جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الهندسة الطبية

نظام خبير لإدارة أجهزة طبية في مشفى

An Expert System to Manage Medical Equipment in a Hospital

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الطبية

إعداد المهندسة ميس آصف حلوم إشراف الدكتور المهندس ممدوح منيف

الملخص

تعد إدارة الأجهزة الطبية الجزء الأكثر أهمية في إدارة المستشفيات، لأن الإدارة السليمة للأجهزة الطبية تؤدي إلى استخدام فعال وآمن طوال دورة حياة الجهاز الطبي.
بُني في هذا البحث نظام خبير لإدارة الأجهزة الطبية واستبدالها، ويأخذ النظام بالحسبان عدداً من البارامترات التي تؤثر على قرار الاستبدال، حيث تعامل محرك الاستدلال مع بارامترات الدخل وفق أسلوبين هما: شجرة القرار الثنائية والمنطق الضبابي.
طُبق النظام الخبير على بعض الأجهزة الطبية في قسم التصوير الطبي في مستشفى تشرين الجامعي باللاذقية، وأظهرت النتائج مدى فعالية النظام في تحديد مؤشر استبدال الأجهزة الطبية المدروسة، وأهمية بارامتري الموثوقية والقطع التبديلية في اتخاذ قرار الاستبدال. يمكن تطوير هذه الدراسة مستقبلاً والقيام بتجارب أكثر شمولية من أجل تحسين أداء النظام، بما يحقق جودة الرعاية الطبية المقدمة للمرضى، وخفض التكاليف المرافقة لعمليات الصيانة والإصلاح والاستبدال.
كلمات مفتاحية: نظام خبير، أجهزة طبية، إدارة، استبدال.

القسم النظري

تعد إدارة الأجهزة الطبية مطلباً أساسياً في قطاع الرعاية الصحية وهي الجزء الأكثر أهمية في إدارة المستشفيات، وبسبب ما تؤديه هذه الأجهزة من دور رئيس في التشخيص والعلاج والمراقبة وإعادة التأهيل.
تؤدي الإدارة السليمة للأجهزة الطبية إلى استخدام فعال وآمن لهذه الأجهزة طوال دورة حياة الجهاز الطبي، وتنظم الإدارة عملية شراء الأجهزة وتوزيعها داخل الأقسام حسب الأولويات والاحتياجات كما تنظم عملية إصلاح وصيانة الأجهزة الطبية واستبدالها [1] [2].
يمر الجهاز الطبي خلال دورة حياته من الناحية التشغيلية بالمراحل التالية: التخطيط والتقييم، والميزانية والتمويل، واختيار الجهاز، والشراء، والتركيب والتشغيل، والتدريب، والتشغيل والسلامة، والصيانة والإصلاح، وانتهاء بإيقاف الجهاز واستبداله [2].
لذلك من أجل بقاء الأجهزة الطبية بحالة جيدة وجاهزة للاستخدام بما يحقق ضمان استمرار عملها بفعالية وموثوقية وكلفة مناسبة لا بد من تقييم حالة الجهاز الطبي خلال دورة حياته لمعرفة إذا كان الجهاز بحاجة للاستبدال أم لا.
ولما كان التقدم الحاصل في المجال الطبي وفي مجال التكنولوجيا الطبية الحديثة له دور في ازدياد عدد الأجهزة الطبية وبالتالي ازدياد في تكاليف شراء الأجهزة الطبية وإصلاحها وصيانتها واستبدالها، فإن هناك حاجة إلى وضع استراتيجيات وسياسات واستخدام نظم أكثر فعالية لمواجهة التحدي المتمثل في زيادة استخدام تلك الأجهزة، حيث قامت البلدان المتطورة بوضع خطط وبرامج ومعايير عالمية لإدارة الأجهزة الطبية وصيانتها واستبدالها[1].
أوضحت دراسات سابقة أن هناك نقصاً في التقييم العلمي والواقعي لقرار استبدال الأجهزة الطبية وأن التخطيط لاستبدال الأجهزة الطبية لم يلق أدنى حد من الاهتمام لأن عدداً قليلاً من المستشفيات لديها آلية رسمية لتحديد برنامج استبدال الجهاز وهذا يقود إلى شراء مبكر أو متأخر أو غير ضروري في بعض الأحيان، وطُورت في تلك الدراسات تقنيات مختلفة لاقتراح استبدال الأجهزة الطبية منها نموذج الاستدلال الغامض (المنهج الضبابي FIS) وتحليل شجرة الخطأ (FTA) وذلك بناء على معايير وبارامترات تؤثر بالفعل على قرار الاستبدال [4][3].

