مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: الآداب والعلوم الإنسانية، م ٣٣ ع ٣ ص ص: ١٣٨ – ١٧٥ (٢٠٢٥م)
DOI: 10.64064/1658-4295.1024

توظيف الأنظمة الخبيرة في المجال الطبي: تصور مقترح لنظام خبير في جراحات التوائم الملتصقة

محمد عبدالله سعيد العمري

باحث دكتوراه، إدارة المعرفة، قسم علم المعلومات، كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، المملكة العربية السعودية
masalamri@kau.edu.sa

المستخلص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم تصور علمي لتطوير نظام خبير يُعنى بجراحات فصل التوائم الملتصقة، اعتمادًا على الخبرات المتراكمة للبرنامج السعودي للتوائم الملتصقة. وقد تناولت الدراسة مفهوم النظم الخبيرة، ومكوناتها، وخصائصها، وتطبيقاتها الطبية، مع تحليل لنماذج عالمية قائمة، لإبراز جدوى استخدامها في دعم القرار السريري في الجراحات المعقّدة. وتُعد جراحة التوائم الملتصقة نموذجًا مثاليًا لتوظيف النظم الخبيرة نظرًا لندرة الحالات، وتباين التشريح، وتعدد التخصصات الطبية المشاركة. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، من خلال بناء مقترح تطبيقي يُبرز إمكانية تصميم نظام معرفي ذكي قادر على دعم القرار الجراحي، وتوثيق الخبرات، وتقديم توصيات مستندة إلى سيناريوهات حقيقية، إلى جانب دوره في التعليم والتدريب. كما تناولت الدراسة مبررات تطوير النظام، ومكوناته التقنية، وآلية عمله، والتحديات المحتملة وسبل معالجتها. واختُتمت بتوصيات مستقبلية تُشجع على التعاون البحثي والسريري لتنفيذ المشروع وتطويره.

الكلمات المفتاحية: النظام الخبير، النظام الخبير الطبي، التؤام الملتصق، التؤام السيامي، البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة.

المقدمة

تُعدّ المعرفة الركيزة الأساسية في تطور المجتمعات وتقدّمها، وقد شكّل تناقلها بين الأفراد محورًا رئيسًا في مسيرة الإنسانية، سواء عبر التعليم المباشر، أو الممارسة المهنية، أو التراكم التجريبي. ومع تطور التقنيات الرقمية والذكاء الاصطناعي، لم يعد انتقال المعرفة مقتصرًا على الإنسان، بل امتد ليشمل نقلها إلى الآلة وتوظيفها ضمن أنظمة ذكية قادرة على محاكاة الخبرة البشرية، واتخاذ القرار، وتقديم الدعم الاستشاري في مجالات متعددة.

وفي هذا السياق، برزت الأنظمة الخبيرة كأحد أبرز فروع الذكاء الاصطناعي، إذ تقوم على تحويل المعرفة البشرية إلى نموذج معرفي قابل للبرمجة والتشغيل داخل نظام حاسوبي، يعمل وفق قاعدة معرفية

ومحرك استدلال لاتخاذ قرارات ذكية في نطاق تخصصي دقيق. وتكمن أهمية هذه الأنظمة في قدرتها على دعم المستخدمين غير الخبراء، وتوفير بدائل معرفية عالية الجودة في حال غياب الخبير البشري.

ويُعد المجال الطبي من أكثر المجالات التي استفادت من الأنظمة الخبيرة، نظرًا لتشابك مكوناته وتعقيد عملياته، فضلًا عن حساسية القرار فيه. وقد شهد العالم العديد من التجارب الناجحة في توظيف الأنظمة الخبيرة الطبية لدعم التشخيص والعلاج والتعليم الطبي، مما يجعل هذا المجال مهيأً لمزيد من الابتكار والتطوير.

ومن جهة أخرى، تُسجّل المملكة العربية السعودية حضورًا متقدمًا في بعض المجالات الطبية الدقيقة، ومن أبرزها جراحات فصل التوائم الملتصقة (السيامية) التي نفذتها الفرق الطبية الوطنية بكفاءة عالية، وبنت من خلالها خبرة تراكمية نادرة على المستوى العالمي. هذا النجاح يفتح الباب أمام إمكانية توثيق هذه الخبرات وتحويلها إلى منظومة معرفية ذكية تُسهم في دعم القرار الجراحي، وتعزيز التعليم الطبي، وتمكين الفرق الطبية المحلية والدولية.

ومن هنا تنطلق هذه الدراسة لتُسلّط الضوء على الأنظمة الخبيرة من حيث المفهوم والتطور والتطبيقات، مع التركيز على الجانب الطبي، وانتهاءً بتقديم دعوة علمية لتطوير نظام خبير يُعنى بجراحات فصل التوائم الملتصقة، بوصفه نموذجًا تكامليًا يجمع بين التميز الطبي الوطني والتطور التقني في الذكاء الاصطناعي.

أولاً: الإطار المنهجي

تسعى هذه الدراسة إلى الربط بين المعرفة النظرية في مجال الأنظمة الخبيرة وتطبيقاتها الطبية، وبين التجربة السعودية المتقدمة في إجراء جراحات فصل التوائم الملتصقة، من خلال تقديم دعوة علمية مدروسة لبناء نظام خبير يُعنى بهذا النوع من العمليات الدقيقة. ويأتي هذا الاهتمام في ضوء النجاحات المتراكمة التي حققها البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، والتوجه الوطني نحو التحول الرقمي وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاعات الحيوية، وفي مقدمتها القطاع الصحي.

مشكلة الدراسة:

حظي المجال الطبي باستخدام الأنظمة الخبيرة منذ عقود، نظرًا لقدرتها على تحليل البيانات المعقدة وتقديم توصيات تشخيصية أو علاجية دقيقة، وقد ساهم ذلك في توسّع استخدامها التدريجي في عدد متزايد من التخصصات الطبية. وفي السياق نفسه، حققت المملكة العربية السعودية ريادة لافتة في جراحات فصل التوائم الملتصقة، وراكمت خبرات نوعية وفريدة في هذا المجال الجراحي النادر. في ضوء هذا التقاطع بين النضج المعرفي في جراحة فصل التؤام الملتصق والتطور التقني في الأنظمة الخبيرة، بما يُبرز الحاجة إلى تساؤل علمي يستقصي إمكانيات توظيف هذه الأنظمة في هذا النوع من الجراحات. ومن هنا تنبع مشكلة

الدراسة التي تتمحور في السؤال الرئيس الآتي: ما الدور الممكن للأنظمة الخبيرة في دعم المجال الطبي، وكيف يمكن توظيفها في بناء نظام معرفي يُقترح تبنيه وطنيًا لدعم جراحات فصل التوائم الملتصقة؟

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي:

١. تقديم لمحة علمية عن الأنظمة الخبيرة، من حيث المفهوم، المكونات، الخصائص، والتطبيقات الطبية.
٢. التعرف على دور الأنظمة الخبيرة في المجال الطبي، مع تحليل نماذج تطبيقية عالمية وتجارب قائمة.
٣. تقديم دعوة علمية لتطوير نظام خبير متخصص في جراحات فصل التوائم الملتصقة.

أسئلة الدراسة:

١. ما المفهوم العام للأنظمة الخبيرة، وما أبرز مكوناتها وخصائصها؟
٢. كيف استُخدمت الأنظمة الخبيرة في المجال الطبي؟
٣. ما المبررات العلمية التي تدعم مقترح تطوير نظام خبير يُعنى بجراحات فصل التوائم الملتصقة في ضوء التجربة السعودية والخبرة المتراكمة؟

أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من تركيزها على مجال لم يُناقش بتوسع من زاوية الأنظمة الخبيرة، وهو جراحات فصل التوائم الملتصقة. فهي تسعى إلى الإسهام في تطوير المعرفة النظرية من خلال الربط بين المفاهيم العلمية للنظم الخبيرة وتطبيقاتها الطبية، كما تقدم تصورًا عمليًا قابلاً للتنفيذ لبناء نظام معرفي وطني ذكي، يُعزز من جودة القرار الجراحي، ويفتح آفاقًا لتوظيف التجربة السعودية في مسارات تعليمية وإنسانية أوسع.

منهج الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال تحليل الأدبيات النظرية ذات الصلة بالأنظمة الخبيرة، واستعراض النماذج الطبية التطبيقية السابقة، ودراسة الخصائص الفنية والتقنية للنظم الخبيرة الطبية. كما توظف الدراسة التحليل التطبيقي في بناء دعوة علمية تستند إلى الفهم النظري والمنهجي لتقديم مقترح عملي قابل للنقاش والتطوير في إمكانية بناء نظام خبير لحالات التوائم الملتصقة.

مصطلحات الدراسة

- النظام الخبير (Expert System): هو نظام برمجي معرفي يحاكي أداء خبير بشري في مجال متخصص، ويعتمد على قاعدة معرفة ومحرك استدلال لاتخاذ قرارات أو تقديم توصيات.

- النظام الخبير الطبي (Medical Expert System): هو نوع خاص من الأنظمة الخبيرة يُستخدم في المجال الصحي لتقديم دعم معرفي في التشخيص، أو العلاج، أو اتخاذ القرار الطبي، من خلال تحليل البيانات السريرية، وربطها بمعرفة طبية مُبرمجة، بهدف تقديم توصيات أو مساعدات استشارية دقيقة.
- التوائم الملتصقة (السيامية) (Conjoined Twins): هي حالات طبية نادرة لطفلين ملتصقين عند الولادة، يتشاركان أجزاء من الجسد أو الأعضاء الحيوية.

ثانياً: الإطار النظري

يُعنى هذا الإطار بتأصيل المفاهيم النظرية المتعلقة بالأنظمة الخبيرة، من حيث تعريفها، وبنيتها، وآلية عملها، مع عرض لأبرز خصائصها ومميزاتها وعيوبها، ثم الانتقال إلى استعراض تطبيقاتها في المجال الطبي، لا سيما النماذج الكلاسيكية منها، وعرض موجز لعينة الدراسات الحديثة التي تناولت توظيف الأنظمة الخبيرة في المجالات الطبية. ويُختتم باستنتاجات نظرية وتوصيات علمية تُمهّد للانتقال من الإطار النظري إلى تقديم مقترح عملي لدعوة بناء نظام خبير متخصص بجراحات فصل التوائم الملتصقة، استنادًا إلى ما تم تحليله واستيعابه من الأسس النظرية والنماذج التطبيقية المعروضة.

مفهوم النظم الخبيرة

اعتبرت بامفلح (٢٠١٦) النظم الخبيرة بأنها تلك النظم التي تعتمد على المعرفة، وتتضمن خبرات ومعارف الممارسين في شتى المجالات ليستفيد منها الممارسون غير الخبراء أو الأقل خبرة في حل مشكلة أو صناعة قرار. بينما عرف الذهيبي (٢٠١٧) النظم الخبيرة بأنها النظم المبنية على المعرفة التي تمثل إضافة جديدة للنظم المبنية على الحاسبات الآلية – الذكاء الاصطناعي– فهي التي تحاكي الذكاء البشري. وهي النظم الخبيرة التي تستخدم في مجالات تطبيقية محددة ومعقدة بحيث تمثل خبيرًا استشاريًا للمستفيدين من هذه النظم. كما عرف النظم الخبيرة بأنها نظم تفاعلية مبنية على الحاسبات الآلية مصممة بحيث تحاكي تفكير الخبير البشري بغرض التوصل إلى حلول لمشاكل معينة من خلال إجراءات استدلالية وطرح توصيات للمساعدة في عملية اتخاذ القرار. في حين أشار Azcoitia (2023) إلى النظام الخبير بأنه برنامج يستخدم سلسلة من المعارف البشرية المكتسبة من أداء المهام أو حل المشكلات التي يتم حلها في العادة عن طريق البشر الخبراء. وفي الغالب تتفوق هذه البرامج على الخبير البشري بسبب فعاليتها وسرعتها في اتخاذ القرارات. واعتبر موسى وبلال (٢٠١٩) النظم الخبيرة برنامجًا حاسوبياً من تقنيات الذكاء الصناعي يعمل على المحاكاة لحكم إنسان وسلوكه أو منظمة تتمتع بالمعرفة الفنية والخبرة في مجال محدد. وعرض ضليمي وآخرون (٢٠٢٢) النظم الخبيرة على أنها ما يبنى في مجال معين من جراء بنوك البيانات المجهزة من قِبل مهندس المعرفة من خبرات البشر في ذلك المجال، وتجسيدها في نظم حاسوبية ذكية للحصول على إجابات لاستفسارات معينة. بينما ذكرت حمادة (٢٠٢٣) أن النظام الخبير هو برنامج ذكاء صناعي تم تصميمه وتطويره من أجل دعم عمليات اتخاذ القرارات، وحل المشكلات المعقدة في مجال محدد مثل المجال الطبي،

والعلمي، والهندسي، وغيرها من المجالات. يحاكي الخبير البشريّ؛ من خلال استنباط المعارف من قاعدة المعرفة باستخدام قواعد الاستدلال الممثلة على أنها قواعد (إذا–فإنّ) اعتمادًا على طلبات واستفسارات المستخدم.

وبذلك يمكن القول بأن النظم الخبيرة عبارة عن تفاعل بشري معرفي تقني في مجال محدد يعود بالنفع على منظومة أو إنسان من خلال الرجوع لها وقت الحاجة. فمن الجانب البشري يتعاون الخبير المتخصص في مجال محدد ومهندس المعرفة والمستخدم النهائي، ومن الجانب المعرفي يتم جمع معارف الخبراء واكتسابها وتنظيمها وتمثيلها في النظام الخبير، وأما من الجانب التقني فيكون من خلال إتاحة هذه المعرفة في شكلها النهائي بواسطة نظام آلي خبير قادر على التفاعل وتقديم التوصيات. ويُبرز هذا التوصيف أن النظم الخبيرة ليست مجرد أدوات تقنية، بل تمثل جسرًا بين الذكاء البشري والقدرات الحاسوبية، وتُظهر أهميتها خصوصًا في المجالات المعقدة مثل المجال الطبي، حيث الحاجة ماسّة إلى أدوات مساعدة موثوقة وداعمة لاتخاذ القرار.

التطبيقات الرئيسة للنظم الخبيرة

تتنوّع التطبيقات العملية للنظم الخبيرة بحسب السياقات المعرفية التي تُوظف فيها، ومن أبرز هذه التطبيقات:

- إدارة القرار: يعمل النظام الخبير بوصفه مستشارًا معرفيًا، يعرض البدائل المتاحة لحل المشكلات، ويقدّم مبررات موضوعية لترجيح أحدها وفقًا لمحددات الحالة.
- تشخيص المشكلة وحلها: يُمكّن النظام الخبير من تقدير الأسباب المحتملة بناءً على الأعراض والمعطيات الزمنية، مع تقديم تفسير للأسباب والمنطق الذي استند إليه في التحليل.
- التصميم (التقسيمات): يُسهم في دعم عمليات التصميم المعقدة، كاستكمال بنية تجهيزات أو نظم، مع مراعاة القيود والمتطلبات الفنية.
- الاختيار (التصنيف): يساعد المستخدم في اختيار الأنسب من بين خيارات متعددة، كاختيار المواد أو الإجراءات، في ظل تشابك العوامل والمعايير.
- عمليات المراقبة والسيطرة: يُستخدم النظام في ضبط الإجراءات والعمليات التشغيلية، من خلال تحليل البيانات ومراقبة الانحرافات عن القيم المعيارية.

هندسة المعرفة: تُعد المعرفة حجر الأساس في النظام الخبير، وغالبًا ما تصل بشكل غير دقيق أو غير مكتمل. لذلك تُبنى القاعدة المعرفية تدريجيًا، مع إمكانية تمثيل حالات عدم اليقين، خاصة في التخصصات التي يغلب عليها الطابع الاحتمالي كالمجالات الطبية والبيئية. وتتميّز النظم الخبيرة بقدرتها على معالجة هذه المعرفة بفعالية، وبدقة أعلى مما قد يقدّمه الخبير البشري الذي قد يتأثر بعوامل ذاتية كالتقدير الحدسي أو التحيز الشخصي في تحليل المعطيات. (موسى وبلال، ٢٠١٩)

ومما سبق توضح التطبيقات المذكورة أن النظم الخبيرة لا تقتصر على تقديم توصيات سطحية، بل تشارك في تشخيص المشكلات، وتصميم الحلول، واختيار البدائل، والمراقبة، وإدارة عدم اليقين، وهو ما يجعلها مناسبة تمامًا للبيئات الطبية الحساسة والمعقّدة مثل جراحات فصل التوائم الملتصقة. وتؤكد هذه التطبيقات أن النظم الخبيرة ليست فقط أدوات معرفية، بل منصات مساعدة متقدمة تُسهّل اتخاذ القرار في البيئات الطبية المعقدة، مما يعزز جدوى الدعوة إلى تطوير نظام خبير يدعم جراحات فصل التوائم الملتصقة.

