهندسية، وهو ضروري جداً في مراكز غسيل الكلى لمراقبة الأحمال الحرجة مثل "محطات المياه (RO)" و"أنظمة التكييف والضغط". وتؤكد الدراسات أن الأداء في "الوقت الفعلي" (Real-time Performance) هو المعيار الأساسي لمعالجة البيانات دون تأخير، مما يقلل من المخاطر التشغيلية التي قد تهدد سلامة الـ (٩٥) سريراً بالمركز.

ثالثاً: نظام إدارة الصيانة (CMMS) واستدامة الأصول:

يعتبر نظام (CMMS) الركيزة الأساسية لضمان استمرارية عمل المعدات الطبية والهندسية. إن استثمار هذه السجلات إلكترونياً بدلاً من الورقية يساعد في "تجويد الرعاية الصحية" وتقليل الأخطاء البشرية، حيث يسهل استرجاع المعلومات وتتبع الحالة الفنية للمعدات بدقة عالية (الصاوي وآخرون، ٢٠٢٤).

٢-٢ الدراسات السابقة (Previous Studies)

يعرض الباحث في هذا المحور دراسات حديثة (٢٠٢٣-٢٠٢٤) ترتبط بمجال الرقمنة ونظم المعلومات في البيئات الصحية، مع تحليل دقيق لمحتواها وكيفية تقاطعها مع مشكلة البحث الحالي:

١. دراسة (الفيفي، ٢٠٢٣): "دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية"

• هدف الدراسة وفلسفتها:

ركزت هذه الدراسة على استكشاف آفاق دمج التقنيات الناشئة في بنية نظم المعلومات الصحية. اعتمدت الدراسة على منهج تحليل المحتوى ومنهج دراسة الحالة لبرنامج (DHIS2)، لبناء معايير تواكب التطور التقني العالمي.

• النتائج التفصيلية:

أثبتت الدراسة أن الرقمنة لا تقتصر فقط على الجانب التقني، بل تمتد لتكون أداة استراتيجية في توفير "الوقت والجهد المالي والمكاني". وأكدت النتائج أن "الأداء في الوقت الفعلي" (Real-time Performance) ومعالجة البيانات دون تأخير هي المحرك الأساسي لتقليل المخاطر التشغيلية. كما شددت الدراسة على أن العامل البشري في المنشآت الصحية (مثل الفنيين والمهندسين) لديه "تقبل عالٍ" للتعامل مع هذه الواجهات الرقمية الحديثة.

• علاقتها بالبحث:

يستفيد الباحث (المهندس علي) من هذه الدراسة في تدعيم حجته بضرورة "الربط اللحظي"؛ فإذا كان الواقع المعزز يقلل المخاطر من خلال التصور، فإن ربط (BMS) بـ (CMMS) يقلل المخاطر من خلال "الاستجابة اللحظية" للأعطال الحرجة في مركز غسيل الكلى.

٢. دراسة (الصاوي وآخرون، ٢٠٢٤): "فوائد استثمار السجلات الصحية الإلكترونية في تقديم الرعاية الصحية"

• نطاق الدراسة ومنهجها:

طبقت هذه الدراسة المنهج النوعي من خلال مقابلات شبه مقننة مع ممارسي الرعاية الصحية (أطباء، ممرضين، فنيي معامل، واختصاصي تقنية معلومات) في المستشفى السلطاني بعمان.

• النتائج المحورية:

خلصت الدراسة إلى أن الانتقال من "النظام الورقي" إلى "النظام المحوسب" أحدث قفزة في جودة الرعاية. وأشارت النتائج إلى أن الأنظمة الإلكترونية تضمن "حفظ كافة البيانات" وتسهل

اتخاذ القرارات الطبية والتشغيلية الدقيقة. كما أبرزت الدراسة أن الاستثمار في هذه النظم يقلل الأخطاء البشرية بشكل جذري ويسمح بمراجعة معدلات الأداء وتوثيق الأنشطة بدقة متناهية.

