المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية ـ دولة الكويت

197 سلسلة الثقافة الصحية

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

تأليف

د. ماهر عبد اللطيف راشد

مراجعة: المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية

2024م

المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية ـ دولة الكويت

سلسلة الثقافة الصحية

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

تأليف

د. ماهر عبد اللطيف راشد

مراجعة

المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية

الطبعة العربية الأولى 2024م

ردمك: 978-9921-782-62-2

حقوق النشر والتوزيع محفوظة

للمركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية

(هذا الكتاب يعبر عن وجهة نظر المؤلف ولا يتحمل المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية أي مسؤولية أو تبعات عن مضمون الكتاب)

ص.ب 5225 الصفاة ـ رمز بريدي 13053 ـ دولة الكويت

هاتف : 25338610/1 (965) + فاكس : 25338618 (965) +

البريد الإلكتروني: acmls@acmls.org

بسم الله الرحمن الرحيم

المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية

منظمة عربية تتبع مجلس وزراء الصحة العرب، ومقرها الدائم دولة الكويت وتهدف إلى:

- توفير الوسائل العلمية والعملية لتعليم الطب في الوطن العربي.
- تبادل الثقافة والمعلومات في الحضارة العربية وغيرها من الحضارات في المجالات الصحية والطبية.
- دعم وتشجيع حركة التأليف والترجمة باللغة العربية في مجالات العلوم الصحية.
- إصدار الدوريات والمطبوعات والأدوات الأساسية لبنية المعلومات الطبية العربية في الوطن العربي.
- تجميع الإنتاج الفكري الطبي العربي وحصره وتنظيمه وإنشاء قاعدة معلومات متطورة لهذا الإنتاج.
- ترجمة البحوث الطبية إلى اللغة العربية.
- إعداد المناهج الطبية باللغة العربية للاستفادة منها في كليات ومعاهد العلوم الطبية والصحية.

ويتكون المركز من مجلس أمناء حيث تشرف عليه أمانة عامة، وقطاعات إدارية وفنية تقوم بشؤون الترجمة والتأليف والنشر والمعلومات، كما يقوم المركز بوضع الخطط المتكاملة والمرنة للتأليف والترجمة في المجالات الطبية شاملة المصطلحات والمطبوعات الأساسية والقواميس، والموسوعات والأدلة والمسوحات الضرورية لبنية المعلومات الطبية العربية، فضلاً عن إعداد المناهج الطبية وتقديم خدمات المعلومات الأساسية للإنتاج الفكري الطبي العربي.

المحتويات

مـــقـــــدمـــــــة : ..... ج

المؤلف في سطور : ..... هـ

الـفـصـــل الأول: نبذة مختصرة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي وكيفية تطويره 1

الفصـــل الـثـانـي : التطبيقات الراهنة وآفاق الذكاء الاصطناعي في مجالات الخدمات الصحية 11

الفصـــل الـثـالـث : الذكاء الاصطناعي وتطوير العلوم الطبية والرعاية الصحية 19

الفصـــل الـرابـع : الذكاء الاصطناعـي فـي التصوير الطبـي الحالـي والمستقبلي 31

الفصل الخامس : واقع الذكاء الاصطناعي الطبي ومستقبله 39

المراجـــــــــع : 51

مقدمة

أحدث الذكاء الاصطناعي بتطوراته الحديثة ثورة حقيقية في القطاع الطبي والرعاية الصحية، وساعدت هذه التطورات البحث العلمي على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن العلاجات استنادًا إلى البيانات والأدلة الحالية، وأسهم الذكاء الاصطناعي في تطوير صناعة الرعاية الصحية جنبًا إلى جنب مع تطور تكنولوجيا الحاسب، وتخزين البيانات الضخمة والتعامل معها، وقد أصبح الأطباء قادرين على تشخيص الأمراض وعلاجها بدقة وكفاءة غير مسبوقة مع تحديد خيارات العلاج المعيارية على المستوى الفردي، والمستوى المجتمعي، ويمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي أيضًا أن تحلّل التاريخ الطبي للمريض، ونتائج الاختبارات المعملية، ونقاط البيانات الأخرى للوصول إلى تشخيص دقيق، إضافة إلى الكشف المبكر عن الأمراض وعلاجها، وكذلك تحليل بيانات المسح الصحي، وتحديد التداخلات المناسبة التي يمكن أن تساعد المتخصصين في الرعاية الصحية على تحسين رعاية المرضى.

أما بالنسبة لاستخدام التصوير الطبي لتشخيص الأمراض وعلاجها فيشهد الذكاء الاصطناعي ثورة كبيرة في هذا المجال، حيث جعلت تقنية الذكاء الاصطناعي التصوير الطبي أكثر دقة وأسرع من أي وقت مضى، وقد أحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في مجال علم الأورام، حيث تساعد الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي الأطباء على تقديم رعاية فضلى لمرضى السرطان، مع تحسين الدقة والكفاءة، وتُستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي لتحديد الأورام السرطانية، والتنبؤ بتطورها والاستجابة للعلاج، وتطوير علاجات مخصصة لكل مريض، ومن أجل نظام صحي متكامل يلزم تطبيق نظام يضمن حصول المريض على الرعاية المناسبة في الوقت المناسب من اختصاصي مؤهل، ويتم الآن استخدام الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المريض، مثل: الأعراض، ونتائج الاختبار؛ لتحديد أفضل الوجهات العلاجية التي يمكن أن يُحال إليها المريض.

احتوى الكتاب (الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية) على خمسة فصول، تناول الفصل الأول نبذة مختصرة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي وكيفية تطويره، واستعرض الفصل الثاني التطبيقات الراهنة وآفاق الذكاء الاصطناعي في مجالات الخدمات الصحية ، وتحدّث

الفصل الثالث عن الذكاء الاصطناعي وتطوير العلوم الطبية والرعاية الصحية، وناقش الفصل الرابع الذكاء الاصطناعي في التصوير الطبي الحالي والمستقبلي، واُختُتِم الكتاب بفصله الخامس متناولاً واقع الذكاء الاصطناعي الطبي ومستقبله .

نأمل أن يستفيد مما تضمنته فصول هذا الكتاب المتخصصون وغير المتخصصين، وأن يكون إضافة جديدة تُضم إلى المكتبة العربية الطبية.

والله ولــي التوفيق،،

الأستاذ الدكتور مرزوق يوسف الغنيم

الأمين العام

للمركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية

المؤلف في سطور

- **د. ماهر عبد اللطيف الراشد**

- مصري الجنسية ـ مواليد عام 1960م.
- حاصل على:

- بكالوريوس الطب والجراحة ـ جامعة طنطا ـ جمهورية مصر العربية ـ عام 1985م.
- درجة الماجستير في دراسات الطفولة الطبية ـ معهد الدراسات العليا للطفولة ـ جامعة عين شمس ـ جمهورية مصر العربية ـ عام 1992م.
- دبلوم الدراسات العليا الطبية لأمراض القلب والأوعية الدموية ـ جامعة طنطا ـ جمهورية مصر العربية ـ عام 1993م.
- درجة الدكتوراه في دراسات الطفولة الطبية ـ معهد الدراسات العليا للطفولة ـ جامعة عين شمس ـ جمهورية مصر العربية ـ عام 1997م.

- عمل سابقًا استشاريًا لطب الأسرة ـ المديرية العامة للشؤون الصحية ـ القصيم ـ المملكة العربية السعودية.

الفصل الأول

نبذة مختصرة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي وكيفية تطويره

الذكاء الاصطناعي هو محاكاة للعقل البشري وطريقة عمله، وفهم طبيعته عبر أنظمة الكمبيوتر، وذلك عن طريق عمل برامج للحاسب الآلي قادرة على محاكاة السلوك والتفكير الإنساني المتسم بالذكاء والاستفادة من التجارب والخبرات السابقة والتفكير والتحليل والتخطيط وحل المشكلات والاستنتاج السليم ، واستخدام كل هذه الإمكانات للقيام بمهام معقدة مع سرعة الإنجاز ودقته من مثل التشخيص الطبي، وتحديد العلاجات المناسبة.

تقنيات أو تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي (Artificial intelligence; AI) هي تكنولوجيا رائدة تعكس التفاعل والتعاون بين الذكاء الاصطناعي، والتخصصات المختلفة، وذلك للتطوير في عديد من المجالات والقطاعات لتقديم التنمية الاجتماعية، والعلمية، والتكنولوجية، ومنها: المجال الطبي الذي تم تغييره بشكل كبير، حيث يمكن أن تنافس الذكاء البشري، بل وأحيانًا تتفوق عليه، ويشير مصطلح الذكاء الاصطناعي إلى قدرة الخوارزميات المشفرة في التكنولوجيا على التعلّم من البيانات حتى تتمكّن من أداء المهام المؤتمتة (هو مصطلح مستحدث (أتوماتيكي) يُطلق على كل شيء يعمل ذاتيًا من دون تدخل بشري) من دون أن يضطر الإنسان لبرمجة كل خطوة من خطوات العملية بشكل صريح، وتعترف منظمة الصحة العالمية بأن الذكاء الاصطناعي يبشر بمستقبل زاهر لممارسة الصحة العامة والطب.

يتمتع الذكاء الاصطناعي بإمكانية إحداث ثورة في كيفية تقديم الرعاية الصحية في المستقبل، ويمكن للذكاء الاصطناعي اكتشاف الأنماط التي قد يتجاهلها البشر من خلال تحليل كميات هائلة من البيانات؛ مما يؤدي إلى تشخيصات أكثر دقة، وتحديد خطط علاج فضلى للمرضى. علاوة على ذلك

يمكن أن تتكيف أنظمة الذكاء الاصطناعي بسرعة عند توفّر معلومات جديدة؛ مما يتيح لها مواكبة أحدث الاتجاهات في مجال الرعاية الصحية، إضافة إلى ذلك تساعد أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي الأطباء على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن العلاجات المقدمة.

وما يميز أجهزة الحاسوب هي أنها ليست متحيزة كالإنسان، كما أن الآلات لا تتعب، ولا تشعر بالملل، ويماثل هيكل الذكاء الاصطناعي الهيكل الهرمي، فالطبقة العليا عبارة عن خوارزميات (Algorithm) (هي سلسلة من العمليات الحسابية والقواعد المستخدمة لحل مشكلة أو تحليل مجموعة من البيانات)، والطبقة الوسطى هي رقاقة إلكترونية (Electronic Chip)، والطبقة الثالثة عبارة عن مجموعة متنوعة من التجهيزات (Hardware)، ومنصات البرامج (Software Platforms)، أما قاعدة الهيكل الهرمي للذكاء الاصطناعي فهي التطبيقات، وفي المستقبل سوف يستمر تحسين نظام الذكاء الاصطناعي لجعله أكثر ذكاءً، واستجابة، وفاعلية، وقد تم التركيز بشكل خاص على تطوير التشخيص السريري، إضافة إلى القابلية لتقديم التفسير العلمي المقبول (Interpretability)، وتتعدد مجالات تطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتشمل الروبوتات، والقدرة على التعرّف على الصور، واللغة، والتنقيب عن البيانات، والتعرّف على الأنماط، إضافة إلى الأنظمة الخبيرة.

يمكن بناء الذكاء الاصطناعي بالتدريب والإعداد الجيد للبيانات والنماذج لتحقيق نتائج أكثر واقعية، كما يمكن تحسين كفاءة الاختبارات الطبية في تشخيص الأمراض، وكذلك تقليل فترة التشخيص والتعافي للمرضى، وباختصار فالهدف من استكشاف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال الطبي هو تعزيز دقة التشخيص، ومساعدة الصناعة الطبية من حيث الابتكار المعزِّز للإنسان وتعزيزها، بدلاً من الاعتماد على المعدات، والآلات لتحل محلّ مهنة الطبيب.

ولعل من أبرز مزايا تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الطب ما يأتي: تحسين رعاية المرضى، وتوفير تشخيصات دقيقة، وتحسين خطط العلاج، ودعم التأهب للجوائح والاستجابة لها، ودعم اتخاذ قرارات صانعي السياسات الصحية، وتعزيز قرار تخصيص الموارد في إطار النظم الصحية، وتمكين المرضى والمجتمعات المحلية من تولّي زمام الرعاية الصحية بأنفسهم، إضافة إلى تمكين البلدان فقيرة الموارد من الحصول على الخدمات الصحية.

مجالات الذكاء الاصطناعي

1) الخوارزميات (Algorithms)

مفردها الخوارزمية وهي تُستخدم في مجال الرياضيات، وعلوم الكمبيوتر، وهي عادةً سلسلة محدودة من التعليمات المحددة جيدًا لحل مجموعة من المشكلات، أو لإجراء حساب معين، بحيث تكون قابلة للتنفيذ بواسطة الكمبيوتر، وتُعد أساس علم البرمجة، وتساعد على تخطي العقبات بكل احترافية، ويجب تدريب نماذج التعلم الآلي على التعامل مع كميات كبيرة من البيانات المدخلة، إذ تتصرف خوارزميات الذكاء الاصطناعي بشكل مختلف عن البشر بطريقتين هما:

أ ـ الخوارزميات الحرفية: بمجرد تحديد الهدف تعتمد هذه الخوارزميات على البيانات المدخلة حصرًا، ويمكنها فهم ما بُرمجت عليه فقط.

ب ـ خوارزميات التعلم العميق: إذ يمكن لهذه الخوارزميات أن تتنبأ بالنتيجة بدقة متناهية، ولكنها تقدم تفسيرًا ضئيلًا أو معدومًا للمنطق المستخدم في الوصول إليها (وتُسمى خوارزميات الصناديق السوداء).

2) التعلم العميق (Deep Learning)

هو من مجالات الذكاء الاصطناعي الذي يحاول محاكاة الذكاء البشري عن طريق محاكاة الخلايا العصبية في مخ الإنسان باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial neural networks)، فهذه الخوارزميات (خوارزميات التعلم العميق) تحاول محاكاة قدرة التعلم الفريدة للبشر عن طريق التعلم من الأخطاء، ومحاولة تعديل الأخطاء بنفسها، وأظهرت الدراسات الحديثة أن الأنظمة المعتمدة على الحاسوب (الكمبيوتر) (Computer - Aided Design) القائمة على التعلم العميق متفوقة على الأنظمة المعتمدة على الكمبيوتر ذات الخصائص الاصطناعية التقليدية.

3) الشبكة العصبية (Neural Network)

هي طريقة في الذكاء الاصطناعي تُعلِّم أجهزة الكمبيوتر كيفية معالجة البيانات بطريقة مستوحاة من الدماغ البشري، كما أنها نوع من عمليات التعلم الآلي يُسمى التعلم العميق، ويستخدم هذا النوع عُقدًا أو عصبونات مترابطة في بنية مكونة من طبقات تشبه الدماغ البشري.

تستخدم نماذج الشبكة العصبية مبادئ الرياضيات وعلوم الكمبيوتر لتقليد عمليات الدماغ البشري؛ مما يسمح بالتعلّم العام، إذ تحاول الشبكة العصبية الاصطناعية محاكاة عمليات خلايا الدماغ المترابطة بشكل كثيف، وتحتوي الشبكات العصبية على ثلاث طبقات، وهي : 1) طبقة إدخال 2) طبقة مخفية 3) طبقة إخراج. وتتم تغذية المعلومات في طبقة الإدخال، ويتم إعطاء المدخلات وزنًا معينًا، وتُضاعِف العقد المترابطة وزن الاتصال في أثناء انتقالها، وبشكل أساسي إذا وصلت وحدة المعلومات إلى عتبة معينة، فيمكن أن تنتقل إلى الطبقة التالية.

4) الشبكة العصبية الاصطناعية المحاكية

(Simulated Neural Network)

هي فرع من نماذج التعلم الآلي التي تم إنشاؤها باستخدام مبادئ تنظيم الخلايا العصبية التي تحاكي طريقة الترابط في الشبكات العصبية البيولوجية التي تشكل أدمغة الحيوانات، وتعتمد الشبكة العصبية الاصطناعية على مجموعة من الوحدات أو العقد المتصلة التي تُسمى الخلايا العصبية الاصطناعية والتي تمثل بشكل واضح الخلايا العصبية في الدماغ البيولوجي ويمكن أن ينقل كل اتصال، مثل المشابك العصبية في الدماغ البيولوجي، إشارة إلى الخلايا العصبية الأخرى، وتتلقى الخلية العصبية الاصطناعية الإشارات ثم تعالجها، ويمكنها الإشارة إلى الخلايا العصبية المرتبطة بها، و"الإشارة" عند الاتصال هي رقم حقيقي، ويتم حساب مخرجات كل خلية عصبية بواسطة دالة غير خطية لمجموع مدخلاتها.

5) الشبكة العصبية العميقة (Deep Neural Network)

هي شبكة عصبية ذات مستوى معين من التعقيد، بها أكثر من طبقتين، وتستخدم الشبكات العصبية العميقة النمذجة الرياضية المعقدة لمعالجة البيانات بطرق معقدة، ويعرّف عديد من الخبراء الشبكات العصبية العميقة بأنها شبكات تتكوّن من أجزاء يقوم كل منها بأدوار محددة من الفرز، والترتيب في عملية يشير إليها بعض الأشخاص باسم "التسلسل الهرمي للميزات"، وأحد الاستخدامات الرئيسية لهذه الشبكات العصبية المتطورة هو التعامل مع البيانات غير المُعلّمة، أو غير المنظمة.

6) الشبكة العصبية التلافيفية (Convolutional Neural Network)

هي نوع من خوارزمية التعلم العميق التي تُستخدم لمعالجة البيانات باستخدام بنية تشبه الشبكة، وتُستخدم لمعالجة البيانات التي لها علاقة مكانية أو زمنية، وتشبه الشبكات العصبونية التلافيفية الشبكات العصبية الأخرى، ولكنها تحتوي على طبقة إضافية من التعقيد؛ نظرًا لأنها تستخدم سلسلة من الطبقات التلافيفية، وتُعد الشبكة العصبية التلافيفية مفيدة بشكل خاص للعثور على أنماط بالصور للتعرّف على الكائنات، والفئات، والتصنيفات. كما يمكن أن تكون أيضًا فعّالة جدًا في تصنيف البيانات الصوتية، والمتسلسلة الزمنية، وبيانات الإشارة.

7) التعلم الآلي (Machine Learning)

فرع من فروع الذكاء الاصطناعي يهدف إلى منح الآلات القدرة على تعلم مهمة ما، ويُستخدم التعليم الآلي بكثرة اليوم عن طريق خوارزميات مختلفة، حيث يتم إنشاء أنظمة تتعلم أو تحسِّن من أدائها استنادًا إلى البيانات التي تستهلكها، وذلك بهدف أتمتة عمليات اتخاذ القرار وتسريعها وتقليل الوقت اللازم لتحقيق القيمة المطلوبة ، كما يعمل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي وعلوم البيانات على تغيير الطريقة التي تعالج بها الشركات المشكلات المعقدة لتغيير مسار صناعاتها.