مكونات النظام الخبير

يتكوّن النظام الخبير من ثلاث وحدات رئيسة: قاعدة المعرفة، محرك الاستدلال، وواجهة المستخدم. وتشكل هذه الوحدات البنية الأساسية التي تتيح للنظام أداء مهامه بكفاءة وموثوقية.

أولاً: قاعدة المعرفة

تمثل قاعدة المعرفة المستودع الذي تُجمع فيه المعارف المتخصصة، المستمدة من خبراء المجال أو من الوثائق المرجعية. وتُنظم المعارف عادة في شكل قواعد شرطية (If–Then)، تُصاغ بصيغة رسمية قابلة للتفسير الآلي، وتشمل القاعدة نوعين من المعارف:

- المعرفة الواقعية: قائمة على حقائق مقبولة ومعتمدة.
- المعرفة الإرشادية: ناتجة عن الخبرة والتقييم المهني والتخمين المبني على الممارسة.

كما تتضمن القاعدة وحدة لاكتساب المعرفة، تتيح تحديثها وتوسيعها باستمرار، لضمان مواكبة المستجدات، بما يعزز من استدامة كفاءة النظام ودقته.

ثانياً: محرك الاستدلال

يُعد محرك الاستدلال الوحدة المعالجة المركزية في النظام الخبير، ويُشرف على تفسير المدخلات وربطها بالمعارف المخزنة، لاستخلاص نتائج جديدة أو تقديم حلول. ويحتوي المحرك عادة على وحدة شرح، تُفسّر للمستخدم آلية الوصول إلى النتائج، وتُجيب عن تساؤلات "لماذا" و"كيف" استنتج النظام الخبير النتيجة عن الاستعلام الذي طلبه.

وتعتمد عملية الاستدلال على طريقتين أساسيتين:

- التسلسل الأمامي: يبدأ النظام بتحليل المعلومات المتوفرة لديه (الحقائق الأولية)، ثم يطبّق القواعد المناسبة واحدة تلو الأخرى لاستنتاج نتائج جديدة، حتى يصل إلى استنتاج نهائي. تُستخدم هذه الطريقة عندما تكون المشكلة غير معروفة، ويرغب النظام في اكتشافها.
- التسلسل الخلفي: ينطلق النظام من نتيجة أو هدف محدد يريد التأكد منه، ويعمل بشكل عكسي بالبحث في القواعد المتاحة لاكتشاف ما إذا كانت المعطيات الحالية تُفضي إلى ذلك الهدف. تُستخدم هذه الطريقة عندما يكون الهدف معروفًا، ويُراد إثباته من خلال الأدلة.

كما ينقسم محرك الاستدلال إلى نوعين:

- المحرك الحتمي: يعتمد على قواعد وحقائق مؤكدة.
- المحرك الاحتمالي: يتعامل مع عدم اليقين من خلال نماذج احتمالية.

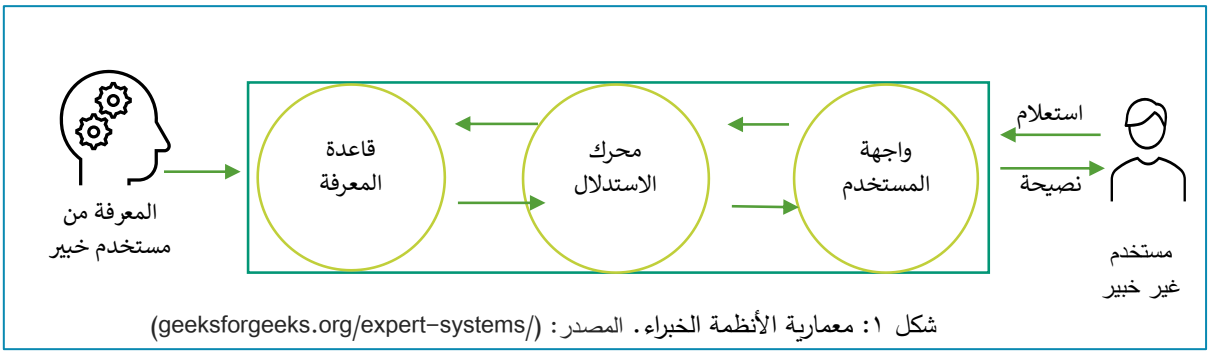
ثالثاً: واجهة المستخدم

تُعد واجهة المستخدم البوابة التي يتفاعل من خلالها المستخدم مع النظام، إذ تُتيح إدخال الاستعلامات واستلام النتائج في صيغة مفهومة. ويُراعى في تصميمها البساطة وسهولة الاستخدام، مع توفير أدوات دعم وتوجيه عند الحاجة. وتدعم الواجهة نمطين للتفاعل:

- عرض قائمة من الأسئلة المُعدّة مسبقاً وتخزينها في النظام والاختيار منها حسب حاجة المستفيد.
- إدخال معلومات مباشرة من قبل المستخدم لتتم معالجتها واستنتاج النتائج المناسبة.

(GeeksforGeeks, 2025; JavaTpoint, n.d.; Lutkevich, 2024؛ بامفلح، ٢٠١٦؛ حمادة، ٢٠٢٣)

يتبيّن من استعراض المكونات الأساسية للنظام الخبير – المتمثلة في قاعدة المعرفة ومحرك الاستدلال وواجهة المستخدم – كما في الشكل (١) أن هذه المكونات تعمل بشكل تكاملي لتحقيق الغاية من النظام، وهي تقديم دعم معرفي دقيق وفعّال في مجال متخصص. فقاعدة المعرفة تمثل المخزون المعرفي المنظم الذي يُبنى عليه النظام، ويُعدّ تحديثها واستكمالها ضرورة لضمان فاعلية الأداء. بينما يُعدّ محرك الاستدلال هو الوحدة المركزية التي تُفعّل هذه المعرفة من خلال آليات منطقية واستنتاجية، سواء كانت حتمية أو احتمالية، مع ما يتضمنه من شروحات تدعم فهم القرار. أما واجهة المستخدم فهي الأداة التفاعلية التي تتيح الوصول إلى النظام، وتُعدّ عاملاً مهماً في قابلية الاستخدام.



شكل ١: معمارية الأنظمة الخبراء. المصدر: (geeksforgeeks.org/expert-systems/)

مبررات استخدام الأنظمة الخبيرة

يستدعي توظيف الأنظمة الخبيرة وضوح الغرض من استخدامها، خاصة في ظل وجود خبراء بشريين في كل مجال. وتكمن الحاجة إلى هذه الأنظمة في عدد من المزايا المعرفية والوظيفية، أبرزها:

- القدرة على تخزين كميات كبيرة من المعرفة بشكل منظم، دون قيود تتعلق بالذاكرة أو الاستدعاء، بخلاف الإنسان الذي يتأثر بالنسيان وتفاوت التركيز.

- تقديم مخرجات دقيقة وفعالة عند تزويد النظام بقاعدة معرفة محدثة وموثوقة، مما يرفع من كفاءة الأداء في البيئات المعرفية المعقّدة.
- توحيد المعارف المتنوعة المستقاة من خبراء مختلفين، وتقديم استنتاجات موحدة تستند إلى تحليل تراكمي، بعيدًا عن تفاوت الأساليب الشخصية في التقدير.
- الاستقرار في الأداء، إذ لا يتأثر النظام بالعوامل البشرية كالإجهاد أو التشتت أو المزاج، ما يعزّز موثوقيته في الحالات الحرجة.
- مراعاة شاملة للبيانات المتاحة دون إغفال، حيث يعتمد على معطيات محددة، ويُصدر توصيات مبنية على تحليل شامل لجميع الحقائق المُدخلة.
- دعم التحديث المستمر للمعرفة، بما يسمح بتطوير الأداء وتحسين النتائج من خلال مراجعة القواعد وتعديلها عند الحاجة.
- إمكانية التشغيل في الوقت الفعلي، وتقديم استجابات سريعة ومبنية على قواعد واضحة، مما يجعله مناسبًا للبيئات التي تتطلب سرعة القرار.
- العمل كمستودع معرفي منظم، يستوعب تراكم الخبرات المتنوعة، ويُعيد تقديمها في صورة قابلة للتوظيف والتطوير.
- القدرة على التعامل مع حالات عدم اليقين، من خلال نماذج معرفية تستوعب البيانات الناقصة أو غير الدقيقة، والصياغات الغامضة، والمعرفة الاحتمالية.
- توفير مخرجات مبنية على منطق موضوعي خالٍ من التحيّزات الشخصية.

(موسى وبلال، ٢٠١٩؛ Ryan, 2017; JavaTpoint, n.d.)

توضّح هذه النقاط أن الغرض من استخدام الأنظمة الخبيرة لا يقتصر على تعويض غياب الخبير البشري، بل يتجاوز ذلك إلى توسيع طاقة النظام المعرفي، وزيادة موثوقيته واستقراره، واستيعاب تنوع الخبرات البشرية وتنظيمها في صورة قابلة للاستدعاء والتحسين المستمر. وتكتسب هذه المبررات أهمية مضاعفة في البيئات الطبية الحساسة، حيث تمثل الدقة، وسرعة الوصول، والتعامل مع حالات عدم اليقين عوامل حاسمة في اتخاذ القرار. ولذلك تُعد هذه المرتكزات من أبرز ما يدعم دعوة الدراسة إلى بناء نظام خبير متخصص في جراحات فصل التوائم الملتصقة بوصفها أداة استراتيجية لحفظ المعرفة الطبية المتراكمة وتوظيفها بفعالية في القرارات الجراحية الدقيقة.

خصائص النظم الخبيرة

تتسم النظم الخبيرة بخصائص معيّنة تجعلها ملائمة لمجالات دون غيرها، وينبغي مراعاة هذه الخصائص عند التفكير في بنائها وتوظيفها:

- تُستخدم الأنظمة الخبيرة لمعالجة المشكلات المعقّدة وغير المنظمة، التي يصعب التعامل معها من خلال البرمجة التقليدية، وتُظهر فاعلية أكبر ضمن نطاق معرفي محدد وواضح المعالم.
- يُشترط وجود مستخدم فعلي يستفيد من النظام ضمن سياق تطبيقي، كما يتطلب بناؤه تعاونًا مع خبير بشري مستعد لتقديم المعرفة اللازمة بوضوح وبلغة تقنية تساعد في تمثيلها الآلي.
- تعتمد هذه الأنظمة على التمثيل الرمزي للمعرفة في صورة قواعد شرطية (إذا – فإن)، بما يُسهّل عمليات الاستدلال وبناء التوصيات.
- تعتمد على آليات استدلال متنوعة، وتشمل القدرة على توظيف كل من الاستدلال الأمامي والاستدلال الخلفي في توليد القرارات المناسبة.
- تمتاز بقابليتها للتعامل مع المعرفة غير المكتملة أو غير المؤكدة، من خلال أساليب احتمالية ومرنة في تحليل المشكلات.

تستند إلى التحديث التدريجي للمعرفة، وتُوفر إمكانية التفاعل مع المستخدم عبر تفسيرات وتبريرات تدعم الشفافية، وتعزز من فهم الآلية التي بُنيت عليها التوصيات. (موسى وبلال، ٢٠١٩)

توضح الخصائص السابقة أن بناء الأنظمة الخبيرة يتطلب شروطًا معرفية وبشرية وتنظيمية دقيقة، ولا يمكن تحقيقها عبر البرمجة التقنية وحدها. فنجاح النظام يعتمد على مدى وضوح معرفة الخبير البشري، واستعداده للتعاون، إضافة إلى ملاءمة المشكلة نفسها لطبيعة النظم الخبيرة، خاصة تلك التي تتسم بالتعقيد أو الغموض ولا تخضع لخوارزميات تقليدية. وتُعد هذه الخصائص مرجعية أساسية عند التفكير في بناء نظام خبير متخصص، مما يجعلها خيارًا فعّالًا في البيئات الطبية المعقدة التي تعتمد على التقدير والخبرة التراكمية.

مميزات الأنظمة الخبيرة

تنفرد الأنظمة الخبيرة بعدد من المزايا التي تجعلها أداة فعالة في دعم القرار والتعامل مع القضايا المعقدة، ومنها:

- اتخاذ قرارات مبنية على قواعد وحقائق منطقية، دون تأثر بالعواطف أو التقديرات الشخصية، مما يقلل من احتمالات الخطأ البشري.
- استدامة المعارف والخبرات ضمن مستودع معرفي دائم، يضمن استدامتها واسترجاعها عند الحاجة، بخلاف المعرفة البشرية المعرضة للفقد بالتقاعد أو التسريب الوظيفي.
- القدرة على استنتاج حلول جديدة من حقائق ومعطيات قائمة، بما يدعم التحليل العميق.
- الكفاءة الاقتصادية، إذ توفّر الأنظمة الخبيرة حلولًا ذكية بتكلفة أقل من الاعتماد المستمر على الخبراء البشريين، إلى جانب توفير الوقت عبر سرعة الاستجابة.

- إمكانية جمع معارف متعددة من خبراء مختلفين، مما يُغني قاعدة المعرفة ويزيد من دقة المخرجات، ويُقلّل من التحيّزات الفردية أو الفجوات المعرفية.
- المرونة في تعديل القواعد أو تحديث المعارف دون الحاجة إلى إعادة بناء النظام من جديد.

(حمادة، ٢٠٢٣؛ Lutkevich, 2024)

توضح هذه المميزات أن الأنظمة الخبيرة تُعد أدوات معرفية فعّالة تتسم بالدقة والثبات وسرعة الوصول للمعلومة، مع قدرتها على حفظ الخبرات البشرية وتدويرها ضمن منظومة ذكية قابلة للتوسع. ومن أهم ما يُستفاد من هذه المميزات في السياق الطبي تحديدًا أن النظام الخبير يمكن أن يُسهم في تجاوز حدود الخطأ البشري والانفعالات الشخصية، ويُوفّر قاعدة معرفية موثوقة تُبنى بمساهمة عدد من الخبراء، وتُتاح للاستشارة لحظيًا عند الحاجة، ما يُعزز من جدوى توظيفه في المجالات الجراحية الدقيقة.

عيوب الأنظمة الخبيرة ونقاط ضعفها

رغم ما تتمتع به الأنظمة الخبيرة من مزايا معرفية وتقنية، إلا أن لها جملة من أوجه القصور التي ينبغي أخذها بعين الاعتبار، من أبرزها:

- تفتقر الأنظمة الخبيرة إلى الحس السليم. فهي مثلاً لا تملك قدرة على الاستيعاب الطبيعي للظواهر. فحتى إن كانت تعرف أن الماء يغلي عند ١٠٠ درجة مئوية، لكنها لا تدرك أن ذلك يؤدي إلى تحوّله إلى بخار.
- تفتقر الأنظمة الخبيرة إلى إظهار فهم عميق للموضوع، كما في نظام (MYCIN) الذي يفتقد الفهم الحقيقي لوظائف الأعضاء رغم تخصصه في التشخيص الطبي.
- تفتقر الأنظمة الخبيرة إلى القدرة الحقيقية المحسوسة على حل المشكلات. حيث تتمثل إحدى مزايا الذكاء البشري في أنه قادر على التفكير بأساليب غير خطية واستخدام المعلومات المساعدة لاستخلاص النتائج.
- انعدام وجود الحدس في الأنظمة الخبيرة، فهي لا تمتلك القدرة على اتخاذ قرارات مبنية على الشعور الغريزي أو الخبرة المتراكمة غير الرسمية، وهو ما قد يجعل عملية الاستدلال أبطأ وأكثر جمودًا مقارنة بالإنسان الخبير.
- انعدام العاطفة في الأنظمة الخبيرة. فهي لا تستطيع مراعاة البعد الإنساني في مواقف تتطلب حساسية عالية، كما في إيصال التشخيصات الطبية المعقدة أو التعامل مع الحالات النفسية.
- تعتمد الأنظمة الخبيرة على جودة قاعدة معارفها. فإذا زُوّدت بمعلومات ومعارف غير دقيقة، فإن مخرجات النظام ستكون ضعيفة أو مضللة، مما يقلل من موثوقيته.