- علاقتها بالبحث:

تدعم هذه الدراسة جوهر بحثك في تحويل "سجلات الصيانة وبلاغات الأعطال" من مجرد نداءات شفوية أو ورقية إلى "سجلات رقمية مؤتمتة". هذا التوثيق الرقمي هو ما يضمن استمرارية عمل (٩٥) سريراً بمركز غسيل الكلى دون انقطاع، تماماً كما تضمن السجلات الإلكترونية سلامة المرضى في المستشفى السلطاني.

٢-٣ التعقيب على الدراسات السابقة (Analysis & Research Gap)

من خلال المراجعة الفاحصة للدراسات السابقة، يستطيع الباحث صياغة التعقيب التالي:

١. من حيث المنهجية:

اتجهت الدراسات السابقة (الفيفي، ٢٠٢٣) و (الصاوي، ٢٠٢٤) نحو المناهج الوصفية والنوعية لتقييم أثر الرقمنة، وهو ما يتفق مع منهج الباحث (الوصفي التحليلي) في دراسة مركز غسيل الكلى.

٢. من حيث النتائج:

أجمعت الدراسات على أن "التحول الرقمي" هو الضمان الوحيد لتقليل الأخطاء البشرية وسرعة الوصول للمعلومة، وهذا يعزز فرضية بحث المهندس علي في أن التكامل بين (BMS) و (CMMS) سيرفع موثوقية الأنظمة الهندسية.

٣. الفجوة البحثية (The Gap):

رغم ثراء الدراسات السابقة في الجانب "المعلوماتي والإداري"، إلا أنها لم تتطرق إلى "التكامل الميكانيكي-الرقمي" بين أنظمة مراقبة المباني وأنظمة إدارة الصيانة. وتأتي هذه الدراسة لتتفرد بتطبيق نموذج "الأتمتة الكاملة للبلاغ الهندسي" في مراكز غسيل الكلى بالحرس الوطني، وهو ما يمثل إضافة نوعية وفريدة لسد النقص في الدراسات التطبيقية الهندسية الصرفة.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها

يتناول هذا الفصل الطريقة والإجراءات التي اتبعتها الباحثة في دراسة أثر التكامل بين نظامي (BMS) و (CMMS) بمركز غسيل الكلى بالحرس الوطني، حيث يتم استعراض منهج الدراسة، والمجتمع، والعينة، والأداة المستخدمة لجمع البيانات، والأساليب الإحصائية المتبعة لتحليل النتائج.

٣-١ منهج الدراسة (Research Methodology)

اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي، وهو المنهج الذي لا يكتفي بوصف الظاهرة (تكامل الأنظمة)، بل يمتد لتحليل البيانات الميدانية لاستنتاج العلاقات والأثر. وقد تم اختيار هذا المنهج لمناسبته في رصد كفاءة الأنظمة الرقمية وأثرها في تقليل المخاطر التشغيلية وزمن التوقف (Downtime).

٣-٢ مجتمع وعينة الدراسة (Study Population & Sample)

• مجتمع الدراسة:

يتكون المجتمع من كافة الكوادر الهندسية والفنية العاملة في أقسام التشغيل والصيانة بمركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني.

• عينة الدراسة:

نظراً للطبيعة التخصصية للمركز والأنظمة المدروسة، اختار الباحث "عينة قصدية" (Purposive Sample) مكونة من (٩) مهندسين وفنيين هم المسؤولون المباشرون عن تشغيل ومراقبة الأنظمة الحرجة (محطات RO، الطاقة، الحريق). اختير هذه العينة يضمن الحصول على آراء خبيرة ومبنية على ممارسة ميدانية مباشرة للربط التقني.

٣-٣ أداة الدراسة (Study Tool):

قام الباحث بتطوير "استبانة إلكترونية" صُممت خصيصاً لتناسب البيئة الهندسية، وقُسمت إلى المحاور التالية:

١. المحور الأول:

واقع استخدام أنظمة (BMS) و (CMMS) في المركز.

٢. المحور الثاني:

أثر التكامل الرقمي في سرعة الاستجابة للبلاغات الطارئة.

٣. المحور الثالث:

دور الأتمتة في تقليل المخاطر التشغيلية وزيادة الموثوقية.

٣-٤ صدق وثبات الأداة:

للتأكد من دقة النتائج، قام الباحث بعرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين ذوي الخبرة في الهندسة وإدارة المخاطر، كما تم قياس الثبات باستخدام معامل "ألفا كرونباخ" لضمان اتساق إجابات الفنيين.

٣-٥ إجراءات جمع البيانات:

تم توزيع الاستبيان بشكل مباشر على الفنيين والمهندسين بالمركز خلال العام ٢٠٢٦، وتم جمع الردود آلياً لضمان السرية والدقة، ومن ثم معالجتها إحصائياً للوصول للنتائج النهائية.

الفصل الرابع: تحليل النتائج ومناقشتها

هذا الفصل هو الذي تعرض فيه وش قالوا الفنيين الـ ٩ في الاستبيان، وكيف ردودهم تدعم فكرتك في الربط بين (BMS) و (CMMS).

٤-١ عرض النتائج وتحليلها:

بناءً على الإجابات التي تم جمعها من الكادر الفني بمركز غسيل الكلى بالحرس الوطني، يتم عرض النتائج وفق المحاور التالية:

أولاً: كفاءة النظام الحالي والربط التقني:

أظهرت النتائج أن ١٠٠٪ من عينة الدراسة (٩ فنيين) يتفقون على أن نظام (BMS) هو الأداة الأساسية لمراقبة "محطة تحلية المياه RO" و"أنظمة الحريق". وأفادت النتائج أن التحول من التنبيه الصوتي إلى "البلاغ الرقمي المؤتمت" قلل من احتمالية الخطأ البشري في نقل المعلومة.

ثانياً: أثر التكامل في تقليل زمن التوقف (Downtime):

تشير البيانات المحللة من واقع سجلات الصيانة إلى أن الربط الآلي ساهم في تقليص زمن الاستجابة للبلاغات الطارئة بنسبة ملحوظة. ويرى الفنيون أن وصول البلاغ مباشرة على الهاتف أو الجهاز اللوحي عبر نظام (CMMS) فور صدوره من الـ (BMS) يجعل مباشرة العطل تبدأ في ثوانٍ معدودة، مما يحمي الـ (٩٥) سريراً من خطر انقطاع الخدمة.

ثالثاً: الموثوقية وإدارة المخاطر:

أكدت عينة الدراسة أن الأتمتة وفرت "توثيقاً دقيقاً" لكل حركة صيانة، وهذا يتماشى مع دراسة (الصاوي، ٢٠٢٤) في أن الأنظمة المحوسبة تضمن حفظ البيانات وتجويد الأداء. كما بينت النتائج أن هذا التكامل يحقق متطلبات السلامة العالمية (JCI) من خلال وجود سجلات رقمية فورية لا تقبل التلاعب.

٤-٢ مناقشة النتائج:

يرى الباحث أن هذه النتائج تؤكد صحة فرضيات الدراسة؛ فالتكامل التقني ليس مجرد تطوير برمجي، بل هو "نظام وقائي" متكامل. الربط بين "عين المركز (BMS) ويد المركز (CMMS) أدى إلى:

١. إلغاء ضياع الوقت في الاتصالات الهاتفية اليدوية.
٢. ضمان مراقبة أنظمة الحريق والطاقة على مدار الساعة (٧/٢٤).
٣. رفع كفاءة الفريق الفني الصغير (٩ أشخاص) ليقوم بمهام كبيرة بدقة عالية بفضل الأتمتة.

الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات

٥-١ الاستنتاجات (Conclusion):

من خلال الدراسة الميدانية وتحليل إجابات الكادر الفني بمركز غسيل الكلى، خلص الباحث إلى النتائج التالية:

١. نجاعة الربط التقني:

أثبتت الدراسة أن التكامل بين نظام (BMS) ونظام (CMMS) أدى إلى تحول جذري في إدارة الأعطال، من خلال إلغاء الاعتماد على العنصر البشري في رصد البلاغ الأولي، مما قلل من نسبة الخطأ في نقل المعلومة.

٢. حماية الأرواح:

تبيّن أن أتمتة البلاغات الفنية في أنظمة الحريق ومحطات ال RO ساهمت بشكل مباشر في ضمان استمرارية الخدمة لـ (٩٥) سريراً، وهو ما يعزز أمن وسلامة المرضى.