صورة توضح أهم الفروق الأساسية بين كلٍّ من الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق.

أنواع تعلّم الآلة

أ ـ التَعلم بإشراف (Supervised Learning): يُقصد به تدريب الخوارزمية على بيانات معنونة (Labeled) أي: بيانات المدخلات والمخرجات (المعروفة) معًا، بحيث تُمكِّنها من التنبّؤ بمخرجات بيانات جديدة.

ب ـ التعلّم من دون إشراف (Unsupervised Learning): يُقصد به تدريب الخوارزمية على بيانات غير معنونة (Unlabeled) أي: بيانات المدخلات فقط ومن خلال هذه العملية تبني الخوارزمية علاقة ما بين المدخلات.

ت ـ التعلّم المعزز (Reinforcement Learning): يُقصد به أن الخوارزمية تتعلّم تلقائيًا ومن أخطائها.

المثير للدهشة أن التعلم الآلي هو أكثر التقنيات تقدمًا في مجال الذكاء الاصطناعي، وبعبارات بسيطة يتم إعطاء الآلات قدرًا كبيرًا من الأمثلة التجريبية

لمهمة معينة. وفي أثناء خضوعها لهذه التجارب تتعلم الآلات إستراتيجيتها وكيفية تكييفها لتحقيق تلك الأهداف، مثل: التعرّف على الصور.

بعض أسس تطبيقات مجالات الذكاء الاصطناعي

1) **الرؤية الحاسوبية (Computer Vision):** تتعامل هذه الأنظمة مع المرئيات مثل: الصور، والفيديوهات، وهي قادرة على فهم محتوى الصور كما يفهمها الإنسان، مثال على ذلك: خاصية البحث عن طريق الصورة من جوجل، أو بيانات ذات عدة أبعاد مأخوذة من جهاز تصوير طبي.

2) **عمليات اللغة الطبيعية (Natural Language Processing):** يتعامل هذا المجال مع فهم النصوص وتحليلها، فيمكّننا من التعامل مع الآلة عن طريق الكتابة بخط اليد، ومجددًا تُستخدم محركات البحث هذه الخاصية لعرض نتيجة صحيحة بناءً على الكتابة.

3) **التعرّف على الكلام (Speech Recognition):** تستطيع هذه الأنظمة سماع الكلمات والجمل وفهمها مثال على ذلك: البحث بالصوت من موقع جوجل.

4) **الأنظمة الخبيرة (Expert Systems):** تستخدم هذه الأنظمة تقنيات الذكاء الاصطناعي لتقديم المشاورة والمساعدة في اتخاذ القرارات (دعم اتخاذ القرار) وتُستخدم غالبًا في عالم المال، والطب، والتسويق وغيرها.

5) **الروبوت (Robotics):** يُعتبر الروبوت مزيجًا بين كثير من المفاهيم الخاصة بالذكاء الاصطناعي، وهذه الأنظمة قادرة على أداء عديد من المهام المختلفة على حسب الموقف، وتمتلك عددًا من المستشعرات والمحركات مثل: قياس درجة الحرارة، والحركة، وغيرها.

الأنظمة الخبيرة (Expert Systems)

الأنظمة الخبيرة أو النظم الخبيرة: هي برنامج حاسوبي يستخدم أساليب الذكاء الاصطناعي لحل المشكلات داخل مجال متخصص يتطلب عادة خبرة بشرية، وتعتمد النظم الخبيرة على مكونين: قاعدة معرفة (Knowledge Base)،

ومحرك الاستدلال (Inference Engine)، وقاعدة المعرفة هي مجموعة منظمة من الحقائق حول نطاق النظام، أما محرك الاستدلال فيفسر الحقائق الموجودة في قاعدة المعرفة ويقيّمها لتقديم إجابة. تتضمن المهام النموذجية للأنظمة الخبيرة كثيرًا من المهام مثل: التصنيف، والتشخيص، والمراقبة، والتصميم، والجدولة، والتخطيط للمساعي المتخصصة، ويتم الحصول على الحقائق الخاصة بقاعدة المعرفة من الخبراء البشريين من خلال المقابلات والملاحظات، ثم يتم تمثيل هذه المعرفة عادة في شكل قواعد أو ما يُسمى قواعد الإنتاج: وتعني إذا كان الشرط صحيحًا (True)، فيمكن إجراء الاستنتاج التالي (أو اتخاذ بعض القرارات، أو الإجراءات). علمًا بأن قاعدة المعرفة لنظام معين تتضمن الآلاف من القواعد.

بعض مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي.

تطوير تقنية الذكاء الاصطناعي

يهدف تطوير الذكاء الاصطناعي إلى تقليل حجم العمل المطلوب، وتجنب تكراره، وزيادة دقته من خلال نمذجة السلوك، والفكر البشري، ويسعى العلماء إلى جعل الذكاء الاصطناعي "آلات تفكير" بافتراض وجود وعي اصطناعي، وبافتراض وجود نظام مبني يمكن أن يعكس التفاعلات المعقدة التي تحدث داخل الدماغ البشري، ويمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي الحديثة أن تتوقع أو تتنبأ بناءً على المدخلات المعلوماتية.

والآن يدعي الباحثون أنهم ابتكروا ذكاءً اصطناعيًا يستطيع أن يفكر مثل الطفل، من خلال تعليمه القواعد الأساسية للعالم المادي، ويمكن لنظام التعلم العميق الخاص أن يتعلم الفيزياء البديهية، وهي قواعد الفطرة السليمة لكيفية تفاعل الأشياء المادية، مثل: الصلابة (مثلًا : إن الجسمين لا يمر أحدهما عبر الآخر)، كما تمت برمجة روبوت مجسم للعمل كإنسان آلي أو بطريقة أكثر ودية، وبينت الدراسات أن تصرفات الروبوت مقصودة (أي: يبدو أن الروبوت يتصرف وفقًا لمعتقداته ورغباته الخاصة، بدلًا مما هو مبرمج عليه للقيام به).

كيفية إنشاء وتطوير نظام الذكاء الاصطناعي

يمثل تطوير نظام دعم اتخاذ القرار السريري (Clinical Decision Support SYSTEM Cdss) نموذجًا لاستخدام الذكاء الاصطناعي الطبي حسب احتياجات كل مريض، ويمكن للأطباء استخدام خطوات عملية بسيطة كما يأتي:

1) إنشاء قاعدة معرفية للذكاء الاصطناعي

تُعتبر قاعدة المعرفة هي حجر الزاوية في نظام الذكاء الاصطناعي لدعم اتخاذ القرار، بما في ذلك التعلم النظامي، والاختبار، والتحقق. لذلك فهي تؤثر بشكل مباشر في موثوقية النظام التي تأتي بشكل أساسي من البيانات السريرية، والأدلة الطبية القائمة على الأدلة، كما يجب أن يستند بناء قاعدة المعرفة إلى ملخص الدراسات العلمية، وتستند كذلك إلى تقارير وتوصيات لجنة من الأطباء المختصين.

2) بناء خريطة المعرفة

بعد الانتهاء من جمع البيانات من الضروري تكامل ودمج البيانات مع بعضها من خلال الوسائل التقنية، ورسم خريطة ورسومات بيانية لمستخلص البيانات، واستكمالها بوسائل التفاعل بين الإنسان والحاسوب لمساعدة المستخدمين على استقبالها وتحليلها بشكل فعّال، ومن خلال بناء خريطة المعرفة، يستخلص نظام الذكاء الاصطناعي علاقة الكيانات، ويشكل بنية شبكة من المعلومات مماثلة لمفاهيم الإنسان.

3) تحديد خطة العلاج وتطبيقها

يركز نظام الذكاء الاصطناعي في التشخيص والعلاج على بيانات خريطة المعرفة، حيث يقوم النظام أولاً بفحص الحالة الأساسية للمرضى، ومن ثَمَّ تحديد المعلومات المفتاحية (الأساسية) قبل العلاج؛ إذ إنه وبمجرد قيام الأطباء بتحديد خطة العمل الرئيسية الموصى بها، يمكن أن يربطوا خريطة المعرفة المتمحورة حول خطة العلاج، وتقديم تجميع للعلاقات الكلية (Entity Relations) مثل: الأدلة السريرية، والمراجع، والاستخدامات، وجرعات الأدوية ذات الصلة، واسم الدواء، والآثار الجانبية، وكذلك الارتباط المتزامن بآراء الخبراء المحليين في التشخيص والعلاج لتبادل الآراء ومعرفة مختلف الرؤى.

4) تطوير واجهة المستخدم للاتصال بين الإنسان والآلة

تلعب واجهة المستخدم للاتصال بين الإنسان والآلة دورًا مهمًا في التفاعل بينهما، إذ إن واجهة المستخدم المناسبة تؤدي إلى تعزيز النظام وتطبيقه، وتعمل على تحسين طرق العلاج.

الفصل الثاني

التطبيقات الراهنة وآفاق الذكاء الاصطناعي في مجالات الخدمات الصحية

تُعدُّ تطبيقات الذكاء الاصطناعي وسيلة مساعدة للخدمات الطبية وليست بديلة عنها. وتعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بالصحة بشكل رئيسي على تحليل علاقة أساليب الوقاية أو العلاج مع النتائج التي يبديها المرضى، وتساعد برامج الذكاء الاصطناعي في عملية التشخيص، وتسهم في تحسين الخطط العلاجية وتطوير الأدوية ومراقبة المريض ورعايته. كما تُستخدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الطب الشخصي الموجه (Personalized Medicine)، ويتم تطبيق القواعد حسب حالة المريض، واستجابته، ولا يتم تطبيق القواعد نفسها من دون تفهُّم لاختلافات البشر الجسدية، والنفسية، وظروفهم، وطريقة حياتهم، واحتياجاتهم، إذ إن كل إنسان يمثل وحدة متكاملة، وليس مجرد أشعة أو تشخيص.

ومن ناحية أخرى يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المسح الصحي، حيث يساعد ذلك المتخصصين في الرعاية الصحية، وتحسين صحة المرضى، وقد أصبحت الاستطلاعات الصحية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي شائعة بشكل متزايد؛ نظرًا لقدرتها على تقديم رؤى قيمة في الوقت المناسب.

• تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتطوير الأدوية

تقنيات اكتشاف وتصميم الأدوية والعلاج

يحقق الذكاء الاصطناعي تطورات ملحوظة في تقنيات اكتشاف الأدوية، وتصميم الأدوية، وفعّالية عملها، وكشف مسارات الأدوية الجزيئية، والارتباط المشترك للحالات الشائعة، إضافة إلى تحليل مجموعات المرضى الأكثر استجابة لعلاج خاص.

- **المساعدة في تطوير الأدوية لعلاج الأمراض**

يحتاج تطوير الأدوية إلى المرور بمراحل فحص الهدف، وصناعة الدواء، والتجارب السريرية، وتحسين الأدوية، ويعمل الذكاء الاصطناعي على إعادة هيكلة عملية البحث والتطوير في مجال الأدوية الجديدة بشكل كبير، وتحسين كفاءة تصنيع الأدوية، فعلى سبيل المثال: يتزايد اهتمامات شركات الأدوية في مجال الذكاء الاصطناعي بفحص الهدف (Target Screening)، حيث يشير الهدف إلى موقع ربط الأدوية على الخلايا مع الجزيئات البيولوجية في الجسم، وتتضمن عادة المستقبلات والإنزيمات والقنوات الأيونية، والناقلات، والجهاز المناعي، والجينات،... إلخ. ومثال على ذلك: عملت تقنية الذكاء الاصطناعي على تحسين إيجاد الأهداف الجزيئية للأدوية وإعدادها، وتحديدها (Molecular Drug Targets and drug Screening). كما يمكن أن يعمل الذكاء الاصطناعي على إيجاد المعلومات من المؤلفات الطبية الضخمة، والأبحاث العلمية، وبراءات الاختراع، ومعلومات التجارب السريرية، والبيانات غير المهيكلة الأخرى، واستخراج المعرفة البيولوجية لعمل تنبؤات كيميائية حيوية، ومن المتوقع نجاح هذه الطريقة في تقليل وقت وتكلفة تطوير الأدوية بحوالي 50 %، إضافة إلى أن استخدام الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحلل السجلات الطبية للمرضى بأعداد ضخمة لتحديد المريض المستهدف لدراسة معينة بدقة كبيرة، وتحسين كفاءة اختيار المتطوعين من المرضى المشاركين في الأبحاث.

صورة توضح مجالات الذكاء الاصطناعي في تطوير الأدوية.

- **التعلم الآلي في استحداث الدواء**

يُعرف التعلّم الآلي بأنه فرع من فروع الذكاء الاصطناعي، حيث يركز هذا العلم بشكل كبير على استخدام البيانات والخوارزميات لتقليد الطريقة التي يتعلم بها الإنسان، والعمل على تحسينها بشكل تدريجي، ويتجلى هذا العلم في عالم الدواء، حيث تطور علم الدواء بسرعة كبيرة في السنوات الأخيرة، وقد أدى تصنيع الأدوية الجديدة إلى تزايد العبء المهني على الأطباء؛ لذلك فقد أصبح استخدام تطبيقات التعلّم الآلي (Machine Learning) مهمًا لتطوير الخدمات الصحية، وضمان أفضل البروتوكولات العلاجية التشخيصية والعلاجية، وتحسين صحة المرضى.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي للمسنين (الخدمات الذكية للمسنين)

أظهرت مجموعة بيانات الأمم المتحدة للتوقعات السكانية في العالم أنه بحلول عام 2050م سيكون سُدس سكان العالم في عمر أكثر من 65 عامًا أي: حوالي 16 % من إجمالي عدد سكان العالم، إضافة إلى ذلك، فمن المتوقع أن يتضاعف عدد السكان الذين تبلغ أعمارهم 80 عامًا أو أكثر ثلاث مرات، أي: من 143 مليونًا في عام 2019م إلى 426 مليونًا في عام 2050م، وقد أدت ثورة تطبيقات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي إلى خلق صناعة خدمات ذكية للمسنين، وخاصة مع الروبوتات والتكنولوجيا الذكية التي تم استخدامها في المجالات الآتية:

- **روبوت مساعد لكبار السن لإتمام المهام اليومية: روبوت التمريض**

تم تطوير روبوت على شكل وجه باندا في اليابان عام 2015م؛ لمساعدة الأشخاص الذين يعانون ضعفًا في قدراتهم الحركية، ويمكن لهذا الروبوت مساعدة الناس على النهوض، أو مساعدتهم على الجلوس، أو الوقوف بتحركات لطيفة، كما طورت شركة باناسونيك روبوت تمريض آخر متعدد الوظائف، مثل: كونه على شكل سرير وكرسي متحرك كهربائيًا، وكذلك إمكانية قيام الروبوت وحده بمهام عديد من مقدمي الرعاية.

- **روبوت مراقبة السلوك والحالة الصحية لكبار السن**

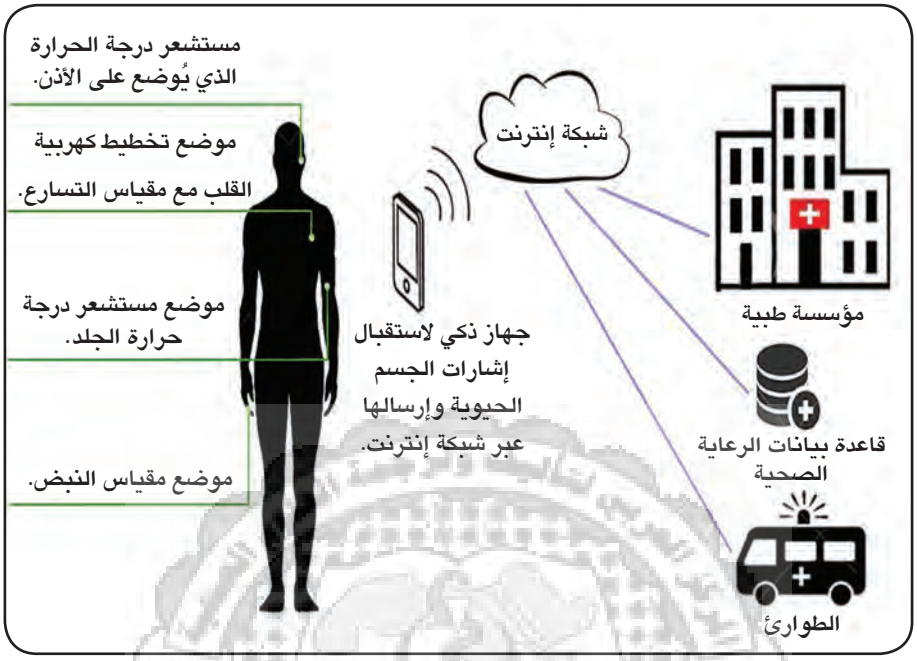
يقدم معهد الروبوتات الألماني (The German Lerks Robotics Institute) روبوت تمريض للمسنين يمكن أن يكتشف الحالة الصحية للمسنين، ومساعدتهم على أخذ الدواء، وعمل سجلات الأدوية لكبار السن، ومن ناحية أخرى قدمت شركة أمريكية (The Sam Janitor Robot Of The United States) الروبوت الذي يقدّم خدمات الرعاية غير الصيدلانية لكبار السن في المنزل مع أنظمة المراقبة عن بُعد، وأنظمة الكشف عن التعثر.

- **روبوتات توفير الرفقة (المصاحبة)**

قامت إحدى شركات الروبوتات إليك (Elliq) بتطوير روبوت يستطيع أن يتحدث مع المرضى، ويذكرهم بمواعيد تناول الدواء، وحثهم على أداء أنشطة بدنية خفيفة لتحسين الصحة الجسدية والعقلية، كما يمكن دمج الروبوت مع منصات مختلفة ومنصات اجتماعية متعددة الوسائط مختلفة لتبادل الرسائل؛ مما يتيح للمستخدمين إرسال واستقبال الرسائل النصية، والصور من دون استخدام الهاتف المحمول، كما تم توظيف روبوت التمريض "زولا" "ZOLA" للعمل في دور رعاية المسنين في أستراليا، ويمكن لهذا الروبوت أن يحقق عديدًا من المهام للأغراض الترفيهية مثل: الرياضة، وقراءة الكتب، ورواية القصص والتواصل الفعلي مع كبار السن على أساس تقنية التعرّف على الكلام.