(موسى وبلال، ٢٠١٩؛ Oyelade et al., 2018; Lutkevich, 2024)

توضح هذه النقاط أن الأنظمة الخبيرة –رغم فعاليتها– لا تُغني عن الإدراك البشري الكامل؛ إذ تفتقر إلى الحس السليم والحدس والعاطفة، ولا تمتلك فهمًا عميقًا للمعاني خارج ما هو مبرمج داخلها. كما أن

جودة أدائها مرتبطة مباشرة بجودة المعرفة التي تزوّد بها. هذه الإشكالات تؤكد أن دور النظام الخبير يجب أن يكون مسانداً للخبير البشري لا بديلاً عنه، وهو ما سيتم التأكيد عليه في المقترح المقدم لاحقًا، من خلال تصميم نظام داعم للقرار الطبي في جراحات دقيقة، دون تجاوز الاعتبارات الإنسانية والمهنية المرتبطة بها.

معايير تصميم الأنظمة الخبيرة:

عند الشروع في بناء نظام خبير فعّال، ينبغي مراعاة مجموعة من المعايير التصميمية التي تسهم في تحسين أداء النظام وضمان موثوقيته وقابليته للتطوير. ومن أبرز هذه المعايير ما يأتي:

- فصل محرك الاستدلال عن قاعدة المعرفة لضمان كفاءة النظام وتسهيل تعديل القواعد دون التأثير على منطق المعالجة.
- الاقتصاد في منطق الاستدلال من خلال الحفاظ على بساطة بنية المحرك، بما يسمح بتحديد المعرفة ذات الأهمية القصوى في اتخاذ القرار.
- التحقق من جودة المدخلات وتفادي المعارف غير الدقيقة أو غير المكتملة، مع تعزيز التكرار الإيجابي عبر تنويع مصادر المعلومات.
- سهولة الاستخدام بتصميم واجهة تفاعلية تدعم تجربة المستخدم وتسهل الوصول إلى استنتاجات النظام وفهمها.
- تحقيق الأثر التطبيقي من خلال ارتباط وظائف النظام باحتياجات فعلية واضحة في مجال الاستخدام.
- القدرة على اكتساب المعرفة سواء من خلال إدخال مباشر من الخبراء، أو باستخدام تقنيات التعلم الآلي لاكتساب الخبرة تلقائيًا.
- دعم التعليم والتدريب بإتاحة خصائص تسمح باستخدام النظام كأداة تعليمية، وشرح آلية الوصول إلى الحلول.
- الاستجابة للاستفسارات المعقّدة ضمن حدود التطبيق، بما يشمل دعم سيناريوهات متعددة ومتنوعة.
- تعويض غياب الخبراء البشريين من خلال توفير مستويات موثوقة من الأداء المعرفي عند ندرة الكوادر المتخصصة.
- تمكين المستخدمين ذوي الخبرة المحدودة عبر إرشادهم بخطوات واضحة مدعومة باستنتاجات من قاعدة المعرفة.(موسى وبلال، ٢٠١٩)

تبيّن هذه المعايير أن فاعلية النظام الخبير لا تتوقف على توفر المعرفة فحسب، بل تتطلب هندسة دقيقة في التصميم والبناء والتفاعل. فالفصل بين قاعدة المعرفة ومحرك الاستدلال يُعزز القابلية للتحديث، والقدرة على تفسير النتائج تُعزز ثقة المستخدم، وسهولة الاستخدام تُسهّل تعميم النظام خارج دائرة المتخصصين. كما أن قابلية النظام للتعلم والتعليم تُعزز من استدامته.

استخدام الأنظمة الخبيرة في المجالات الطبية

تُعد الأنظمة الخبيرة من أبرز الأدوات التقنية التي أثبتت فاعليتها في دعم الممارسات الطبية، إذ تُستخدم على نطاق واسع في المستشفيات ومراكز الأبحاث، بوصفها أدوات معرفية مساندة للأطباء والباحثين على حد سواء. ويُعد التشخيص الطبي من أكثر التطبيقات شيوعًا لهذه الأنظمة، حيث تُبنى قواعد المعرفة فيها على معطيات سريرية دقيقة مستمدة من خبرات نخبة من المتخصصين. فتُمكّن الطبيب من إدخال أعراض المريض عبر واجهة المستخدم، ليحصل في المقابل على قائمة بالتشخيصات المحتملة، تم إعدادها مسبقًا وفق آليات الاستدلال المعرفي للنظام. ويكمن جوهر هذه الأنظمة في حفظ المشورة الطبية المتخصصة وإتاحتها بصورة قابلة للاستدعاء، بما يُتيح نقل المعرفة من الخبراء إلى النظام، ومنه إلى المستخدمين، دون أن تُقيّد بزمن أو مكان، لا سيما إذا كانت متاحة عبر الإنترنت. ولا يقتصر دور الأنظمة الخبيرة وإسهاماتها في التشخيص الطبي فحسب، بل يمتد إلى مجالات طبية متعدّدة ومنها:

- أنظمة المختبرات السريرية حيث أثبتت أنها مجال خصب لاستخدام الأنظمة الخبيرة، في تحليل النتائج وتفسيرها.
- الاستشارات الدوائية، إذ يمكن توظيف هذه الأنظمة لمساعدة الأطباء في اختيار الأدوية الأنسب من حيث الفعالية والتكلفة.
- تفسير الإشارات السريرية، لا سيما في وحدات العناية المركزة، حيث تسهم في إصدار إنذارات ذكية في الوقت الفعلي.
- ضمان الجودة من خلال متابعة تحديث المعرفة في الأنظمة والتأكد من مواءمتها للممارسات الحالية.

التعليم والتثقيف الطبي، سواء للكوادر الصحية أو المرضى، من خلال تقديم محتوى تفاعلي قائم على المعرفة المتخصصة . (D'Alessandro, 2023; Sadiku et al., 2021; Kuppa, 2017)

في السطور التالية عرض لنماذج لأنظمة الخبيرة في المجالات الطبية التي قدّمت إسهامات كأدوات مساعدة ذكية للأطباء في عمليات التشخيص والتحليل المخبري وتقديم النصائح العلاجية. ومن ثم عرض بعض الدراسات والأبحاث الحديثة التي قدمها مجموعة من الباحثين في المجال الطبي والتقني:

أولاً: الأنظمة الخبيرة الطبية

يُقدم هذا القسم نظرة على عدد من الأنظمة الخبيرة التي طُورت لخدمة المجال الطبي، والتي يعود تأسيس بعضها إلى أكثر من ثلاثة عقود. ورغم مرور هذا الوقت الطويل على نشأتها، فإن العديد منها لا يزال قيد الاستخدام إلى اليوم، ويخضع لتحديثات وتطويرات متواصلة بما يتماشى مع التقدم السريع في المجالين الطبي والتقني على حد سواء. وفيما يلي، نستعرض عددًا من أبرز هذه الأنظمة:

- نظام MYCIN

يُعد (MYCIN) من أشهر النظم الخبيرة في المجال الطبي، وقد طُوّر لتشخيص العدوى البكتيرية في الدم والتهاب السحايا وعلاجها. يهدف هذا النظام إلى تقديم توصيات علاجية دقيقة استنادًا إلى تحليل البيانات الطبية، كما يُستخدم في تدريب الأطباء نظرًا لبنيته التعليمية التفاعلية. ويُعد نموذجًا ألهم العديد من الأنظمة اللاحقة بفضل تكامله بين الدقة والمرونة .كما يعتمد النظام على أسلوب التسلسل الخلفي، ويضم أكثر من ٤٠٠ قاعدة معرفية، ما يمكّنه من تشخيص الحالات بسرعة واقتراح المسارات العلاجية الملائمة. ويتميز بإمكانية تحديث القواعد دون الحاجة إلى تعديل محرك الاستدلال، كما يتيح دمج القواعد الفوقية لتعزيز مرونة الاستجابة. ويستخدم المنطق الضبابي في التعامل مع المعلومات غير الدقيقة، مما يقرّبه من آلية التفكير البشري. ويتفاعل النظام مع الطبيب بطريقة طبيعية، ويُقدّم شروحات واضحة تفسّر النتائج التي توصل إليها. كما يعرض توصيات متعددة، تمنح الطبيب حرية الاختيار بين البدائل العلاجية، مما يجعله أداة مساندة تشاركية في اتخاذ القرار الطبي، لا مجرد نظام توجيهي جامد.

(موسى وبلال، ٢٠١٩)

نظام PEIRS

يُعد نظام (PEIRS) نظامًا خبيرًا متخصصًا في "الإبلاغ التفسيري لخبراء علم الأمراض" (Pathology Expert Interpretative Reporting System)، ويقدّم دعمًا تفسيريًا شاملاً لأخصائي علم الأمراض الكيميائية. وصُمم هذا النظام لأتمتة تفسير تقارير علم الأمراض الكيميائية، ويحتوي على أكثر من ٩٥٠ قاعدة معرفية تغطي اختبارات وظائف الغدة الدرقية، وغازات الدم الشرياني، وغيرها من المجموعات الفرعية للاختبارات. كما يتميز هذا النظام بإمكانية استخدامه الروتيني دون الحاجة إلى توظيف متطلبات إضافية، إذ يتولى أخصائي علم الأمراض مهمة صيانته ضمن نطاق عمله اليومي، دون الحاجة إلى خبرة في هندسة المعرفة. وتستند قاعدة المعرفة فيه إلى منهجية قواعد التموج (Ripple-Down Rules)، مما يتيح مرونة في التحديث وسهولة في الصيانة. وبهذا يشكّل (PEIRS) نموذجًا عمليًا لتوفير تفسير آلي شامل ضمن سياق الفحوصات الكيميائية، دون الحاجة لتدخلات تقنية معقّدة. (Edwards et al., 1993)

- نظام EICO

نظام (EICO) هو نظام خبير متخصص في تفسير الحالات السريرية لتقويم الأسنان (Interpretation in Clinical Orthodontics Expert)، ويتميّز بامتلاكه قاعدة معرفية تضم نحو ٦٨٠ قاعدة. وقد صُمم هذا النظام ليُدار من قبل أخصائي تقويم أسنان مدرّب، دون الحاجة إلى تدخل من مهندسي المعرفة، وهو ما يمنحه مرونة في التحديث والصيانة من داخل التخصص ذاته. ويُعد أول نظام خبير في

طب الأسنان يعتمد على قواعد التموج (Ripple-Down Rules)، مما يُتيح له العمل أداةً استشارية تفاعلية قابلة للتطبيق المباشر في الحالات السريرية المختلفة. (Poon & Freer, 1999)

- نظام Pathfinder

يختص هذا النظام الخبير في تشخيص أمراض العقد الليمفاوية، ويُعد من النماذج المعيارية التي تعتمد على نظرية الاحتمالات والقرار في اكتساب المعرفة الطبية غير المؤكدة ومعالجتها وتفسيرها. يُقدّم هذا النظام تشخيصًا تفريقيًا استنادًا إلى السمات النسيجية الأساسية التي يلاحظها أخصائي علم الأمراض، ويقترح ميزات إضافية يمكن مراقبتها لتضييق نطاق التشخيص. ويمتاز بقدرته العالية على دمج المعلومات وتحليل الملاحظات غير المتوافقة مع أي مرض محدد، ما يجعله أداة داعمة للتشخيص الدقيق تفوق أحيانًا الأداء البشري في دقة التكامل المعرفي.

(Nathwani et al., 1997; Heckerman et al., 1992)

-نظام DXplain

هو نظام خبير صُمم لمساعدة الممارسين الصحيين في تفسير المظاهر السريرية من خلال اقتراح قائمة مرتبة من التشخيصات المحتملة بناءً على العلامات والأعراض والبيانات المختبرية المدخلة. يغطّي هذا النظام نطاقًا واسعًا من الطب الباطني وطب الأطفال والتخصصات ذات الصلة، ويُستخدم كأداة لدعم القرار السريري والتدريب الطبي. كما يجمع النظام بين خصائص المرجع الطبي والكتاب الطبي الإلكتروني، حيث يقدم تحليلاً للحالات من خلال ربط الأعراض بالتشخيصات الممكنة، مرفقة بتبريرات وأفكار إضافية لجمع مزيد من المعلومات ذات الصلة. كما يتيح استعراض وصف لأكثر من ٢٦٠٠ مرض، ويتضمن شرحًا لأسباب المرض، وعلم الأمراض، والتشخيص، مع توفير مراجع طبية داعمة. ويُستخدم هذا النظام بانتظام في المستشفيات وكليات الطب كوسيلة تعليمية وتدريبية على التفكير السريري وحل المشكلات.

(Hoffer et al., 2005; MGHLCS, 2017)

-نظام PUFF

هو نظام خبير يختص بتفسير اختبارات وظائف الرئة التي تُجرى داخل مختبرات فسيولوجيا التنفس. ويعمل على تحليل قياسات تشمل حجم الرئتين، وكفاءة تحريك الهواء، وقدرة الرئتين على تبادل الغازات (الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون)، حيث تُقدَّم النتائج كنسب مئوية مقارنة بالقيم الطبيعية المتوقعة لشخص من نفس الجنس والطول والوزن. كما يُساعد هذا النظام أخصائي فسيولوجيا الجهاز التنفسي في تفسير البيانات وتحديد وجود أمراض رئوية وشدّتها. كما يُمكّن من إنتاج تقرير تشخيصي يلخص منطق الاستدلال المعتمد على مجموعات القياسات المختلفة، ويُعد أداة مساعدة في تقديم تحليل دقيق وسريع لتقارير اختبارات وظائف الرئة.

(Aikins et al., 1983)

-نظام QMR

يُعرف نظام المرجع الطبي السريع (Quick Medical Reference - QMR) بأنه أداة معلوماتية تُمكّن المستخدم من مراجعة البيانات التشخيصية وتحليلها ضمن قاعدة معارف طبية منظمة. ويُستخدم بوصفه نظامًا إلكترونيًّا يُشبه الكتاب الطبي، كما يمتلك قدرة استنتاجية تتيح اقتراح فرضيات تشخيصية للحالات المعقدة، لا سيما في الطب الباطني. وقد أثبت فعاليته من خلال قدرته على تضمين التشخيص الصحيح ضمن أعلى خمس احتمالات يُنتجها عند تحليل الحالة، مما يعزز موثوقيته في دعم القرار الطبي السريري.
(Miller et al., 1986; Lemaire et al., 1999)

-نظام INTERNIST-I

هو نظام خبير صُمم لتقديم دعم تشخيصي لمتخصصي الرعاية الصحية في الطب الباطني العام، ويعتمد على قاعدة معرفة محوسبة تصف ٥٧٠ مرضًا. وقد دُعم بنظام المرجع الطبي السريع (QMR)، ويختلف النظامان في فلسفة الاستخدام؛ إذ يُستخدم (INTERNIST-I) باعتباره نظامًا استشاريًّا تشخيصيًّا عالي الكفاءة، بينما يُوظَّف (QMR) مرجعًا إلكترونيًا للتعليم الطبي والاستخدام السريري.
(Miller et al., 1986; Wolfram, 1995)

-نظام CaDet

صُمّم هذا النظام الخبير لدعم القرار السريري في مجال تقييم أخطار الإصابة بالسرطان والكشف المبكر عنه. يهدف إلى تقديم صورة سريرية أوضح للطبيب، وتوجيه المرضى نحو التدابير المناسبة، مع مراعاة التحديات المرتبطة بالعوامل البشرية وخصائص البيانات. وتستند قاعدة معرفته إلى بيانات سريرية ووبائية وقواعد إرشادية مستخلصة من دراسات علمية. تُدخل بيانات المرضى عبر استبانة خاصة بالنظام، ويُنتج عنها تقرير يُلخّص بيانات الحالة، ويفترض احتمالات الإصابة بالسرطان، ويُظهر درجات الإنذار وفق نظام تسجيل مُعتمد. ويُعد هذا النهج مفيدًا لمؤسسات الرعاية الأولية في تحسين فحص السرطان وتقييم أخطاره.
(Fuchs et al., 1999)

وفي ضوء ما تقدم حول النماذج التطبيقية للنظم الخبيرة الطبية، تبين كيف أسهمت هذه الأنظمة في دعم القرار الطبي في تخصصات دقيقة ومعقّدة، مما يعكس نضجها من الناحية التقنية والمعرفية. وقد تنوعت استخداماتها بين التشخيص، وتفسير التحاليل، والتعليم السريري، مما يُبرز مرونتها وقابليتها للتكيّف مع بيئات طبية متباينة. ويُعد هذا التنوع داعمًا لمقترح الدراسة، إذ يُبرهن على إمكانية توظيف المنطق البنائي لتلك الأنظمة في تطوير نظام خبير متخصص بجراحات فصل التوائم الملتصقة.