استخدمت وعولجت البيانات التي حصلنا عليها من قاعدة المعرفة (الخبراء) ومن المستخدم النهائي (الاستبيانات) للقيام بعملية الاستنتاج وتقديم التوصيات، وذلك بالاعتماد على آلية تحاكي عمل الخبير واعتمدت طريقتان في الدراسة هما استخدام شجرة القرار الثنائية والمنطق الضبابي.
تشكل البارامترات الأساسية والفرعية (مدخلات النظام الخبير) التي اختيرت لإجراء الدراسة البنية الأساسية في محرك الاستدلال.
صممنا نموذج استبيان يخص بشكل مباشر بارامترات استبدال الأجهزة الطبية. وقمنا ببناء الاستبيان من خلال مجموعة من الأسئلة بلغت عشرة أسئلة وزعت على الكادر الطبي والفني المسؤول عن تشغيل واستثمار تلك الأجهزة، وقد جاء هذا الاستبيان كنتيجة عن دراسة واقع تلك الأجهزة في قسم التصوير الطبي في مستشفى تشرين الجامعي باللاذقية.

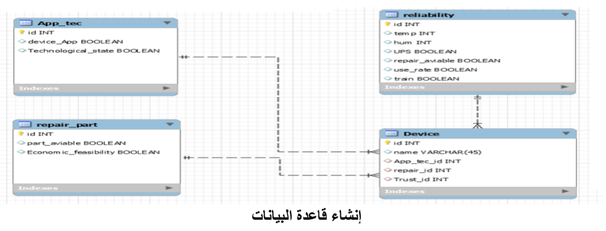
الدراسات المرجعية

أظهرت جميع الدراسات المرجعية المتعلقة بموضوع بحثنا مدى أهمية إدارة الأجهزة الطبية واستبدالها. وقد اختلفت فيما بينها في الطرائق والنتائج، وأغلبها درس إدارة واستبدال الأجهزة وفقاً لاستبيانات ومعايير عالمية ووفق منهجيات مختلفة مثل المنطق الضبابي، والتحليل الهرمي، ونموذج شجرة الخطأ وغيرها. إلا أنها جميعها اعتمدت على بارامترات معينة لإجراء الدراسة وإظهار النتائج.
وقد تمت الاستفادة من بعض هذه الدراسات في رسم الإطار النظري للدراسة الحالية وفي تطوير أداة الدراسة وتقييمها، وتم التوصل من خلال هذه المراجعة إلى أن هذه الدراسة هي الأولى التي اهتمت بدراسة استبدال الأجهزة الطبية باستخدام نظام خبير قادر على التنبؤ بمؤشر استبدال الأجهزة وذلك وفق أسلوبين تم اعتمادهما في محرك الاستدلال هما شجرة القرار الثنائية والمنطق الضبابي.

عينة الدراسة

تركزت الدراسة في قسم التصوير الطبي في مستشفى تشرين الجامعي باللاذقية نظراً لتنوع الأجهزة الموجودة وأهميتها ودورها في عمليتي التشخيص والعلاج.
اختيرت عينة الدراسة من مجموعة من الأجهزة المتشابهة في مبدأ عملها والتي تعتمد على الأشعة السينية، وهذه الأجهزة هي جهاز تصوير الأشعة الأساسي، وجهاز الطبقي المحوري، وجهاز القثطرة القلبية وجهاز التصوير والتنظير الظليل.

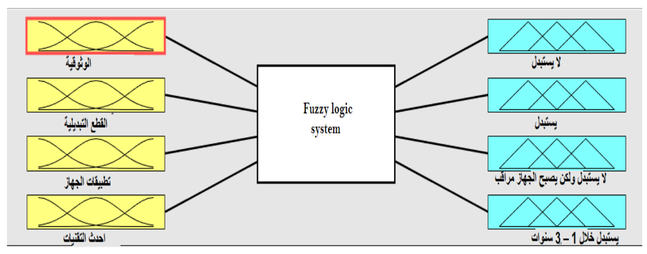
القسم العملي



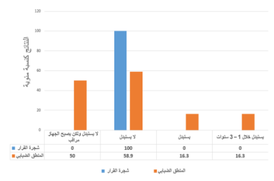
إنشاء قاعدة البيانات

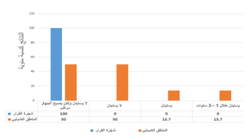
الدخل				الخرج			
الموثوقية	القطع التبديلية	التطبيقات	الحالة التكنولوجية	يستبدل	لا يستبدل	لا يستبدل ولكن يصبح مرالب الجهاز	يستبدل خلال 1 – 3 سنوات
0	0	0	0	1			
0	0	0	1	1			
0	0	1	0	1			
0	0	1	1			1	
0	1	0	0	1			
0	1	0	1				1
0	1	1	0				1
0	1	1	1			1	
1	0	0	0	1			
1	0	0	1	1			
1	0	1	0			1	
1	0	1	1				1
1	1	0	0				1
1	1	0	1		1		
1	1	1	0		1		
1	1	1	1		1		

