معارف
ISSN 1112-7007
EISSN 6804 -2600
المجلد 19/ العدد 2 (ديسمبر 2024): ص.ص:1289-1306

# مستقبل البيوتكنولوجيا في عصر الذكاء الاصطناعي

# (The Future of Biotechnology in the Age of Artificial Intelligence)

مروى مروش[1] *. جويدة غانم[2]

[1] [2] جامعة البويرة، مخبر متعدد التخصصات في علوم الإنسان والبيئة والمجتمع، البويرة 10000، الجزائر

m.marrouche@univ-bouira.dz[1] dj.ghanem@univ-bouira.dz[2]

تاريخ الاستلام: 2024/09/03؛ تاريخ القبول: 2024/10/26؛ تاريخ النشر: 2024/12/22

**ملخص:**

يُعتبرُ علم البيو تكنولوجيا أحد أكثر مجالات الطبية والعلمية روعة، على وجه الخصوص، خاصة إذا كان مدفوعاً بالعمل والتفاعل مع أحدث تقنيات العصر ألا وهو الذكاء الاصطناعي، أبرز المجالات التي استفاد منها الطب الحيوي بفروعه المختلفة كالهندسة والوراثية وزراعة الأعضاء واكتشاف الأدوية وما هو أبعد من ذلك .يتيح لنا تكامل الذكاء الاصطناعي مع البيو تكنولوجيا تحليل مجموعة البيانات والخوارزميات الضخمة وفتح الرؤى المخفية وكشف الأسرار المخفية وراء هذان التخصصان اللذان يبدوان مختلفان ظاهريا، وهذا هو الهدف من وراء هذا الطرح .

علاوة على ذلك فإن الجمع بين الذكاء الاصطناعي والبيو تكنولوجيا في مجال الصحة يفتح لنا باباً نحو تحديا ت، تستوجب من الباحثين وضع اعتبارات أخلاقية تضمن خصوصية البيانات والمساءلة والشفافية والاستخدام المسؤول لذكاء الاصطناعي والتعليم الآلي الذي يمهد الطريق لمستقبل تتشابك فيه البيو تكنولوجيا والذكاء الاصطناعي، مما يزيد قدرتنا ويدفعنا نحو حدود جديدة لاكتشاف العلمي وتحسين رفاهية الإنسان.

**الكلمات المفتاحية**: الذكاء الاصطناعي؛ البيو تكنولوجيا؛ الأخلاق؛ زرع ونقل الأعضاء؛

* المؤلف المرسل.

الجينوم البشري.

**Abstract**

Biotechnology is considered one of the most fascinating fields in medicine and science, especially when driven by the latest technologies of the era, namely artificial intelligence. It has significantly benefited various branches of biomedicine, such as genetic engineering, organ transplantation, drug discovery, and more. The integration of AI with biotechnology allows us to analyze vast datasets and algorithms, uncover hidden insights, and reveal the secrets behind these two seemingly different disciplines. This is the aim of this discussion.

Moreover, combining AI and biotechnology in healthcare opens the door to challenges that require researchers to consider ethical aspects, ensuring data privacy, accountability, transparency, and the responsible use of AI and machine learning. This paves the way for a future where biotechnology and AI are intertwined, enhancing our capabilities and pushing us toward new frontiers of scientific discovery and improving human well-being.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Biotechnology; Ethics; Organ Transplantation; Human Genome .

**مقدمة:**

إن تطور مفهوم الطب الحيوي تمثل في انتقال نظام الرعاية الصحية من علاج الأعراض إلى معالجة السبب الفعلي، في العقود القليلة الماضية، تم الإبلاغ عن تطورات مثيرة في هذا المجال من خلال المساهمات التعاونية للباحثين من مجالات متعددة التخصصات لاستخلاص الأساليب العلاجية المناسبة، على الرغم من أن الطب الحيوي كان موجود ومعروف منذ القدم إلا أن دمج الذكاء الاصطناعي الذي يعزز قدرات هذا المجال ويساهم في تسريع التقدم العلمي، ويفرض أسباب جديدة لفهم النظم البيولوجية خاصة وتطوير العلاجات ومواجهة التحديات المعقدة في الطب، كما يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على فتح آفاق جديدة في علم الأحياء مما يجعله أداة لا غنى عنها

للباحثين والممارسين في هذا المجال.

ففي مجال الرعاية الصحية يتيح الذكاء الاصطناعي القدرة على إحداث ثورة في التشخيص والعلاج واكتشاف الأدوية وعلم الجينوم وزارعة الأعضاء، ويمكن لخوارزميات التعلم الآلي تحليل الصور الطبية مثل التصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي المحوسب، بدقة استثنائية والمساعدة على كشف المبكر عن الأمراض وتحسين الخطط العلاجية، مما يؤدي إلى تدخلات أكثر استهدافا وفعالية. حيث تكمن أهمية الموضوع فيما يلي:

- إن الذكاء الاصطناعي من بين أهم التطورات العلمية التي لها أثر كبير على العديد من المجال بما فيها المجال الطب الحيوي، حيث إنها تقدم طرقاً ولأساليب علاجية جديدة لمختلف الأمراض التي كانت مستعصية على العلماء والأطباء، الذي يحقق الصحة والشفاء للإنسان.

وتلخص الأهداف الأساسية للموضوع في الجمع بين مجالين مختلفان ظاهريا في إطار أخلاقي يعزز الاستخدام البيو طبي لتقنية هدفا للحفاظ على قدسية جسد الإنسان

أما المنهج المتبع في هذا الطرح هو الوصفي التحليلي، حيث قمنا بوصف مجالين البيو تكنولوجيا والذكاء الاصطناعي، ومن ثم قمنا بتحليل المجالين من ناحية التحديات المترتبة عنها وكذا الإيجابيات التي تقدمها.

وعلى هذا الأساس ارتأينا أن نطرح الإشكالية الرئيسية التالية: **هل سيتحقق مستقبل البيو تكنولوجيا في عصر الذكاء الاصطناعي؟ ويضمن للإنسان صحة واستدامة؟ أم أن هناك حدود واعتبارات أخلاقية وجب التركيز عليها؟** أما الأسئلة الفرعية فتتمثل في:

- ما هو مفهوم الذكاء الاصطناعي؟ وماهي فروعه؟
- ما هو مفهوم البيو تكنولوجيا؟
- هل يمكن الجمع بين الذكاء الاصطناعي والبيو تكنولوجيا؟
- هل يضعنا التكامل بين الذكاء الاصطناعي والبيو تكنولوجيا أمام تحديات؟ وهل يجب علينا أخلقة ووضع أطر أخلاقية؟ في سبيل المحافظة على كرامة الإنسان؟

وقد تضمن هذا المقال الخطة التالية والمتألفة من : مقدمة ومبحثين .المبحث الأول المعنون بـ : **البيو تكنولوجيا والذكاء الاصطناعي مدخل مفاهيمي**، ويتضمن مطلبين، المطلب الأول معنون بـ : الذكاء الاصطناعي، وتتضمن فرعين، الفرع الأول المعنون بـ : في مفهوم الذكاء الاصطناعي، والفرع الثاني معنون بـ :فروع الذكاء الاصطناعي ، أما المطلب الثاني فكان بعنوان: البيو تكنولوجيا، وينقسم إلى فرعين، الفرع الأول معنون بـ : في مفهوم البيو تكنولوجيا، والفرع الثاني معنون بـ: التآزر بين الذكاء الاصطناعي والذكاء الاصطناعي، أما المبحث الثاني المعنون بـ : **أهم مجالات البيو تكنولوجيا والذكاء الاصطناعي نحو اعتبار أخلاقي**، ويتضمن مطلبين، المطلب الأول معنون بـ : مجالات التآزر، وتتضمن فرعين، الفرع الأول المعنون بـ: الهندسة والوراثية والجينوم البشري، والفرع الثاني المعنون بـ :زرع ونقل الأعضاء، أما المطلب الثاني فكان بعنوان: في سبيل مستقبل يحقق الرؤى، وينقسم إلى فرعين، الفرع الأول معنون بـ : تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في البيو تكنولوجيا، والفرع الثاني معنون بـ: الضوابط و الاعتبارات الأخلاقية، ثم خاتمة وقائمة المصادر والمراجع

## المبحث الأول: البيو تكنولوجيا والذكاء الاصطناعي مدخل مفاهيمي

لقد وصل الذكاء الاصطناعي إلى علم الأحياء، وهذا ما يمثل تحولا في الاستكشاف العمي، حيث يركز هذا المبحث على تحديد المفاهيم، باعتبارها أنها مفاهيم معاصرة تتطلب تحليلا إضافة إلى التفصيل في العلاقة التكاملية التي تجمع المجالين في سبيل الحفاظ على كرامة الإنسان

### المطلب الأول: الذكـــــاء الاصطناعي

#### الفرع الأول: في مفهوم الذكاء الاصطناعي:

لعل الهدف الأساسي من الذكاء الاصطناعي هو جعل الآلة والحواسيب تقوم بالمهام التي يقوم بها العقل الإنساني. حيث طبق الذكاء الاصطناعي في العديد من الميادين مثال الطب الذي استخدمه العلماء في علم الأحياء بصورة "حياة اصطناعية" تساهم في تطوير النماذج الحسابية لجوانب مختلفة لدى الكائنات الحية، وهذا الذي ساعد في شرح الأنواع المختلفة من نمو الجسم والتطور الأحيائي، وحتى طبيعة الحياة نفسها، وقد كان تدحل الفلاسفة في هذا الموضوع من باب البحث عن أحقية امتلاك الذكاء الاصطناعي شكلا من

الحياة والإبداع وحتى الذكاء نفسه.[1]

غير أن الذكاء الاصطناعي ليس سحراً، ولن يثير انتفاضة الروبوتات أو يحل محل طبيب أو متخصص في الطب بالكامل، ويستخدم مصطلح التعليم الآلي كطريق سهل لشرح خوارزميات الكمبيوتر الإحصائية التي تستخدم مصطلح (AI) للإشارة إلى مجموعة من التقنيات التي يمكن دمجها بطرق مختلفة للإحساس والفهم والتصرف بإضافة إلى التعلم من كالخبرة والتكيف مع مرور الوقت[2] إضافة إلى ذلك فإن الذكاء الاصطناعي هو علم الكمبيوتر الذي يستخدم الخوارزميات والاستدلال ومطابقة الأنماط والقواعد والتعليم العميق والحوسبة لتقريب الاستنتاجات دون تدخل بشري مباشر، أما تطبيق الذكاء الاصطناعي في الطب له فرعين رئيسيين، الظاهري والمادي أولا: الظاهري (الافتراضي) يتضمن المكون الافتراضي التعليم الآلي والخوارزميات التي هيا ثلاثة أنواع:

أ- غير خاضعة للرقابة: تتضمن نظاما يبحث عن الأنماط في بيانات الإدخال فير المسماة وتصنيفها بشكل أكبر اعتمادا على هذه الأنماط المحددة.

ب- خاضع للإشراف: تصنيف الخوارزميات والتنبؤ بها بناء على التعلم السابق في التعلم تحت الإشراف يزود التعليم الآلي بنظام بيانات مصنف مما يساعد على تصنيف الدخلات المختلفة

ت- تعزيز التعليم: استخدام المكافآت والعقوبات لتشكيل استراتيجية لتشغيل المشاكل المصممة

ثانيا: المادي (البدني) ويتضمن الذكاء الاصطناعي المادي الأجهزة الطبية والروبوتات المتطورة والمتقدمة المسؤولة عن تقدم الرعاية والتي يمكن أن تساعد حتى أثناء الجراحة، حيث تم تصميم الروبوتات النانوية للتغلب على المشكلات المرتبطة يتغلغل العامل العلاجي وانتشاره في موقع التطبيق للتسليم المستهدف، مثال على هذا الاستخدام هو استهداف

(1) مارجريت إيه بودن، مقدمة قصيرة جدا – الذكاء الاصطناعي-، تر: إبراهيم سند أحمد، مؤسسة هنداوي المملكة المتحدة، 2022، ص 12

(2) Ronald M. Razmi , md , AI Doctor: the Rise of Artifical intelligence in healthcare,Ronald m.razmi&Sons inc,Hoboken ,new jersey published simultaneously in Canada;2024,p 04.

الورم الذي يعاني من عجز في الأوعية الدموية.[1] نستنتج مما سبق أنه رغم تعدد التعاريف إلا الإجماع على أن الذكاء الاصطناعي يستخدم جنباً إلى جنب مع أجهزة الكمبيوتر والآلات لمساعدة الإنسان على المشاكل، خاصة الصحية منها.

**الفرع الثاني: فـروع الذكاء الاصـطناعي**

تتعدد فروع الذكاء الاصطناعي حسب كل مجال، ولعل السبب الرئيسي وراء هذا الاختلاف هو فلسفي أكثر منه عملي، فالهدف من الذكاء الاصطناعي هو الحصول على أدوات ذكية. لا تفصيل والنبش في جزيئات الصغيرة للعقل البشري هدفا في محاكاتها. ومن هنا جاء التفصيل في فروع الذكاء الاصطناعي الذي نقتصر على أربعة أساسية نذكر منها:

**1- الشبكات العصبية الاصطناعية:**

يمكن اعتبار الشبكات العصبية الاصطناعية، تقليداً للعقل البشري، بهدف أخذ المفاهيم الأساسية فيه ومحاولة تبسيطها، وهذا هو عمل الخلايا العصبية التي تعتبر المخزن والحافظ للأفكار والمعلومات في العقل وأهم مكوناته. والغاية الأساسية من هذه الشبكات العصبية الاصطناعية هي محاولة التدرب على معرفة الخوارزميات والبيانات، فبعد هذا التدرب يصبح من السهل عليها معرفة البيانات الشبيهة وهذا بفضل التعلم الذي هو من أهم صفات الذكاء

**2- منطق الغموض:**

تعود فكرة منطق الغموض إلى " لطفي زادة" وهي فكرة شرقية مفادها أن الإنسان لا يستطيع التعامل مع الأرقام لكنه يتعامل مع القرارات الصعبة في حياته بشكل باهر، وبتالي فالأرقام عند الإنسان غير ضرورية، وهذا ما يميز الإنسان عن الآلة، أي اللغة التي يمتلكها الإنسان ولا تمتلكها الآلة التي يصعب إدخالها في الحاسوب بسبب الرموز والأرقام الكثيرة والتي تتطلب عند إدخال وصفاً لأدق التفاصيل .ومن هنا ففكرة منطق الغموض تهدف إلى استغلال اللغة البشرية لجعل الأدوات أو أكثر الذكاء خاصة في التعامل خارج البيئة

(1) Ronald M. Razmi , md , AI Doctor: the Rise of Artifical intelligence in healthcare,Ronald m .razmi & Sons inc,Hoboken ,new jersey published simultaneously in Canada;2024,p16

الداخلية[1].

**3- الأنظمة الخبيرة:**

لعل الفكرة البسيطة لمفهوم الأنظمة الخبيرة هي أن لكل ميدان متخصص أو خبير وكل خبير له معارف متعدد وتسعى الأنظمة الخبيرة لتقليد هذه المعارف والتجارب، وبالتالي لكل ميدان أنظمة خاصة، ولعل أوضح مثال على ذلك في مجال الطب، عندما نطلب من طبيب ما وليكن متخصص في أمراض القلب أن يفصل لنا ويعطي لنا خبرته في المعاينة والدواء سيكون الأمر فيه نوعا من الصعوبة لما يذكره الطبيب من تفاصيل، السن، والتحاليل، ودواء، وحالة المريض وغيرها من البروتوكولات الصحية، فإذا استطعنا أخذ كل هذه المعلومات استطعنا تخزينها في الحاسوب على اعتبار أنها قوانين وبهذا يصبح الحاسوب خبيرا في تشخيص مرض القلب، لكن إذا أردنا أن نشخص مرضا آخر فعلينا إعادة نفس الخطوات، أي حفظ الخبرات البشرية وإعادة دمجها وبهذا تصبح الآلة أذكى من الإنسان فهيا لا تتعب وتتمتع بسرعة فائقة، إلا أن هناك قرارات يصعب دمجها في الأنظمة بحكم أنها فطرية.[2]

**4- التعليم الآلي:**

التعليم الآلي هو استخدام البيانات الإحصائية لإجراء تنبؤات وتصنيفات بناء على تلك البيانات يمكن لهذه البيانات في حد ذاتها أن تقدم بعض الأفكار لاستفادة الكاملة منها في التعليم الآلي، يتم استخدام خوارزميات تسمى" خوارزميات التعلم الآلي" هذه الخوارزميات قادرة على إجراء تنبؤات وتقديم رؤى بناء على البيانات التي تم تدريبها عليها، بمجدر تدريب الخوارزمية، يتم استخدام البيانات الجديدة للتحقق من مدى جودة التوقعات الخوارزمية المستخدمة لتدريب النموذج يعتمد على مدى ملاءمتها لبيانات الاختبار، حيث يمكن تقسيم نماذج التعليم الآلي إلى أربعة أنواع بناء على كيفية تدريبها وهم:

1- التعليم الخاضع للإشراف: يتم تصنيف مجموعة البيانات للخوارزمية لاختبار دقتها.

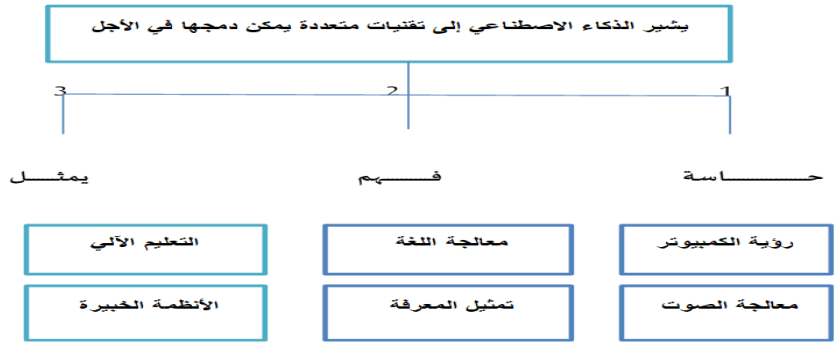
(1) عادل عبد النور، مدخل إلى الذكاء الاصطناعي، مكتبة لوتس الالكترونية، 2024، ص 14

(2) عادل عبد النور، ص 15-16

2- التعليم غير خاضع للرقابة، لم يتم تصنيف مجموعة بيانات الاختبار وتحتاج الخوارزمية إلى العثور على أنماط في البيانات دون أي تدخل بشري.

3- التعلم شبه الخاضع الإشراف: تحتوي مجموعة بيانات الاختبار على بيانات منظمة وغير منظمة وتستخدم الخوارزمية البيانات المنظمة كبديل الاتخاذ القرارات بنفسها.

4- التعليم المعزز: تستخدم مجموعة البيانات الاختبار نظاما قائما على المكافأة والعقوبة، وتوفر هذه الطريقة تعليقات الخوارزمية أثناء التعلم عن طريق التجربة والخطأ[1].




يساهم الذكاء الاصطناعي بعد دمجه في تقنيات في الفهم والتمثيل والحاسة في العديد من الفروع الذكاء الاصطناعي التي تم ذكرها كالتعليم الآلي والأنظمة الخبيرة واللغة[2] بمعنى يمكن بل ينبغي استخدام فروع الذكاء الاصطناعي كأدوات مساعدة للمجتمع الطبي، لكن هذه الخوارزميات وهذه التكنولوجيا لن تحل محل خبرة المتخصصين في المجال الطبي، ستكون هناك حاجة دائما على خبراء بشرين لتدريب هذه الخوارزميات وتحديد المواقف الفريدة التي تتجاوز نطاق ما يمكن تعريفه بسهولة.

(1) عادل عبد النور، مدخل إلى الذكاء الاصطناعي، مكتبة لوتس الالكترونية، 2024، ص 1403

(2) Ronald M. Razmi , md , AI Doctor: the Rise of Artifical intelligence in healthcare,Ronald m .razmi & Sons inc,Hoboken ,new jersey published simultaneously in Canada;2024,p 06.

## المطلب الثاني: البوتكنولوجيا

### الفرع الأول: في مفهوم البيوتكنولوجيا:

تعرّف البيو تكنولوجيا في مفهومها العام على أنها استخدام العمليات البيولوجية أو الكائنات الحية لإنتاج مواد وخدمات تعود بالنفع على الإنسان، تشمل التكنولوجيا الحيوية استخدام التقنيات لتحسين خصائص النباتات والحيوانات ذات الأهمية الاقتصادية ولتطوير الكائنات الحية الدقيقة التي تؤثر على البيئة، وأن التلاعب العلمي بالكائنات الحية، وخاصة على مستوى الوراثي الجزيئي، لإنتاج منتجات جديدة مثل الهرمونات أو اللقاحات أو الأجسام المضادة [1] كما تعتبر التكنولوجيا الحيوية، التي تم صياغتها في عام 1919، مجالا متعدد التخصصات يستخدم الكائنات الحية في تطبيقات مختلفة، وهي تتراوح من تطوير الأدوية واكتشافها إلى هندسة الأنسجة وعلم الأحياء الدقيقة التطبيقي، يمكن تقسيم التكنولوجيا الحيوية على نطاق واسع إلى مجالين فرعيين الطب و الزراعة، الطب كما يوحي الاسم هو استخدام أدوات التكنولوجيا الحيوية لتطوير الأدوية، واكتشاف الأدوية، وتشخيص العلاجات بينما الزراعة هي استخدام أدوات التكنولوجيا الحيوية لتعديل أو تحسين النباتات أو الحيوانات أو الكائنات الحية الدقيقة [2]إضافة إلى مساهمتها في جميع المجالات المتعلقة بالرعاية الصحية، وخاصة في مجالات علم الأحياء الدقية وعلم الوراثة والكمياء الحيوية وعلم المناعة والتي لها مساهمة رئيسية في المجال الطبي لسنوات عديدة حيث تهدف هذه الأبحاث التكنولوجية إلى معالجة الأمراض الناجمة عن العوامل المعدية بما في ذلك الفيروسات وأمراض الخلل الكيمائي والاضطرابات الوراثية والإيدز والأورام السرطان وغيرها [3]

### الفرع الثاني: التـــآزر بين البيوتكنولوجيا والذكاء الاصطناعي:

في حين أن علم الأحياء يمكن أن يوجد بالتأكيد ويحرز تقدما بدون الذكاء

(1) Niel Sanders,Justscated dictionary of bio technology,Lotus Press,new Delhi,2006,p35
(2) Shankar Mukundrao Khade,Future of AI in Biomedicine and Biotechnology,Avolume in the Advances in Medical Diagnosis Treatment and care Book series,india,2024,p 03-04.
(3)Chandrawati jee Shagufta,Textbook of Biotechnology,S.B Nangia,new delhi,2008, P02

الاصطناعي، فإن دمج الذكاء الاصطناعي في هذا المجال يجلب العديد من المزايا والتطورات التي يصعب التغاضي عنها، وهذه بعض الأسباب التي جعلت الذكاء الاصطناعي لا ينفصل عن البيو تكنولوجيا:

- **التعامل مع البيانات المعقدة والضخمة:** مع ظهور التقنيات عالية الإنتاجية، شهد علم الأحياء انفجاراً كبير يتفوق (AI) في معالجة وتحليل الكميات هائلة من البيانات البيولوجية المعقدة، ومن (AI) فإنه سيكون من الصعب تفسيرها بشكل فعال.

- **تحليل بيانات بكفاءة:** تتيح خوارزميات (AI) تحليلا فعالا وعالي الإنتاجية للبيانات البيو لوجيه، والكشف عن أنماط العلاقات المتبادلة، وهذا يسرع الاكتشافات العلمية مما يتيح للباحثين فهم الأمراض وللآليات الوراثية

- **التنبؤ والنمذجة:** قدرة (AI) على بناء نماذج تنبؤيه لا تقدر بثمن في علم الأحياء، من خلال التعلم من البيانات الموجودة يستطيع (AI) أن يتنبأ بمخاطر الأمراض ونتائج العلاج التي تساعد على عملية صنع القرار في الطب الدقيق، مما يؤدي إلى المزيد من الاستهداف والفعالية.

- **أتمتة المهام الشاقة:** يمكن للتقنيات الآلية أتمتة المهام المتكررة وكثيفة العمالة في علم الأحياء، من خلال تحرير وقت الباحثين، يتيح (AI) التركيز على التحليل العالي المستوى والتفكير النقدي وحل المشكلات بشكل إبداعي[1]

- **الكشف عن العلاقات المعقدة:** يتضمن علم الأحياء دراسة الأنظمة البيولوجي المعقدة ذات العلاقات والتفاعلات متعددة الأوجه، ويمكن لخوارزميات (AI) أن تكشف عن الأنماط والعلاقات المخفية داخل الشبكة البيولوجية

- **تسريع اكتشاف الأدوية وتطويرها:** يتمتع (AI) بالقدرة على تسريع وتيرة اكتشافه بشكل كبير من خلال المكتبات الكيميائية الكبيرة والتنبؤ بالتفاعلات الدوائية المستهدفة

- **الطب الشخصي والرعاية الصحية** : يتيح (AI) مناهج طبية متخصصة من

(1) (1) Mahvish.Kh.B,Uzmat .UI.N,Aqsa.A.M,Henna.H,The synergy ofAI and biology:Atransformative partnership (A Biologist's guide to Artificial intelligence)Elsevier inc,India,2024, P18

خلال تحليل بيانات المرضى الفردية وتصميم العلاجات بناء على خصائص محددة، ويقلل من الآثار الضارة ويزيد من كفاءة تدخل الرعاية الصحية .[1]

على الرغم من أن الطب في تطوره كان بطيئا نوعا ما لكن بعد أن دخل الذكاء الاصطناعي بتطبيقاته وفروعه الضخمة مكنه من التقدم بشكل كبير وأصبح أكثر فعالية وكفاءة في العديد من الفحوصات والتشخيص ودعم القرار والعلاجات والإدارة، إضافة إلى معالجة البيانات الضخمة وتحديد العلاقات والتنبؤ بالمخاطر والتحسين من كفاءة الأطباء والممرضات فضلا عن تحسين كفاءة الجزء الإداري من الرعاية الصحية، وزيادة التخصيص والفورية البيانات الأمر الذي يستغرق وقتا أطول وهذا سيجعل الممارسة السريرية أكثر كفاءة وملاءمة بفضل الذكاء الاصطناعي والتعليم الآلي [2]

أصبح تعلم الآلة الآن قادرا على إنشاء محتوى حسب الطلب، نظرا لقدرتها على القيام بتعليم الخاضع للإشراف الذاتي وعدم الحاجة على بيانات تدريب مصنفة، يمكن تدريب النماذج على مجموعات البيانات الكبيرة بشكل أسرع بكثير، على سبيل المثال، يمكن تدريب نموذج لغة كبير على الأدبيات الطبية التاريخية ويكون جاهزا للإجابة على الأسئلة الطبية في وقت قصير، كان تفكيرنا هو أن الأدبيات الطبية تحتاج إلى شرح واستخلاص المفاهيم الأساسية من أجل استخدام نماذج تعلم الآلة لاستخلاص الأفكار، أما في مجال الرعاية الصحية، يمكن أن تشمل التطبيقات الأولية لذكاء الاصطناعي توليد صور لنماذج الأشعة التدريبية وإنشاء المحتوى السريري لتوعية المرضى بحالتهم والإجابة على الأسئلة العامة حول مختلف الظروف، والقيام بالمهام الإدارية مثل الطبية والترميز والتوثيق، ودعم خدمات الصحة العقلية .[3]

## المبحث الثاني: أهم مجالات البيوتكنولوجيا والذكاء الاصطناعي نحو اعتبار أخلاقي

إن دمج الذكاء الاصطناعي في المجال البيو طبي وفق قاعدة البيو إتيقا ساهم في زيادة

(1) Ibid, P18
(2) Ronald M. Razmi , md , AI Doctor: the Rise of Artifical intelligence in healthcare,Ronald m .razmi & Sons inc ,Hoboken ,new jersey published simultaneously in Canada;2024,p18
(3) Ronald M. Razmi , md , AI Doctor: the Rise of Artifical intelligence in healthcare,Ronald m .razmi & Sons inc,Hoboken ,new jersey published simultaneously in Canada;2024,p11

الكفاءة المحسنة في التشخيص، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى النهوض بصحة الإنسان وتعميق ثقافتنا وفهم الحياة بنفسها، وهذا ما تم التفصيل فيها من خلال تبيان البعض من مجالات التآزر وربطها بالاستخدام الأخلاقي.

**المطلب الأول: مجالات التـــآزر:**

**الفرع الأول: الهندسة الوراثية والجينوم البشري:** تعتبر الهندسة الوراثية فرعاً من فروع العلوم الحديثة التي سيكون لها آثار عميقة على الطب والمساهمة في تشخيص وعلاج العيوب والوراثية والأمراض الخطيرة وتطوير الأدوية ولقاحات الصيدلانية الحيوية الجديدة للاستخدام البشري والحيواني، وتعديل الكائنات الحية الدقيقة لتحسين إنتاج الغذاء وتخصيصه وزيادة فرص العلاج [1] بعد الزخم الكبير الذي حدث في 1990 مع بدء البحث البشري في مشروع الجينوم، بهدف رسم خريطة لتسلسل الجينوم البشري بأكمله من أجل تحسين فهمنا لبيولوجيا الإنسان والأمراض وفي قلب هذا المسعى الضخم كانت هناك أدوات حسابية قوية وتقنيات تحليلية مطلوبة بسبب الكميات الهائلة من البيانات الجينية الناتجة عن البحث خلال برنامج (HGP)، أثبت الذكاء الاصطناعي (AI) والتعليم الآلي(MI) أنهما من الموارد الحاسمة لمعالجة الصعوبات المرتبطة بالتحليل الجيني، أصبح إنشاء أدوات برمجية وخوارزميات لشرح الجينوم وتجميع التسلسل وعلم الجينوم المقارن أمرا ممكنا بفضل هذه التقنيات تمكن العلماء من تحديد العناصر الوظيفية مثل الجينات والتنظيمية[2] بمعنى أنه أصبح بإمكان الأطباء والباحثين التحكم في نشاط الجينات، مما ساعد في دراسة الأنظمة البيولوجية المعقدة وساهم الذكاء الاصطناعي بنماذجه الحسابية من تحليل السلوك وتحليل أداء العديد من الأنظمة، فهذا التكامل بين الذكاء الاصطناعي والتعليم الآلي في أبحاث الجينوم تمهد لفترة من التقدم في الطب والهندية الوراثية، وغيرها من مجالات البيو تكنولوجيا .[3] أصبح هدف الطب الحيوي أو البيو تكنولوجيا بعد أن دخل عليها عملاق الذكاء الاصطناعي أكثر تطوراً، كيف ذلك؟ لقد

(1) Chandrawati jee Shagufta,Textbook of Biotechnology,S.B Nangia,new delhi,2008 P 10.

(2) Shankar Mukundrao Khade,Future of AI in Biomedicine and Biotechnology,Avolume in the Advances in Medical Diagnosis Treatment and care Book series,india,2024,p 27

(3) Shankar Mukundrao Khade,Future of AI in Biomedicine and Biotechnology,Avolume in the Advances in Medical Diagnosis Treatment and care Book series,india,2024, p 30

أصبح بإمكان العلماء تعليم الخلية وهذا بفضل الذكاء الاصطناعي الذي تمنحه تكنولوجيا لغير ذوات العقول، فالهدف الرئيسي من الهندسة الوراثية هو اكتساب خلية ملكة التعليم ذاتيا، أي خلية تتدخل في الوقت المناسب لحل العطب وتدارك الخلل، مثلا خلية الشعر التي تنمى مباشرة بعد الصلع الذي كان يلهو بموتها، ليس هذا فحسب بل وصل طموح العلماء إلى المخ في البحث عن إمكانية تعزيزها بذاكرة صناعية من شرائح السيلكون الإلكترونية[1] أما عندما نتحدث عن طب جديد في عصر الذكاء الاصطناعي يقوم على ترميم الأجهزة الداخلية والأعضاء الخارجية للجسم بشرائح الإلكترونية وغرسات عضلية تستجيب للإشارات العصبية والأوامر الدماغية التي تعيد الحياة الأطراف المشلولة وقلب صناعي دائم وغيرها من التركيبات الكرتونية للجسم الحي.

**الفرع الثاني: زرع ونقل الأعضاء:**

إن من أبرز الأخطار التي يتعرض لها المريض هي رفض الجسم العضو الجديد الذي تم التبرع به، وقد يكون السبب وراء ذلك هو قمع المناعة، لذا يجب على الأطباء أن يكونوا حرصين على تجنب هذا الرفض الذي يثبط جهاز المناعة الذي تجعل المريض عرضة للخطر الالتهابات، وهذا ما يثبت أهمية الخوارزميات في الفائدة السريرية من خلال تقيم الرفض والذي يتفوق على الطرق التقليدية ويمكن أن يكون بمثابة إنذار أكثر ملائمة لاتخاذ قرارات السريرية الشخصية، وتعديل الجرعة، وتعديل العلاج، وتحسين من بعد الزرع، جنبا إلى جنب، هذه هي نتائج دعم استخدام الذكاء الاصطناعي كأدوات لدعم القرار التي تزيد من حكمة الطبيب وزيادة التوحيد والاتساق والموضوعية في رعاية ما بعد الزراعة.

كما أظهرت طرق الذكاء الاصطناعي (AI) والتعليم الآلي (ML) دقة كبيرة في التنبؤ بالوفيات طويلة المدى لمتلقي زراعة القلب مثلا بناء على خصائص ما قبل الجراحة، فنماذج تعلم الآلة التي تم تدريبها على بيانات تسجيل التي حققت رقم قياسي في التنبؤ بالوفيات على مدى 3إلى 5 سنوات وفشل الكسب المشروع على التوالي بناء على متغيرات ما قبل الجراحة من إقامة وعمر المتلقي، وعمر المتبرع ومؤشر المتغيرات التي تم التنبؤ بها من طرف التعليم الآلي[2] حيث تهدف تقنية التصنيع الحيوي للطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد إلى إعادة بناء الأعضاء البشرية بتعقيدها الميكانيكي والبيولوجي والهيكلي الأصلي وكفاءتها

(1) سامي أحمد الموصلي، الدماغ البشري، دار دجلة، عمان، 2012، ص172

(2) Edited dy chayakrit krittanawong, Artificial intelligence in clinical practice- How AI technologies impact Medical Research and clincs,foreword by Eric Topol,Elsevier inc, London wall,2024,p 82.

الوظيفية وعلى الرغم من أن هذا المجال يتطور بتقنيات مبهجة، إلا أن إعادة البناء الكامل لعضو وظيفي ما زالت بعيدة عن الواقع، يمكن أن تكون الأعضاء المطبوعة بيولوجيا متاحة بسهولة للزرع أو استخدامها كما هو الحال في منصات التي يمكن أن تساهم في تقدم الأساليب التجديدية من خلال تقييم حتى التفاصيل الصغيرة التي قد لا يكون من الممكن تتعبها في الجسم الحي، ومع ذلك تتطلب الطباعة الحيوية مخططا تفصيليا لباء العضو بدقة استغلال تقنيات التصوير الخطية وغير الخطية المختلفة التصوير المقطعي بالأشعة المقطعية والفحص المجهري والتصوير بالرنين المغنطيسي، ومع ذلك فإن الجمع بين الأساليب الطيفية متعددة الوسائط من خلال استهداف بروتينات معينة يمكن أن يحسن من جودة المخطط لعملية الطباعة العالية الدقة[1].

## المطلب الثاني: الاعتبارات الأخلاقية

من أجل أن يكتمل التآزر بين علم الأحياء والذكاء الاصطناعي وجب وضع حدود لاستخدام (AI) في العلم الأحياء، دون تناسي المخاوف الأخلاقية، فهذا يعزز فهماً أفضل للمتطلبات الفريدة لعلم الأحياء ويسهل تطوير حلول مصممة خصيصا للتطبيقات البيولوجية.

### الفرع الأول: تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في البيو تكنولوجيا:

| | |
|---|---|
| البيانات المحدودة والصاخبة | على رغم من الضخم الكبير للبيانات البيولوجية، إلا أنها غالبا ما تكون محدودة من حيث نطاق جودتها، أو مشوشة وغيرها من المشاكل التي تؤدي إلى نتائج متحيزة وغير موثوقة مما يسبب تحديا مستمراً |
| تعقيد النظم البيولوجية | الأنظمة البيولوجية معقدة بشكل لا يصدق وتتكون من مكونات متعددة مترابطة وتفاعلات متعددة غالبا ما تعتمد على نماذج وافتراضات مبسطة والتي قد لا تلتقط بدقة مدى تعقيد الظواهر البيولوجية، وهذا ما يشكل تحديا كبيرا |
| قابلية التفسير | يمكن أن تكون نماذج ( AI) عبارة عن صناديق سوداء مما يجعل من الصعب تفسير الأسباب الكامنة وراء تنبؤها، الأن غياب التفسير يشكل عقبة كبيرة يحتاج العلماء إلى الثقة في قرارات وفهمها حتى يتم دمجها بشكل فعال في العلميات البحث وصنع القرار |
| المعرفة المحدودة بالمجال | إن دمج الذكاء الاصطناعي بالبيولوجيا يتطلب فهما كاملا وعميق لعلم الأحياء، وسد الفجوة، وينبغي للأبحاث الجارية أن تركز على التطورات الجارية وأن تركز على تطوير كجال قابلية التفسير وتوحيد البيانا ت مما يتيح التكامل بين الذكاء الاصطناعي والبيو تكنولوجيا |

(1)Chandra p.sharma,Thomas chandy,vinoy Thomas (2023),[Artifical intelligence in tissue and organ Regeneration,Elsevier inc ,united states,2023, P121

الشكل رقم(02) [1]

**الفرع الثاني: الضوابط والاعتبارات الأخلاقية:**

توفر المخاوف الأخلاقية المتعلقة بالتحيز والعدالة عوائق كبيرة أمام استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الطبية، من الممكن أن يتم استخدام بينات التحيز لتدريب الخوارزميات مما قد يضر بسلامة وموثوقية التنبؤات التي قدمتها خوارزميات التعلم الآلي، إذا تم تدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي على بيانات ليست متنوعة أو ممثلة للسكان بشكل كاف فإنها قد تنتج تنبؤات منحرفة أو غير دقيقة وقد يؤدي ذلك إلى الحصول مجموعات محددة من المرضى على علاج أو نتائج غير عادلة. إذا يتم تدريب نموذج التعليم الآلي على البيانات التاريخية التي تكون بشكل أساسي من مجموعة ديمغرافية معينة مثل الأشخاص من عرق معين أو حالة اجتماعية واقتصادية معينة، فإن التنبؤات التي يولدها قد لا تكون عادلة أو قابلة للتطبيق على أشخاص من خلفيات مختلفة، وهذا يمكن أن يؤدي إلى استمرار الفجوات المجودة في نظام الرعاية الصحية من خلال التسبب في اختلافات في نتائج العلاج والوصول إليه، لتغلب على هذه القضايا الأخلاقية، يجب تنفيذ تدابير استباقية تضمن الشفافية والمساءلة في خوارزميات المستخدمة في الطب، يستلزم ذلك استخدام تقنيات مقل التدقيق الخوارزمي واكتشاف التحيز والتقليل منه في النموذج، بالإضافة إلى ذلك، فإن تعزيز التنوع والشمولية في مجموعات البيانات المستخدمة لتدريب الخوارزمية سيضمن نتائج أكثر إنصافا لجميع المجموعات المرضى ويقلل من احتمالية التنبؤات المتحيزة [2] إي أن التعامل بشكل أخلاقي إيتيقي من خوارزميات الذكاء الاصطناعي خاصة في مجال الطب الحيوي أو التكنولوجيا الحيوية يتطلب الكثير من الجهد والحذر، لمحاربة التحيز وتحقيق العدالة وتعزيز الثقة لدى المرضى والأطباء على حد سواء

(1) Mahvish.Kh.B,Uzmat .UI.N,Aqsa.A.M,Henna.H,The synergy ofAI and biology:Atransformative partnership (A Biologist's guide to Artificial intelligence)Elsevier inc,India,2024, P.30

(2) Shankar Mukundrao Khade,Future of AI in Biomedicine and Biotechnology,Avolume in the Advances in Medical Diagnosis Treatment and care Book series,india,2024,p32

كما تلعب الاعتبارات الأخلاقية دورا هاما في تحقيق التوافق بين الذكاء الاصطناعي والبيو تكنولوجيا، فبعد دخول (AI) في البحث العلمي والصحة وجب معالجة المخاوف المتعلقة بالخصوصية والتحيز بالاستخدام المسؤول وذلك عن طريق:

- يجب التعامل مع البيانات الجينية والمعلومات الشخصية بأقصى قدر من المسؤولية والعناية والسرية
- يجب التأكد من أن نماذج الذكاء الاصطناعي يتم اختبارها بدقة للتأكد من عدم وجود تحيزات ومراقبتها بانتظام للتخفيف من أي ظلم
- يجب التأكيد على الاستعمال المسؤول لـ (AI) في عمليات صنع القرار، لأنه من الضروري الحفاظ على التوازن بين الرؤى التي يحركها (AI) والحكم البشري
- يجب إنشاء أطر صنع القرار شفافة وخاضعة للمساءلة لضمان استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل أخلاقي، مع وضع القيم الإنسانية والسلامة والرفاهية في المقدمة
- ينبغي للاعتبارات الأخلاقية أن توجه تكامل (AI) والبيو تكنولوجيا لتعزيز العدالة والخصوصية وتحسين صحة الإنسان
- يجب أن يتضمن استخدام (AI) في الأبحاث البيولوجية، مثل التنميط الجيني أو الطب الشخصي، معلومات شخصية حساسة، يصبح ضمان خصوصية البيانات والموافقة المستنيرة والاستخدام المسؤول لتقنيات الذكاء الاصطناعي أمراً بالغ الأهمية للحفاظ على ثقة الجمهور والالتزام بالمبادئ التوجيهية الأخلاقية[1] ومن هنا نصل إلى أن كل تطبيق لذكاء الاصطناعي في أي مجال يجب وضع أطر أخلاقية تحفظ الخصوصية وعدم التحيز في الخوارزميات وتحقق الاستخدام المسؤول لذكاء الاصطناعي في علم الأحياء وضمان اتخاذ قرارات عادلة ومسؤولة.

**خاتمة:**

نستنتج في الأخير أن الأساليب القائمة على الذكاء الاصطناعي مجال الطب الحيوي وتوفير الوقت وتساعد في تحليل مجموعات البيانات الضخمة الناتجة عن الأبحاث حيث

(1) Mahvish.Kh.B,Uzmat .UI.N,Aqsa.A.M,Henna.H,The synergy ofAI and biology:Atransformative partnership (A Biologist's guide to intelligence)Elsevier inc,India,2024 ,p29

تكتسب خوارزميات التعليم العميق الأدوات، ومع استمرار البحث والتعاون فإن الذكاء الاصطناعي في علم الأحياء لديه القدرة على إحداث تحول في الرعاية الصحية وإفادة المجتمع ككل، يحمل تكامل الذكاء الاصطناعي والبيولوجيا إمكانات هائلة لتعزيز الفهم العلمي والرعاية الصحية وتطبيقات البيولوجيا التركيبية، يمكن لقوة الذكاء الاصطناعي التحليلية أن تساعد الباحثين على تحليل كميات هائلة ومع ذلك، يجب معالجة التحديات مثل توافر البيانات وقابلية التفسير، والاعتبارات الأخلاقية بشكل فعال للاستفادة الكاملة من فوائد هذا التكامل ومن خلال البحث المستمر والتعاون بين التخصصات يستطيع الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء أن يدفعا الابتكار بشكل تآزري ويحولا فهمنا للعالم الطبيعي ويحسنا رفاهية الأفراد والمجتمعات ككل، ويحفظ كرامة وقدسية الإنسان كما هو الحال مع اللجان الأخلاقية في مجال البيو اتيقا.

## قائمة المصادروالمراجع

### المراجع باللغة العربية:

(1). مارجريت إيه بودن، مقدمة قصيرة جدا – الذكاء الاصطناعي-، تر: إبراهيم سند أحمد، مؤسسة هنداوي المملكة المتحدة، 2022.

(2). عادل عبد النور، مدخل إلى الذكاء الاصطناعي، مكتبة لوتس الإلكترونية، 2024.

(3). سامي أحمد الموصلي، الدماغ البشري، دار دجلة، عمان، 2012، ص172

### المراجع باللغة الأجنبية:

(1). Ronald M. Razmi , md , AI Doctor: the Rise of Artifical intelligence in healthcare,Ronald m.razmi&Sons inc,Hoboken ,new jersey published simultaneously in Canada;2024.

(2). Niel Sanders,Justscated dictionary of bio technology,Lotus Press,new Delhi,2006.

(3). Shankar Mukundrao Khade,Future of AI in Biomedicine and Biotechnology,Avolume in the Advances in Medical Diagnosis Treatment and care Book series,india,2024.

(4). Chandrawati jee Shagufta,Textbook of Biotechnology,S.B Nangia,new delhi,2008, P02 Mahvish.Kh.B,Uzmat .UI.N,Aqsa.A.M,Henna.H,The synergy ofAI and

biology:Atransformative partnership (A Biologist’s guide to Artificial intelligence)Elsevier inc,India,2024

(5). Edited dy chayakrit krittanawong, Artificial intelligence in clinical practice- How AI technologies impact Medical Research and clincs,foreword by Eric Topol,Elsevier inc, London wall,2024.

(6). Chandra p.sharma,Thomas chandy,vinoy Thomas (2023) ,[Artifical intelligence in tissue and organ Regeneration,Elsevier inc ,united states,2023.

(7). Mahvish.Kh.B,Uzmat .UI.N,Aqsa.A.M,Henna.H,The synergy ofAI and biology:Atransformative partnership (A Biologist’s guide to Artificial intelligence)Elsevier inc,India,2024