ثانياً: الدراسات الحديثة المتعلقة بالأنظمة الخبيرة الطبية

هناك العديد من الدراسات العلمية المتعلقة بالأنظمة الخبيرة في المجال الطبي باختلاف تخصصاته، وتهدف هذه الدراسات إما إلى بناء أنظمة خبيرة جديدة أو تطوير أنظمة قائمة، مع تقديم حلول متنوعة تسهم في دعم الرعاية الطبية بشكل عام. وتعرض السطور التالية تلخيصًا لعينة محدودة من الدراسات الحديثة

التي ناقشت هذا الموضوع، بالإضافة إلى جدول موجز يضم مجموعة من الدراسات، بهدف توسيع النظرة البحثية وإبراز التنوع في الأطر والأساليب المستخدمة في هذا المجال، والتي نُشرت خلال العقد الأخير (٢٠١٥ –٢٠٢٥).

- دراسة (Munaiseche et al., 2018) بعنوان "نظام خبير لتشخيص أمراض العيون باستخدام طريقة التسلسل الأمامي": قدّمت الدراسة تصورًا تطبيقيًا لنظام خبير يُعنى بتشخيص أمراض العيون، باستخدام طريقة الاستدلال بالتسلسل الأمامي (Forward Chaining). شمل النظام ١٦ نوعًا من أمراض العيون و ٤١ عرضًا مرضيًا، موزعة على ١٦ قاعدة معرفية. وقد أظهر النظام قدرة على مطابقة الأعراض المدخلة بالتشخيص المناسب، فيما أكد اختبار قابلية الاستخدام فاعليته من حيث سهولة التعلم، وكفاءة الاستخدام، وسلاسة التفاعل، مما يشير إلى ملاءمته كأداة معرفية قابلة للتوظيف السريري.
- دراسة (Ikechukwu et al., 2018) بعنوان "نظام خبير التشخيص الطبي للملاريا والأمراض ذات الصلة للبلدان النامية": قدّمت الدراسة تصورًا لنظام خبير طبي لتشخيص الملاريا والأمراض المرتبطة بها في البلدان النامية، بهدف تقليل معدلات الوفيات والاعتلال وتحسين جودة الرعاية الصحية مع خفض التكاليف. تم تنفيذ النظام باستخدام لغة (CLIPS)، وضم أربع وحدات رئيسة: واجهة المستخدم، نظام الشرح، محرك الاستدلال، ومحرر قاعدة المعرفة. اعتمد النظام في تحصيل المعرفة على مراجعة الأدبيات الطبية، وآراء الخبراء، والمصادر الإلكترونية، ليُوظفها في تحليل الحالات وتقديم التوصيات. وقد خُزنت مجموعة من الحالات كنماذج أولية داخل قاعدة بيانات مستقلة، تُستخدم لتدريب النظام على التشخيص وفقًا لقدرة المريض وظروفه، في تفاعل معرفي وتقني يهدف إلى دعم القرار الطبي في بيئات محدودة الموارد.
- دراسة (Song et al., 2019) بعنوان "تطوير نظام خبير طبي تفاعلي قائم على البيانات لدعم استشارات الحمل: الهيكل العام والمنهجية": ناقشت الدراسة تطوير لنظام خبير طبي تفاعلي لدعم استشارات الحمل، يعتمد على بيانات حركة الجنين التي تُجمع عبر جهاز قابل للارتداء يعمل بتقنية إنترنت الأشياء. يتألف النظام من ثلاث طبقات رئيسة: جمع البيانات، إدارة البيانات، وخدمة التطبيق. يشمل النظام وحدة لالتقاط الإشارات الحيوية تلقائيًا، وواجهة تتيح التفاعل الفوري مع النساء الحوامل عبر محادثات يقودها الأطباء، وقاعدة معرفية ذاتية التحديث تعتمد على التفكير القائم على الحالة (Case-Based Reasoning)، والاستدلال القائم على القواعد (Rule-Based Inference)، والبحث في الرسم البياني المعرفي (Knowledge Graph Search) لدعم اتخاذ القرار الطبي.
- دراسة (Ertugrul & Ulusoy, 2019) بعنوان "تطوير نظام خبير طبي قائم على المعرفة لاستنتاج اقتراحات علاجية داعمة لمرضى الأطفال": تناولت الدراسة تطوير لنظام خبير ذكي قائم على المعرفة لتقديم الاستشارات والمراقبة عن بعد للأطفال المرضى في المناطق البعيدة عن الخدمات الطبية. يعتمد النظام على الأنطولوجيا، ويقدّم بيانات طبية فورية لطبيب الأطفال، كما يقوم أيضًا بفحص هذه البيانات تلقائيًا

كمساعد طبي لاكتشاف الحالات الطارئة واقتراح خطوات علاجية أولية عند الحاجة. يتكوّن النموذج من ثلاث ركائز: استشارة ومراقبة مبنية على الأنطولوجيا، قاعدة معرفة قائمة على قواعد الويب الدلالية، ومحرك استدلال للاستنتاج اللحظي. وأظهرت دراسة الحالة أن النظام قابل للتطبيق وفعّال في دعم الرعاية الصحية للأطفال عن بعد.

- دراسة (Santra et al., 2020) بعنوان "نظام الخبراء الطبي لإدارة آلام أسفل الظهر: مشكلات التصميم وحل النزاعات مع شبكة بايزي": ناقشت الدراسة تطوير لنظام خبير طبي لتشخيص آلام أسفل الظهر (LBP)، من خلال تمثيل المعرفة باستخدام الإطار والمنطق، وحل التعارضات في نتائج التشخيص بواسطة شبكة بايزي (Bayesian Network). صمّم النظام لاستنتاج التشخيصات غير المتعارضة بحسب احتمالية حدوثها، وجرى التحقق من فعاليته سريريًا عبر ثلاثين حالة مختارة تجريبيًا. وأظهرت النتائج أداءً جيدًا، حيث بلغت دقة النتائج المستنتجة ٧١,١١%، وحقق النظام توافقًا بنسبة ٧٣,٨٨% مع النتائج الفعلية.
- دراسة (Pac et al., 2021) بعنوان "اكتشاف المعرفة من البيانات الطبية وتطوير نظام خبير في علم المناعة": تناولت الدراسة تطوير لنظام خبير في علم المناعة بالتعاون مع معهد صحة الأطفال في وارسو، اعتمادًا على قاعدة بيانات لمرضى يعانون من مرض بروتون، وهو اضطراب مناعي وراثي نادر يصيب طفلًا من كل ٧٠,٠٠٠ إلى ٩٠,٠٠٠. استُخدمت تقنيات استخراج البيانات لتحليل المعلومات الطبية، وتم تمثيل المعرفة المستخلصة باستخدام أشجار القرار، بما يسهّل تفسيرها من قبل المستخدم. طُوّرت ستة أنظمة خبيرة باستخدام لغة (CLIPS)، وقد أظهر التحقق التجريبي دقة وموثوقية هذه الأنظمة في تقييم خطورة المرض وشدة الطفرات الوراثية.
- دراسة (Mazhar et al., 2022) بعنوان "نظام خبير جديد لتشخيص وعلاج أمراض القلب": اعتمدت هذه الدراسة على تطوير نظام خبير لتشخيص أمراض القلب باستخدام بيانات سريرية تم جمعها من المستشفيات، مثل العمر، والجنس، ونسبة السكر، وتخطيط القلب. تعامل النظام مع القيم غير الدقيقة باستخدام المنطق الضبابي (Fuzzy Logic)، حيث تُحوّل المعطيات الغامضة إلى قيم واضحة تُسهّل التفسير الطبي. بعد إدخال هذه القيم في النظام، يقارنها محرك الاستدلال بقاعدة المعرفة لتحديد مستوى خطورة الإصابة (منخفض، مرتفع، محفوف بالمخاطر)، واقتراح العلاج والجرعة المناسبة. وقد ساعد هذا النموذج في تحسين دقة التشخيص والعلاج، خاصة في ظل نقص الكوادر الطبية.
- دراسة (Wójcik et al., 2023) بعنوان "نظام طبي خبير ضبابي لتقييم درجة الإصابة التشريحية في الشرايين التاجية": هدفت الدراسة إلى تطوير نظام خبير طبي يعتمد على المنطق الضبابي لتقييم درجة الإصابة التشريحية في الشرايين التاجية. استند النموذج إلى تحليل رياضي يستثمر نظريات الذكاء الاصطناعي، وهندسة المعرفة، ونظرية المجموعات الغامضة، والمتغيرات اللغوية، وذلك لمعالجة التفاوت في تشخيص الآفات القلبية. وقد تم اختبار النظام باستخدام بيانات سريرية حقيقية، وأظهرت النتائج توافقًا بنسبة ٩٥% مع آراء الخبراء، مما يعكس دقته وكفاءته العالية في دعم اتخاذ القرار. وتبرز الدراسة القيمة

التطبيقية لإنشاء نظم خبيرة ضبابية في التشخيص الطبي، خصوصًا في الحالات التي يصعب فيها اتخاذ قرار دقيق بسبب تعقيد البيانات أو تدرجها غير الحاد.

- دراسة (Yagin et al., 2024) بعنوان "تطوير نظام خبير لتصنيف التهاب الدماغ والنخاع العضلي/متلازمة التعب المزمن (ME/CFS)": تناولت الدراسة تطوير نظام خبير تشخيصي قائم على الذكاء الاصطناعي لتصنيف حالات متلازمة التعب المزمن (ME/CFS) التي يصعب تشخيصها بسبب غياب اختبار سريري دقيق. اعتمد الباحثون على بيانات أيضية من عينات دم لـ ٥١ امرأة (٣٢ مريضة، ١٩ سليمة) لاشتقاق ٥٠ مركبًا كيميائيًا رئيسًا من أصل ٨٣٢ مركبًا. استُخدمت خوارزمية (XGBoost) في التصنيف، مع تطبيق تقنية التفسير (SHAP) لتحليل مساهمة كل عامل في القرار، ما منح النظام شفافية تفسيرية تعزز موثوقيته. بلغت دقة التصنيف ٩٨,٨٥%، وتم تحديد مؤشرات حيوية ترتبط بالإصابة، مما يفتح المجال لتطوير أدوات تشخيصية أكثر فاعلية. وتؤكد الدراسة أهمية الدمج بين خوارزميات التعلم والتفسير الطبي لدعم القرار في الأمراض المعقدة.
- دراسة (Vianello et al., 2024) بعنوان "نظام الخبراء الطبيين للمراقبة الذكية عن بعد للمرضى الذين يعانون من قصور القلب المزمن: التحقق الأولي ووجهات النظر": تناولت الدراسة تطوير نظام خبير طبي ذكي لمراقبة مرضى قصور القلب المزمن عن بُعد، بهدف تحسين جودة الرعاية والتدخل المبكر عند ظهور مؤشرات خطر. يعتمد النظام على جمع بيانات فسيولوجية مثل معدل ضربات القلب وضغط الدم عبر أجهزة قابلة للارتداء، تُحلّل باستخدام خوارزميات تعلم آلي، وتُفسر نتائجها عبر تقنيات تفسيرية تُعزز من شفافية التنبيهات الطبية. أظهرت النتائج الأولية قدرة النظام على تقليل حالات التدهور الحاد، وخفض معدلات إعادة التنويم، مع دعم استمرارية الرعاية. وتُبرز الدراسة دور النظم الخبيرة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في المتابعة السريرية المستمرة، بوصفها أدوات داعمة للقرار تسهم في تحسين الرعاية في الأمراض المزمنة.

وفي ضوء ما تقدم، تجدر الإشارة إلى أن ما عُرِض آنفًا من دراسات في هذا الإطار يركز على نماذج تطبيقية بعينها، بينما توجد أنماط بحثية أخرى تتناول وظائف مكمّلة للأنظمة الخبيرة في المجال الطبي، مثل دراسات الخصوصية، وتصميم الخوارزميات، وعمليات الصيدلة والأجهزة الطبية وما إلى ذلك. ونظرًا لاتساع هذا المجال وتعدد أبعاده، لم يكن من الممكن التوسع في جميع هذه الاتجاهات ضمن هذه الدراسة. ويعرض الجدول التالي نماذج مختارة من الدراسات التي طُرحت في سياقات أكثر تنوعًا، لتقديم صورة عامة عن تعدد الاهتمام البحثي بالأنظمة الخبيرة في البيئة الطبية.

العنوان	السنة/ نوع الدراسة / المجال
Medical Expert System- A Comprehensive Review	٢٠١٥/ مراجعة علمية/ تحليل النظم الخبيرة الطبية المستخدمة في تشخيص الأمراض، من خلال مراجعة شاملة للدراسات السابقة وتقييم أدائها في دعم القرار الطبي.

العنوان	السنة/ نوع الدراسة / المجال
Implementing a tele-expertise system to optimise the antibiotic use and stewardship: The case of the Montpellier University Hospital (France)	٢٠١٥/ دراسة ميدانية/ توظيف النظم الخبيرة عن بُعد في تحسين استخدام المضادات الحيوية في المؤسسات الصحية، ودراسة مدى التزام الأطباء بتوصيات هذه الأنظمة.
Expert system for determining maximum heart rate in athletes with risk factors	٢٠١٦/ دراسة تطبيقية/ تطبيق نظام خبير في دعم اتخاذ القرار في التمارين الرياضية الموجهة للأشخاص المصابين أو المعرضين لعوامل خطر صحية. ويهدف إلى تقديم توصيات طبية مدعومة لاتخاذ قرارات رياضية آمنة.
Estimation Medicine for Diseases System to Support Medical Diagnosis by Expert System	٢٠١٦/ دراسة تطبيقية/ تطبيق نظام خبير في دعم القرار الطبي الدوائي والحد من أخطاء وصف الأدوية باستخدام خوارزميات الاستدلال.
Implant Material Selection Using Expert System	٢٠١٧/ دراسة تطبيقية/ تطبيق نظام خبير في دعم اتخاذ القرار لاختيار المواد الحيوية المناسبة للزرعات الطبية المخصصة في مجال جراحة العظام.
Integrated Knowledge Based Expert System for Disease Diagnosis System	٢٠١٧/ دراسة تطبيقية/ تطبيق النظم الخبيرة في نظم التشخيص الصحي الذاتي عبر الويب لتعزيز الوعي الصحي والوقاية من الأمراض.
Patient symptoms elicitation process for breast cancer medical expert systems: A semantic web and natural language parsing approach	٢٠١٨/ دراسة تطبيقية منهجية/ تطوير نموذج توليد مدخلات رسمي لدعم أنظمة الخبراء التشخيصية لسرطان الثدي باستخدام تقنيات معالجة اللغة الطبيعية (NLP) وقواعد المعرفة.
Learning from the experts: From expert systems to machine-learned diagnosis models	٢٠١٨/ دراسة منهجية مع تطوير نموذج هجين / دمج النظم الخبيرة التقليدية مع نماذج التعلم الآلي لتحسين أنظمة الدعم التشخيصي الطبي.
Medical Expert Systems – A Study of Trust and Acceptance by Healthcare Stakeholders	٢٠١٨/ دراسة تحليلية نظرية / قياس درجة الثقة في استخدام الأنظمة الخبيرة ضمن المؤسسات الصحية، مما يربطها بمجال تفاعل الإنسان مع الآلة.
A Comprehensive Review of Medical Expert Systems for Diagnosis of Chronic Liver Diseases	٢٠١٩/ مراجعة تحليلية ومقارنة علمية / تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل الشبكات العصبية والأنظمة الخبيرة، في تشخيص أمراض الكبد وتحسين دقة التشخيص الطبي.
Advancing Medical Practice Through Computer Expert Systems	٢٠١٩/ دراسة تطبيقية/ تطوير نظام خبير يعتمد على قواعد تشخيصية متعددة باستخدام تقنيات البرمجة لتقديم دعم طبي فعال.
Medical Expert System using Data Mining and Machine Learning	٢٠١٩/ دراسة تحليلية تجريبية/ تطبيق تقنيات استخراج البيانات والتصنيف في المجال الطبي لتحسين تشخيص الأمراض ودعم اتخاذ القرارات السريرية.
Construction and Implementation of an Expert System for Medical Diagnosis Based on Blood Test	٢٠١٩/ دراسة تطبيقية/ بناء نظام خبير في التشخيص الطبي المعتمد على تحاليل الدم.
Expert System Diagnosis of Urinary System Diseases using Forward Chaining and Dempster Shafer	٢٠٢٠/ دراسة تطبيقية/ بناء نظام خبير لتشخيص أمراض الجهاز البولي باستخدام تقنيات الاستدلال غير اليقيني.
Location-based expert system for diabetes diagnosis and medication recommendation	٢٠٢٠/ دراسة تطبيقية/ تصميم نظام خبير لتشخيص مرض السكري واقتراح الأدوية الملائمة بحسب العوامل المحلية (الجغرافية) والحالة السريرية.
A Multimedia Medical Expert System for Human Diseases Diagnosis	٢٠٢١/ دراسة تطبيقية/ بناء نظام خبير مدعوم بالوسائط المتعددة لتشخيص الأمراض الشائعة وتقديم التعليمات والعلاجات المناسبة، مع التركيز على دعم المرضى في بيئة افتراضية.