- **الرعاية الصحية عن بُعد**

تتضمن الرعاية الصحية عن بُعد تأمين مستشعرات لمراقبة العلامات الحيوية للمريض بحيث يمكن لأي انحراف كبير عن الوضع الطبيعي أن يرسل إنذارًا تلقائيًا إلى أنظمة المؤسسات الطبية، فيتم بذلك تتبّع المؤشرات الصحية للمريض مع تحديد إشارات الإنذار المبكر التي تتطلب مزيدًا من الاهتمام



شكل يوضح آلية شبكة الرعاية الصحية عن بُعد.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في علم الأورام السريري

يتقدّم السـرطان ليكون ثاني سـبب رئيسـي للوفـاة في العالم، ويبلغ عدد الوفيات بسبب السرطان حوالي 13 مليونًا كل عام، وتشـير التقديرات إلـى أنه من المتوقع أن يصل عدد المرضى المصابين بالسرطان إلى 22 مليون مريض على مستوى العالم بحلول عام 2030م. وقد نجح علماء من جامعة سري بالمملكة المتحدة (University Of Surrey) ومؤسسات علمية أخرى في تطوير نظام ذكاء اصطناعي جديد، ومن المتوقع أن يتنبأ هذا النظام بأعراض مرض السرطان وشدته في جميع مراحل عملية العلاج، حيث يتوقع بدقة شدة الأعراض المرضية الثلاثة التي يعانيها مرضى السرطان، وهي: الاكتئاب، والقلق، واضطرابات النوم التي ترتبط بنوعية حياة مرضى السرطان. وتم استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال علم الأورام؛ لتحسين رعاية المرضى ونتائجهم؛ مما يسمح للأطباء باتخاذ قرارات أكثر استنارة لتحسين صحة المرضى، وتُستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي لتحديد الأورام السرطانية، والتنبؤ بتطوّر السرطان، والاستجابة للعلاج، وتطوير علاجات مخصصة لكل مريض.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في دراسات التسلسل الجيني

التسلسل الجيني (Gene Sequencing) هو نوع جديد من تقنيات الكشف عن الجينات، حيث يحلل ويحدد تتابع الجين، ويمكن استخدامه في التشخيص السريري للأمراض الوراثية، وفحص ما قبل الولادة، والتنبؤ بالأورام وعلاجها، إضافة لمجالات أخرى. ويحتوي الجينوم البشري الواحد على ثلاثة مليارات زوج أساسي من المادة الوراثية (الدنا) (ADN). ويتم إجراء الاختبارات الجينية لاستخراج المعلومات الصحيحة من البيانات الضخمة عن طريق فك التشفير، وفي الوقت الحاضر يُعتبر مستوى التشغيل لتقنية التسلسل الجيني عالية الإنتاجية هو في الأساس فك التشفير والتسجيل، ومن الصعب التحقّق من التفسير (الاستقراء الجيني)، ومن ثَمَّ فإن المعلومات التي يتم الحصول عليها من الجين المتسلسل محدودة للغاية، يمكن أن يؤدي تدخّل تقنية الذكاء الاصطناعي إلى تحسُّن نتائج التقنية الحالية، وإزالة العقبات، وذلك بإنشاء نموذج رياضي أولي عن طريق تسلسل الجينوم الكامل، وتسلسل الحمض النووي الريبي (RNA) لشخص سليم، فيمكن عندئذٍ استدعاء النموذج الكامل لتسلسل الجينوم (تحت الاختبار)، حيث يمثل هذا النموذج نمط الحمـض النووي الريبي للشخص السليم، وبعد ذلك يتم تعديل النموذج المدرّب (تحت الاختبار) بطرق أخرى في البيولوجيا الجزيئية، وأخيرًا يتم التحقّق من دقة النموذج مقابل بيانات الحالة.

التحقّق السريري ودور الذكاء الاصطناعي (Clinical Validation and role of AI)

من أجل تطبيق آمن وتعزيز أفضل لاتخاذ القرار السريري (Clinical Decision Support System) يجب تحسين هذا النظام من خلال التحقق السريري، حيث يُعد التحقق من صحة البيانات خطوة مهمة في الذكاء الاصطناعي؛ لضمان جودة البيانات المدخلة قبل استخدامها لتطوير النماذج والرؤى؛ لذا يجب تقييم الأداء والسلامة التنبؤية لتقنيات الذكاء الاصطناعي بطريقة مناسبة، وغير متحيزة، وشفافة قبل تنفيذها في أماكن الرعاية الصحية، وتتحدد الخطوات المتبعة في

منهجية البحث بالخطوات الآتية: المسح الطبي العشوائي لقاعدة بيانات المرض، والخط الأول من العلاج، وتحليل الذكاء الاصطناعي في العلاج المبدئي، والعلاج المساعد، ومرحلة العلاج الأولى، ومرحلة العلاج الثانية، واتخاذ القرار العلاجي وخطوة التحقّق من صحة قرارات الذكاء الاصطناعي في مراحل العلاج والمتابعة المختلفة، واختبار نظام درجة مطابقة القرار العلاجي، مثال ذلك، يتم تقسيم إجراءات المؤسسات للتحقق السريري إلى المراحل الآتية:

المرحلة الأولى من البحوث السريرية:
(مرحلة تحديد سلامة المعلومات المتاحة)

وهي مرحلة تحديد سلامة المعلومات المتاحة (Identifying The Integrity Of Valid Information)، تعتمد المرحلة الأولى من البحوث السريرية على اختبار ودراسة تفاصيل الحالات المرضية ضمن المراحل السريرية المختلفة، حيث يتم تسجيل التاريخ المرضي والخلفيات الصحية، والاجتماعية، وغير ذلك، وكذلك تسجيل القرارات المختلفة والمعلومات التي أوصى بها الأطباء في تلك الحالات، وهكذا توفر المرحلة الأولى المعلومات الأساسية اللازمة لتحديد أولوية المعلومات التي يستند إليها القرار اللاحق، وتستند إليها كذلك المبادئ التوجيهية، والإرشادات السريرية.

المرحلة الثانية من البحوث السريرية:
(مرحلة التحقّق من فعّالية التوصية السريرية)

يعني التحقق ما إذا كان نظام الذكاء الاصطناعي المطور يمكن أن يعالج المعلومات الواردة في قاعدة البيانات، وما إذا كانت خطط القرار المطور التي وُضعت في إطار نظام الذكاء الاصطناعي قابلة للتطبيق أم لا. في هذه المرحلة يبقى أن نحدد ما إذا كان بروتوكول نظام الذكاء الاصطناعي يتوافق مع الإرشادات وما إذا كان يمكن تطبيقه في العيادة؛ لذلك في هذه المرحلة يتم تقديم اقتراح لاختبار المصادقة، وقياس مدى الدقة في الحالات المختلفة. بل هو أيضًا اختبار لقياس مدى توافق نظام اتخاذ القرار مع المبادئ التوجيهية لنظام الرعاية الصحية.

المرحلة الثالثة من البحوث السريرية:

(مرحلة اتخاذ القرار والتحقّق منه)

تعتمد المرحلة الثالثة من البحث السريري بشكل أساسي على التجارب العشوائية، واستكشاف إلى أي درجة يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي أن توفر المساعدة السريرية بشكل عملي، ومن ثَمَّ إجراء مزيد من تحسين واجهة المستخدم في الوقت نفسه، وذلك لتسهيل الترويج والدعاية اللاحقة لها، وكذلك للتحقق عمّا إذا كان بإمكان نظام دعم اتخاذ القرار السريري (Clinical Decision Support System) يسهم في تحسين عملية اتخاذ القرار السريري، وكيفية تقييم درجة تحسّنها. وقد يُعتمد التعلم الآلي (Machine Learning) لتحليل النتيجة، وتقييم نظام اتخاذ القرار العلاجي.

المرحلة الرابعة من البحوث السريرية

التطبيق الموثوق به الآمن والفعّال

تتضمن المرحلة الرابعة من البحث السريري التطبيق الواسع لنظام الذكاء الاصطناعي للتحقق من موثوقيتها، وتحسين واجهة المستخدم في الوقت نفسه؛ مما يتطلب إنشاء أنظمة الذكاء الاصطناعي وتطويرها؛ لتلبية الاحتياجات السريرية، ويمكن عندئذٍ البدء بالتسويق، والتعميم، وزيادة توسّع استخدام التطبيق.

الفصل الثالث

الذكاء الاصطناعي وتطوير العلوم الطبية والرعاية الصحية

كان للذكاء الاصطناعي في السنوات الأخيرة تأثير في صناعة الرعاية الصحية، وخاصة في تشخيص الأمراض، حيث أدى تقدّم الذكاء الاصطناعي في صناعة (مجال) الرعاية الصحية إلى جعل الممارسين قادرين على تشخيص الأمراض، وعلاجها بدقة وكفاءة غير مسبوقة، ويمكن استخدامه لتقديم رعاية شخصية بناءً على احتياجات المريض الفردية، كما أنه يُعد طريقة أكثر فعّالية لإدارة موارد الرعاية الصحية، ويتم استخدامه أيضًا في التحليلات التنبؤية التي يمكن أن تساعد في تحديد المخاطر الصحية المحتملة قبل ظهورها، ويمكن للأنظمة القائمة عليه أن تحسّن من دقة التنبؤات حول المخاطر الصحية المحتملة للمرضى. وهذا يمكن أن يساعد مقدمي الرعاية الصحية على توقّع التحديات الصحية المحتملة والاستعداد لها بشكل أفضل قبل ظهورها.

تشخيص الأمراض وتحديد خيارات العلاج المعياري

يعتمد استخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص الأمراض على عديد من الخوارزميات، والرؤية الحاسوبية، والتعلم الآلي، حيث تُمكِّن هذه التقنيات أنظمة الذكاء الاصطناعي من التعرّف على الأنماط والشذوذ في الصور التشخيصية الطبية (مثل: الأشعة المقطعية، والأشعة السينية)، كما يتم استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في مجال العلاج الطبي، بما في ذلك التعليم الطبي، والتصوير الطبي، وعلم الأمراض، ومجالات التشخيص، والروبوتات الطبية، وإدارة البيانات الطبية، وأبحاث الأورام الجزيئية (Molecular Tumor Research). وغير ذلك، ولا شك أن

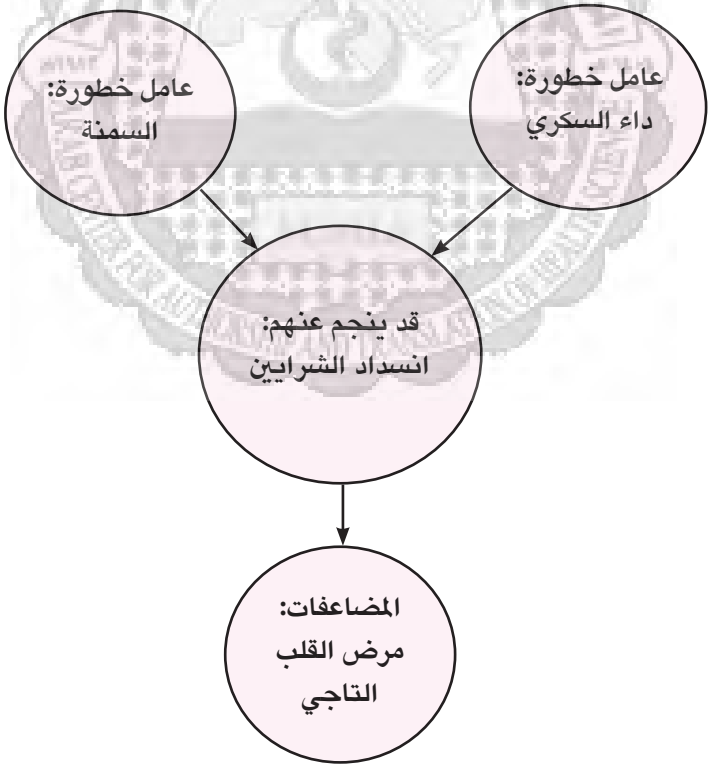
العلاج المعياري يُعتبر مقياسًا مهمًا لتحسين معدَّل شفاء المرضى، وضمان تطور الحالة الصحية لهم. ومع تقدّم عديد من التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي، يجب أن يتعاون المتخصصون الطبيون مع الخبراء التقنيين. ونظرًا لأن الصور الخاصة بالتصوير الطبي لن تُستخدم مباشرةً كبيانات إدخال، فإنه وللحفاظ على الدقة والجودة من الضروري استرجاع الصورة ومعالجة خصائصها بواسطة تطبيق نماذج رياضية مختلفة.

التأثيرات الإيجابية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تطوير العلوم الطبية والرعاية الصحية

1) المساعدة في تشخيص المرض

في منتصف الثمانينيات من القرن الماضي نشرت شركة جادو بيرل (Judea Pearl's Formalism) الشبكات (Bayesian Networks) أو الشبكة الافتراضية على أجهزة الكمبيوتر فالشبكة الافتراضية هي نموذج تخطيطي يلخص العلاقات الاحتمالية بين مجموعة من المتغيرات؛ مما يسمح بالتنبؤ بالنتائج وتقييم المخاطر واتخاذ القرارات في المواقف غير المؤكدة، ومنذ ذلك الحين بدأ الذكاء الاصطناعي في استكشاف وتطبيق مشكلات التشخيص السريري، والشبكة البايزية عبارة عن مخططات موجّهة غير حلقية مؤلفة من مجموعة عُقد تمثل متغيرات مختلفة (حيث تمثل العقد المتغيرات وتمثل الخطوط التي تربط بين العقد العلاقات السببية، ويشير الاتصال إلى أن حالة أحد المتغيرات يمكن أن تؤثر في حالة المتغير الآخر)، ومجموعة أقواس تمثل العلاقات الاعتمادية غير المستقلة (Dependence Relation) بين هذه المتغيرات. فإذا كان هناك قوس يتجه من العقدة "A" إلى العقدة "B" عندئذٍ يمكن أن نقول: إن العقدة "A" هي أصل العقدة"B". فإذا كانت للعقدة قيمة معروفة (ثابتة) عندئذٍ تُدعى عقدة تأكيد (Evidence Node). ويمكن للعُقد أن تمثل أي نوع من أنواع المتغيرات (مثل: القياسات، والمؤشرات، والمعالم (Parameter)، والفرضيات (Hypothesis) لها تطبيقات عديدة في حقل المعلوماتية الحيوية. ومع ظهور تقنية الشبكة العصبية البيرل (Judea Pearl's Formalism) في النظم الطبية الخبيرة، فقد ظهر التطبيق

الأولي للذكاء الاصطناعي في التشخيص الطبي من خلال تأييد النهج الاحتمالي للذكاء الاصطناعي، وتطوير شبكات بايزية، أما من حيث الصورة الطبية والتعرّف على الصوت فإن البدائل المتفاعلة الدافعة الاصطناعية (Artificial Momentum Substrate) التي طورها مركز أبحاث الميكانيكا الكهربية بشركة ميتسوبيشي (Mitsubishi Electromechanical Research) في اليابان، يمكن وبسرعة دقيقة أن تحدد عددًا كبيرًا من معلومات الصور الطبية، وكذلك من حيث التشخيص الطبي فقد طور "توبالوفيتش وآخرون" (Topalovic And Others) إطار عمل للتعلم الآلي (Machine Learning Framework) الذي يحاكي دماغ الإنسان (الإدراك) لتحليل البيانات الطبية المعقدة، فعلى سبيل المثال: يفسر هذا الإطار اختبارات وظائف الالتهاب الرئوي تلقائيًا ونتائج التصوير المقطعي (Computed Tomography)، ومن ثَمَّ تشخيص أمراض الرئة الانسدادي (السدة الرئوية المزمنة) (Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COPD) الشائعة، والربو.



مخطط لمثال يوضح الشبكة البايزية في مجال تشخيص الأمراض.

2) الذكاء الاصطناعي وتطوير أدوات التشخيص

أكدت الدراسات الارتباط الوثيق بين انخفاض معدَّل وفيات مرضى السرطان مع الاكتشاف المبكر للسرطان والرعاية الملائمة، والتقنية الحالية للتشخيص والاكتشاف المبكر هي استخدام الذكاء الاصطناعي لتحقيق نتائج أسرع من طرق التشخيص التقليدية، ويعمل مجهر الواقع الافتراضي (Virtual Reality Micro-scope) على زيادة فعالية الإجراء العلاجي الحالي؛ لأنه منخفض التكلفة، ويستخدم مواد متاحة، وقد استخدم الباحثون تجزئة مفصلة لأورام المخ في تطبيقات الذكاء الاصطناعي لدراسة أورام المخ بطريقة مفصلة بمساعدة مجهر الواقع الافتراضي، حيث تتم تجزئة تصوير ورم المخ بدقة متناهية لتيسير الكشف عن أورام المخ وتقييم البدائل الجراحية (Virtual Reality Microscope)، حيث تكون النتائج باستخدام الذكاء الاصطناعي صحيحة، ودقيقة، وموثوقة.

من ناحية أخرى، توفّر مؤسسة صوفيا (Sophia Genetics) برامج جينومية تم تطويرها خصيصًا لتصنّف بدقة البيئة الطفرية المتنوعة للأورام الصلبة الكبيرة مثل: سرطانات الرئة، والقولون، والمستقيم، والجلد، والمخ، حيث تم ترخيص شريحة اختبار (Test Kit) لمرض السرطان، وهي برامج تقوم بتحليل عينات الحمض النووي للمريض، والتي سوف تحدّد بدقة الطفرات (التغيرات) في 42 جينًا متعلقًا بالسرطانات الصلبة، وقام باحثون من مدرسة "فيتربي للهندسة" في جامعة جنوب كاليفورنيا (University Of Southern California's Viterbi School Of Engineering) بإعداد خوارزمية التعلم الآلي للتمييز بين الأورام الحميدة والخبيثة للعينات الاصطناعية من سرطان الثدي بمعدل دقة يصل إلى 80 %.

3) نظام دعم القرار السريري

إن أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على تحليل كميات كبيرة من البيانات وإجراء تنبؤات دقيقة؛ مما يجعل الأطباء قادرين على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن رعاية المرضى الفردية، كما يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لاكتشاف الأنماط في البيانات

الطبية، وتحديد المخاطر والفوائد المحتملة للعلاجات، وتحديد علاجات مخصصة بناءً على التاريخ الصحي للمريض، وتم استخدام الذكاء الاصطناعي بالفعل لأتمتة بعض العمليات الطبية، مثل: تصنيف صور المريض للتشخيص، أو التنبؤ بالمرضى الذين قد يستفيدون من دواء معين، ويمكن أيضًا استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين دقة التشخيص، وتقليل الأخطاء الناتجة عن التشخيص الخاطئ، إضافة إلى ذلك يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في تقليل تكلفة الرعاية الصحية من خلال تحسين كفاءة ودقة الرعاية الصحية.

ويُعرف "نظام دعم القرار السريري" (Clinical Decision Support System) بأنه نوع من محرك البحث المستخدم لاستخلاص أفضل النتائج من قاعدة المعرفة المطورة من خلال المعلومات الأساسية، والتعليقات المقدمة من المستخدمين (التغذية الراجعة). ويساعد "نظام دعم القرار السريري" في تقليل اعتماد العاملين السريريين على الذاكرة، وتقليل معدّل الخطأ، ووقت الاستجابة، وتساعد كذلك على اتخاذ قرارات مناسبة وآمنة في المجال السريري، وضمان السلامة والجودة السريرية، ومن ثَمَّ تحسين فاعلية التأثير العلاجي. ويمكن أيضًا لنظام دعم اتخاذ القرار السريري مساعدة الأطباء على تحسين خطط العلاج لأعلى مستوى من خلال دمج مختلف البيانات، وتقديم المشورة الشخصية المبنية على الاختلافات في فعالية الأدوية، وإمكانية الوصول إلى المنتج، والآثار الجانبية، والوضع الاقتصادي للمرضى، ومستوى التأمين الصحي المتاح.