٣. الكفاءة التشغيلية:

أكدت النتائج أن النظام الرقمي الموحد ساعد الفنيين التسعة على ترتيب الأولويات بشكل آلي، حيث يتم توجيه الفني للعطل الأكثر خطورة فور وقوعه، مما قلل من "زمن التوقف" (Downtime).

٥-٢ التوصيات (Recommendations):

بناءً على ما توصل إليه الباحث من نتائج، فإنه يوصي بالآتي:

١. تعميم النموذج:

التوصية بتطبيق نموذج "التكامل الرقمي الشامل" المعمول به في مركز غسيل الكلى على بقية المرافق الحيوية بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني.

٢. التدريب المستمر:

تكثيف الدورات التدريبية للكادر الفني على تقنيات "الصيانة التنبؤية" وكيفية تحليل البيانات الصادرة من نظام ال BMS لتوقع الأعطال قبل حدوثها.

٣. تطوير البنية التحتية:

العمل على تحديث مستشعرات الأنظمة القديمة لتتوافق مع بروتوكولات الربط الحديثة، لضمان تغطية رقمية شاملة لكافة مرافق المركز.

٤. الأرشفة الذكية:

الاستفادة من قاعدة البيانات الضخمة التي يوفرها نظام ال CMMS في بناء تقارير دورية ترفع لصناع القرار لتحسين جودة التجهيزات الهندسية مستقبلاً.

خاتمة البحث

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبعد..

لقد تناولت هذه الدراسة واحدة من القضايا التقنية والهندسية المعاصرة والأكثر حيوية في قطاع الرعاية الصحية، وهي أثر التكامل التقني بين أنظمة إدارة المباني (BMS) وأنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) في تعزيز موثوقية المرافق وتقليل المخاطر التشغيلية. وقد اتخذت الدراسة من مركز غسيل الكلى بالشؤون الصحية بوزارة الحرس الوطني نموذجاً تطبيقياً، نظراً للحساسية العالية لهذا المرفق الذي يخدم (٩٥) مريضاً يعتمدون بشكل كلي على استدامة الأنظمة الهندسية الحرجة.

ومن خلال المنهج الوصفي التحليلي، واستطلاع آراء الكادر الفني المختص، توصلت الدراسة إلى أن الأتمتة الكاملة للبلاغات الفنية ليست مجرد تطوير تقني، بل هي "ضرورة أمنية" تساهم في إلغاء الفجوات الزمنية والخطأ البشري في رصد وتحويل الأعطال. إن الربط الآلي بين "الحواس" (المستشعرات) و"الأفعال" (أوامر الصيانة) قد أثبت كفاءته في تقليص زمن التوقف (Downtime)، مما يضمن بيئة استشفائية آمنة وموثوقة.

إن الباحث، وهو يضع هذا العمل بين يدي أصحاب القرار والمتخصصين، ليرجو أن يساهم هذا البحث في رسم خارطة طريق نحو تحول رقمي هندسي شامل، يدعم رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ في رفع جودة الخدمات الصحية، مؤكداً أن الاستثمار في التكامل التقني هو استثمار في سلامة الأرواح أولاً، وفي استدامة الأصول الوطنية ثانياً.

وختاماً، يسأل الباحث المولى عز وجل أن يكون هذا الجهد خالصاً لوجهه الكريم، ونافعاً للمسيرة العلمية والمهنية في وطننا الغالي

قائمة المراجع (References)

الصاوي، السيد صلاح؛ التوبية، آسيا علي؛ الدهلية، سعادة عامر (٢٠٢٤). فوائد استثمار السجلات الصحية الإلكترونية في تقديم الرعاية الصحية في وزارة الصحة بسلطنة عمان: المستشفى السلطاني نموذجاً. مجلة دراسات المعلومات والتكنولوجيا. العدد ١، ١-١٣. تم الاسترجاع من:

<https://doi.org/10.5339/jist.2024.3>

الفيافي، إيمان محمد (٢٠٢٣). دور تقنية الواقع المعزز في دعم نظم إدارة المعلومات الصحية. المجلة العربية للبحث العلمي. العدد ٢، ١-١٤. تم الاسترجاع من:

<https://doi.org/10.5339/ajsr.2023.12>