العنوان	السنة/ نوع الدراسة / المجال
Expert Systems in Medicine	٢٠٢١/ مراجعة علمية شاملة/ تحليل النظم الخبيرة الطبية وتطبيقاتها في دعم اتخاذ القرار السريري لتحسين جودة وسلامة الرعاية الصحية مع وصف البنية المشتركة والمكونات الرئيسية لها.
A Generic Knowledge Based Medical Diagnosis Expert System	٢٠٢٢/ دراسة تطبيقية/ تصميم وتنفيذ نظام قائم على المعرفة لتحسين تجربة المستخدم في استرجاع التشخيصات.
Improving Medical Systems in the United States using Knowledge-Based Systems	٢٠٢٢/ مراجعة وتحليل نظري مع دراسة حالة/ تطبيقات نظم المعرفة المستندة إلى الذكاء الاصطناعي في تحسين خدمات الرعاية الصحية عن بُعد في النظام الطبي.
Expert System and Decision Support System for Electrocardiogram Interpretation and Diagnosis: Review, Challenges and Research Directions	٢٠٢٢/ مراجعة علمية/ توظيف النظم الخبيرة في تفسير وتَشخيص تخطيط القلب الكهربائي (ECG) لأغراض متابعة وتشخيص أمراض القلب والأوعية الدموية.
Application of Sample Advisory Systems in Medicine	٢٠٢٣/ دراسة تطبيقية وتجريبية/ تطبيقات النظم الخبيرة المستندة إلى الذكاء الاصطناعي في دعم التشخيص الطبي وتحسين تجهيز المرضى والفحص الطبي.
Building an enhanced case-based reasoning and rule-based systems for medical diagnosis	٢٠٢٣/ دراسة تطبيقية/ تصميم وتقييم نظم خبيرة لتشخيص الحالات الطبية باستخدام نظام قائم على الاستدلال القائم على الحالات، ونظام قائم على القواعد المستخرجة من أشجار القرار، مع مقارنة وظائف التشابه المستندة إلى التعلم الآلي بأخرى تقليدية.
Expert Systems for Interpretable Decisions in the Clinical Domain	٢٠٢٣/ دراسة تطبيقية/ دمج النماذج العميقة للذكاء الاصطناعي مع المعرفة والخبرة في الطب السريري من خلال نظم الذكاء المختلط لتعزيز التفسير والتكامل العملي.
Expert System for Medical Diagnosis and Consultancy Using Prediction Algorithms of Machine Learning	٢٠٢٣/ دراسة تطبيقية وتجريبية/ تطبيق تقنيات تعلم الآلة في نظم الرعاية الصحية الذكية لتوجيه المرضى نحو التخصص الطبي المناسب وتحسين جودة الاستشارات الطبية.
Revolutionizing Healthcare: The Role of AI-Based Medical Expert Systems in Building a Better Future	٢٠٢٣/ دراسة تحليلية تطبيقية / تطوير نظام يعتمد على تقنيات تعلم الآلة لتشخيص الأمراض واقتراح الأدوية، مع التركيز على بناء قاعدة معرفة متكاملة واستخدام خوارزميات تصنيف متقدمة لتحسين دقة التشخيص.
Methodology for developing medical expert systems using graph databases and ontological approach.	٢٠٢٣/ دراسة منهجية/ تطوير نظم الخبراء الطبية باستخدام منهجيات هندسة المعرفة القائمة على النهج الأنطولوجي وقواعد البيانات الرسومية.
Analysis of the Architecture of Expert Systems for Cancer Diagnosis	٢٠٢٤/ دراسة تحليلية تطبيقية/ تطوير أنظمة خبيرة ذات قدرة على التعلم الذاتي لتحسين جودة التشخيص الطبي ومراقبة حالات مرضى السرطان.
Automated Systems for Diagnosing Diseases	٢٠٢٤/ مراجعة علمية/ النظم الخبيرة التشخيصية في الرعاية الصحية، وتطبيقاتها في دعم اتخاذ القرار الطبي لتشخيص الأمراض باستخدام تقنيات تمثيل المعرفة وآليات الاستدلال مثل الأشجار القرار والقواعد المنطقية.
An Expert System for Health Diagnosis Based on Natural Language Processing and Reasoning Engine	٢٠٢٤/ دراسة تحليلية/ استكشاف تطبيق وتطوير الذكاء الاصطناعي في النظم الخبيرة لتشخيص الأمراض لإبلاغ وإلهام مجال الصحة الرقمية.
Expert System for Diagnosing Human Virus-Caused Diseases Using Bayes Theorem Method	٢٠٢٤/ دراسة تحليلية تطبيقية/ الأنظمة الخبيرة لتشخيص الأمراض الفيروسية باستخدام نظرية (Bayes)، في معالجة عدم اليقين وتحليل الأعراض المرضية ضمن إطار تطوير البرمجيات الطبية التفاعلية.

العنوان	السنة/ نوع الدراسة / المجال
Enhancing Predictive Accuracy of LSTM Neural Networks for Diabetes Risk through K-Fold Cross-Validation: Comparison with K-Nearest Neighbors and Expert Systems	٢٠٢٤/ دراسة تطبيقية تجريبية/ الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، مع تركيز خاص على نماذج التعلم العميق للتنبؤ بمخاطر الأمراض المزمنة، وتحديدًا مرض السكري.
An Ontology-Based Expert System Approach for Hearing Aid Fitting in a Chaotic Environment	٢٠٢٥/ دراسة تطبيقية/ تطوير نظام خبير شخصي قائم على الأنطولوجيا لتكييف الأجهزة الطبية السمعية (المعينات السمعية)، مع التركيز على دعم القرار الطبي وتحسين إمكانية الوصول للخدمات في البيئات ذات الموارد المحدودة.

جدول رقم ١: مجموعة من الأعمال العلمية التي تناولت الأنظمة الخبيرة في الطب. إعداد الباحث

يتبين من خلال العرض المتنوع للنظم الخبيرة الطبية وعينة من الدراسات الحديثة بالإضافة إلى التي وردت بشكل موجز في الجدول السابق أن النظم الخبيرة قد تجاوزت أدوارها التقليدية في التشخيص إلى مجالات أكثر تعقيدًا وتكاملًا، تشمل دعم القرار العلاجي، ومتابعة الأمراض المزمنة، وتحليل البيانات الحيوية، بل وتقديم خدمات طبية في بيئات نائية أو محدودة الموارد. ويعكس هذا التوسّع التقني والمعرفي حيوية هذا المجال، وما يتطلبه من تفاعل تشاركي بين الخبرات الطبية والتقنية، بدءًا من الجراحين والممارسين الصحيين، وصولًا إلى مهندسي المعرفة ومطوري الخوارزميات.

وفي ضوء هذه المعطيات، يمكن القول إن الأنظمة الخبيرة تكتسب أهمية متزايدة في التخصصات الطبية الدقيقة، لا سيما في البيئات التي تتطلب دقة عالية وتنظيمًا معرفيًا للخبرات المتراكمة، كما هو الحال في جراحات فصل التوائم الملتصقة. ورغم التقدم الملحوظ في هذا المجال على المستوى العالمي، إلا أن الحاجة ما تزال قائمة لتطوير نظام معرفي متخصص يعيد تنظيم الخبرة السريرية ضمن بنية رقمية ذكية قابلة للتحديث والاستفادة المنهجية.

وعليه، فإن المقترح الذي تتبناه هذه الدراسة ينبثق من حاجة واقعية، ويأتي استجابة لمسار طبي وتقني عالمي يدعو إلى تسخير أدوات الذكاء الاصطناعي لدعم القرار في أكثر البيئات حساسية وتعقيدًا. وهذا ما يمهّد بطبيعته لعرض الاستنتاجات المستخلصة من هذا الإطار، بالإضافة الى تقديم توجهات علمية وتقنية تدعم هذا المجال، تمهيدًا للانتقال إلى المقترح التطبيقي للدراسة.

الاستنتاجات

١. النظام الخبير تفاعل معرفي وبشري وتقني يُوظف في مجالات محددة وفق آليات استدلالية دقيقة.
٢. تؤدي الأنظمة الخبيرة دورًا استشاريًا في دعم القرار، وتشخيص المشكلات، واقتراح الحلول.
٣. تعتمد فاعلية النظام الخبير على جودة المعرفة ودقة تنظيمها داخل قاعدة قابلة للاستدعاء والتحليل.
٤. يتكوّن النظام الخبير من: قاعدة المعرفة، محرك الاستدلال، وواجهة المستخدم.
٥. تتميز الأنظمة الخبيرة بعدد من الخصائص، من أبرزها: استدامة المعرفة، واعتمادها على القواعد والحقائق، وقدرتها على استيعاب خبرات متنوعة وتقليل الاعتماد على الموارد عالية الكلفة، إلا أنها تعاني

في المقابل من جوانب قصور، مثل افتقارها للحس البشري، وعدم إدراك المفاهيم العميقة خارج نطاق البيانات المقدّمة، وانعدام الحدس أو العاطفة.

٦. تختص الأنظمة الخبيرة بثبات الأداء، والعمل في الوقت الفعلي، ودعم التحديثات المستمرة، والحفاظ على أمان البيانات، فضلًا عن استخدامها كمستودع منظم للمعرفة وقابل للاستدعاء والتحليل المستمر.

٧. يشترط لبناء نظام خبير فعّال توفر عدد من المتطلبات الأساسية منها: وجود مشكلة لا تُحل بالبرمجة التقليدية، وتوفر الخبراء والمستفيدين، ومهندس معرفة قادر على الترجمة التقنية.

٨. يتطلب التصميم الجيد للنظام مراعاة البساطة، والقدرة على التفسير، ودعم الاستعلامات المعقدة، وتوفير أدوات تعليمية فعالة.

٩. أثبتت الأنظمة الخبيرة جدواها في المجال الطبي، خاصة في التشخيص، والتحليل المخبري، والعلاج، والتنبيهات السريرية، والتعليم الطبي.

١٠. يتبين من تتبّع نماذج الأنظمة الخبيرة الطبية، أنها تغطي نطاقًا واسعًا من التخصصات الطبية، مما يعكس مرونة هذا النمط من الأنظمة في التكيّف مع مختلف البيئات السريرية. فقد تنوعت مجالاتها بين تشخيص أمراض الدم كما في نظام (MYCIN)، وتحليل تقارير علم الأمراض الكيميائية كما في (PEIRS)، وتقويم الأسنان السريري في نظام (EICO)، وتشخيص العقد الليمفاوية في (Pathfinder)، فضلًا عن تقديم المساندة التشخيصية في الطب الباطني كما في (DXplain) و(QMR) و(INTERNIST-I)، وتفسير اختبارات وظائف الجهاز التنفسي في (PUFF)، وتقييم أخطار السرطان عبر نظام (CaDet). ويعزز هذا التنوع من قابلية الفكرة للتطبيق في مجالات أخرى مشابهة.

١١. أظهرت الدراسات العلمية الحديثة امتداد توسع نطاق توظيف الأنظمة الخبيرة في تخصصات طبية متعددة. فقد صممت بعض الدراسات نظامًا لتشخيص أمراض العيون، وتناولت أخرى تطبيق نظام خبير للملاريا والأمراض ذات الصلة. وتم تطوير نظام تفاعلي لدعم استشارات الحمل، وآخر لتقديم اقتراحات علاجية للأطفال المرضى، بالإضافة إلى نظام لتشخيص آلام أسفل الظهر. كما تضمنت الدراسات نظمًا خبيرة في علم المناعة، وأخرى تخصصت في أمراض القلب، سواء في التشخيص أو في المراقبة الذكية عن بُعد لمرضى قصور القلب المزمن، وصولًا إلى تقييم درجة الإصابة في الشرايين التاجية، ونظام لتصنيف متلازمة التعب المزمن.

١٢. تُعد النظم الخبيرة أدوات معرفية متعددة الوظائف، تربط بين الخبرة السريرية والتمثيل الرقمي القابل للتطوير، وقد أظهرت النماذج والدراسات تنوعًا واسعًا في تخصصاتها ووظائفها، مما يعكس مرونتها وواقعيتها في التعامل مع البيئات الطبية المعقدة.

التوجهات العلمية والتقنية:

تقدم هذه الدراسة مجموعة من التوجهات العلمية والتقنية التي من شأنها دعم كفاءة الأنظمة الخبيرة في البيئات الطبية المعقّدة، وذلك على النحو الآتي:

أولًا: تطوير البنية الذكية للنظام الخبير

- دمج تقنيات التعلم الآلي والتعلم العميق لتحليل البيانات السريرية والتنبؤ بالتشخيصات.
- توظيف الشبكات العصبية الاصطناعية لتعزيز قدرة النظام على التعميم والاستدلال.
- الاستفادة من النماذج اللغوية الكبيرة (LLMs) لمعالجة اللغة الطبيعية وتحليل التقارير الطبية والتفاعل الدينامي مع المستخدمين.

ثانيًا: توسيع القدرات التقنية للنظام

- استخدام أدوات تحليل البيانات الضخمة لاستخلاص أنماط دقيقة من قواعد طبية متفرقة.
- توظيف تقنيات الواقع الافتراضي والمعزز لتوفير بيئات تدريبية تفاعلية.
- دمج أجهزة إنترنت الأشياء لجمع البيانات الحيوية في الزمن الحقيقي.
- اعتماد الحوسبة السحابية لتعزيز كفاءة التخزين والمعالجة.
- الاستفادة من التصوير الطبي ثلاثي الأبعاد لتحسين التمثيل التشريحي والنمذجة السريرية.
- تطبيق تقنيات المحاكاة لاختبار سيناريوهات معقدة في بيئات آمنة.
- تطوير نماذج التوأمة الرقمية لتحليل الاستجابة الفردية وتخصيص الرعاية الطبية.

ثالثًا: توجهات تعليمية وتنموية

- إدماج الأنظمة الخبيرة في المناهج التعليمية بكليات الطب بوصفها بيئة تفاعلية تُحاكي الحالات السريرية المعقدة وتُنمّي المهارات التشخيصية.
- تطوير مناهج تعليمية متخصصة في تصميم وتقييم الأنظمة الطبية الذكية لإعداد كوادر تجمع بين المعرفة السريرية والقدرة التقنية.
- تعزيز التعاون بين القطاعات الطبية والتقنية لبناء منظومات ذكية قادرة على تقليل الخطأ وتحقيق جودة الرعاية.

ثالثاً: المقترح العلمي

تُعد جراحات فصل التوائم الملتصقة من أدق الإجراءات الطبية وأكثرها تعقيدًا، نظرًا لتداخل الأجهزة الحيوية المشتركة، وتعدد التخصصات المشاركة في التخطيط والتنفيذ. وقد برزت المملكة العربية السعودية

في هذا المجال من خلال البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، الذي أشرف على أكثر من ٦٣ عملية ناجحة شملت حالات من ٢٧ دولة، نُفذت بسواعد سعودية متعددة التخصصات، حتى أصبحت المملكة مرجعًا دوليًا في هذا النوع النادر من الجراحات.

وفي ظل هذا التراكم المعرفي الفريد، تبرز الحاجة إلى بناء منظومة معرفية ذكية تحفظ هذه الخبرات، وتُسهم في دعم اتخاذ القرار الطبي، بما يضمن الاستدامة ويُرسّخ المكتسبات العلمية. وينسجم هذا التوجه مع مسار التحول الرقمي الذي تشهده المملكة ضمن رؤية ٢٠٣٠، في ظل تطور البنية التحتية للبيانات والذكاء الاصطناعي، بقيادة جهات مثل ووزارة الاتصالات وتقنية المعلومات والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) وهيئة الحكومة الرقمية، وغيرها من المبادرات الوطنية المعنية بتعزيز الحلول الذكية في القطاعات الحيوية.

انطلاقًا من ذلك، يطرح هذا المقترح العلمي تصورًا لتطوير نظام خبير يُعنى بجراحات فصل التوائم الملتصقة، يستند إلى تنظيم المعرفة الجراحية المتخصصة وتوظيفها تقنيًا لدعم القرار. ويعتمد النظام على قاعدة معرفية متراكمة، ومحرك استدلال ذكي، وواجهة تفاعلية موجّهة للفريق الطبي. وقد عرض الإطار النظري نماذج عالمية ناجحة ودراسات حديثة أثبتت فاعلية النظم الخبيرة في تقديم دعم تشخيصي واستشاري في بيئات طبية معقدة، مما يُعزز من قابلية الفكرة للتطبيق.

ومن ثم، فإن بناء مثل هذا النظام يُعد خطوة ممكنة لتعزيز التحول الرقمي في القطاع الصحي، وتُسهم في استدامة المعرفة الطبية، وتُجسد ريادة المملكة العربية السعودية في هذا المجال الإنساني والعلمي النادر.

الخلفية العلمية والمؤسسية

تُعد التوائم الملتصقة من أندر الحالات الخلقية، إذ تنشأ عن فشل الانفصال الكامل للقرص الجنيني بعد اليوم الثالث عشر من الإخصاب، مما يؤدي إلى ارتباط جسدي بين توأمين متماثلين وراثيًا. ويُقدّر معدل حدوث هذه الظاهرة حوالي ١,٤٧ لكل ١٠٠,٠٠٠ ولادة حية. وتختلف أشكال الالتصاق باختلاف موضع الارتباط، إذ قد يكون عند الصدر والبطن، أو في الجوانب، أو على مستوى الظهر.
(Marinac & Turuk, 2023)

كما يُعد التشخيص المبكر عنصرًا مهمًا في التعامل مع هذه الحالات، إذ تُمكّن تقنيات التصوير بالموجات فوق الصوتية والتصوير بالرنين المغناطيسي من تحديد درجة الارتباط التشريحي، بما يتيح للفريق الطبي تخطيط التدخل الجراحي المحتمل بدقة. وتفرض هذه الحالات تحديات طبية معقدة تتطلب إدارة متعددة التخصصات تشمل الجراحة، والتخدير، والتصوير، والعناية المركزة، إلى جانب الأبعاد الأخلاقية التي قد تُصاحب بعض الحالات. ويُعد الفصل الجراحي، عندما يُتاح، إجراءً بالغ الحساسية يتطلب تقييمًا

معمقًا للوظائف الحيوية المشتركة ومدى إمكانية الاستقلال العضوي. وعلى الرغم من التطور الملحوظ في أدوات التشخيص والتدخل، تبقى معدلات البقاء منخفضة نسبيًا، ويظل قرار الفصل مرهونًا بخصوصية كل حالة على حدة.

(Safira et al., 2024; Shaikh et al., 2023; King & Belfort, 2022)

وفي هذا السياق، أظهرت الدراسات العلمية دور التقنيات المتقدمة في الدعم الجراحي للتوائم الملتصقة؛ إذ سلّطت دراسة (Villarreal et al., 2020) الضوء على أهمية النماذج المطبوعة ثلاثية الأبعاد في تصوّر التشريح المعقّد، فيما أكدت دراسة (Shafarenko et al., 2022) أثر تقنيات التصوير والنمذجة ثلاثية الأبعاد في تحسين نسب النجاح الجراحي. وأشارت دراسة (Giwangkancana et al., 2022) إلى فعالية الأدوات الرقمية في تنسيق العمل متعدد التخصصات. أما تجربة "برناردو وآرثر ليما" في البرازيل عام ٢٠٢٢، فمثّلت تطبيقًا نوعيًا لاستخدام الواقع الافتراضي في التخطيط الجراحي (McCallum, 2022). كما بينت دراسة (Apriliani, 2022) أن ارتفاع معدلات البقاء يعود، إلى حد كبير، إلى التكامل بين تطور أدوات التصوير والنمذجة، والخبرات المتراكمة لدى الفرق الطبية المتخصصة.

وعلى الصعيد المؤسسي، تُجسد المملكة العربية السعودية نموذجًا متكاملًا يجمع بين التميز الطبي والعمل الإنساني، من خلال البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة التابع لمركز الملك سلمان للإغاثة والأعمال الإنسانية، والذي يُعد البرنامج الوحيد على مستوى العالم الذي يتكفل بجميع جوانب الرعاية الطبية والنفسية للتوائم وذويهم. ومنذ انطلاق البرنامج عام ١٩٩٠، جرى تقييم أكثر من ١٤٩ حالة من ٢٧ دولة، وأُجريت ٦٣ عملية فصل ناجحة، بنسبة تقارب ١٠٠%، على يد فرق طبية وطنية متعددة التخصصات. ويشارك في كل عملية نحو ٣٥ مختصًا، وقد تجاوز إجمالي الزمن الجراحي التراكمي ٦٠٠ ساعة، منها عمليات امتدت لأكثر من ٢٣ ساعة متواصلة. وقد تُوج هذا التراكم المعرفي والعملي بتنظيم أول مؤتمر دولي للتوائم الملتصقة عام ٢٠٢٤ في المملكة العربية السعودية، واعتماد يوم ٢٤ نوفمبر يومًا عالميًا لهم تحت مظلة الأمم المتحدة، في تأكيد دولي على الثقل العلمي والإنساني الذي تمثله الخبرة السعودية في هذا المجال.

(الوئام، ٢٠٢٥؛ الموسوعة السعودية، بدون تاريخ)

وفي ضوء ما سبق، وبناءً على ما عُرض في الإطار النظري حول فعالية النظم الخبيرة في دعم القرار في البيئات الطبية المعقّدة، يبرز البرنامج السعودي بوصفه بيئة مثالية لبناء نظام معرفي رقمي يُعيد تنظيم الخبرة السريرية المتراكمة ويجعلها قابلة للاستدعاء والتحسين، على غرار نماذج عالمية رائدة مثل: (MYCIN، INTERNIST، DXplain، QMR). وعليه، فإن تطوير نظام خبير معرفي وطني في هذا السياق لا يُعد خطوة لتوثيق الخبرة فحسب، بل يمثل استثمارًا استراتيجيًا في جودة القرار، ونقل المعرفة، وتعزيز التكامل مع تقنيات المحاكاة والواقع المعزز، بما ينسجم مع متطلبات الرعاية التخصصية المستقبلية.

المشكلة التي يعالجها المقترح ومبرراته

أولًا: طبيعة المشكلة

تُعد جراحات فصل التوائم الملتصقة من أكثر الإجراءات الطبية تعقيدًا، نظرًا لتفاوت أنماط الالتصاق، وتشابك الأعضاء الحيوية، وتعدد مراحل التدخل الجراحي. ورغم النجاحات المحققة في المملكة من خلال البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، فإن هذا النوع من الجراحات يفرض تحديات تتطلب أدوات معرفية تدعم اتخاذ القرار السريري على أسس تحليلية دقيقة. وتتجلى أوجه المشكلة في الآتي:

أ. الحاجة إلى توثيق الخبرات الجراحية المتراكمة: على مدى أكثر من ثلاثة عقود، راكمت المملكة خبرات متخصصة ونادرة في فصل التوائم الملتصقة. ويُعد تحويل هذه الخبرات إلى نظام خبير معرفي خطوة نحو حفظها من الشتات، وتمكين إعادة توظيفها بفعالية، بدلًا من بقائها في تقارير وسجلات متفرقة وتجارب شخصية.

ب. تعقيد القرار الجراحي وندرة الحالات: تتسم كل حالة توأم ملتصق بتركيب تشريحي فريد، مما يجعل القرار الجراحي غير قابل للتعميم. ويُظهر الإطار النظري أن النظم الخبيرة مناسبة لهذا النوع من البيئات ذات التعقيد العالي والتي تفتقر إلى قوالب موحدة للحل.

ج. الحاجة إلى الاستفادة من الخبرات السابقة في التدريب: التوثيق المنهجي للتجربة الجراحية يدعم استفادة الكوادر الطبية الجديدة. ويسهم النظام الخبير في توفير بيئة تعليمية تفاعلية قائمة على سيناريوهات واقعية.

د. الحاجة لامتداد رقمي للخبرة الطبية: في ظل التحول الرقمي الذي تشهده المملكة، وظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي، تتنامى الحاجة إلى نماذج معرفية ذكية تمكّن من مراجعة الخبرات وتوسيع نطاق استخدامها، ويعزز من استدامها، بما ينسجم مع ميزات وخصائص النظم الخبيرة في دعم القرار بعيدًا عن التقدير البشري.

ثانيًا: مبررات تطوير النظام الخبير

يمثل مجال جراحات فصل التوائم الملتصقة بيئة مثالية لتطوير نظام خبير للأسباب التالية:

- تراكم خبرة وطنية طويلة الأمد تُمثل بيئة خصبة لتطوير منظومة رقمية معرفية متكاملة.
- تعقيد القرار الجراحي يتجاوز الاجتهاد الفردي أو الفطري، حيث يستدعي بناء قرارات استرشادية على ضوء بيانات سابقة.
- الندرة النسبية لهذه الحالات، والتشابه الجزئي بينها، يعززان من جدوى الاستفادة من الخبرات السابقة.
- تعدد التخصصات الطبية المشاركة (جراحة، تخدير، تصوير، عناية مركزة...) يتطلب تنظيمًا معرفيًّا تكامليًّا يجمع الخبرات المتخصصة.

وقد دعّمت الدراسات العلمية هذه الرؤية؛ فحسب (Hasmi et al., 2025)، يتطلب قرار فصل التوأم الملتصق تخطيطًا دقيقًا متعدد المراحل. أما (Traoré et al., 2024)، فبيّنت افتقار هذا النوع من الحالات إلى خوارزميات طبية معيارية لتقدير المخاطر. كما تشير دراسة (Carlson et al., 2018) إلى أن التحسينات في التصوير والتقنيات الجراحية أسهمت في رفع معدلات البقاء لدى التوائم الملتصقة، إلا أن الخبرة الجراحية المتراكمة والتخطيط الدقيق بنهج متعدد التخصصات ظلّ العامل الأهم في تحديد مآلات الجراحة. وهذا يعزز من أهمية تطوير نظام معرفي قادر على توثيق هذه الخبرات وتحليلها وتيسير نقلها إلى الجراحين المستقبليين.

ثالثًا: الحاجة إلى النظام الخبير

بناءً على ما سبق، تنطلق الحاجة إلى هذا النظام في هذا المجال من معطيات علمية وعملية تبرز من عدة زوايا:

- غياب نظم خبيرة متخصصة في هذا النوع من الجراحات على الصعيد العالمي.
- إمكانية تحسين جودة القرار الجراحي وتقليل المخاطر وتعزيز نسب النجاح.
- أهمية توثيق المعرفة وتحويلها إلى مرجع رقمي قابل للتحديث والتوسيع.
- دعم التدريب الطبي وإثراء المنهج الأكاديمي في الجراحات التخصصية.
- الانسجام مع توجهات رؤية المملكة ٢٠٣٠ في الرعاية الصحية الذكية.

وهكذا، تتجلى مبررات المقترح بوصفه استجابة علمية لحاجة عملية، تجمع بين الواقع الجراحي والخبرة المتراكمة، والتقنيات الذكية المستندة إلى ما عرضه الإطار النظري من خصائص ومزايا النظم الخبيرة، في دعم القرار في البيئات الطبية المعقّدة.

أهداف المقترح

يسعى هذا المقترح إلى الدعوة لتطوير نظام خبير لجراحات فصل التوائم الملتصقة، عبر تحويل الخبرات الجراحية إلى منظومة معرفية رقمية تدعم القرار الطبي والتدريب السريري.

أولًا: الأهداف العامة

- دعم التحول الرقمي في القطاع الصحي بما يتماشى مع مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.
- ترسيخ مكانة المملكة بوصفها مرجعًا عالميًا في جراحات فصل التوائم الملتصقة.
- توطين الخبرة الجراحية ضمن نموذج رقمي مرن قابل للتحديث والتوسيع.

ثانيًا: الأهداف الخاصة

- إنشاء مستودع معرفي يوثق جميع عمليات الفصل السابقة، ويشكل قاعدة بيانات لتغذية النظام الخبير.
- تحليل البيانات الطبية لاستخلاص أنماط مرجعية تدعم القرار الجراحي.

- تطوير نظام خبير يقدم توصيات مبنية على مقارنات واقعية واستدلالات ذكية.
- تمكين تقييم المخاطر عبر أدوات معرفية تعتمد على الذكاء الاصطناعي.
- تصميم بيئة تعليمية تفاعلية قائمة على المحاكاة الطبية.
- تعزيز التعليم والتدريب المستمر في الجراحات التخصصية الدقيقة.

وصف النظام المقترح

أولا: الفكرة العامة

أظهرت الدراسة في إطارها النظري أن النظم الخبيرة تمثل تفاعلًا معرفيًا وتقنيًا، يتكامل فيه الاستدلال الذكي مع المعرفة التخصصية، ما يجعلها مناسبة للمجالات عالية التعقيد، كما هو الحال في جراحات فصل التوائم الملتصقة. وبالنظر إلى التراكم النوعي للخبرات الجراحية في هذا المجال بالمملكة العربية السعودية، يقدّم هذا المقترح دعوة لبناء نظام خبير يُسهم في دعم القرار الطبي، عبر تحويل هذه الخبرات المتخصصة إلى منظومة معرفية رقمية قابلة للاستدعاء والتحليل والتحديث المستمر. ويُنظر إلى النظام بوصفه أداة معرفية مساندة للفريق الطبي، لا بديلاً عنه، متسقًا مع التوجهات الحديثة في الرعاية التخصصية والتحول الرقمي في ظل رؤية المملكة ٢٠٣٠.

ثانيا: مكونات النظام

١. مستودع المعرفة: يُعد هذا المستودع النواة المفهومية للنظام، ويشمل بيانات سريرية وتشريحية مفصّلة لحالات فصل التوائم الملتصقة التي أُجريت ضمن البرنامج السعودي، تتضمن: نمط الالتصاق، الإجراءات الجراحية، المضاعفات، مؤشرات النجاح، وخرائط التوثيق المرحلي. ويُبنى وفق بنية مرنة قابلة للتوسيع والتحديث، تعكس نهجًا تراكميًا في تنظيم المعرفة.

٢. محرك الاستدلال: وهو الوحدة المسؤولة عن تحليل بيانات الحالة الجديدة ومقارنتها بالحالات السابقة، مستخدمًا قواعد شرطية (If–Then)، وأنماط استدلالية (مثل التسلسل الخلفي، كما في MYCIN) لمقارنة الحالة الجديدة بالحالات السابقة، واستنتاج التوصيات، ومنها: (تقديم خطة جراحية أولية مبنية على حالات مشابهة، اقتراح فحوصات داعمة أو تحذيرات استباقية، تحليل المخاطر المحتملة، توفير توصيات استشارية مدعومة بسيناريوهات حقيقية من واقع البرنامج السعودي).

٣. واجهة المستخدم التفاعلية: وهي القناة التفاعلية التي تسمح للفريق الطبي من إدخال البيانات واستعراض التوصيات وربطها بالحالات المشابهة، مع توضيح المسار المنطقي للوصول إلى القرار. وتُدعم الواجهة بعناصر تفاعلية تشمل إدخال الصور، مراجعة العمليات السابقة، وتحليل السيناريوهات الجراحية.

٤. وحدة التعلم الآلي: تتولى تحديث القاعدة المعرفية بناء على الحالات الجديدة، وتُحسّن من دقة الاستدلالات من خلال تحليل نتائج العمليات الفعلية، واكتشاف الأنماط، وتوليد استراتيجيات جديدة، في إطار تعلّم تراكمي ذاتي.

٥. التكامل مع نظم المستشفيات: الأخذ في الاعتبار، تكامل النظام من خلال الربط مع قواعد البيانات الطبية المعتمدة في البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، ما يُسهّل تدفق المعلومات من سجلات المرضى والتصوير الطبي والملاحظات السريرية إلى مستودع المعرفة المركزي.

ثالثاً: الخصائص المميزة للنظام المقترح

كما بيّن الإطار النظري، فإن خصائص الأنظمة الخبيرة تتناسب مع المشكلات ذات الطبيعة غير المألوفة والمعتمدة على الخبرة، ويجسّد النظام المقترح هذه الخصائص في:

- استدامة المعرفة: توثيق المعرفة الطبية المتخصصة ضمن بنية قابلة للنقل والتوسيع.
- الدقة والموثوقية: تقديم توصيات قائمة على بيانات واقعية وخالية من التحيّزات العاطفية أو النسيان البشري.
- القدرة على التفسير: تفسير النتائج وخطوات الاستدلال بشفافية وراء التوصيات.
- المرونة والتعلم المستمر: التحديث الذاتي بناء على نتائج العمليات الجديدة.
- سهولة الاستخدام: واجهة تفاعلية تدعم الإدخال والمراجعة والمقارنة.

رابعاً: التقنيات المستخدمة

انسجامًا مع التوجهات التقنية المقدمة في إطار الدراسة النظري، يُقترح تعزيز النظام بحزمة من التقنيات المتقدمة:

- تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي لتحليل بيانات الحالات واستخلاص الأنماط، ومعالجة اللغة الطبيعية لتحليل السجلات الطبية والتقارير الجراحية.
- أنظمة دعم القرار السريري لمساعدة الجراحين في اختيار السيناريو الأمثل.
- الواقع الافتراضي/المعزز لمحاكاة الجراحات عالية الخطورة قبل تنفيذها.
- تحليل البيانات الضخمة لاستخلاص الاتجاهات وتقدير المخاطر.
- التوأمة الرقمية لتصور حالات الالتصاق وتخطيط السيناريوهات الجراحية.
- واجهة تفاعلية قائمة على الويب لتمكين مشاركة متعددة بين الفرق الطبية.

خامساً: الخوارزميات المقترحة

بعد استقراء مجموعة الدراسات ذات العلاقة، يُقترح استخدام خوارزميات متنوعة تدعم تعدد المعايير وتباين الحالات، منها:

- خوارزمية شجرة القرار: (Decision Tree) لبناء مسارات الفصل الجراحي.
- تحليل القرار متعدد المعايير: (MCDA) لموازنة الاعتبارات الجراحية والطبية والوظيفية.
- تحليل الحساسية: (Sensitivity Analysis) لمقارنة سيناريوهات الجراحة وفقًا لمعيار جودة الحياة أو البقاء.

سادساً: آلية عمل النظام

يعتمد النظام على مراحل مترابطة تبدأ بجمع بيانات الحالة، ثم تمر عبر مستودع المعرفة، وتُحلل بواسطة محرك الاستدلال، وتُقدّم للمستخدم عبر واجهة تفاعلية، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

- تحليل الحالة استنادًا إلى نمط الالتصاق، ومدى تشارك الأعضاء الحيوية.
- مقارنة الحالة بحالات مشابهة في المستودع.
- تقديم توصيات جراحية أولية، مع بيان معدلات الخطورة، والمضاعفات المحتملة.
- توفير محاكاة افتراضية تساعد الفريق الطبي في تقييم الخيارات.
- تحديث النظام ببيانات الحالة بعد إتمام العملية الجراحية والتعلّم من نتائجها.

القيمة المضافة

يمثّل هذا المقترح خطوة نوعية على الصعيد الوطني، تسهم في رفع كفاءة القرار الجراحي في العمليات المعقدة، وتُعزز من فعالية التخطيط وخفض معدلات الخطورة، من خلال توظيف المعرفة الجراحية المتراكمة في نظام ذكي قابل للاستدعاء والتحديث. كما يدعم مكانة المملكة في الطب المعرفي التخصصي، ويُجسّد توجهاتها نحو التحول الرقمي في الرعاية الصحية المتقدمة.

ولا يقتصر أثر النظام على الاستخدام المحلي، بل يمتد ليخدم الحالات المشابهة عالميًا، من خلال إتاحة نموذج معرفي رقمي يُمكّن الفرق الطبية، خاصة في الدول ذات الإمكانات المحدودة، من الاستفادة من التجربة السعودية. كما يعكس البعد الإنساني للمملكة، ويُسهم في دعم الجهود الطبية الميدانية ضمن البيئات الإنسانية ذات الموارد المحدودة.

ويُتوقع أن يسهم النظام في إنشاء مرجع رقمي عالمي فريد في جراحات فصل التوائم الملتصقة، وتوفير قاعدة معرفية تُحوّل الحالات النادرة إلى دروس علاجية قابلة للمحاكاة والتحليل. كما يُعد هذا النظام الأول من نوعه في تخصص دقيق ونادر، بخلاف النظم السابقة التي ركزت على المجالات العامة، مما يُعزّز من فرص تعميمه لاحقًا على حالات مشابهة.

كما يُوفّر النظام بيئة تعليمية افتراضية تستند إلى سيناريوهات واقعية، مما يساعد في تدريب المتخصصين وتطوير مهاراتهم ضمن سياقات دقيقة. ويدعم التعليم القائم على البيانات الحقيقية، ويُفتح آفاقًا بحثية في الذكاء الاصطناعي الطبي، وتحليل الحالات المعقدة، وتطوير خوارزميات تدعم القرار الجراحي بفعالية واستباقية.

وتتمثل العوائد العملية للنظام في تسريع القرار الجراحي، ورفع دقته، وتوفير مرجع موحد لتحليل الحالات النادرة. كما يُسهّل تدريب الأطباء الجدد على أساس معرفي منظم، ويدعم جودة التعليم الطبي، ويُعزز من استدامة الخبرات الوطنية داخل منظومة معرفية قابلة للتطوير والتوسيع.

الفئات المستهدفة والجهات الشريكة

يتوجّه النظام الخبير المقترح إلى شرائح متعددة في القطاع الصحي والبحثي، في مقدّمتهم الفرق الطبية الجراحية العاملة في جراحات التوائم الملتصقة، بما في ذلك الجراحون، أطباء التخدير، وفنيو التصوير الطبي. كما يُعد النظام أداة تعليمية تفاعلية يمكن أن تسهم في تدريب المتدربين والممارسين الصحيين الجدد، ورفع كفاءتهم السريرية، بالإضافة إلى فائدته للباحثين في الطب والذكاء الاصطناعي بما يوفره من قاعدة معرفية لحالات نادرة معقدة، وكذلك لصنّاع القرار الصحي والتقني، الذين يمكنهم الاستفادة من تحليلات النظام في تحسين السياسات الإكلينيكية وبناء أدوات ذكية للتخطيط والجودة.

ويستلزم تنفيذ المشروع شراكة وطنية متعددة التخصصات، تجمع بين الخبرة السريرية والقدرة التقنية والبحث التطبيقي. ويأتي في طليعة هذه الجهات البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة التابع لمركز الملك سلمان للإغاثة، بوصفه الجهة المرجعية للخبرات السريرية. كما يشمل الشركاء المحتملين وزارة الصحة، والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا)، ووزارة الاتصالات وتقنية المعلومات، وهيئة الحكومة الرقمية، ومدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، إلى جانب مراكز التميز البحثي في الجامعات، والجمعيات المهنية المتخصصة في مجالات الجراحة والذكاء الاصطناعي الطبي.

المراحل التنفيذية المقترحة

يمر تنفيذ النظام الخبير بعدد من المراحل المتتابعة، التي تتكامل لتؤسس نموذج معرفي رقمي قابل للتطبيق والتوسّع.

١. مرحلة التوثيق والتحليل: وهي خطوة تأسيسية تُعنى بجمع البيانات الطبية والجراحية للحالات التي أُجريت ضمن البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، بما يشمل صور الأشعة، وتقارير العمليات، ونتائج الفحوصات الحيوية، والتقييمات السريرية الصادرة عن فرق التخصصات المختلفة كجراحة الأعصاب، والأوعية، وطب الأطفال، والتخدير.

٢. مرحلة بناء قاعدة المعرفة: تُنظّم فيها البيانات وتُصنَّف ضمن قواعد معرفية دقيقة، مع توزيع الحالات بحسب نمط الالتصاق، وتشريح الأعضاء المشتركة، ونوع التدخل، ومضاعفاته، واشتقاق الأنماط الجراحية المتكررة.

٣. تطوير النموذج الأولي (النواة): يتضمن بناء نسخة مبدئية تتيح إدخال بيانات جديدة واستعراض توصيات أولية بناءً على حالات مشابهة، لتكون أداة تجريبية لاختبار منطق الاستدلال وبنية النظام المعرفية.

٤. المرحلة التجريبية: يُفعّل النظام في بيئة مغلقة ضمن حالات محددة، لاختبار فعالية توصياته وقدرته على التعامل مع التنوع التشريحي، ما يُعد مؤشّرًا على نضجه المعرفي ومدى توافقه مع الواقع السريري.

٥. مرحلة التقييم والتحسين: تُدمج تقنيات التعلم الآلي لتمكين النظام من التحديث الذاتي، مع توسيع وظائفه لتشمل المحاكاة التعليمية، وتوفير سيناريوهات تفاعلية للتدريب الجراحي.

٦. مرحلة النشر والتوسع: يُدمج النظام في بيئة العمل الفعلية للبرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، ويُتاح لاحقًا لمؤسسات أكاديمية وطبية مختارة عبر منصات رقمية، مع إمكانية تطويره مستقبلًا ليشمل التوأمة الرقمية للحالات وربطه بخدمات الذكاء الاصطناعي التحليلي.

التحديات المتوقعة وسبل معالجتها

رغم ما يحمله هذا المقترح من آفاق معرفية وطبية واعدة، إلا أن تنفيذه العملي لا يخلو من تحديات تقنية وتنظيمية وأخلاقية. ما يستدعي حلولًا منهجية تضمن سلامة التنفيذ وفعالية الأداء. وفيما يلي أبرز هذه التحديات وسبل معالجتها:

١. حماية البيانات الطبية: نظرًا لحساسية المعلومات السريرية، يجب أن يلتزم النظام بمعايير حازمة لحفظ الخصوصية، من خلال التشفير (Encryption)، والامتثال للضوابط الصحية والأخلاقية، مع اعتماد التخزين المحلي (Local Storage) لتقليل مخاطر الاختراق، بما ينسجم مع ما ناقشه الإطار النظري حول أمن الأنظمة الطبية واستدامتها.

٢. تفاوت جودة البيانات التاريخية: قد تؤثر البيانات القديمة غير المنظمة على كفاءة النظام، ويُقترح تشكيل لجنة مراجعة علمية تُعنى بتنقيح سجلات العمليات، وتحويلها إلى بنية معيارية تدعم الاستدلال الدقيق.

٣. التحديث المستمر للنظام: نظرًا لتغير الممارسات الجراحية بمرور الوقت، لا بد أن يكون النظام مرنًا، قابلًا للتعلم، وذلك عبر دمج خوارزميات التعلم الآلي لتحديث المعرفة تلقائيًا، مما يُبقي النظام مواكبًا للمستجدات الطبية.

٤. تحديات تشريحية وأخلاقية في حالات نادرة: تتسم حالات التوائم الملتصقة بتباين تشريحي ومواقف أخلاقية معقدة (Hasmi et al., 2025 ؛Woo, 2025)، مما يصعّب توحيد الإجراءات. ويُستحسن دمج أدوات تحليل متعددة المعايير (MCDA) ضمن النظام، مع إشراك لجان الأخلاقيات عند الحاجة.

٥. محدودية البيانات الناتجة عن ندرة الحالات: تتطلب حالات التوأم الملتصق نماذج متخصصة ومُحاكاة دقيقة، حيث لا تتكرر الظروف الطبية بنمط موحد. ولهذا، فإن بناء النظام على قاعدة معرفة موسعة تضم حالات محلية ودولية، ومزوّدة بنماذج محاكاة ما بعد الجراحة سيُسهم في تعزيز دقة القرار الطبي قبل العملية.

٦. ضمان التكامل التقني مع البنية الرقمية الوطنية: حتى يكون النظام قابلًا للاستخدام في المستشفيات والمؤسسات الصحية السعودية، لا بد من تصميمه بما يتوافق مع المعايير التقنية المعتمدة في القطاع الصحي السعودي، من حيث قابلية التوصيل، وتبادل البيانات، والتكامل مع أنظمة المعلومات الصحية.

بالرغم من تعدد التحديات وتشعّبها، ألا إنها لا تمثل عائقًا للتطبيق، بل تُعد فرصة لتحسين جودة النظام المقترح، شريطة أن تُدار بمعايير معرفية وتقنية دقيقة، وبشراكة متعددة التخصصات تشمل الخبراء الطبيين، ومهندسي المعرفة، وخبراء أمن المعلومات، والجهات التنظيمية ذات العلاقة.

الإرشادات والخطوات المستقبلية

في ضوء أهمية تطوير نظام خبير يُعنى بجراحات فصل التوائم الملتصقة، واستنادًا إلى ما طُرح من أهداف ومبررات علمية وعملية، تُوصي هذه الدراسة بعدد من الخطوات التطبيقية على النحو الآتي:

١. إطلاق مشروع تجريبي للنظام الخبير بالتعاون بين البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة والجهات المختصة في الذكاء الاصطناعي، لتطبيق النموذج المقترح على عدد محدود من الحالات داخل بيئة سريرية محكومة.

٢. تشكيل فريق عمل متعدد التخصصات يجمع بين الجراحة، والتحليل المعرفي، وتصميم النظم الذكية، يتولى الإشراف على التصميم الأولي للنظام وتقييمه في ضوء الحالات الواقعية.

٣. تشجيع تبنّي المشروع من قبل الجهات البحثية كمبادرة وطنية استراتيجية في الطب المعرفي، وربطه بمشاريع بحثية تطبيقية في الذكاء الاصطناعي الطبي والجراحة الرقمية.

٤. إدراج هذا المشروع ضمن المسارات المستقبلية لإنشاء نظم خبيرة تسهم في تعزيز ريادة المملكة في المجالات الطبية الدقيقة والنادرة.

٥. دعم المؤسسات الصحية والأكاديمية للمشروع من خلال توظيفه في التدريب والتعليم، ودمجه كمصدر تفاعلي في برامج الزمالة والتخصص الدقيق في جراحات الأطفال والتوائم الملتصقة.

حدود النظام المقترح

تبرز النقاط التالية حدود النظام الخبير المقترح حفاظًا على دقة التوظيف وتفاديًا لتجاوز دوره المرسوم في السياق الطبي، لا سيما في ظل ما يُعوَّل عليه من إمكانات تحليلية ومعرفية.

- لا يمثّل النظام بديلاً عن القرار الطبي البشري، بل هو أداة معرفية داعمة للفريق الطبي في مراحل التقييم والتخطيط، دون أن تحلّ محلّ الحكم السريري المباشر.
- نظرًا للاختلاف التشريحي والوظيفي بين حالات التوائم الملتصقة، فإن توصيات النظام لا تُعمم آليًا، بل تُفسّر في سياق كل حالة على حدة.
- ترتبط دقة مخرجات النظام بجودة البيانات المُدخلة، مثل الصور التشخيصية، وتفاصيل العمليات السابقة. وبالتالي، فإن أي نقص أو تشويش في البيانات قد يؤثر على موثوقية التوصيات.
- يظل أداء النظام الخبير محدودًا في تمثيل بعض التغيرات الفسيولوجية الدقيقة وغير المتوقعة، إذ يصعب عليه محاكاة التعقيد الكامل للاستجابات الجسدية الفردية أثناء العمليات الجراحية.
- النظام مخصص لحالات فصل التوائم الملتصقة، ولا يُستخدم في مجالات جراحية أخرى إلا بعد إعادة تكييفه وتصميمه بما يناسب تلك المجالات.

الخاتمة والتوصيات

شهدت العقود الأخيرة تطورًا نوعيًا في توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في المجال الطبي، خاصة عبر النظم الخبيرة، التي أثبتت قدرتها على دعم القرار وتحليل البيانات الطبية المعقدة في تخصصات دقيقة ومتعددة. وقد ناقشت هذه الدراسة مفهوم النظم الخبيرة من منظور نظري وتطبيقي، مع إبراز خصائصها، وآليات عملها، ومجالات استخدامها، إلى جانب نماذج عالمية أسهمت في ترسيخ هذا الحقل المعرفي. وفي هذا السياق، قدّمت الدراسة مقترحًا علميًا لبناء نظام خبير يُعنى بدعم قرارات الفريق الطبي ضمن جراحات فصل التوائم الملتصقة، استناداً إلى الخبرة السعودية المتراكمة النادرة في هذا المجال، والتي جسدها البرنامج السعودي للتوائم الملتصقة، بما يمثله من نموذج إنساني وعلمي متقدّم على الصعيد العالمي. كما سعت الدراسة من خلال هذا المقترح إلى إبراز القيمة المعرفية والطبية الممكنة من خلال توثيقها في نظام خبير تفاعلي يوظف الذكاء الاصطناعي، ويُسهم في حفظ الخبرة ودعم القرار وتعزيز التعليم وترسيخ الريادة الطبية السعودية. وقد شمل المقترح تصورًا علميًا لفكرة النظام، ومكوناته، ومراحله التطويرية، والفئات المستفيدة منه، والتحديات المتوقعة وآليات معالجتها، إلى جانب خارطة تنفيذية مقترحة ضمن إطار وطني يدعم التوجهات الرقمية للمملكة.

وختامًا، فإن هذا المقترح لا يدعو إلى تنفيذ تقني مباشر فحسب، بل يمثّل أيضًا دعوة علمية مفتوحة للباحثين لإجراء مزيد من الدراسات التطبيقية والتحليلية، مثل دراسات الجدوى التقنية والطبية والاقتصادية، أو دراسات تقييم الأثر المحتمل لتطبيق مثل هذا النظام على جودة القرار الجراحي وتوثيق الخبرة ونقلها، وصولًا إلى بناء نموذج وطني لأنظمة خبيرة تخصصية في مجالات طبية أخرى مستقبلًا، بما يدعم السيادة المعرفية ويعزز التكامل بين الخبرة البشرية والتقنية الذكية في الرعاية الصحية.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

بامفلح، ف. ب. س. (٢٠١٦). إدارة المعرفة وتقنياتها.. الأسس والتطبيقات .مكتبة الملك عبدالعزيز العامة.

حمادة، م. (٢٠٢٣). النّظام الخبير (Expert System). الذّكاءُ الإصطناعيُّ باللُّغةِ العربيّةِ. استرجع من https://aiinarabic.com/expert-system/

الذهيبي، أ. ح .(٢٠١٧) .نموذج النضج المتكامل لإدارة المعرفة. دار الرنيم للنشر والتوزيع.

ضليمي، س. ط.، وآخرون. (٢٠٢٢). إدارة المعرفة – الاستراتيجيات ونظم الإدارة والتكنولوجيا. مجموعة تكوين المتحدة للطباعة والنشر والتوزيع.

منصة الوئام .(٢٠٢٥) .٦٣ جراحة ناجحة.. ٣٥ عامًا من الريادة السعودية في عمليات فصل التوائم. استرجع من https://www.alweeam.com.sa/1156649/2025/63/

موسى، ع.، وبلال، أ. ح. (٢٠١٩). الذكاء الاصطناعي. المجموعة العربية للتدريب والنشر.

الموسوعة السعودية. (بدون تاريخ). البرنامج السعودي لفصل التوائم السيامية. استرجع من https://saudipedia.com/article/12241/

المراجع الأجنبية

Aikins, J. S., Kunz, J. C., Shortliffe, E. H., & Fallat, R. J. (1983). PUFF: An expert system for interpretation of pulmonary function data. Computers and Biomedical Research, 16(3), 199-208.

Apriliani, H. (2022). Brazil's Rare Conjoined Twins Separation Surgery Was Successful, Here's What You Need To Know About Conjoined Twins. https://voi.id/en/lifestyle/196816

Azcoitia, S. (2018, October 22). Expert Systems in the World of Medicine. Telefonica Tech. https://telefonicatech.com/en/blog/expert-systems-in-world-of-medicine

Carlson, T. L., Daugherty, R., Miller, A., Gbulie, U. B., & Wallace, R. D. (2018). Successful Separation of Conjoined Twins: The Contemporary Experience and Historic Review in Memphis. Annals of Plastic Surgery, 80.

D'Alessandro, J. (2023). What are Medical Expert Systems?. The Health Board. https://www.thehealthboard.com/what-are-medical-expert-systems.htm

Edwards, G., Compton, P., Malor, R., Srinivasan, A., & Lazarus, L. (1993). PEIRS: a pathologist-maintained expert system for the interpretation of chemical pathology reports. Pathology, 25(1), 27-34. https://doi.org/10.3109/00313029309068898

Ertugrul, D., & Ulusoy, A. (2019). Development of a knowledge-based medical expert system to infer supportive treatment suggestions for pediatric patients. ETRI Journal, 41(4).

Fuchs, J., Heller, I., Topilsky, M., & Inbar, M. (1999). CaDet, a computer-based clinical decision support system for early cancer detection. Cancer Detection and Prevention, 23(1), 78-87. https://doi.org/10.1046/j.1525-1500.1999.09902.x

GeeksforGeeks. (2025). Expert Systems in AI. https://www.geeksforgeeks.org/expert-systems/

Giwangkancana, G., Kusmayadi, D. D., Kadi, F., Utariani, A., & Haryawan, Z. (2022). The Multidisciplinary Perioperative Management of Conjoined Twin Separation Surgery During the Pandemic. Journal of Multidisciplinary Healthcare, 15, 2669–2678.

Hasmi, R., Verma, S., Singh, V., & Singh, G. P. (2025). Perioperative challenges and anesthetic management in Thoraco-Omphalopagus twin separation: A case report. Saudi Journal of Anaesthesia, 19(1), 125–128. https://doi.org/10.4103/sja.sja_460_24

Heckerman, D., Horvitz, E., & Nathwani, B. (1992). Toward Normative Expert Systems: Part I The Pathfinder Project. Methods of Information in Medicine, 31(2), 90-105.

Hoffer, E. P., Feldman, M. J., Kim, R. J., Famiglietti, K. T., & Barnett, G. O. (2005). DXplain: Patterns of Use of a Mature Expert System. AMIA Annual Symposium Proceedings.

Ikechukwu Nkuma-Udah, K., Azogini Chukwudebe, G., & Nwabueze Ekwonwune, E. (2018). Medical Diagnosis Expert System for Malaria and Related Diseases for Developing Countries. E-Health Telecommunication Systems and Networks, 7(2), 43-56.

JavaTpoint. (n.d.). What is an Expert System?. Retrieved 10 20, 2023, from JavaTpoint: https://www.javatpoint.com/expert-systems-in-artificial-intelligence

King, A., & Belfort, M. A. (2022). Conjoined Twinning: Diagnosis and Management. In L. Bricker, J. N. Robinson, & B. Thilaganathan (Eds.), Management of Multiple Pregnancies: A Practical Guide (pp. 99–111). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.

Kuppa, N. (2017). The Importance of Expert Systems in Medical Sciences. Medium. https://medium.com/@nishankkuppa/the-importance-of-expert-systems-in-medical-sciences-5fb56f0a4a6a

Lemaire, J. B., Schaefer, J. P., Martin, L. A., Faris, P., Ainslie, M. D., & Hull, R. D. (1999). Effectiveness of the Quick Medical Reference as a diagnostic tool. CMAJ, 161(6).

Lutkevich, B. (2024). Expert System. From TechTarget: https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/expert-system

Marinac, S., & Turuk, V. (2023). Specifičnost sestrinske skrbi u zbrinjavanju sijamskih blizanaca. Croatian Nursing Journal, 7(1), 35–50. https://doi.org/10.24141/2/7/1/3

Massachusetts General Hospital Laboratory of Computer Science (MGHLCS). (2017). DXplain. http://www.mghlcs.org/projects/dxplain/

Mazhar, T., Nasir, Q., Haq, I., Kamal, M. M., Ullah, I., Kim, T., Mohamed, H. G., & Alwadai, N. (2022). A Novel Expert System for the Diagnosis and Treatment of Heart Disease. Electronics, 11(23), 3989. https://doi.org/10.3390/electronics11233989

McCallum, S. (2022). Conjoined twins separated with the help of virtual reality. BBC News. https://www.bbc.com/news/technology-62378452

Miller, R. A., McNeil, M. A., Challinor, S. M., Masarie, F. E., Jr., & Myers, J. D. (1986). The INTERNIST-1/QUICK MEDICAL REFERENCE project--status report. West J Med, 145(6), 816-822.

Munaiseche, C. P. C., et al. (2018). An Expert System for Diagnosing Eye Diseases using Forward Chaining Method. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 306 012023. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 306, 012023

Nathwani, B. N., Clarke, K., Lincoln, T., Berard, C., Taylor, C., Ng, K. C., Patil, R., Pike, M. C., & Azen, S. P. (1997). Evaluation of an expert system on lymph node pathology. Human Pathology, 28(9), 1097-1110. https://doi.org/10.1016/s0046-8177(97)90065-4

Oyelade, O.N.; Obiniyi, A.A.; Junaidu, S.B.; and Adewuyi, S.A. (2018) "Patient symptoms elicitation process for breast cancer medical expert systems: A semantic web and natural language parsing approach," Future Computing and Informatics Journal: Vol. 3: Iss. 1, Article 7. Available at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/fcij/vol3/iss1/7

Pac, M., Mikutskaya, I., & Mulawka, J. (2021). Knowledge Discovery from Medical Data and Development of an Expert System in Immunology. Entropy, 23(6), 695.

Poon, K. C., & Freer, T. J. (1999). EICO-1: an orthodontist-maintained expert system in clinical orthodontics. Australian Orthodontic Journal, 15(4), 219-228.

Ryan, D. (2017). Expert Systems: Design, Applications and Technology. Nova Science Publishers, Inc.

Sadiku, M. N. O., Olanrewaju, K. B., Dada, E. A., & Musa, S. M. (2021). Expert Systems in Healthcare. Journal of Scientific and Engineering Research, 8(2), 218-222.

Safira, S. A., Chalid, M. T., & Madya, F. (2024). A Case Report of Thoraco-Omphalopagus Conjoined Twins: The Downfall of the Separated Hearts.

Santra, D., & others. (2020). Medical expert system for low back pain management: design issues and conflict resolution with Bayesian network. Medical & Biological Engineering & Computing, 58, 2737–2756. https://doi.org/10.1007/s11517-020-02222-9

Shafarenko, M. S., Clarke, H. M., & Zuker, R. M. (2022). Impact of Technology on Conjoined Twin Separation: Are We Further Ahead? Plastic and Reconstructive Surgery, 150(4).

Shaikh, S., Biradar, P., Chugh, A., Bhattacharjee, N., & Nijhawan, T. (2023). A Rare Case of Conjoined Twins. Cureus. https://doi.org/10.7759/cureus.48289

Song, K., De Jonckheere, J., Zeng, X., Koehl, L., Yuan, X., & Zhao, X. (2019). Development of a data-based interactive medical expert system for supporting pregnancy consultations: General architecture and methodology. IFAC-PapersOnLine, 52(19), 67-72.

Traoré, M., Ndoye, N., Diop, M., Ba, E., Ndiaye, M., Diouf, K., Sarr, B., Welle, I., Guéye, D., Sagna, A., Ngom, G., & Diouf, E. (2024). Successful Surgical Separation of Conjoined Twins: Lessons from the Past and Non-Technical Skills Management in a Subsaharan Low-Setting Country. EAS Journal of Anaesthesiology and Critical Care, 6(06).

Vianello, A., Olivelli, M., Donati, M., Fanucci, L., Bechini, A., Petrucci, I., & Masi, S. (2024). Medical Expert System for Intelligent Telemonitoring of Patients With Chronic Heart Failure: Preliminary Validation and Perspectives. Circulation, Heart Failure, 18(1).

Villarreal, J. A., Yoeli, D., Masand, P. M., Galvan, N. T. N., Olutoye, O. O., & Goss, J. A. (2020). Hepatic separation of conjoined twins: Operative technique and review of three-dimensional model utilization. Journal of Pediatric Surgery, 55(12), 2828–2835.

Wójcik, W., Mezhiievska, I., Pavlov, S. V., Lewandowski, T., Vlasenko, O. V., Maslovskyi, V., Volosovych, O., Kobylianska, I., Moskovchuk, O., Ovcharuk, V., & Lewandowska, A. (2023). Medical Fuzzy-Expert System for Assessment of the Degree of Anatomical Lesion of Coronary Arteries. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(2), 979. https://doi.org/10.3390/ijerph20020979

Wolfram, D. A. (1995). An appraisal of INTERNIST-I. Artificial Intelligence in Medicine, 7(2), 93-116. https://doi.org/10.1016/0933-3657(94)00028-q

Woo, Y. T. (2025). Evaluation of the Ethical Controversies in Separation Surgery of Conjoined Twins: A Review of the Literature. Cureus. https://doi.org/10.7759/cureus.77382

Yagin, F. H., Shateri, A., Nasiri, H., Yagin, B., Colak, C., & Alghannam, A. F. (2024). Development of an expert system for the classification of myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome. PeerJ Computer Science, 10, e1857.

المراجع العربية بالحروف اللاتينية

Bāmflḥ, F. b. S. (2016). Idārat al-Maʿrifah wa-taqnīyātuhā. al-Usus wa-al-taṭbīqāt. Maktabat al-Malik ʿAbd-al-ʿAzīz al-ʿĀmmah.

Ḥamādah, M. (2023). alnnẓām al-khabīr (Expert System). aldhdhkā'u al'ṣṭnāʿyuu bālluughti alʿrbyyti. astrjʿ min https://aiinarabic.com/expert-system/

Aldhhyby, U. Ḥ. (2017). namūdhaj al-nuḍj al-mutakāmil li-idārat al-Maʿrifah. Dār alrnym lil-Nashr wa-al-Tawzīʿ.

Ḍlymy, S. Ṭ., wa-ākharūn. (2022). Idārat al-Maʿrifah-al-Istirātījīyāt wa-nuẓum al-Idārah wa-al-Tiknūlūjiyā. majmūʿah takwīn al-Muttaḥidah lil-Ṭibāʿah wa-al-Nashr wa-al-Tawzīʿ.

al-wi'ām. (2025). 63 jirāḥat nājiḥah .. 35 ʿāman min al-riyādah al-Saʿūdīyah fī ʿamalīyāt Faṣl al-tawā'im. astrjʿ min https: / / www. alweeam. com. sa / 1156649/2025/63/

Mūsá, ʿA., wa-Bilāl, U. Ḥ. (2019). al-dhakāʼ alāṣṭnāʿy. al-Majmūʿah al-ʿArabīyah lil-Tadrīb wa-al-Nashr.

Sʿwdybydyā. (bi-dūn Tārīkh). al-Barnāmaj al-Saʿūdī li-faṣl al-tawā'im al-siyāmīyah. astrjʿ min https://saudipedia.com/article/12241/

The Use of Expert Systems in the Medical Domain: A Conception Proposed Expert System for Conjoined Twins Surgery

Mohammed Abdullah Saeed Al-Amri

PhD Researcher, Knowledge Management, Department of Information Science, College of Arts and Humanities, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

masalamri@kau.edu.sa

Abstract:
This study aims to propose a scientific framework for developing a national expert system specialized in the surgical separation of conjoined twins, based on the cumulative expertise of the Saudi Conjoined Twins Program. It discusses the concept, components, characteristics, and medical applications of expert systems, alongside a review of existing global models, to demonstrate their value in supporting clinical decisions in highly complex surgeries. Adopting a descriptive-analytical approach, the study offers a practical proposal for designing an intelligent knowledge-based system capable of aiding surgical decisions, preserving clinical expertise, and providing evidence-based recommendations derived from real-world scenarios. The system is also envisioned as an educational and training tool. The study explores the rationale for such a system, its technical architecture, operational mechanism, and potential challenges, concluding with recommendations for collaborative implementation and future development.
Keywords: Expert System, Medical Expert System, Conjoined Twins, Siamese Twins, Saudi Conjoined Twins Program.