4) الذكاء الاصطناعي في الطب الدقيق

الطب الدقيق أو الطب الشخصي هو نموذج طبي يقترح تخصيص الرعاية الصحية مع تصميم القرارات الطبية، أو العلاجات، أو الممارسات العلاجية والتشخيصية خصيصًا لمجموعة فرعية من المرضى حسب حالتهم الطبية بدلًا من نموذج دواء واحد يناسب الجميع، وفي الطب الدقيق غالبًا ما يتم استخدام الاختبارات التشخيصية لاختيار العلاجات المناسبة والمثالية بناء على سياق المحتوى الجيني للمريض أو التحليل الجزيئي.

تعمل نظرية الطب الدقيق (Precision Medicine) على منهج علاج مخصص لرعاية المرضى (الطب الشخصي) قائم على الفهم الجيني للمرض، وإن الهدف من الطب الدقيق هو توفير التشخيص الصحيح، والمعالجة الملائمة، والوقاية من الأمراض بالاعتماد الكامل على تركيب التسلسل الجينومي لـ DNA للمريض، وعاداته الغذائية، وممارسته للتمارين الرياضية.

أمثلة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص بعض الأمراض وعلاجها ومتابعتها

- **استخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص مرض ألزهايمر**

تحتاج آليات التشخيص السريرية لمرض ألزهايمر إلى تشخيص شامل عن طريق الاختبارات العصبية النفسية، واختبارات الدم، والتصوير العضوي أو الوظيفي، وفحوص التصوير الوظيفية، والتخطيط الكهربائي للدماغ، وتكمن صعوبة تشخيص مرض ألزهايمر في عدم وضوح الأعراض المرضية، وكذلك عدم وضوح مؤشرات الاختبار، ومن هنا يصعب الوصول إلى التشخيص المبكر، وبإدخال ثلاثة أنواع مختلفة من البيانات، مثل: التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، ومخطط كهربية الدماغ (EEG) تمكنت الشركات مثل: شركة تكنولوجيا ياسين (Yasen Technology) باستخدام التعليم الآلي (Machine Training)، والتحليل الإحصائي، وطرق التعلم العميق (Deep Learning Methods)، لمعرفة ما إذا كان المريض يعاني المرض أم لا، وكذلك معرفة العلاقات بين المعلومات المدخلة. أما بالنسبة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص مرض ألزهايمر، فلا يقتصر الأمر على التعرّف على الصور الطبية التقليدية بمعنى الحس التقليدي للتعلم العميق (The Traditional Sense Of Deep Learning)، ولكنه يهدف إلى معرفة العلاقة بين مصادر المعلومات المتعددة، وبناءً على هذه البيانات يتم تدريب نموذج شبكة عصبية متعددة الأنماط للتنبؤ باحتمالية الإصابة بمرض ألزهايمر، وكذلك توصيف مراحل تطوّر المرض بعد عامين أو ثلاثـة أعوام قادمة.

- **فحص قاع العين لمرضى داء السكري**

يُعد اعتلال الشبكية السكري من الأسباب الرئيسية للعمى، وأفاد تقرير اتحاد السكر الدولي في تقرير عام 2021م بأن عدد المصابين بداء السكري حول العالم يصل إلى 537 مليون شخص، والرقم مرشح للارتفاع عام 2045م إلى حوالي 800 مليون مريض عالميًا. وقد أشارت الأمم المتحدة إلى احتياج مرضى داء السكري إلى متابعة ورعاية مستمرين لإدارة الحالة الصحية، وتجنّب المضاعفات. إذ يشكّل فحص قاع العين لمرضى السكري أهمية كبيرة؛ لأن التشخيص المبكر لاعتلال الشبكية السكري صعب، كما أن الأعراض السريرية غير واضحة، لذلك يلزم إجراء المسح الدوري والفرز لمرضى داء السكري، ثم الكشف والفحص التخصصي لاعتلال الشبكية السكري، ومن ثَمَّ العلاج المبكر في الوقت المناسب، ويتميز فحص صورة العين فقط بأعلى قيمة للتشخيص بالذكاء الاصطناعي.

- **متابعة العلاج الدوائي للمرضى**

يلعب الذكاء الاصطناعي دورًا في المراقبة وتحديد الآثار الجانبية للعلاج، وأيضًا لضمان التأثير الإيجابي الأمثل، وكذلك لتجنّب الحد الأدنى من مخاطر العلاج، ويوفر تطبيق الأدوية خاصية تذكير المريض بالجرعة، والتعليمات اللازمة، ويطلق إخطارًا بالجرعة المتأخرة خلال ساعة واحدة، وقبل نهاية وقت تناول الجرعة. ويتم تشفير بيانات الوقت اللحظي، وتنتقل إلى لوحة القيادة القائمة على الشبكة لتحليلها، فإذا فات المريض الدواء أو تأخر موعد تناوله، أو أن المريض لا يأخذه بشكل صحيح، فسيقوم طاقم العيادة بتلقي تذكير تلقائي عن طريق الرسائل القصيرة أو عن طريق البريد الإلكتروني، وقد تم استخدام هذا التطبيق لمساعدة المريض على الامتثال للتعليمات، ويعمل على تقليل الآثار الجانبية والأضرار التي تسببها جرعة دوائية غير صحيحة.

- **تطبيق الذكاء الاصطناعي في العمليات الجراحية**

أدى تطوير أربعة مجالات فرعية للذكاء الاصطناعي، وهي: التعلم الآلي (Machine Learning)، والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks)، ومعالجة اللغة الطبيعية (Natural Language Processing)

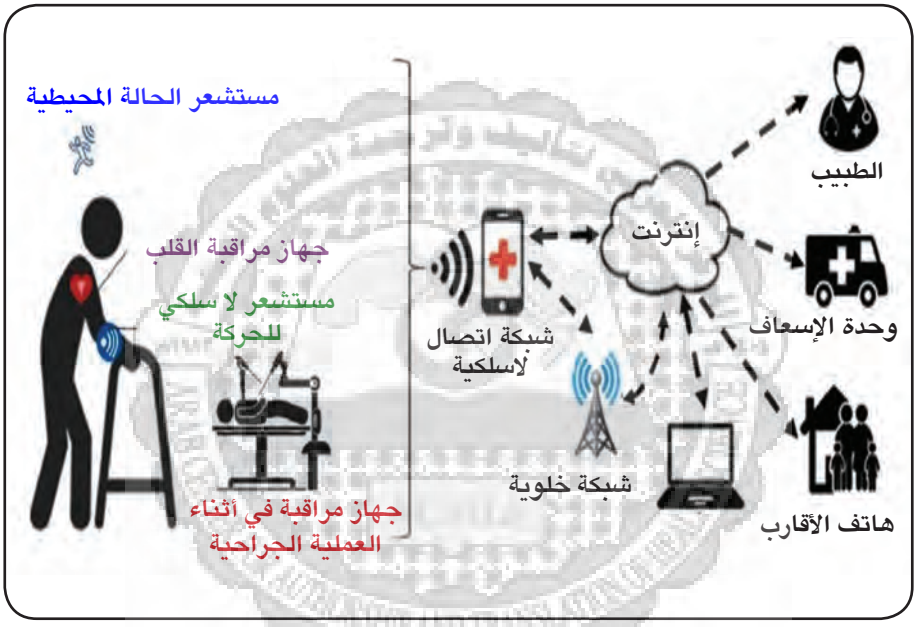
(فرع من فروع الذكاء الاصطناعي والذي يتيح لأجهزة الكمبيوتر فهم اللغة البشرية وإنشائها ومعالجتها)، والرؤية الحاسوبية (Computer Vision) إلى خلق بيئة مواتية لتطوير تخصصات الجراحة التي تنعكس بشكل رئيسي في تطوير تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analysis)، وإنشاء قواعد بيانات مشتركة ذكية (Intelligent Shared Databases)، وتوفير دعم القرار السريري الإيجابي (Clinical Decision Support)، وفي الوقت الحاضر فإن تطبيق الذكاء الاصطناعي في العمليات الجراحية ما يزال في مرحلة الاستكشاف والتنقيح. أما في المستقبل فيستخدم الجراحون التحليل الذكي للحصول على بيانات محددة لكل مرحلة من مراحل العملية الجراحية للمريض.

قبل العملية الجراحية، يقيس تطبيق الهاتف ومتعقب الجسم تلقائيًا الوزن، ونسبة سكر الدم، وحالة التغذية، وحالة النشاط البدني، وبيانات المريض الجراحية، إضافة إلى تقديم التغذية الراجعة الإلكترونية بناءً على بيانات السجلات الطبية، وكذلك تقديم التحليل التلقائي للبيانات السريرية قبل الجراحة؛ لتزويد الأطباء بتقييم مخاطر أكثر تحديدًا للخطة الجراحية، حيث إن تحديد تطور الحالة المرضية والجراحية يؤدي إلى التنبؤ القيّم للحالة.

في أثناء العملية الجراحية يدمج الهاتف الذكي تحليل البيانات اللحظي للعملية الجراحية (أي: في إجراء العملية الجراحية)، ومن هذه البيانات: الفيديو الجراحي، والعلامات الحيوية، ونتائج مراقبة الأجهزة، ويمكن للجرّاح إجراء العملية الجراحية على أساس نتائج التحليل المتكامل بطريقة أكثر دقة من حيث اتخاذ القرارات الجراحية، والسريرية، وتقليل أو تجنب حدوث الآثار السلبية.

بعد العملية الجراحية يقوم الجهاز الذكي بإجراء تحليل متكامل لجميع البيانات قبل العملية الجراحية وأثناءها وبعدها؛ لمساعدة المريض على فهم مراحل ومستويات التعافي بعد إجراء الجراحة، والتنبؤ الفعّال بالمضاعفات. بعد خروج المريض من المستشفى يستمر جهاز تعقّب الجسم في تسجيل البيانات، حيث يقوم بتحليل هذه البيانات، ودمجها مع بيانات فترة ما حول إجراء الجراحة منذ بداية قبوله

ودخوله المستشفى، ويُعد هذا تطبيقًا حقيقيًا لخدمات وأنشطة التمريض الجراحي المتمركز حول المريض، إضافة إلى ذلك يقوم الجهاز الذكي بتجميع وتحميل بيانات الفيديو التي تم جمعها في أثناء العملية (خاصة الفيديو الجراحي الخاص بالحالات النادرة) وتحويلها إلى قاعدة بيانات ذكية مشتركة لتعزيز تبادل خبرات التكنولوجيات الجراحية، ومن ثَمَّ تحسّن من مستوى الممارسة الجراحية بصفة عامة، كما أنها توفّر الدعم وتحسّن دقة اتخاذ القرارات السريرية، والجراحية.



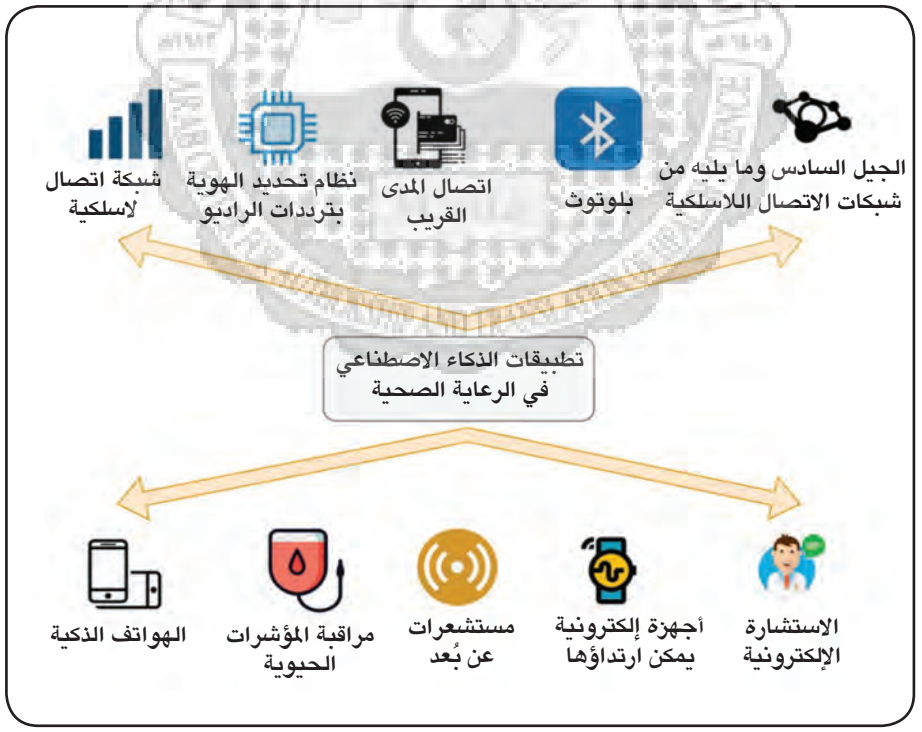
شكل يوضح آلية تطبيق الذكاء الاصطناعي في العمليات الجراحية.

استخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الطبية

تتطلع المستشفيات إلى استخدام برامج الذكاء الاصطناعي؛ لدعم المبادرات التنفيذية التي توفّر كثيرًا من التكاليف، وتزيد من رضا المرضى، وتلبي احتياجات الموظفين، وتعمل الشركات على تطوير تقنيات تساعد مديري الرعاية الصحية في تحسين عملهم من خلال إدارة الاستخدام، وتقليل معدَّل انتظار المرضى المقبولين في الإسعاف (لعدم توفّر أسرة)، وتخفيض مدة إقامتهم في المستشفيات، وتحديد العدد الأمثل للموظفين.

- **عنابر المرضى الذكية (SMART WARD)**

يمكن إنشاء عنابر ذكية (أجنحة) تعتمد على الذكاء الاصطناعي الرقمي، وذلك باستحداث نظام معلومات العنبر الذكي (The Smart Ward Information System)، عبر الإنترنت، وغيرها من التقنيات، والجدير بالذكر أن السمة الرئيسية لنظام معلومات العنبر الذكي هي أن المريض هو مركز النظام، وأن سرير المستشفى هو المنصة، وأن إدارة البيانات الصحية للمريض هي الخط الرئيسي، ويربط النظام المرضى مع أفراد الطاقم الطبي مع معدات المراقبة الطبية من خلال شبكات متعددة، مع بناء منصة رعاية صحية تركز على المريض، وتكون منخفضة التكلفة، وعالية الكفاءة، ويحسّن التجربة الطبية للمريض في أثناء وجوده بالمستشفى؛ مما يؤدي إلى تقليل شدة عبء العمل، وتقليل التكاليف التشغيلية، وتحسين كفاءة الرعاية الطبية.

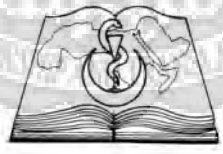


شكل يوضح مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية عن بُعد.

- **تطوير أدوات ووسائل لتحديد الخطر الذي يتعرّض له المرضى**

(Hazard Warning Identification)

يمكن الوقاية من معظم الأمراض، ولكن عادة لا يكون من السهل اكتشاف أمراض الدماغ في المرحلة المبكرة، ولا يتم اكتشاف مثل هذا المرض حتى تتدهور الحالة الصحية للمريض، وعلى الرغم من أن الأطباء يمكن أن يستخدموا أدوات للمساعدة في التنبؤ بالمرض، فإن تعقّد جسم الإنسان وتنوّع الأمراض يؤثران في دقة التنبؤ بالمرض، وقد أدى التطور العلمي إلى رفع كفاءة التنبؤ بمخاطر الأمراض والعلاج التداخلي (Intervention) في الوقت المناسب، ويتضمن التنبؤ بالمخاطر تحذيرًا مبكرًا للحالة الصحية الشخصية، إضافة إلى مراقبة أحداث الصحة العامة مثل: الأوبئة، ويشير العلاج التداخلي بشكل أساسي إلى العلاج الصحي للأشخاص، وكذلك تقديم خدمات استشارية لمختلف المرضى، وتقوم الآلة بتحليل البيانات ودمجها وتطويرها بسرعة مع دقة تحديد الإشارات المزعجة في الأمراض المختلفة وعلاجها؛ مما يؤدي إلى تجنّب بعض العواقب أو المضاعفات الخطيرة.



الفصل الرابع

الذكاء الاصطناعي في التصوير الطبي الحالي والمستقبلي

يُعد التصوير الطبي المعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي أداة مساعدة للكمبيوتر لاستكمال تصنيف الصور الشعاعية؛ لتشخيص الأمراض وعلاجها، ومساعدة الأطباء في التشخيص والعلاج على أساس الصورة الطبية من خلال التعلّم العميق (Deep Learning)، ويتم تحديد الأنماط المعقدة في البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي الذي يعمل على تقديم تقييمات كمية بطريقة آلية.

ومن الممكن استخراج وتعلم خصائص الصور، وكذلك خصائص علم الأمراض من البيانات واسعة النطاق، حيث يتم تطبيق نموذج أساسي للتعلم العميق وهو الشبكات العصبية التلافيفية (Convolutional Neural Networks)، وهي خوارزميات تم تطبيقها في عديد من تحليلات التصوير الطبي، وكذلك علم الأمراض.

ويُعد التصوير الطبي أداة أساسية لتشخيص الأمراض، وعلاجها، حيث جعل الذكاء الاصطناعي الأمر أسهل من أي وقت مضى، وتشمل المجالات الطبية التي تعتمد على بيانات التصوير: الأشعة، وعلم الأمراض، والأمراض الجلدية، وطب العيون، حيث يسهم الذكاء الاصطناعي جيدًا في تحديد الأنماط المعقدة تلقائيًا في بيانات التصوير، وتوفير التقييم الكمي بدلاً من التقييم النوعي لخصائص التصوير الشعاعي.

أصبحت بيانات التصوير الطبي أحد الأدوات الأساسية التي يستخدمها الأطباء للمساعدة في التشخيص، ومن هنا يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لمساعدة

الأطباء في إجراء تشخيص دقيق، ومن المتوقع أن يسجل سوق الذكاء الاصطناعي في التصوير الطبي معدل نمو سنوي مركب قدره 30.4 % خلال الفترة المتوقعة من عام (2021 ـ 2026م).

عمليات الذكاء الاصطناعي في التصوير الطبي

كانت بدايات الذكاء الاصطناعي لفحص التصوير الطبي لسرعة العثور على التغيرات المرضية أو الأنسجة المرضية في التصوير الشعاعي للثدي (Mammography Radiation Photograph)، باستخدام مزيج من التكنولوجيا مع الذكاء الاصطناعي، والنظام العالمي لاتصالات الهاتف المحمول (Global System For Mobile Communication). وقد تم دمج الذكاء الاصطناعي في سير العمل السريري كأداة لمساعدة الأطباء، حيث يسمح بإجراء تقييمات إشعاعية أكثر دقة وقابلة للتكرار؛ بهدف التشخيص، والوقاية، ومتابعة خطة العلاج.

يشير مصطلح "الذكاء الاصطناعي + الصور الطبية" إلى تصنيف الصور الطبية وتجزئتها، وتسجيلها، ودمجها، واسترجاعها باستخدام طرق التعلم العميق (Deep Learning Methods) لمساعدة الأطباء على استكمال التشخيص والعلاج.

مع التطور المستمر في التصوير والذكاء الاصطناعي، فقد ظهر مفهوم "علم الصور الطبية" (Image-Omics Concept)، وفي عام 2012م أخذ زمام المبادرة العالم "لامبين" الإنجليزي لاستخراج عينات البيانات الكبيرة، والتنقيب المتعمق (In-Depth Mining)، أو تحليل البيانات، وتفسيرها، لمعرفة معلومات ضمنية إضافية في الصورة، وذلك من خلال تحليل البيانات الأصلية لمساعدة الممارس الصحي وتوجيه قرار الطبيب، ولقد حقّق الذكاء الاصطناعي عديدًا من الإنجازات في مجالات العقيدات الرئوية، وأورام الكلى، والعلاج الإشعاعي، وسرطان الثدي، وفحص اعتلال الشبكية السكري.

وتشمل عملية تحليل الصور الطبية ما يأتي:

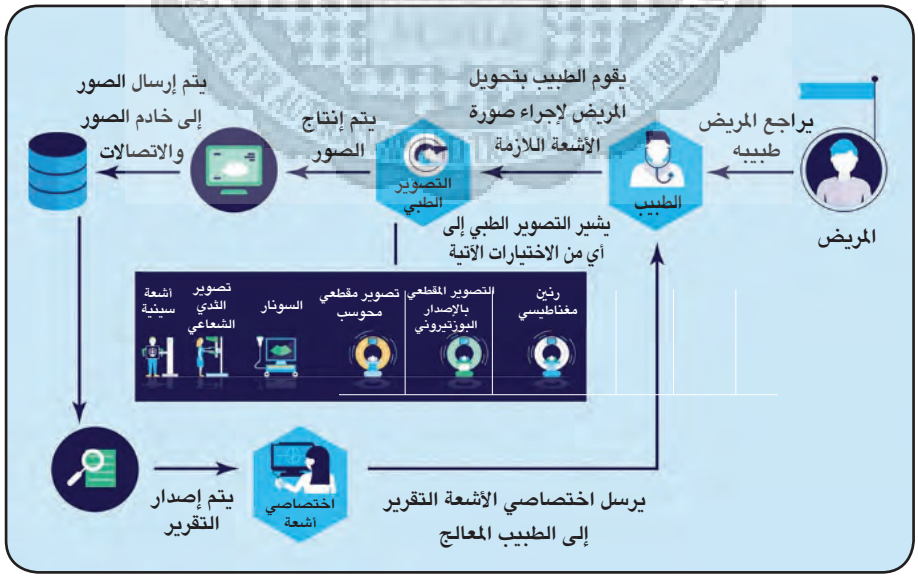
1) الحصول على الصور الطبية: مثل: التصوير المقطعي المحوسب (CT)، والتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET)، إضافة إلى طرق التصوير الطبي الأخرى.

2) تجزئة الصورة الطبية: يتم التحكّم في تقسيم الأنسجة غير الطبيعية أو الأنسجة التشريحية المحددة في الصورة.

3) استخراج السمات: يتم استخراج خصائص الصورة، وبشكل أساسي خصائص القوة، والشكل، والملمس، والموقع، والخصائص الأخرى.

4) التحليل الكمي: التحليل الإحصائي للخصائص المذكورة سابقًا تتضمن طرق التحليل شائعة الاستخدام مثل: التحليل المتكرر لموثوقية القياس، وتحليل المكون الرئيسي، وتحليل معامل الارتباط، والغابات العشوائية (Random Forest) وهي خوارزمية التعلم الآلي الشائعة التي تنتمي إلى تقنية التعلم بالإشراف، ويمكن استخدامها لكل مسائل التصنيف، وتعتمد على مفهوم التعلّم الجماعي، وهي عملية الجمع بين عدة مصنفات لحل مشكلة معقدة؛ لقياس التطور المستقبلي للعنصر.

5) بناء النموذج: يتم استنباط التنبؤ وتصنيف النموذج المعتمد على خصائص علم الصورة الطبية من خلال التعلم الآلي (التعلم العميق) (Machine Learning Deep Learning).



شكل يوضح آلية الذكاء الاصطناعي في التصوير الطبي.

أساليب الذكاء الاصطناعي في الصور الطبية

1) الأسلوب الأول للذكاء الاصطناعي هو هندسة الخصائص الاصطناعية (Artificial Feature Engineering)، حيث يتم تحديد الخصائص بواسطة المعادلات الرياضية، مثل: قوام الورم، ويمكن قياسها بواسطة برامج الكمبيوتر، وتعمل هذه الخصائص الاصطناعية كمدخلات لنماذج التعلم الآلي (Machine Learning Models) المدربة على تصنيف المرضى باستخدام نظام اتخاذ القرار السريري.

2) الأسلوب الثاني للذكاء الاصطناعي، فهو خوارزمية التعلم العميق، وتتعلّم تلقائيًا من البيانات تمثيلات الخصائص من دون تدخّل خبرة بشرية، ويسمح هذا النهج المستند إلى البيانات بتعريفات الخصائص بشكل واضح؛ مما يجعلها أكثر إفادة وقابلة للتعميم؛ لذلك يمكن للتعلم العميق أن يحدد تلقائيًا الخصائص الكمية لأنسجة الإنسان، ويمكن أن تحقق تقدمًا كبيرًا في التشخيص، والرعاية السريرية، ويمكن للتعلم العميق تحديد أبعاد الصورة، وتوازن أهميتها مقابل العوامل الأخرى لاتخاذ القرار السريري.

التأثيرات الإيجابية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التصوير الطبي

- **تطوير الحالات المعيارية المستخدمة (Develop Standardized Use Cases)**

قد تحتاج الخوارزمية إلى التشغيل على خادم محلي، وعليه يجب أن تكون الطريقة القياسية مطورة لقبول المدخلات والمخرجات اللتين تتم معالجتهما بواسطة الخوارزمية، علاوة على ذلك يلزم تطبيق المدخلات والمخرجات المعيارية لحالات الذكاء الاصطناعي.

ومن الناحية المثالية تحتاج حالات الذكاء الاصطناعي إلى التطوير بالتنسيق نفسه الذي يمكّنه من ترجمة الأوصاف البشرية إلى لغات يمكن قراءتها بواسطة الآلة، مثل: لغة الترميز الموسّعة، أو تمثيل كائن برمجة الجافا (Javascript) باستخدام

عناصر بيانات محددة جيدًا، حيث يمكن أن تساعد هذه الحالات خوارزميات الذكاء الاصطناعي في بلوغ التعاريف، وتطوير الأساليب السريرية العملية.

- **إنشاء طريقة مشاركة البيانات (Establish A Data Sharing Method)**

لتطوير خوارزميات ذكاء اصطناعي عالية الأداء ستحتاج النماذج إلى التعلم من مجموعات البيانات عالية الجودة التي تحتوي على التعليقات التوضيحية المناسبة، أو البيانات الوصفية الغنية.

- **تقييم الممارسة السريرية واحتياجات البنية التحتية**

(Assess Clinical Practice And Infrastructure Needs)

إن فهم احتياجات البنية التحتية، بما في ذلك التحليل النوعي والكمي لكيفية عمل الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية سيكون مفتاحًا للآلاف من خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي يمكن استخدامها في الممارسة السريرية الحقيقية، وكذلك توفير واجهات المستخدم في خوارزميات الذكاء الاصطناعي في الطب السريري. إلى جانب ذلك يحتاج المطورون إلى إنشاء معايير قابلية التشغيل للبنية التحتية المحايدة من أجل التواصل بين أنظمة تكنولوجيا المعلومات الصحية، وتكامل الذكاء الاصطناعي مع أدوات سير العمل السريرية؛ لتسريع تطبيق الذكاء الاصطناعي.

- **ضمـــان الســـلامـــة الفنيـــة والدقـــة**

(Ensure Technical Safety And Accuracy)

يجب على المهتمين العمل مع مطوري تكنولوجيا المعلومات، والجهات الحكومية والمؤسسات العامة؛ لضمان دقة خوارزميات الذكاء الاصطناعي، وتقليل الخطأ، والحفاظ على سلامة المرضى، ويجب على الوكالات الفيدرالية، مثل: إدارة الغذاء

والدواء أن تلعب دورًا رئيسيًا في التحقّق من صحة نماذج الذكاء الاصطناعي؛ لضمان سلامة المرضى. وبحسب التقرير تشرف إدارة الغذاء والدواء الأمريكية على مجموعة واسعة من أجهزة التصوير الطبي، وتشرف أيضًا على برامج التشخيص بمساعدة الكمبيوتر، وكذلك على الخوارزميات الأخرى؛ لدعم اتخاذ القرار لممارسي الرعاية الصحية.

التصوير المقطعي المحوسب الذكي

تُستخدم خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحسين دقة وسرعة الأشعة المقطعية؛ مما يسمح بالتشخيص والعلاج بشكل أسرع، ومن ناحية أخرى يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي أيضًا في تقليل التعرّض للإشعاع، حيث يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحديد الهياكل في الصورة وضبط جرعة الإشعاع وفقًا لذلك، وقد انطلق الذكاء الاصطناعي أيضًا في مجالات أخرى من التصوير المقطعي المحوسب، مثل: التجزئة الآلية للأعضاء والأنسجة، حيث يمكن أن تساعد التجزئة الآلية الأطباء على تحديد المشكلات المحتملة بسرعة من دون الحاجة إلى تتبّع حدود الأعضاء أو الأنسجة يدويًا؛ مما يوفّر الوقت، ويحسّن الجودة.

التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)

تم تطبيق الذكاء الاصطناعي في التصوير بالرنين المغناطيسي لتحسين جودة الصورة، وكفاءة سير العمل، والقيام بتحليل الصور مباشرة في الوقت الفعلي، وتحديد الهياكل التشريحية، واتخاذ القرارات بشأن البيانات المطلوبة للتشخيص، إضافة الى أتمتة (هي استخدام الحاسوب أو الأجهزة المبنية على البرمجيات في مختلف القطاعات) عملية التجزئة؛ مما يسمح لاختصاصي الأشعة بتحديد الأشياء بسرعة داخل صور التصوير بالرنين المغناطيسي، ويعمل الذكاء الاصطناعي على تقليل وقت المسح من خلال تحسين معلومات المسح، وتحسين

دقة الصورة، ومن ثَمَّ توفّر نتائج أكثر دقة بشكل أسرع من أي وقت مضى، وتتيح الصور التقليدية التي يتم التقاطها بواسطة أجهزة الرنين المغناطيسي إمكانية تحليل هيكل جزيئات المواد المختلفة داخل الجسم، مثل: البروتينات، إلا أن فريقًا من الباحثين من الولايات المتحدة الأمريكية قام بتطوير تقنية تهدف إلى فهم أفضل للمعادلات الكيميائية وتفاعلات البروتينات داخل جسم الإنسان؛ مما يؤدي إلى إمكانية تحليل هذه البيانات بشكل أسرع، وبدرجة الدقة نفسها، وقد تم تدريب منظومة الذكاء الاصطناعي على كيفية فك شفرات صور الرنين المغناطيسي المعقدة لفهم خواص البروتينات على مستوى الجزيئات سواء من الناحية النوعية أو الكمية، ومن ثَمَّ تساعد هذه الدراسات في فهم وظائف البروتينات وأهميتها داخل جسم الإنسان.

التصوير بالرنين المغناطيسي في أثناء العملية الجراحية للدماغ

يستخدم الأطباء التصوير بالرنين المغناطيسي في أثناء العملية للمساعدة في الجراحة لعلاج: أورام المخ، وخلل التوتر، والصرع، والرعاش الأساسي، والورم الدبقي، والاضطرابات العصبية والنفسية، ومرض باركنسون، وأورام الدماغ في الأطفال، وأورام الغدة النخامية، ويُلاحظ أنه لا يمكن استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي في أثناء العملية مع معظم المرضى الذين لديهم أجهزة تنظيم ضربات القلب، والغرسات القوقعية، والمفاصل المعدنية أو بعض أنواع الغرسات، وتكون الصور الفورية الملتقطة عن طريق التصوير بالرنين المغناطيسي في أثناء العملية ضرورية للأسباب الآتية:

- تحديد مكان التشوّهات في حالة تحرّك الدماغ.
- تمييز نسيج الدماغ الشاذ عن نسيج الدماغ الطبيعي.
- تحقيق استئصال كامل لبعض أورام الدماغ على نحو أفضل.

ـ حماية الأنسجة المهمة، إذ يسمح إجراء يُسمى العلاج الحراري الخِلالي بالليزر للجراحين بعلاج الصرع عن طريق تسخين النسيج، وجعله خاملاً؛ مما يعوق تدفق نوبات الصرع من خلال نهج طفيف التوغل.

وباستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي في أثناء العملية لمراقبة درجة حرارة الدماغ، يمكن للجراحين أيضًا إبقاء درجات الحرارة منخفضة بما يكفي لتجنب الإصابة في أثناء الإجراء، كما يمكن عند العلاج بالموجات فوق الصوتية الموجهة بالرنين المغناطيسي تركيز طاقة الموجات فوق الصوتية على مناطق الدماغ المسببة للصرع من دون إجراء جراحة.

الفصل الخامس

واقع الذكاء الاصطناعي الطبي ومستقبله

أصبح الذكاء الاصطناعي جزءًا لا يتجزأ من حياتنا اليومية؛ مما أدى إلى تغيير طريقة عملنا والتواصل مع العالم من حولنا، ومع استمرار تقدّم الذكاء الاصطناعي وزيادة تطوره، فإنه من المهم مراعاة المخاطر والعواقب المحتملة المرتبطة بتطويره.

دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة

لا نغفل دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وقد رصد عايض علي القحطاني (2022م) بعض الآثار المحتملة لعملية الذكاء الاصطناعي في دعم التنمية المستدامة بأبعادها الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية، وذلك على مستوى القطاعين العام والخاص، وفي ضوء ذلك خرج البحث بعدد من التوصيات حول دور الذكاء الاصطناعي، ومنها يوصي البحث بأهمية صياغة الخطط الإستراتيجية للذكاء الاصطناعي على مستوى القطاعات، والوزارات، واستحداث برامج دراسات عليا، وماجستير، ودكتوراه في الذكاء الاصطناعي.

كما أن التحوّلات الناشئة عن الثورة التكنولوجية، وخاصة التطورات في الذكاء الاصطناعي يمكن أن تفتح فرصًا هائلة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة التي حددتها الأمم المتحدة في خطة التنمية المستدامة لعام 2030م، حيث تقدّم تطبيقاته حلولًا مبتكرة، وتقييمًا محسنًا للمخاطر، وتخطيطًا أفضل، ومشاركة سريعة للمعرفة.

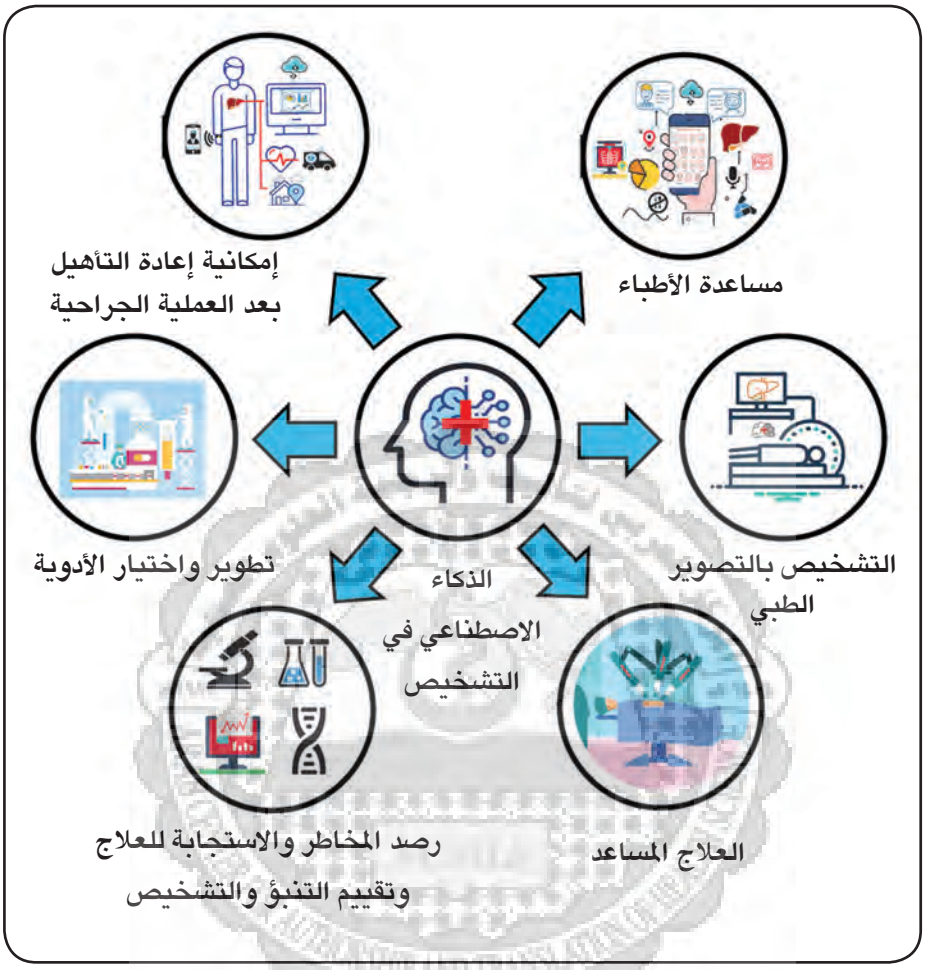
ويُستثمر ذكاء الروبوت في التنمية المستدامة، ولكن في المقابل ينجم عنه بطالة، بسبب أتمتة الوظائف، ويمكن أن يُعظّم الذكاء الاصطناعي العائد لصالح المرضى، ويخفض التكاليف لصالح المؤسسات.

المسؤولية المدنية الطبية في مواجهة تطوّر تقنيات الذكاء الاصطناعي

على الرغم من فوائد تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي ومميزاتها الهائلة، فإنها قد تحمل أيضًا مخاطر كبيرة على مجتمعنا، وتثير كثيرًا من التحديات خاصة حول مدى ملائمة قدرة القواعد القانونية الحالية، (خاصة قواعد المسؤولية المدنية) على استيعاب الخصائص الفريدة لهذه التقنية، حيث إن الذكاء الاصطناعي الطبي ليس معصومًا من الخطأ، ومن المُؤكد أنه قد يتسبب في بعض الأضرار التي يجب معالجتها وتعويض الضحايا.

الذكاء الاصطناعي ومستقبل الطب والخدمات الصحية

إن تطوير طب الذكاء الاصطناعي ينمو على قدم وساق، وهو ما يمكن رؤيته من بعض تقارير البحث العلمي عن الطب بالذكاء الاصطناعي؛ لذلك نجد أن استحداث وتطوير نظام التشخيص بمساعدة الصور الطبية، والمعدات الطبية للذكاء الاصطناعي أصبح هو اتجاه تطوير طب الذكاء الاصطناعي، وبمساعدة الذكاء الاصطناعي الطبي، سيبذل القائمون على الصناعة الطبية جهودًا كبيرة على مستوى التسلسل الهرمي للبلاد؛ لتحسين التشخيص والعلاج، وتحسين الإدارة العلمية، ومشاركة معلومات البيانات الطبية الضخمة، وبناء خدمات طبية معلوماتية فعّالة، ومع ذلك توجد بعض الدول التي تحتاج إلى التكامل العميق بين الذكاء الاصطناعي والاقتصاد الحقيقي المبني على التنفيذ النشط لإصلاح المعلومات الطبية، والبيانات الطبية الضخمة، وذلك بدمج الإنترنت مع نظام الرعاية الصحية، واتجاهات الإصلاح الأخرى.



صورة توضح خدمات الذكاء الاصطناعي في التشخيص والرعاية الطبية.

تطبيق نظام الإحالة الطبية

يُحدِث الذكاء الاصطناعي ثورة في تطبيق نظام الإحالة الطبية، وتحديد جهات الإحالة المحتملة بدقة وسرعة أكبر من الطرق اليدوية، إضافة إلى ذلك فإن الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي قادرة على دمج البيانات من مصادر متعددة، مثل: السجلات الصحية الإلكترونية، أو أنظمة دعم القرار السريري لتحليلها، وهذا يزيد من دقة قرار الإحالة.

تحديات الذكاء الاصطناعي في علاج السرطان

تم الاستفادة من دقة الذكاء الاصطناعي وكفاءته والتعلم الآلي في تشخيص مختلف أنواع السرطانات والتنبؤ بها، كما يُستخدم الذكاء الاصطناعي في تخصيص (تفصيل) الدواء لتحديد أفضل خيارات الرعاية لمرضى السرطان، وعلى الرغم من ظهور نتائج ممتازة، فإن الحاجة للبحث الشامل ما تزال مستمرة لزيادة تحسين النتائج.

ويُستخدم الذكاء الاصطناعي كذلك لتعيين الجرعة المثلى من العلاج الكيميائي والعلاج الإشعاعي لمرضى السرطان، ورفع متوسط العمر للمرضى (Life span)، ويحاول الباحثون إنشاء الروابط الديناميكية غير الخطية التي يمكن التحكم فيها بواسطة الذكاء الاصطناعي (مثل: العلاج الكيميائي، والعلاج الإشعاعي). ويتمتع الذكاء الاصطناعي بقدرة في علاج أمراض السرطان، كما يُعد داعمًا مساعدًا في اتخاذ القرار؛ مما يجعل تقنية الذكاء الاصطناعي مساعدة في التشخيص، والعلاج، وهو ليس بديلاً عن الأطباء في القيام بالمهام الطبية.

وباستخدام تكنولوجيا التعلّم الآلي (Machine Learning) مع تطبيق الهاتف الذكي المدعوم بالذكاء الاصطناعي لمراقبة أعراض مرضى السرطان ومنها الألم السيطرة عليها، وتظهر البيانات باستخدام تطبيق أي بال (Epal Application)، فإنه يقلل من الألم لدى المرضى المصابين بالأورام الورم الصلبة بنسبة 20 %، ويقلل من معدّل الإقامة بالمستشفيات (بسبب الآلام المصاحبة)، وتشتمل وظائف تطبيق أي بال (Epal Application) على ما يأتي:

- يقدّم إرشادات من الأطباء حول كيفية إدارة آلام المرضى بشكل أفضل في المنزل.
- يوفّر التطبيق موارد تعليمية للمرضى حول إدارة الألم، ويتضمن إرشادات فيديو من طاقم الأطباء، ويتضمن إجابات عن الأسئلة الشائعة حول إدارة الألم.
- إذا أبلغ المريض عن ألم شديد قد يتطلب اهتمامًا فوريًا، فسيتدخل التطبيق ويطلب من مقدم الخدمة الاتصال بالمريض لمناقشة آلامه، والمساعدة في إدارة الألم بشكل فعّال في المنزل.

أخلاقيات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية:

الذكاء الاصطناعي: الحدود الجديدة للإنسانية

ليس المبدأ التوجيهي للذكاء الاصطناعي أن يصبح مستقلاً أو يحل محل الذكاء البشري، ولكن يجب علينا أن نتأكد من تطويره من خلال نهج إنساني قائم على القيم وحقوق الإنسان، ونحن نواجه سؤالًا حاسمًا وهو : ما نوع المجتمع الذي نريده غدًا؟ تفتح ثورة الذكاء الاصطناعي آفاقًا جديدة ومثيرة، لكن الاضطراب الأنثروبولوجي والاجتماعي الذي يجلبه في أعقابه يتطلب دراسة متأنية.

إضافة إلى الاصطدام العنيف بين الأفكار الأكاديمية والإبداع في مجال الذكاء الاصطناعي، نجد أن طب الذكاء الاصطناعي يواجه عديدًا من المشكلات التي لا يمكن تجاهلها، مثل: المشكلات الأخلاقية لطب الذكاء الاصطناعي، والحاجة إلى تحسين دقة خوارزمية الذكاء الاصطناعي، وكذلك النقص في بيانات التدريب الناتجة عن معايير البيانات الطبية غير المتسقة، إضافة إلى صعوبات جمع البيانات واستخدامها، ... إلخ.

وقال المدير العام لمنظمة الصحة العالمية، الدكتور تيدروس أدهانوم غيبريسوس: "إنه على غرار كل تكنولوجيا جديدة، يشتمل الذكاء الاصطناعي على إمكانات ضخمة تؤهله لتحسين صحة ملايين الأفراد في العالم، وفي الوقت نفسه قد يُساء استخدامه، وقد يتسبب في إلحاق الضرر، شأنه شأن كل تكنولوجيا"، ويشير أيضًا إلى أن الفرص تقترن بمخاطر وتحديات، ومنها ما يتعلق بجمع البيانات الصحية واستخدامها بأساليب غير أخلاقية، وأوجه التحيز في التشفير بالخوارزميات، ومخاطر الذكاء الاصطناعي على سلامة المرضى، والأمن السيبراني، والبيئة.

تهديدات الذكاء الاصطناعي

استطاع الذكاء الاصطناعي أن يصنع هياكل، وأجهزة، وأنظمة، وجسيمات صغيرة الحجم في نطاق الجزيء، والنانو، وتسبب هذا التصنيع الجزيئي (Molecular manufacturing) في تطوير منتجات وخدمات نانوية فعّالة تشمل: أدوية، ومواد كيميائية للزراعة المستدامة، وحاسبات بيولوجية فائقة السرعة،

وأسلحة متطورة، وروبوتات نانوية ذاتية التكرار تسبح في الجسم بتحكم الدماغ لعلاج الحالات صعبة التشخيص، لكن يثير ربط نشاط الدماغ بالحاسب مخاوف أخلاقية واجتماعية، حيث تبيَّن أن بعض المرضى الذين خضعوا لتحفيز الدماغ العميق لعلاج مرض "باركنسون" اعترتهم انفعالات غير منضبطة. فهل يسيطر الذكاء الاصطناعي على البشر؟ وهل ينقذ البشرية أم يدمِّرها؟ ماذا سيحدث إذا فقدنا السيطرة على الخوارزميات المستقلة؟ أثارت هذه التساؤلات ثلاثة احتمالات :

1. برمجة الذكاء الاصطناعي للتدمير: فالأسلحة المستقلة الذكية المبرمجة للقتل ذاتيًا قد تؤدِّي إلى حروب خارج السيطرة، وقد يستحيل علينا إيقافها.

2. برمجة الذكاء الاصطناعي للقيام بشيء مفيد، ولكن بآثار جانبية مدمِّرة: سيكون الذكاء الاصطناعي الخارق فعّالاً في تحقيق الأهداف، لكن هل تحقيق هذه الأهداف تحت السيطرة؟ وإذا خرج عن السيطرة سيصبح مصيرنا في يد آلة، ولامتزاج الذكاء الاصطناعي الوثيق بالأمن، يُسبِّب استخدامه الضار تهديدات متنوِّعة: أمنية وسيبرية، وفيزيائية، وديمقراطية، وخصوصية.

3. تجارب الذكاء الاصطناعي غير الأخلاقية: مثل: تلاعب الشبكات الاجتماعية في "آخر الأخبار" (News Feeds) من دون وعي المستخدمين.

العيوب الأخلاقية للذكاء الاصطناعي

1) الإقصاء (التنميط العنصري): يمكن استغلال الذكاء الاصطناعي لزيادة فعّالية التدابير التمييزية القائمة مثل: التنميط العنصري، والتنبؤ بالسلوك، وحتى تحديد التوجه الجنسي للأفراد؛ مما يؤثر سلبًا في أداء الروبوتات الطبية والمركبات المستقلة. ويفترض أن التقنية موضوعية أي: خالية من القِيَم التي تفرضها الإنسانية؛ لذا تستوجب المخاطر الأخلاقية التي يثيرها الذكاء الاصطناعي سنّ تشريعات لضمان تطبيقه بمسؤولية.

2) تضليل النماذج: تشمل تهديدات المطورين الرئيسية مجموعة تقنيات تهدف إلى تضليل النماذج من خلال مدخلات تشويش عدوانية.

3) **الأَنْسنة:** تثير فكرة الوعي الاصطناعي الذي يمكن أن يشبه ذكاء الإنسان أسئلة أخلاقية محيرة للعقل، فهل يمكن أنسنة الذكاء الاصطناعي المستقبلي؟ وهل سيتقبل المجتمع أنسنة الذكاء الاصطناعي؟ وهل يُعد بعض عناصر الذكاء الاصطناعي إنسانًا في المستقبل؟

4) **التزييف:** أدى التقدُّم في الشبكات العصبونية العميقة إلى اندلاع حروب جديدة تختلق معلومات باستخدام الوسائط المُزوّرة كأسلحة، والمكوِّن الرئيسي في تقنية التزييف العميق هو تعلّم الآلة، حيث يقوم المُزيّف بتدريب "الشبكات العصبونية العميقة" على عدة ساعات من لقطات مرئية حقيقية للشخص لمنحه "فهمًا واقعيًا لاستبدال محتوى مرئي أو صوتي لشخص ما.

مخاطر تطبيق الذكاء الاصطناعي في رعاية المسنين

أصدرت لجنة اليونسكو العالمية للمعرفة العلمية وأخلاقيات التكنولوجيا (The Unesco World Scientific Knowledge And Technology Ethics Committee) تقريرًا أعربت فيه عن مخاوفها بشأن تطبيق الذكاء الاصطناعي في تكنولوجيا رعاية المسنين، وأشار التقرير إلى أن حماية كرامة وخصوصية الإنسان تنطبق أيضًا على مجال الروبوتات الذكية غير المعروفة.

تشتمل المخاطر الأخلاقية المهنية على: سلامة المريض، والخصوصية، والنزاهة، والكرامة، والاستقلالية. فعلى سبيل المثال: قد يرفض المريض تناول الأدوية لأسباب معقولة، في الوقت الذي يقوم روبوت رعاية المسنين بتذكير المريض بموعد تناول الدواء، فماذا يفعل الروبوت عندئذٍ؟ وهذه واحدة من الصعوبات والتحديات في تقنية الذكاء الاصطناعي الحالية، إضافة إلى ذلك، يعتقد الروبوت أنه من المعقول منع كبار السن من زيادة الوزن، ومن ثَمَّ منعهم من تناول الأطعمة عالية السعرات الحرارية، وقد يكون هناك أيضًا موقف آخر يكون فيه الوصي هو روبوت التحكم عن بُعد، حيث يقيد كبار السن؛ مما يؤدي إلى مخاطر خفية محتملة في الأخلاق، والقانون.

صورة لأحد ربوتات رعاية المسنين.

تطبيقات الصحة الإلكترونية والذكاء الاصطناعي في العالم العربي

ـ دعم اتخاذ القرار في جامعة الملك سعود

في دراسة تقييمية لنظام إتقان عن البيانات الضخمة واتخاذ القرار في جامعة الملك سعود أوصت تلك الدراسة بعدة توصيات من أهمها إجراء الدراسات الدورية التي تتناول مستجدات تحليل البيانات الضخمة، والعمل على تطوير قدرات نظام "إتقان" البحثية ليضاهي محركات البحث الدلالية، وإدراج مزيد من النماذج التنبؤية التي تساعد النظام على إدارة البيانات الضخمة بكامل التفاصيل التي تدعم اتخاذ القرار في الجامعة.

ـ نظام الصحة الإلكترونية في مستشفى الملك المؤسس عبد الله الجامعي

في دراسة تشخيص واقع نظام الصحة الإلكترونية في مستشفى الملك المؤسس عبد الله الجامعي بالمملكة الأردنية الهاشمية تبين أن أكثر هذه الأبعاد تطبيقًا هو نظام تطوير الخدمات الصحية، يليه نظام السجلات الطبية الإلكترونية، وأخيرًا نظام الطب

الاتصالي، كما أظهرت الدراسة أن مستوى إدراك الموظفين لنظام الصحة الإلكترونية في المستشفى لا يختلف باختلاف بعض المتغيرات (الجنس، والعمر، والمؤهل العلمي)، بينما يختلف من حيث متغير الخبرة، كما تبين وجود فروق جوهرية بين أبعاد نظام الصحة الإلكترونية السائدة حاليًا في المستشفى، وأبعاد نظام الصحة الإلكترونية في المستشفيات المطبقة لهذا النظام، ونستعرض فيما يأتي أمثلة لاختلاف استخدام نظام الصحة الإلكترونية في المستشفى:

- يطبق العاملون في المستشفى نظام السجلات الطبية الإلكترونية كأحد أنظمة الصحة الإلكترونية بدرجة منخفضة.
- يطبق العاملون في المستشفى نظام تطوير الخدمات الصحية كأحد أنظمة الصحة الإلكترونية بدرجة تزيد قليلاً عن الدرجة المتوسطة.
- يطبق العاملون في المستشفى نظام الطب الاتصالي كأحد أنظمة الصحة الإلكترونية بدرجة متدنية.
- بشكل عام يطبق العاملون من مختلف التخصصات في المستشفى نظام الصحة الإلكترونية بدرجة منخفضة.
- تبين أن أكثر أنظمة الصحة الإلكترونية تطبيقًا في المستشفى هو نظام تطوير الخدمات الصحية، ثم نظام السجلات الطبية الإلكترونية، وأخيرًا نظام الطب الاتصالي.

نتائج دراسة بحثية عن تطبيق نظام الصحة الإلكترونية على مهنيي الصحة

أ ـ درجة تطبيق نظام الصحة الإلكترونية

ـ درجة تطبيق عموم الموظفين لنظام الصحة الإلكترونية أقل من الدرجة المتوسطة.

ـ أكثر الفئات تطبيقًا لنظام الصحة الإلكترونية هي فئة الصيادلة، تليها فئة الإداريين، ثم فئة الأطباء، ثم فئة التمريض، وأخيرًا فئة الفنيين.

ب ـ مستوى إدراك الموظفين لنظام الصحة الإلكترونية

ـ عدم وجود اختلافات جوهرية بين الفئات العمرية للموظفين في المستشفى من حيث مستوى إدراكهم لنظام الصحة الإلكترونية.

ـ عدم وجود اختلافات جوهرية بين فئات المؤهل العلمي للموظفين في المستشفى (عينة البحث) من حيث مستوى إدراكهم لنظام الصحة الإلكترونية.

ـ وجود اختلافات جوهرية بين سنوات الخبرة للموظفين في المستشفى (عينة البحث) من حيث مستوى إدراكهم لنظام الصحة الإلكترونية.

ج ـ الفروق بين المستشفيات في تطبيق أبعاد الصحة الإلكترونية

ـ لا توجد فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين أبعاد نظام الصحة الإلكترونية السائدة حاليًا في المستشفى (عينة الدراسة)، وأبعاد نظام الصحة الإلكترونية في المستشفيات المطبقة لهذا النظام.

ـ درجة تطبيق نظام السجلات الطبية الإلكترونية، ونظام الطب الاتصالي تقل عن الدرجة المتوسطة للمقياس، بينما متوسط نظام تطوير الخدمات الصحية تجاوز بقليل متوسط المقياس، وكل هذه المتوسطات أقل من المتوسط المفروض.

عقبات تطبيقات الصحة الإلكترونية والذكاء الاصطناعي في العالم العربي

- غياب الرؤية الواضحة والخطط الإستراتيجية المناسبة لدى المنظمات الصحية الإقليمية المعنية بتقديم خدمات الرعاية الطبية.
- نقص الإدراك الكافي بقيمة المعلوماتية الطبية ودورها في تطوير مستوى الخدمات الصحية، وقلة الخبرة، والكفاءات.
- القطاع الصحي بشكل عام ما يزال في المراحل الأولى من تطبيق نظام الصحة الإلكترونية، والذكاء الاصطناعي، أي: أن البيئة المناسبة والمتطلبات الأساسية لتطبيق هذا النظام في طور البناء، ويحتاجان إلى فترة زمنية.

- عدم الاعتماد النظامي لاستخدامات وتطبيقات الصحة الإلكترونية مثل: نظام السجلات الطبية الإلكترونية، وما يتعلق بها من حسابات المرضى، وتكاليف الخدمات، والمستهلكات، وأجور الأطباء.. إلخ.

- عدم الاهتمام المجتمعي والرسمي بتطوير نظم الخدمات الصحية، والتركيز على تطوير الكوادر البشرية وتنمية قدراتهم، ومهاراتهم، وأجهزتهم الطبية لتقديم أفضل الخدمات الصحية للمرضى، وخاصة ضمن طابع المنافسة بين القطاع الخاص، والقطاع الحكومي.

- نقص القدرات البشرية المؤهلة في مجال المعلومات الطبية.

- ضَعْف البنية التحتية اللازمة لتطبيق نظام الصحة الإلكترونية والذكاء الاصطناعي.

- ضَعْف القوانين والتشريعات الخاصة بتقديم خدمات الصحة الإلكترونية، والذكاء الاصطناعي.

- تهميش دور القطاع الخاص.

- ضَعْف مستوى التعاون والربط بين المؤسسات الصحية المختلفة.

- مشكلة تطبيق نظام الطب الاتصالي بدرجة متدنية، ويُعزى ذلك إلى افتقاد المستشفى للتقنيات الحديثة التي تتيح للمرضى العلاج عن بُعد، أو حتى التشخيص، أو الاستشارة عن بُعد؛ نظرًا لارتفاع تكاليفها المبدئية.

- عدم الاهتمام بالمؤتمرات التي تُعقد عن بُعد.

- ضَعْف عملية نقل وتبادل البيانات والمعلومات مع المستشفيات الأخرى سواء المحلية، أو الدولية.

- عدم وجود عاملين واستشاريين وأصحاب مهارات وخبرات في كيفية التعامل عند تقديم خدمات وأنشطة الصحة الإلكترونية، وخاصة التطبيب عن بُعد.

المراجـــع

References

أولًا: المراجع العربية

- د. الأكلبي، علي بن ذيب، البيانات الضخمة واتخاذ القرار في جامعة الملك سعود: دراسة تقييمية لنظام إتقان، كيوسانيس، دار جامعة حمد بن خليفة للنشر، عام 2019م.
- أخلاقيات وحوكمة الذكاء الاصطناعي في قطاع الصحة، إرشادات منظمة الصحة العالمية، ملخص تنفيذي، منظمة الصحة العالمية، عام 2021م.
- العبد، رضا محمود، المسؤولية المدنية الطبية في مواجهة تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، كلية الحقوق، جمهورية مصر العربية، عام 2022م.
- العربي، عمرو، تعرف على مفهوم النظم الخبيرة، مفاهيم تقنية، موقع مطور، عام 2023م.
- القحطاني، عايض علي، دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة في إطار رؤية المملكة العربية السعودية 2030م، المجلة العربية للمعلوماتية وأمن المعلومات، المملكة العربية السعودية، عام 2022م.
- د. سيف، ناصر، د. خضور، ناصر، د. درة، عمر محمد، دراسة حالة، المجلة العربية للإدارة، مستشفى الملك المؤسس عبد الله الجامعي، المملكة الأردنية الهاشمية، عام 2017م.

ثانيًا: المواقع العربية

- نازي، جمال، الذكاء الاصطناعي يرصد سرطان الثدي بدقة وكفاءة أكثر، العربية، عام 2023م.

- أزولاي، أودري، نحو أخلاقيات الذكاء الاصطناعي، الأمم المتحدة، عام 2023م.
- طب دقيق، ويكيبيديا، الموسوعة الحرة، عام 2023م.
- شبكة بايزية، ويكيبيديا، الموسوعة الحرة، عام 2023م.
- شبكة عصبونية اصطناعية، ويكيبيديا، الموسوعة الحرة، عام 2023م.
- د.أحمد، أبو بكر سلطان، أخلاقيات الذكاء الاصطناعي، مجلة القافلة عام 2021م.

ثالثًا: المراجع الأجنبية

- **Convolutional neural network, Wikipedia, 2023.**
- **High level panel discussion on the Fourth Review and Appraisal of the Madrid International Plan of Action on Ageing:** UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Ageing ,2023.
- **Mayo Foundation** for Medical Education and Research (MFMER), 2023.
- **Michael Luca, Jon Kleinberg, and Sendhil Mullainathan:** Analytics And Data Science Algorithms Need Managers, Too Know how to get the most out of your predictive tools. From the Magazine (January–February 2016). Harvard Business Publishing: Higher Education Corporate Learning Harvard Business Review Harvard Business School. Harvard Business School, 2023.
- **Image Matting. Computer Vision, COPIED (2023).**
- **JAMES VINCENT :** Companion robot ElliQ can ask users about their childhood to create a digital 'memoir'/ The bot is designed as a companion for older adults, connecting them to family members and reminding them about health goals, 2022.

- **Yogesh Kumar, Apeksha Koul, Ruchi Singla, and Muhammad Fazal Ijaz:** Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. J Ambient Intell Humaniz Comput, 2022.
- **A framework for validating AI in precision medicine:** considerations from the European ITFoC consortium. BMC Medical Informatics and Decision Making volume 21, Article number: 274, (2021).
- **Profiling cancer genome to optimize solid tumor management:** SOPHiA Genetics, Solid Tumor Solution, 2021.
- **El Achi H, Khoury JD**: Artificial Intelligence and Digital Microscopy Applications in Diagnostic Hematopathology. Cancers (Basel), 2020.
- **Hu Q, Yang J, Qin P, et al:** Could or could not of Grid-Loc: grid BLE structure for indoor localization system using machine learning. SOCA 2020.
- **Liu K-L, Wu T, Chen PT, et al:** Deep learning to distinguish pancreatic cancer tissue from noncancerous pancreatic tissue: a retrospective study with cross-racial external validation. Lancet Digit Health, 2020.
- **Weir HK, Thompson TD, Soman A, Møller B, Leadbetter S.** The past, present, and future of cancer incidence in the United States: 1975 through, 2020.
- **Allen B1- Allen B, Seltzer SE, Langlotz CP, et al., (2019):** A Road map for translational research on artificial intelligence in medical imaging: From the 2018 national institutes of health/rsna/acr/the academy workshop,2019.

- **From Novel Technology to Novel Applications:** «From Novel Technology to Novel Applications: Comment on «An Integrated Brain-Machine Interface Platform With Thousands of Channels» by Elon Musk and Neuralink». Journal of Medical Internet Research,2019.
- **Hogarty DT, Mackey DA, Hewitt AW :** Current state and future prospects of artificial intelligence in ophthalmology: a review, Clin Exp Ophthalmol ,2019:
- **Huang S, Yang J, Fong S, Zhao Q, :** Mining prognosis index of brain metastases using artificial intelligence. Cancers (Basel), 2019.
- **Kirsten Fetah (2019):** Benjamin J. DiPardo, Eve Mary L Kongadzem, James S. Tomlinson, Adem IBRAHIM Elzagheid, Mohammed Elmusrati, Ali Khademhosseini, Nureddin Ashammakhi, 2019.Cancer ModelingonaChip with Future Artificial Intelligence Integration., University of California, Los Angeles, 2019.
- **Qian D, Liu H, Wang X, et al:** Potentially functional genetic variants in the complement-related immunity gene-set are associated with non-small cell lung cancer survival. Int J Cancer, 2019.
- **United Nations:** Peace, dignity and equality on a healthy planet. GLOBAL ISSUES, Ageing, 2019.
- **Wang F-H, Shen L, Li J, et al:** The chinese society of clinical oncology (CSCO): clinical guidelines for the diagnosis and treatment of gastric cancer. Cancer Commun (Lond), 2019.
- **Holanda LJ, Silva PMM, Amorim TC, Lacerda MO, Simão CR, Morya E:** Robotic assisted gait as a tool for rehabilitation of individuals with spinal cord injury: a systematic review. J Neuroeng Rehabil, 2017.

- **Isamu Kajitani 1, Yujin Wakita 1:** An Introduction to the Development of Transfer Assistive Robots in Japan. pubmed. National Library of Medicine. Stud Health Technol Inform, 2017.
- **Liu Huang:** Artificial intelligence AI has landed in various medical institutions in Britain and the United States. President of the Chinese Hospital, 2017.
- **Topalovic M, Laval S, Aerts JM, Troosters T, Decramer M, Janssens W.**

  Automated interpretation of pulmonary function tests in adults with respiratory complaints. Respiration, 2017.

إصـــدارات

المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية

أولاً : سلسلة الثقافة الصحية والأمراض المعدية

1 ـ الأسنان وصحة الإنسان	تأليف: د. صاحب القطان
2 ـ الدليل الموجز في الطب النفسي	تأليف: د. لطفي الشربيني
3 ـ أمراض الجهاز الحركي	تأليف: د. خالد محمد دياب
4 ـ الإمكانية الجنسية والعقم	تأليف: د. محمود سعيد شلهوب
5 ـ الدليل الموجز عن أمراض الصدر	تأليف: د. ضياء الدين الجماس
6 ـ الدواء والإدمان	تأليف الصيدلي: محمود ياسين
7 ـ جهازك الهضمي	تأليف: د. عبد الرزاق السباعي
8 ـ المعالجة بالوخز الإبري	تأليف: د. لطفية كمال علوان
9 ـ التمنيع والأمراض المعدية	تأليف: د. عادل ملا حسين التركيت
10 ـ النوم والصحة	تأليف: د. لطفي الشربيني
11 ـ التدخين والصحة	تأليف: د. ماهر مصطفى عطري
12 ـ الأمراض الجلدية في الأطفال	تأليف: د. عبير فوزي محمد عبدالوهاب
13 ـ صحة البيئة	تأليف: د. ناصر بوكلي حسن
14 ـ العقم: أسبابه وعلاجه	تأليف: د. أحمد دهمان
15 ـ فرط ضغط الدم	تأليف: د. حسان أحمد قمحية
16 ـ المخدرات والمسكرات والصحة العامة	تأليف: د. سيد الحديدي
17 ـ أساليب التمريض المنزلي	تأليف: د. ندى السباعي
18 ـ ماذا تفعل لو كنت مريضاً	تأليف: د. چاكلين ولسن
19 ـ كل شيء عن الربو	تأليف: د. محمد المنشاوي
20 ـ أورام الثدي	تأليف: د. مصطفى أحمد القباني
21 ـ العلاج الطبيعي للأمراض الصدرية عند الأطفال	تأليف: أ. سعاد الشامر
22 ـ تغذية الأطفال	تأليف: د. أحمد شوقي
23 ـ صحتك في الحج	تأليف: د. موسى حيدر قاسه
24 ـ الصرع، المرض.. والعلاج	تأليف: د. لطفي الشربيني

25 ـ نمـو الطفـل	تأليف: د. منال طبيلة
26 ـ السِّمنـة	تأليف: د. أحمد الخولي
27 ـ البُهاق	تأليف: د. إبراهيم الصياد
28 ـ طـب الطَّوارئ	تأليف: د. جمـال جـودة
29 ـ الحساسية (الأرجية)	تأليف: د. أحمد فرج الحسانين
30 ـ سلامة المريض	تأليف: د. عبدالرحمن لطفي عبد الرحمن
31 ـ طـب السفـر	تأليف: د. سـلام محمد أبو شعبـان
32 ـ التغذية الصحية	تأليف: د. خالد مدني
33 ـ صحة أسنان طفلك	تأليف: د. حبـابـة المزيدي
34 ـ الخلل الوظيفي للغدة الدرقية عند الأطفال	تأليف: د. منال طبيلة
35 ـ زرع الأسنـان	تأليف: د. سعيد نسيب أبو سعدة
36 ـ الأمراض المنقولة جنسياً	تأليف: د. أحمد سيف النصر
37 ـ القثطرة القلبيـة	تأليف: د. عهـد عمر عرفة
38 ـ الفحص الطبي الدوري	تأليف: د. ضياء الدين جماس
39 ـ الغبار والصحة	تأليف: د. فاطمة محمد المأمون
40 ـ الكاتاراكت (السـادّ العيني)	تأليف: د. سُرى سبع العيش
41 ـ السمنة عند الأطفال	تأليف: د. ياسر حسين الحصـيني
42 ـ الشخيـــر	تأليف: د. سعاد يحيى المستكاوي
43 ـ زرع الأعضـــاء	تأليف: د. سيد الحديدي
44 ـ تساقط الشعر	تأليف: د. محمد عبد اللّه إسماعيل
45 ـ سـن الإيـاس	تأليف: د. محمد عبيد الأحمد
46 ـ الاكتئـــاب	تأليف: د. محمد صبري
47 ـ العجـز السمعـي	تأليف: د. لطفية كمال علوان
48 ـ الطب البديل (في علاج بعض الأمراض)	تأليف: د. علاء الدين حسني
49 ـ استخدامات الليزر في الطب	تأليف: د. أحمد علي يوسف
50 ـ متلازمة القولون العصبي	تأليف: د. وفاء أحمد الحشاش
51 ـ سلس البول عند النساء (الأسباب ـ العلاج)	تأليف: د. عبد الرزاق سري السباعي
52 ـ الشعرانية «المرأة المُشْعِرة»	تأليف: د. هناء حامد المسوكر
53 ـ الإخصاب الاصطناعي	تأليف: د. وائل محمد صبح
54 ـ أمراض الفم واللثة	تأليف: د. محمد براء الجندي

55 ـ جراحة المنظار	تأليف: د. رُلى سليم المختار
56 ـ الاستشارة قبل الزواج	تأليف: د. ندى سعد اللّه السباعي
57 ـ التثقيف الصحي	تأليف: د. ندى سعد اللّه السباعي
58 ـ الضعف الجنسي	تأليف: د. حسان عدنان البارد
59 ـ الشباب والثقافة الجنسية	تأليف: د. لطفي عبد العزيز الشربيني
60 ـ الوجبات السريعة وصحة المجتمع	تأليف: د. سلام أبو شعبان
61 ـ الخلايا الجذعية	تأليف: د. موسى حيدر قاسه
62 ـ ألزهايمر (الخرف المبكر)	تأليف: د. عبير محمد عدس
63 ـ الأمراض المعدية	تأليف: د. أحمد خليل
64 ـ آداب زيارة المريض	تأليف: د. ماهر الخاناتي
65 ـ الأدوية الأساسية	تأليف: د. بشار الجمّال
66 ـ السعـال	تأليف: د. جُلنار الحديدي
67 ـ تغذية الأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة	تأليف: د. خالد المدني
68 ـ الأمراض الشرجية	تأليف: د. رُلى المختار
69 ـ النفايات الطبية	تأليف: د.جمال جوده
70 ـ آلام الظهر	تأليف: د.محمود الزغبي
71 ـ متلازمة العوز المناعي المكتسب (الإيدز)	تأليف: د.أيمن محمود مرعي
72 ـ التهاب الكبد	تأليف: د.محمد حسن بركات
73 ـ الأشعة التداخلية	تأليف: د. بدر محمد المراد
74 ـ سلس البول	تأليف: د. حسن عبد العظيم محمد
75 ـ المكملات الغذائية	تأليف: د.أحمد محمد الخولي
76 ـ التسمم الغذائي	تأليف: د. عبدالمنعم محمود الباز
77 ـ أسرار النوم	تأليف: د. منال محمد طبيلة
78 ـ التطعيمات الأساسية لدى الأطفال	تأليف: د. أشرف إبراهيم سليم
79 ـ التوحـد	تأليف: د. سميرة عبد اللطيف السعد
80 ـ التهاب الزائدة الدودية	تأليف: د. كفاح محسن أبو راس
81 ـ الحمل عالي الخطورة	تأليف: د. صلاح محمد ثابت
82 ـ جودة الخدمات الصحية	تأليف: د. علي أحمد عرفه
83 ـ التغذية والسرطان وأسس الوقاية	تأليف: د. عبد الرحمن عبيد مصيقر
84 ـ أنماط الحياة اليومية والصحة	تأليف: د. عادل أحمد الزايد

85 ـ حرقة المعدة	تأليف: د. وفاء أحمد الحشاش
86 ـ وحدة العناية المركزة	تأليف: د. عادل محمد السيسي
87 ـ الأمراض الروماتزمية	تأليف: د. طالب محمد الحلبي
88 ـ رعاية المراهقين	تأليف: أ. ازدهار عبد اللّه العنجري
89 ـ الغنغرينة	تأليف: د. نيرمين سمير شنودة
90 ـ الماء والصحة	تأليف: د. لمياء زكريا أبو زيد
91 ـ الطب الصيني	تأليف: د. إيهاب عبد الغني عبد اللّه
92 ـ وسائل منع الحمل	تأليف: د. نورا أحمد الرفاعي
93 ـ الداء السكري	تأليف: د. نسرين كمال عبد اللّه
94 ـ الرياضة والصحة	تأليف: د. محمد حسن القباني
95 ـ سرطان الجلد	تأليف: د. محمد عبد العاطي سلامة
96 ـ جلطات الجسم	تأليف: د. نيرمين قطب إبراهيم
97 ـ مرض النوم (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. عزة السيد العراقي
98 ـ سرطان الدم (اللوكيميا)	تأليف: د. مها جاسم بورسلي
99 ـ الكوليرا (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. أحمد حسن عامر
100 ـ فيروس الإيبولا (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. عبد الرحمن لطفي عبد الرحمن
101 ـ الجهاز الكهربي للقلب	تأليف: د. ناصر بوكلي حسن
102 ـ الملاريا (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. أحمد إبراهيم خليل
103 ـ الأنفلونزا (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. إيهاب عبد الغني عبد اللّه
104 ـ أمراض الدم الشائعة لدى الأطفال	تأليف: د. سندس إبراهيم الشريدة
105 ـ الصداع النصفي	تأليف: د. بشر عبد الرحمن الصمد
106 ـ شلل الأطفال (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. إيهاب عبد الغني عبد اللّه
107 ـ الشلل الرعاش (مرض باركنسون)	تأليف: د. سامي عبد القوي علي أحمد
108 ـ ملوثات الغذاء	تأليف: د. زكريا عبد القادر خنجي
109 ـ أسس التغذية العلاجية	تأليف: د. خالد علي المدني
110 ـ سرطان القولون	تأليف: د. عبد السلام عبد الرزاق النجار
111 ـ قواعد الترجمة الطبية	تأليف: د. قاسم طه الساره
112 ـ مضادات الأكسدة	تأليف: د. خالد علي المدني
113 ـ أمراض صمامات القلب	تأليف: د. ناصر بوكلي حسن
114 ـ قواعد التأليف والتحرير الطبي	تأليف: د. قاسم طه الساره
115 ـ الفصـــام	تأليف: د. سامي عبد القوي علي أحمد
116 ـ صحة الأمومة	تأليف: د. أشرف أنور عزاز

117 ـ منظومة الهرمونات بالجسم	تأليف: د. حسام عبد الفتاح صديق
118 ـ مقومات الحياة الأسرية الناجحة	تأليف: د. عبير خالد البحوه
119 ـ السيجارة الإلكترونية	تأليف: أ. أنور جاسم بو رحمه
120 ـ الفيتامينات	تأليف: د. خالد علي المدني
121 ـ الصحة والفاكهة	تأليف: د. موسى حيدر قاسه
122 ـ مرض سارس (المتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة) (سلسلة الأمراض المعدية)	تأليف: د. مجدي حسن الطوخي
123 ـ الأمراض الطفيلية	تأليف: د. عذوب علي الخضر
124 ـ المعادن الغذائية	تأليف: د. خالد علي المدني
125 ـ غذاؤنا والإشعاع	تأليف: د. زكريا عبد القادر خنجي
126 ـ انفصال شبكية العين	تأليف: د. محمد عبدالعظيم حماد
127 ـ مكافحة القوارض	تأليف: أ.د. شعبان صابر خلف اللّه
128 ـ الصحة الإلكترونية والتطبيب عن بُعد	تأليف: د. ماهر عبد اللطيف راشد
129 ـ داء كرون أحد أمراض الجهاز الهضمي الالتهابية المزمنة	تأليف: د. إسلام محمد عشري
130 ـ السكتة الدماغية	تأليف: د. محمود هشام مندو
131 ـ التغذية الصحية	تأليف: د. خالد علي المدني
132 ـ سرطان الرئة	تأليف: د. ناصر بوكلي حسن
133 ـ التهاب الجيوب الأنفية	تأليف: د. غسَّان محمد شحرور
134 ـ فيروس كورونا المستجد (nCoV-2019)	إعداد: المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية
135 ـ التشوهات الخِلقية	تأليف: أ.د. مازن محمد ناصر العيسى
136 ـ السرطـــــان	تأليف: د. خالد علي المدني
137 ـ عمليات التجميل الجلدية	تأليف: د. أطلال خالد اللافي
138 ـ الإدمـان الإلكترونـي	تأليف: د. طلال إبراهيم المسعد
139 ـ الفشل الكلوي	تأليف: د. جـود محمد يكـن
140 ـ الـدَّاء والـدَّواء من الألم إلى الشفاء	تأليف: الصيدلانية. شيماء يوسف ربيع
141 ـ معلومات توعوية للمصابين بمرض كوفيد - 19 تساعد هذه المعلومات على التحكم في الأعراض والتعافي عقب الإصابة بمرض كوفيد - 19	ترجمة وتحرير: المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية
142 ـ السرطان ما بين الوقاية والعلاج	تأليف: أ. د. سامح محمد أبو عامر

143 ـ التصلب المتعدد	تأليف: د. رائد عبد اللّه الروغاني د. سمر فاروق أحمد
144 ـ المغص	تأليف: د. ابتهال حكم الجمعان
145 ـ جائحة فيروس كورونا المستجد وانعكاساتها البيئية	تأليف: غالب علي المراد
146 ـ تغذية الطفل من الولادة إلى عمر سنة	إعداد: المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية
147 ـ صحة كبار السن	تأليف: د. علي خليل القطان
148 ـ الإغماء	تأليف: د. أُسامة جبر البكر
149 ـ الحَوَل وازدواجية الرؤية	تأليف: د. نادية أبل حسن صادق
150 ـ صحة الطفل	تأليف: د. نصر الدين بن محمود حسن
151 ـ الجفاف	تأليف: د. محمد عبد العزيز الزيبق
152 ـ القدم السكري	تأليف: د. حازم عبد الرحمن جمعة
153 ـ المنشطات وأثرها على صحة الرياضيين	تأليف: د. مصطفى جوهر حيات
154 ـ التداخلات الدوائية	تأليف: الصيدلانية. شيماء يوسف ربيع
155 ـ التهاب الأذن	تأليف: د. سليمان عبد الله الحمد
156 ـ حساسية الألبان	تأليف: أ. د. لؤي محمود اللبان
157 ـ خطورة بعض الأدوية على الحامل والمرضع	تأليف: الصيدلانية. شيماء يوسف ربيع
158 ـ التهاب المفاصل الروماتويدي	تأليف: د. علي إبراهيم الدعي
159 ـ الانزلاق الغضروفي	تأليف: د. تامر رمضان بدوي
160 ـ متلازمة داون	تأليف: د. أحمد عدنان العقيل
161 ـ عُسر القراءة الديسلكسيا	تأليف: د. أحمد فهمي عبد الحميد السحيمي
162 ـ الرعاية الصحية المنزلية	تأليف: أ. د. فيصل عبد اللطيف الناصر
163 ـ البكتيريا النافعة وصحة الإنسان	تأليف: أ. د. لؤي محمود اللبان
164 ـ الأطعمة الوظيفية	تأليف: د. خالد علي المدني د. غالية حمد الشملان
165 ـ الداء البطني والجلوتين	تأليف: د. عبدالرزاق سري السباعي
166 ـ خشونة المفاصل	تأليف: د. طالب محمد الحلبي
167 ـ الأمراض النفسية الشائعة	تأليف: د. ندى سعد اللّه السباعي

168 ـ عدم تحمُّل الطعام ... المشكلة والحلول	تأليف: د. خالد علي المدني د. غالية حمد الشملان
169 ـ كيف تتخلص من الوزن الزائد؟	تأليف: د. ميرفت عبد الفتاح العدل
170 ـ الترجمة الطبية التطبيقية	تأليف: د. حسَّان أحمد قمحيَّة
171 ـ الأشعة التشخيصية ودورها في الكشف عن الأمراض	تأليف: د. منى عصام الملا
172 ـ جـدري القـردة	تأليف: أ. د. شعبان صابر محمد خلف الله
173 ـ اعتلال الأعصاب الطرفية	تأليف: د. رائد عبد اللّه الروغاني د. سمر فاروق أحمـد
174 ـ هل نستطيع أن نصنع دواءنا؟	تأليف: أ. د. مرزوق يوسف الغنيم
175 ـ الأمراض التنفسية لدى الأطفال	تأليف: د. نصر الدين بن محمود حسن
176 ـ الالتـهـابـات	تأليف: د. حسَّان أحمد قمحيَّة
177 ـ الفحوص المختبرية ودورها في الكشف عن الأمراض	تأليف: د. محمد جابر صدقي
178 ـ التغذية والمناعة	تأليف: د. خالد علي المدني د. ليلى نايف الحربي
179 ـ التنظيم الغذائي لأمراض القلب والأوعية الدموية	تأليف: د. حمده عبد الله قطبه د. خالد علي المدني
180 ـ هل نستطيع أن نصنع دواءنا؟ (الطبعة الثانية)	تأليف: أ. د. مرزوق يوسف الغنيم
181 ـ دليل التغذية الأنبوبية والوريدية	تأليف: أ. د. لؤي محمود اللبان
182 ـ الجلوكوما (الزَّرَق)	تأليف: د. بشار محمد عباس
183 ـ دليل تبريد الأغذية وتجميدها منزليًا	تأليف: د. زكريا عبد القادر خنجي
184 ـ صعوبات التعلُّم.. بين التشخيص والعلاج	تأليف: أ. د. طلال إبراهيم المسعد
185 ـ دور التغذية في علاج اضطرابات الأكل	تأليف: أ. د. عزة عبد الحافظ العريفي د. خالد علي المدني
186 ـ حمى الوادي المتصدع	تأليف: أ. د. شعبان صابر محمد خلف الله
187 ـ اضطراب دهون الدم	تأليف: أ. د. يوسف أحمد بركات

188 ـ عُسـر الهضـم	تأليف: د. أحمد مهدي محمد عبد العليم
189 ـ حياة الأطفال المصابين بالتوحد وعلاقتها بصحة الفم والأسنان	تأليف: د. عبد الكريم عادل مبروك
190 ـ أمراض مفصل الكتف	تأليف: أ. د. فتحي جابر محمد خلاف
191 ـ مشكلات العظام والمفاصل لدى مرضى داء السكري	تأليف: د. تامر رمضان بدوي
192 ـ التئام الكسور العظمية لدى الإنسان	تأليف: د. طالب محمد الحلبي
193 ـ الحساسية الدوائية	تأليف: أ. د. خالد محسن حسن
194 ـ احمـرار العيـن	تأليف: د. جمال إبراهيم المرجان
195 ـ علاج الآلام المزمنة من خلال اتباع نمط حياة صحي	تأليف: د. عبد الحميد عبد القادر حمد
196 ـ السياحة العلاجية	تأليف: د. يعقوب يوسف التمار
197 ـ الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية	تأليف: د. ماهر عبد اللطيف راشد

ثانيًا : مجلة تعريب الطب

1 ـ العدد الأول «يناير 1997»	أمراض القلب والأوعية الدموية
2 ـ العدد الثاني «أبريل 1997»	مدخل إلى الطب النفسي
3 ـ العدد الثالث «يوليو 1997»	الخصوبة ووسائل منع الحمل
4 ـ العدد الرابع «أكتوبر 1997»	الداء السكري (الجزء الأول)
5 ـ العدد الخامس «فبراير 1998»	الداء السكري (الجزء الثاني)
6 ـ العدد السادس «يونيو 1998»	مدخل إلى المعالجة الجينية
7 ـ العدد السابع «نوفمبر 1998»	الكبد والجهاز الصفراوي (الجزء الأول)
8 ـ العدد الثامن «فبراير 1999»	الكبد والجهاز الصفراوي (الجزء الثاني)
9 ـ العدد التاسع «سبتمبر 1999»	الفشل الكلوي
10 ـ العدد العاشر «مارس 2000»	المرأة بعد الأربعين
11 ـ العدد الحادي عشر «سبتمبر 2000»	السمنة المشكلة والحل
12 ـ العدد الثاني عشر «يونيو 2001»	الچينيوم هذا المجهول
13 ـ العدد الثالث عشر «مايو 2002»	الحرب البيولوچية
14 ـ العدد الرابع عشر «مارس 2003»	التطبيب عن بعد
15 ـ العدد الخامس عشر «أبريل 2004»	اللغة والدماغ
16 ـ العدد السادس عشر «يناير 2005»	الملاريا
17 ـ العدد السابع عشر «نوفمبر 2005»	مرض ألزهايمر
18 ـ العدد الثامن عشر «مايو 2006»	أنفلونزا الطيور
19 ـ العدد التاسع عشر «يناير 2007»	التدخين: الداء والدواء (الجزء الأول)
20 ـ العدد العشرون «يونيو 2007»	التدخين: الداء والدواء (الجزء الثاني)
21 ـ العدد الحادي والعشرون «فبراير 2008»	البيئة والصحة (الجزء الأول)
22 ـ العدد الثاني والعشرون «يونيو 2008»	البيئة والصحة (الجزء الثاني)
23 ـ العدد الثالث والعشرون «نوفمبر 2008»	الألم.. «الأنواع، الأسباب، العلاج»
24 ـ العدد الرابع والعشرون «فبراير 2009»	الأخطاء الطبية
25 ـ العدد الخامس والعشرون «يونيو 2009»	اللقاحات.. وصحة الإنسان
26 ـ العدد السادس والعشرون «أكتوبر 2009»	الطبيب والمجتمع
27 ـ العدد السابع والعشرون «يناير 2010»	الجلد..الكاشف..الساتر
28 ـ العدد الثامن والعشرون «أبريل 2010»	الجراحات التجميلية

29 ـ العدد التاسع والعشرون «يوليو 2010»	العظام والمفاصل...كيف نحافظ عليها ؟
30 ـ العدد الثلاثون «أكتوبر 2010 »	الكلى ... كيف نرعاها ونداويها ؟
31 ـ العدد الحادي والثلاثون «فبراير 2011»	آلام أسفل الظهر
32 ـ العدد الثاني والثلاثون «يونيو 2011»	هشاشة العظام
33 ـ العدد الثالث والثلاثون «نوفمبر 2011»	إصابة الملاعب «آلام الكتف.. الركبة.. الكاحل»
34 ـ العدد الرابع والثلاثون «فبراير 2012»	العلاج الطبيعي لذوي الاحتياجات الخاصة
35 ـ العدد الخامس والثلاثون «يونيو 2012»	العلاج الطبيعي التالي للعمليات الجراحية
36 ـ العدد السادس والثلاثون «أكتوبر 2012»	العلاج الطبيعي المائي
37 ـ العدد السابع والثلاثون «فبراير 2013»	طب الأعماق.. العلاج بالأكسجين المضغوط
38 ـ العدد الثامن والثلاثون «يونيو 2013»	الاستعداد لقضاء عطلة صيفية بدون أمراض
39 ـ العدد التاسع والثلاثون «أكتوبر 2013»	تغير الساعة البيولوجية في المسافات الطويلة
40 ـ العدد الأربعون «فبراير 2014»	علاج بلا دواء ... عالج أمراضك بالغذاء
41 ـ العدد الحادي والأربعون «يونيو 2014»	علاج بلا دواء ... العلاج بالرياضة
42 ـ العدد الثاني والأربعون «أكتوبر 2014»	علاج بلا دواء ... المعالجة النفسية
43 ـ العدد الثالث والأربعون «فبراير 2015»	جراحات إنقاص الوزن: عملية تكميم المعدة ... ما لها وما عليها
44 ـ العدد الرابع والأربعون «يونيو 2015»	جراحات إنقاص الوزن: جراحة تطويق المعدة (ربط المعدة)
45 ـ العدد الخامس والأربعون «أكتوبر 2015»	جراحات إنقاص الوزن: عملية تحويل المسار (المجازة المعدية)
46 ـ العدد السادس والأربعون «فبراير 2016»	أمراض الشيخوخة العصبية: التصلب المتعدد
47 ـ العدد السابع والأربعون «يونيو 2016»	أمراض الشيخوخة العصبية: مرض الخرف
48 ـ العدد الثامن والأربعون «أكتوبر 2016»	أمراض الشيخوخة العصبية: الشلل الرعاش
49 ـ العدد التاسع والأربعون «فبراير 2017»	حقن التجميل: الخطر في ثوب الحسن
50 ـ العدد الخمسون «يونيو 2017»	السيجارة الإلكترونية
51 ـ العدد الحادي والخمسون «أكتوبر 2017»	النحافة ... الأسباب والحلول
52 ـ العدد الثاني والخمسون «فبراير 2018»	تغذية الرياضيين
53 ـ العدد الثالث والخمسون «يونيو 2018»	البـــــهـــاق
54 ـ العدد الرابع والخمسون «أكتوبر 2018»	متلازمة المبيض متعدد الكيسات
55 ـ العدد الخامس والخمسون «فبراير 2019»	هاتفك يهدم بشرتك
56 ـ العدد السادس والخمسون «يونيو 2019»	أحدث المستجدات في جراحة الأورام (سرطان القولون والمستقيم)

57 ـ العدد السابع والخمسون «أكتوبر 2019»	البكتيريا والحياة
58 ـ العدد الثامن والخمسون «فبراير 2020»	فيروس كورونا المستجد (nCoV-2019)
59 ـ العدد التاسع والخمسون «يونيو 2020»	تطبيق التقنية الرقمية والذكاء الاصطناعي في مكافحة جائحة كوفيد -19 (COVID-19)
60 ـ العدد الستون «أكتوبر 2020»	الجديد في لقاحات كورونا
61 ـ العدد الحادي والستون «فبراير 2021»	التصلُّب العصبي المتعدد
62 ـ العدد الثاني والستون «يونيو 2021»	مشكلات مرحلة الطفولة
63 ـ العدد الثالث والستون «أكتوبر 2021»	الساعة البيولوجية ومنظومة الحياة
64 ـ العدد الرابع والستون «فبراير 2022»	التغيُّر المناخي وانتشار الأمراض والأوبئة
65 ـ العدد الخامس والستون «يونيو 2022»	أمراض المناعة الذاتية
66 ـ العدد السادس والستون «أكتوبر 2022»	الأمراض المزمنة ... أمراض العصر
67 ـ العدد السابع والستون «فبراير 2023»	الأنيميا ... فقر الدم
68 ـ العدد الثامن والستون «يونيو 2023»	أمراض المناعة الذاتية (الجزء الثاني)
69 ـ العدد التاسع والستون «أكتوبر 2023»	أمراض سوء التغذية
70 ـ العدد السبعون «فبراير 2024»	الأمراض السرطانية

الموقع الإلكتروني : www.acmls.org

/acmlskuwait

/acmlskuwait

/acmlskuwait

0096551721678

ص.ب: 5225 الصفاة 13053 ـ دولة الكويت ـ هاتف 0096525338610/1 ـ فاكس: 0096525338618

البريد الإلكتروني : acmls @ acmls.org

ARAB CENTER FOR AUTHORSHIP AND TRANSLATION OF HEALTH SCIENCE

The Arab Center for Authorship and Translation of Health Science (ACMLS) is an Arab regional organization established in 1980 and derived from the Council of Arab Ministers of Public Health, the Arab League and its permanent headquarters is in Kuwait.

ACMLS has the following objectives:

- Provision of scientific & practical methods for teaching the medical sciences in the Arab World.
- Exchange of knowledge, sciences, information and researches between Arab and other cultures in all medical health fields.
- Promotion & encouragement of authorship and translation in Arabic language in the fields of health sciences.
- The issuing of periodicals, medical literature and the main tools for building the Arabic medical information infrastructure.
- Surveying, collecting, organizing of Arabic medical literature to build a current bibliographic data base.
- Translation of medical researches into Arabic Language.
- Building of Arabic medical curricula to serve medical and science Institutions and Colleges.

ACMLS consists of a board of trustees supervising ACMLS general secretariate and its four main departments. ACMLS is concerned with preparing integrated plans for Arab authorship & translation in medical fields, such as directories, encyclopeadias, dictionaries, essential surveys, aimed at building the Arab medical information infrastructure.

ACMLS is responsible for disseminating the main information services for the Arab medical literature.

© COPYRIGHT - 2024
ARAB CENTER FOR AUTHORSHIP AND TRANSLATION OF HEALTH SCIENCE
ISBN: 978-9921-782-62-2

All Rights Reserved, No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means; electronic, mechanical, photocopying, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

ARAB CENTER FOR AUTHORSHIP AND TRANSLATION OF HEALTH SCIENCE
(ACMLS - KUWAIT)

P.O. Box 5225, Safat 13053, Kuwait

Tel. : + (965) 25338610/25338611
Fax. : + (965) 25338618

E-Mail: acmls@acmls.org
http:// www.acmls.org

Printed and Bound in the State of Kuwait.

ARAB CENTER FOR AUTHORSHIP AND
TRANSLATION OF HEALTH SCIENCE - KUWAIT

Health Education Series

Artificial Intelligence In Healthcare

By

Dr. Maher Abdellatif Rashed

Revised by

Arab Center for Authorship and Translation of Health Science

في هذا الكتاب

أحدث الذكاء الاصطناعي بتطوراته الحديثة ثورة حقيقية في القطاع الطبي، والرعاية الصحية، سهلت البحث العلمي على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن العلاجات استنادًا إلى البيانات والأدلة الحالية، وساعد الذكاء الاصطناعي في تطوير الرعاية الصحية جنبًا إلى جنب مع تطور تكنولوجيا الحاسب، وتخزين البيانات الضخمة والتعامل معها، وقد أصبح الأطباء قادرين على تشخيص الأمراض وعلاجها بدقة وكفاءة غير مسبوقة مع تحديد خيارات العلاج المعيارية على المستوى الفردي والمستوى المجتمعي، ويمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي أيضًا أن تحلّل التاريخ الطبي للمريض، ونتائج الاختبارات المعملية، ونقاط البيانات الأخرى للوصول إلى تشخيص دقيق، إضافة إلى الكشف المبكر عن الأمراض وعلاجها، وكذلك تحليل بيانات المسح الصحي، وتحديد الأنماط في الردود التي يمكن أن تساعد المتخصصين في الرعاية الصحية على تحسين رعاية المرضى.

أما بالنسبة لاستخدام التصوير الطبي لتشخيص الأمراض وعلاجها فيشهد الذكاء الاصطناعي ثورة كبيرة في هذا المجال، حيث جعلت تقنية الذكاء الاصطناعي التصوير الطبي أكثر دقة وأسرع من أي وقت مضى، وقد أحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في مجال علم الأورام، حيث تساعد الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي الأطباء على تقديم رعاية فضلى لمرضى السرطان، مع تحسين الدقة والكفاءة، وتُستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي لتحديد الأورام السرطانية، والتنبؤ بتطورها والاستجابة للعلاج، وتطوير علاجات مخصصة لكل مريض، ومن أجل نظام صحي متكامل يلزم تطبيق نظام يضمن حصول المريض على الرعاية المناسبة في الوقت المناسب من اختصاصي مؤهل، ويتم الآن استخدام الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المريض، مثل: الأعراض ونتائج الاختبار؛ لتحديد أفضل وجهة إحالة ممكنة للمريض.