تمثيل شجرة القرار الثنائية



المخطط العام للنظام الضبابي


مقارنة بين نتائج المنطق الضبابي وشجرة القرار الثنائية لجهاز الطبقي المحوري في المستشفى


مقارنة بين نتائج المنطق الضبابي وشجرة القرار الثنائية لأجهزة التصوير الأساسي والقثطرة القلبية والتصوير والتنظير في المستشفى

النتائج والمناقشة

النتائج التي خلصت إليها الدراسة

أعطت شجرة القرار الثنائية نتيجة واحدة في الخرج فقط بناء على رأي الخبير، في حين أعطى المنطق الضبابي نتائج لجميع حالات الخرج بنسب متفاوتة.
ساعد المنطق الضبابي على تقييم أداء الجهاز وتوقع الحالة الفنية له مستقبلاً بشكل أدق من شجرة القرار الثنائية.
أظهر بارامتري الموثوقية والقطع التبديلية أهمية في مؤشر الاستبدال مقارنة بالحالة التكنولوجية والتطبيقات الطبية.

المقترحات

1- توسيع قاعدة المعرفة لتشمل عدداً أكبر من بارامترات الدخل الخاصة بالنظام، وبالتالي إمكانية تحديد مؤشر استبدال الأجهزة الطبية بشكل دقيق.
2- استخدام تقنيات أخرى في الدراسة مثل استخدام الشبكات العصبونية.

الآفاق المستقبلية

لقد قمنا ببناء نظام خبير لإدارة الأجهزة الطبية واستبدالها لعدد من الأجهزة في قسم التصوير الطبي في مستشفى تشرين الجامعي باللاذقية، ونقترح تطوير هذا النظام وتطبيقه في عدد من المستشفيات، لما له من دور رئيس في تحديد وتقييم حالة الأجهزة الطبية الحالية وبالتالي إمكانية التخطيط لشراء أجهزة جديدة وإدارة احتياجات الأجهزة لعدة سنوات قادمة وتوثيق قائمة الأولويات، ليصبح فيما بعد هذا النظام معياراً معتمداً في مستشفيات بلدنا من أجل تطوير إدارة الأجهزة الطبية والارتقاء بالواقع الطبي نحو مستقبل أفضل.

المراجع

1. نقور، لميس (2009- 2010). "إدارة الأجهزة الطبية - صيانتها واستثمارها"، أطروحة ماجستير، جامعة دمشق.
2. AL-Talabi, W. (2012). "Quality Management System for Medical Devices".
3. Mummolo, G., Ranieri, l., Bevilacqua, V., & Galli, P. (2010). "A Fuzzy Approach For Medical Equipment Replacement Planning".
4. Ouda, B., Mohamed, A., & Saleh, N. (2010). "A Simple Mathematical Model for Replacement of Medical Equipment Proposed to Developing Countries", Cairo International Biomedical Engineering Conference,pages 188-191
5. رفيق، أصالة (2014-2015). "استخدام تطبيقات الذكاء الإصطناعي في إدارة أنشطة المؤسسة"، أطروحة ماجستير، جامعة أم البواقي، الجزائر.
6. Arab-Zozani, M., Imani, A., Doshmangir, L., Dalal, k., & Bahreini, R. (2021). "Assessment of medical equipment maintenance management: proposed checklist using Iranian experience". Arab-Zozani et al. BioMed Eng OnLine
7. Houria, Z., Masmoudi, M., Al Hanbali, A., Khatrouch, I., & Masmoudi, F. (2017) "Quantitative techniques for medical equipment maintenance management". European J. Industrial Engineering, Vol. x, No. x, xxxx 1.
8. Jamshidi, A., Rahimi, s., Kadi, D., & Ruiz, A. (2015). "A comprehensive fuzzy risk-based framework for replacement of medical devices". Laval University, Canada.
9. الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج. "إدارة الصيانة الطبية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والفني"، المملكة العربية السعودية.
10 . مخيبر، حنان وعيسى، هيثم (2017). "تخطيط الأجهزة الطبية"، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق.