ISSN-E: 18735347-02779536

الحوسبة الكمية و تاثيرها على الذكاء الاصطناعي

اياد غالب الشلبي

مهندس حاسب الي و تقنية معلومات

eeyad@live.com

ISSN-E: 18735347-02779536

ISSN-E: 18735347-02779536

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي، من خلال تحليل الإمكانات والتحديات المرتبطة بتكامل التقنيتين. تعتمد الحوسبة الكمية على مبادئ فيزياء الكم، مما يمنحها قدرة فائقة على معالجة البيانات بسرعة ودقة أعلى بكثير من الحوسبة التقليدية. تناولت الدراسة التطبيقات المحتملة للحوسبة الكمية في تحسين خوارزميات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم العميق وتحليل البيانات الضخمة، بالإضافة إلى مناقشة التحديات التقنية التي تشمل استقرار الكيوبتات وتكلفة الأجهزة العالية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لمراجعة الأدبيات والدراسات السابقة. أظهرت النتائج أن الحوسبة الكمية تحمل إمكانيات هائلة لتعزيز كفاءة الذكاء الاصطناعي، ولكنها تواجه تحديات تتطلب تطوير بنية تحتية ملائمة وخوارزميات متوافقة. توصي الدراسة بزيادة الاستثمار في البحث العلمي والتعاون بين القطاعات الأكاديمية والصناعية لتعزيز التكامل بين الحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي.

الكلمات المفتاحية:الحوسبة الكمية، الذكاء الاصطناعي

Abstract

This study aims to explore the impact of quantum computing on artificial intelligence by analyzing the potential and challenges associated with integrating the two technologies. Quantum computing relies on the principles of quantum physics, offering superior data processing speed and accuracy compared to traditional computing. The study examines the potential applications of quantum computing in enhancing AI algorithms, such as deep learning and big data analysis, while also discussing technical challenges, including qubit stability and high hardware costs. A descriptive analytical method was used to review the literature and previous studies. The findings indicate that quantum computing holds great promise for improving AI efficiency but faces challenges that require the development of suitable infrastructure and compatible algorithms. The study recommends increased investment in scientific research and collaboration between academic and industrial sectors to promote the integration of quantum computing and artificial intelligence.

Keywords: Quantum Computing, Artificial Intelligence

ISSN-E: 18735347-02779536

ISSN-E: 18735347-02779536

الحوسبة الكمية و تاثيرها على الذكاء الاصطناعي

أولاً: المقدمة والإطار التمهيدي

مقدمة

شهدت تقنية الحوسبة الكمية تطورًا مذهلًا في السنوات الأخيرة، حيث انتقلت من كونها مجرد نماذج نظرية إلى نماذج أولية عملية تفتح آفاقًا جديدة للابتكار التكنولوجي وتعتمد هذه التقنية على مبادئ ميكانيكا الكم، مما يمنحها قدرات غير مسبوقة وسرعة فائقة في معالجة البيانات الضخمة، وهو ما يميزها عن غيرها من التقنيات الحاسوبية التقليدية وتتمتع الحوسبة الكمية بالقدرة على حل المسائل الحسابية المعقدة التي كانت تستغرق سنوات باستخدام أقوى الحواسيب التقليدية، في غضون ثوانٍ معدودة ومن أبرز المجالات التي يمكن أن تحدث فيها هذه التقنية ثورة حقيقية، تحديد طرق الشحن الأكثر فعالية من حيث الأداء والتكلفة لشحن البضائع ويساعد ذلك الشركات على تحسين سلاسل التوريد، وتقليل تكاليف النقل، وزيادة كفاءة العمليات اللوجستية مع هذا الإنجاز، أصبح من الواضح أن تقنية الحوسبة الكمية باتت على وشك أن تتجاوز القدرات المعروفة للحوسبة التقليدية، مما يفتح المجال أمام ابتكارات لا حصر لها ويتوقع الخبراء أن تحقق هذه التقنية إنجازات أكثر قيمة في المستقبل القريب، مع تطبيقات واسعة النطاق في مختلف الصناعات. فعلى سبيل المثال، من المتوقع أن تسهم الحوسبة الكمية في استحداث طرق مبتكرة لتحضير المستحضرات الصيدلانية، من خلال محاكاة التفاعلات الجزيئية على مستوى الكم، مما يمكن العلماء من تصميم أدوية جديدة بسرعة وكفاءة أكبر (Veselý, 2022)

وفي ظل الثورة المعرفية والتكنولوجية التي يشهدها العالم اليوم، أصبح انتشار المعرفة والتقنيات الحديثة وسيلة لتعزيز التواصل والتفاعل بين الأفراد في مختلف أنحاء العالم، مما حول العالم إلى قرية صغيرة يسهل فيها تبادل المعرفة وانتقالها، وقد أدى انتشار التكنولوجيا إلى ظهور ما يُعرف بـ "الثورة الصناعية الرابعة(Fourth Industrial Revolution) "، التي تسعى الدول كافة للانتقال إليها من خلال تدريب الأفراد على استخدام التكنولوجيا الحديثة والاستفادة منها بما يخدم المجتمعات ويسهم في رقيها وتطورها، ومع هذه التطورات التكنولوجية الهائلة، بات من الواضح أن البيئة التعليمية التقليدية التي تعتمد على الفصول الدراسية الثابتة والمحاضرات المتكررة والكتب المدرسية المطبوعة لم تعد قادرة على مواكبة هذه التحولات الرقمية، والتي أصبحت جزءًا أساسيًا من الحياة اليومية، مما جعل هذه البيئات غير ملائمة لتلبية متطلبات المستقبل. (الذهلي وآخرون، 2024) ويبدو ذلك جليًا خاصة للأشخاص الذين يستخدمون التكنولوجيا بشكل يومي؛ فالمواطنون الرقميون يتعلمون ويعملون بسرعة متزايدة، ويتفاعلون مع المعلومات من خلال معالجة متوازية ورسومات واتصال دائم بالآخرين (موسى وآخرون، 2019)، وبالتالي هناك حاجة ملحة لبيئات تعليمية تعتمد على الذكاء الاصطناعي، حيث يتم تنظيم النظم التعليمية بشكل استراتيجي لتوفير منصات تعلم رقمية تعتمد على تقنيات التعلم العميق، حيث تتضمن هذه البيئات التعليمية الجديدة الرسوم البيانية التفاعلية، وأنماط الألعاب التي تعزز مهارات حل المشكلات، والتعليم بمساعدة وكلاء افتراضيين، وتقديم التغذية الراجعة الدقيقة والموجهة بحسب السياق، كما أن التعليم المعتمد على الذكاء الاصطناعي يعني تقديم تجارب تعلم تحاكي الذكاء البشري وتدمج استراتيجيات تدريس مبتكرة، مما يمهد الطريق لعصر جديد من التعليم الفعّال والمتقدم (Malik et al, 2019) ومن وجهة نظر الباحث أنه في عصر التحولات الرقمية السريعة، أصبحت التكنولوجيا ركيزة أساسية لتحقيق التقدم في مختلف المجالات، ويُعد الذكاء الاصطناعي من أبرز الابتكارات التي غيرت ملامح الحياة اليومية، بدءًا من التطبيقات الذكية وصولًا إلى الأنظمة المعقدة في الطب والصناعة. ومع تزايد الحاجة إلى قدرات حاسوبية هائلة لمعالجة البيانات الضخمة وتحسين أداء الخوارزميات، برزت الحوسبة الكمية كحل واعد يمتلك القدرة على إحداث نقلة نوعية في عالم التكنولوجيا وتعتمد الحوسبة الكمية على مبادئ فيزياء الكم، مما يمكنها من تنفيذ عمليات حسابية فائقة السرعة تتجاوز إمكانيات الحوسبة التقليدية. هذا التطور أثار تساؤلات عديدة حول تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي، وكيفية استغلال قدراتها في تعزيز كفاءة الخوارزميات وتحسين دقة التحليلات. ومن هنا، تبرز أهمية دراسة العلاقة بين الحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي لفهم الإمكانات الكامنة والتحديات المحتملة.

ISSN-E: 18735347-02779536

مشكلة الدراسة

تعد الحوسبة الكمية من أكثر التقنيات تطوراً وإثارة للاهتمام في العصر الحديث، حيث تمتاز بقدراتها الفائقة على معالجة البيانات وحل المشكلات المعقدة بسرعة غير مسبوقة. في المقابل، يشهد الذكاء الاصطناعي تطورًا هائلًا في مختلف المجالات، مما يعزز من قدرته على التحليل والتعلم واتخاذ القرارات بشكل أكثر فعالية. ومع تزايد تعقيد المشكلات التي يواجهها العالم اليوم، تبرز الحاجة إلى دمج الحوسبة الكمية مع الذكاء الاصطناعي لتعزيز الكفاءة وتحقيق تقدم نوعي في مجالات متعددة مثل الطب، والتشفير، والتحليل المالي، والبحث العلمي ورغم الإمكانات الهائلة لهذا التكامل، إلا أن هناك العديد من التحديات التقنية والمعرفية التي تواجه الباحثين والمطورين في هذا المجال. تشمل هذه التحديات صعوبة تصميم خوارزميات كمومية فعالة، وقيود العتاد الكمي، بالإضافة إلى قلة الفهم العميق حول التأثيرات المتبادلة بين الحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي. كما أن هناك تساؤلات حول مدى قدرة الذكاء الاصطناعي المدعوم بالحوسبة الكمية على التعامل مع مشكلات الأخلاقيات والخصوصية والأمن السيبراني وفي ضوء ذلك، تبرز الحاجة الملحة لدراسة تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي بشكل علمي وموضوعي، لفهم الإمكانات الكامنة والتحديات المصاحبة لهذا التكامل. ومن هنا، تكمن مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤل الرئيسي التالي : ما تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي؟

أهداف الدارسة

1. فهم الأسس النظرية للحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي.
2. تحليل تأثير الحوسبة الكمية على خوارزميات الذكاء الاصطناعي.
3. استكشاف التطبيقات العملية للحوسبة الكمية في الذكاء الاصطناعي.
4. تقييم التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية.
5. تحليل التحديات والقيود التقنية.
6. استشراف المستقبل وتقديم توصيات استراتيجية.

أهمية الدراسة

الأهمية العلمية: تكتسب الدراسة العلمية أهمية كبيرة نظرًا لما تحمله من إمكانيات هائلة لإحداث ثورة في عالم التكنولوجيا. فمن الناحية العلمية، تساهم هذه الدراسة في توسيع قاعدة المعرفة حول كيفية تفاعل الحوسبة الكمية مع الذكاء الاصطناعي، مما يساعد الباحثين على فهم الأسس النظرية والرياضية التي تقوم عليها هذه التقنيات وتعد الحوسبة الكمية بنموذجها القائم على الكيوبتات قادرة على معالجة كميات هائلة من البيانات بسرعة فائقة، ما يعني أن دمجها مع الذكاء الاصطناعي يمكن أن يعزز قدرات التعلم الآلي، ويؤدي إلى تطوير نماذج خوارزمية أكثر فعالية

وكفاءة كما تسهم الدراسة في استكشاف إمكانيات تطوير خوارزميات كمية جديدة من شأنها تحسين دقة التنبؤات واتخاذ القرارات، وبالتالي تمهيد الطريق نحو الذكاء الاصطناعي المتقدم.

الأهمية العملية: من الناحية العملية، تبرز أهمية هذه الدراسة في التأثير المباشر على مجموعة واسعة من الصناعات، بدءًا من الرعاية الصحية وصولًا إلى التمويل والأمن السيبراني. يمكن للحوسبة الكمية، عند تطبيقها في مجال الذكاء الاصطناعي، أن تحسن عمليات تحليل البيانات الضخمة وتسريعها، ما يساعد الشركات على تحقيق رؤى أعمق من بياناتها وتعزيز كفاءة اتخاذ القرارات الاستراتيجية. في مجال الرعاية الصحية، على سبيل المثال، يمكن استخدامها لتسريع اكتشاف الأدوية من خلال محاكاة الجزيئات على مستوى الكم، مما يؤدي إلى تطوير علاجات جديدة أكثر فعالية. أما في القطاع المالي، فتتيح الحوسبة الكمية تحليل الأسواق المالية بشكل أكثر دقة، ما يعزز استراتيجيات الاستثمار ويقلل من المخاطر المالية، بالإضافة إلى ذلك، تتجلى الأهمية العملية لهذه الدراسة في تحسين قدرات الأمن السيبراني حيث تمتلك الحوسبة الكمية القدرة على كسر أنظمة التشفير التقليدية، ولكنها في المقابل تقدم حلولًا أمنية كمية غير قابلة للاختراق تعتمد على مبادئ فيزيائية بحتة وبالتالي، فإن فهم العلاقة بين الحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي يساعد في تطوير تقنيات تشفير أكثر أمانًا تحمي البيانات الحساسة في عصر يزداد فيه التهديد السيبراني.

منهجية الدراسة

تتبنى هذه الدراسة منهجية وصفية تحليلية لاستكشاف تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي، وذلك لما تتميز به هذه المنهجية من قدرة على وصف الظواهر التقنية وتحليلها بشكل دقيق وشامل. من خلال هذا المنهج، سيتم جمع وتحليل المعلومات المتعلقة بمفهوم الحوسبة الكمية وتطوراتها الحديثة، إضافة إلى دراسة علاقتها بالذكاء الاصطناعي وتأثيرها المحتمل على مختلف تطبيقاته ويتيح المنهج الوصفي التحليلي فهم السياق الكامل للتطورات التكنولوجية عبر استعراض الأدبيات السابقة وتحليلها، مما يساعد في بناء تصور متكامل حول التأثيرات المتوقعة للحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي.

ثانياً: الإطار النظري

أولاً: الحوسبة الكمية

1. مفهوم الحوسبة الكمية

يمكن تعريف الحوسبة الكمية (Cuantum Computing) على أنها مجال من مجالات الحوسبة يعتمد على ميكانيكا الكم، فبدلاً من استخدام البتات التقليدية أو (١) مثل الحواسيب التقليدية، تستخدم الحوسبة الكمية وحدات معلومات تسمى الكيوبتات (Qubits)، والتي يمكن أن تكون في حالة . أو 1 في نفس الوقت بفضل خاصية التراكب

الكمومي (Superposition) بالإضافة إلى ذلك، يمكن للكيوبتات أن تكون متشابكة (Entangled)مع بعضها البعض، مما يتيح معالجة معلومات معقدة بشكل أسرع بكثير من الحواسيب التقليدية.

2. خصائص الحوسبة الكمية

أن تقنية الحوسبة الكمية تمتلك مجموعة فريدة من الخصائص التي تمنحها قدرات استثنائية تتفوق بها على الحوسبة التقليدية. من أبرز هذه الخصائص(Guzik et al., 2015) :

- خاصية التراكب الكمومي(Superposition) ، والتي تسمح للكيوبتات بأن توجد في حالة 0 و1 في الوقت نفسه، مما يمكنها من إجراء عمليات حسابية على عدد كبير من الاحتمالات بشكل متزامن، وهذا يعزز من سرعة وكفاءة المعالجة الحسابية بشكل غير مسبوق.
- بالإضافة إلى ذلك، تتميز الحوسبة الكمية بخاصية التشابك الكمومي(Entanglement) ، والتي تمكن الكيوبتات من التشابك مع بعضها البعض بحيث تؤثر حالة أحدها على الآخر على الفور، بغض النظر عن المسافة بينهما. هذه الخاصية تفتح آفاقاً جديدة لتطوير تقنيات الاتصال الفوري ونقل المعلومات بشكل آمن.
- علاوة على ذلك، تستفيد الحوسبة الكمية من التداخل(Interference) ، الذي يتيح تضخيم النتائج الصحيحة وتلاشي النتائج الخاطئة خلال عملية الحساب، مما يعزز من دقة وكفاءة العمليات الحسابية.
- من جهة أخرى، توفر خاصية عدم الاستنساخ الكمومي (No-Cloning Theorem) أماناً إضافياً في التطبيقات الأمنية، حيث تستحيل نسخ حالة كمية معينة بدقة، ما يجعل من الصعب على الأطراف غير المصرح لها اعتراض المعلومات أو التلاعب بها .

3. أهمية الحوسبة الكمية

تتمتع الحوسبة الكمية بأهمية كبيرة وتأثير واسع في العديد من المجالات، مما يجعلها واحدة من أكثر التقنيات الواعدة في العصر الحالي ويكمن أحد أهم جوانب أهميتها في قدرتها الفائقة على حل المشكلات المعقدة بكفاءة عالية وعلى عكس الحوسبة التقليدية، تستطيع أجهزة الكمبيوتر الكمية معالجة التحديات الحسابية المستعصية بسرعة أكبر، مما يمكّنها من محاكاة الأنظمة الكمية بدقة تفوق إمكانيات الحواسيب التقليدية. هذا يجعلها أداة قوية لحل المسائل الرياضية المعقدة وتحليل النماذج العلمية التي كانت تتطلب سابقًا فترات زمنية طويلة لحلها(Guzik et al., 2015)

إضافةً إلى ذلك، تتميز الحوسبة الكمية بسرعتها الفائقة وكفاءتها العالية في إجراء الحسابات المتوازية، بفضل خصائص التراكب الكمومي (Superposition) والتشابك الكمومي (Entanglement) للكيوبتات وتُمكّن هذه الخصائص أجهزة الكمبيوتر الكمية من تجربة العديد من الاحتمالات في وقت واحد، مما يساهم في تسريع بعض الخوارزميات

بشكل كبير وبهذا، تُسهم الحوسبة الكمية في تقليل الوقت اللازم لحل المشكلات المعقدة بشكل ملحوظ، مما يعزز الكفاءة ويقلل من التكلفة الحسابية.

في مجال الاكتشاف العلمي، تُعتبر الحوسبة الكمية ثورة حقيقية فهي تتيح محاكاة الأنظمة الكمية بدقة غير مسبوقة، مما يساعد على فهم سلوك هذه الأنظمة والتنبؤ بها كما تشمل هذه الأنظمة التفاعلات الكيميائية، وخصائص المواد، والعمليات البيولوجية وهذا الفهم العميق يسهم في تسريع الاكتشافات العلمية وتحقيق اختراقات في مجالات متعددة، مثل الكيمياء الحيوية، وفيزياء الجسيمات، والهندسة الوراثية. وبالتالي، فإن الحوسبة الكمية لا تساهم فقط في فهم أفضل للعالم من حولنا، بل تسهم أيضًا في تطوير تقنيات جديدة تعود بالفائدة على البشرية(Guzik et al., 2015)

من ناحية الأمان السيبراني، تشكل الحوسبة الكمية تحديًا وفرصة في الوقت ذاته. فهي قادرة على كسر بعض خوارزميات التشفير التقليدية التي تعتمد على صعوبة تحليل الأعداد الكبيرة أو حل مشاكل اللوغاريتمات المنفصلة وهذا يعني أن الكثير من أنظمة الأمان الحالية قد تصبح غير فعالة أمام هجمات الحوسبة الكمية وبناءً على ذلك، أدى هذا التحدي إلى تحفيز تطوير مجال التشفير ما بعد الكمي(Post-Quantum Cryptography) ، الذي يهدف إلى ابتكار خوارزميات جديدة مقاومة للهجمات الكمومية، مما يعزز من أمن المعلومات في المستقبل (Schreiber, 2022).

أما في مجال الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، فتقدم الحوسبة الكمية إمكانات هائلة. حيث يمكنها تحسين خوارزميات التعلم الآلي من خلال معالجة مجموعات البيانات الضخمة بكفاءة أعلى، مما يعزز من قدرة الذكاء الاصطناعي على التعرف على الأنماط وتحليل البيانات بشكل أسرع وأكثر دقة وهذا يؤدي إلى تحسينات كبيرة في مجالات مثل التعرف على الصوت والصورة، وتحليل البيانات الكبيرة، وتطوير النماذج التنبؤية المعقدة.

وفيما يتعلق بالتحسين والخدمات اللوجستية، تُمكّن الحوسبة الكمية من تحسين الأنظمة المعقدة مثل سلاسل التوريد، وشبكات النقل، وإدارة المحافظ المالية عبر معالجة العديد من الاحتمالات في وقت واحد، يمكن لأجهزة الكمبيوتر الكمية أن توفر حلولاً مثلى لمشكلات التحسين، مما يسهم في خفض التكاليف، وتحسين تخصيص الموارد، وزيادة كفاءة عمليات اتخاذ القرار(Sodhi and Kapur, 2021) .

أخيرًا، تُحدث الحوسبة الكمية تحولًا جذريًا في مجال اكتشاف الأدوية وتصميم المواد فهي قادرة على محاكاة التفاعلات الجزيئية بدقة عالية، مما يساعد في اكتشاف أدوية أكثر فعالية وبسرعة أكبر كما يمكنها تطوير مواد جديدة ذات خصائص مبتكرة تُحدث ثورة في مجالات الصناعة والطب والطاقة على سبيل المثال، يمكن للحوسبة الكمية تسريع عملية اكتشاف المركبات الدوائية الفعالة لعلاج الأمراض المزمنة والمعقدة، بالإضافة إلى تطوير مواد فائقة التوصيل أو ذات خصائص مقاومة للتآكل(Peng, 2016).

4. أهداف الحوسبة الكمية

تسعى تقنيات الحوسبة الكمية إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الاستراتيجية التي تجعلها محط اهتمام الباحثين والشركات الرائدة في مجال التكنولوجيا من بين أهم هذه الأهداف سرعة حل المشكلات المعقدة، إذ تمتلك الحوسبة الكمية القدرة على معالجة المشكلات التي قد تستغرق الحواسيب التقليدية سنوات أو حتى قروناً لحلها، مثل فك الشفرات المعقدة، ومحاكاة الأنظمة الجزيئية الكبيرة، وتحسين العمليات الصناعية. تتيح هذه السرعة الفائقة في المعالجة إمكانية حل المشكلات الرياضية المعقدة بسرعة هائلة، مما يعزز من قدرات المؤسسات على اتخاذ قرارات استراتيجية دقيقة وفي الوقت المناسب. كما تسعى الحوسبة الكمية إلى استكشاف وتطوير خوارزميات جديدة، حيث توفر إمكانات لاكتشاف خوارزميات كمية مبتكرة مثل خوارزمية جروف (Grover's Algorithm) التي تُستخدم للبحث في قواعد البيانات غير المهيكلة بسرعة أكبر، وخوارزمية شور (Shor's Algorithm) التي تساعد في تحليل الأعداد الأولية بشكل أسرع وأكثر كفاءة. هذه الخوارزميات الكمية تقدم حلولاً غير تقليدية للمشكلات الرياضية والمعقدة، مما يعزز من إمكانات التحليل الحسابي والتنبؤ(Sodhi and Kapur, 2021) .

من الأهداف البارزة أيضاً تعزيز الأمان الإلكتروني، حيث تتيح الحوسبة الكمية طرقاً حديثة للتشفير تعتمد على المبادئ الكمية، مثل التشفير الكمي(Quantum Cryptography) ، والذي يعتبر آمناً ضد الاختراقات باستخدام الحوسبة الكمية نفسها وتعتمد هذه التقنية على المبادئ الفيزيائية للحوسبة الكمية التي تمنع نسخ أو اعتراض المعلومات دون الكشف عن ذلك، مما يعزز من أمان المعلومات والاتصالات الرقمية في عصر يتزايد فيه التهديد السيبراني. بالإضافة إلى ذلك، تلعب الحوسبة الكمية دوراً مهماً في التقدم في مجالات العلوم والهندسة، حيث تتيح محاكاة التفاعلات الجزيئية والأنظمة الفيزيائية على المستوى الذري بدقة عالية. يساعد ذلك العلماء والمهندسين في تطوير مواد جديدة، وفهم التفاعلات الكيميائية المعقدة، وتحسين تصميم الأدوية من خلال محاكاة دقيقة للتفاعلات البيولوجية، مما يفتح آفاقاً جديدة للابتكار العلمي في مجالات الكيمياء، والفيزياء، وعلوم المواد (Nimbe et al., 2021) .

علاوة على ذلك، تساهم الحوسبة الكمية في تعزيز الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، حيث تساعد في تحسين أداء خوارزميات الذكاء الاصطناعي من خلال تحليل ومعالجة كميات ضخمة من البيانات بسرعة فائقة. تُعد هذه القدرة ضرورية للتعامل مع البيانات الضخمة وتقديم رؤى دقيقة وفعالة. كما تمكن الحوسبة الكمية أنظمة الذكاء الاصطناعي من التعلم بشكل أسرع وأكثر كفاءة، مما يساهم في تطوير أنظمة ذكية قادرة على اتخاذ قرارات دقيقة واستنباط أنماط معقدة لم تكن ممكنة باستخدام الحوسبة التقليدية. من خلال هذه الإمكانيات، تمثل الحوسبة الكمية ثورة تقنية يمكنها إعادة تعريف طرق معالجة المعلومات وحل المشكلات المعقدة، مما يعزز من الابتكار التكنولوجي ويدفع بمستقبل الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا المتقدمة نحو آفاق غير مسبوقة (Ravi et al., 2021) .

5. تحديات الحوسبة الكمية

تناولت العديد من الدراسات التحديات المرتبطة باستخدام تقنية الحوسبة الكمية، حيث تُعد هذه التقنية من الابتكارات الرائدة التي تمتلك إمكانات هائلة لتغيير مشهد الحوسبة التقليدية. ومع ذلك، تواجه الحوسبة الكمية العديد من العقبات التقنية والمعرفية التي تعرقل تطبيقاتها العملية على نطاق واسع. من بين أهم هذه التحديات استقرار الكيوبتات، إذ تُعد الكيوبتات الوحدة الأساسية للمعلومات في الحوسبة الكمية، وتمتاز بقدرتها على تمثيل الحالتين 0 و1 في وقت واحد بفضل خاصية التراكب الكمي. على الرغم من هذا التفوق النظري، إلا أن الكيوبتات تعاني من عدم الاستقرار، ما يجعل الحفاظ على تماسكها الكمي لفترات طويلة أمراً بالغ الصعوبة. تعود أسباب هذا التحدي إلى الطبيعة الهشة للحالات الكمومية التي تعتمد عليها الكيوبتات، حيث تتأثر هذه الحالات بسهولة بالعوامل البيئية مثل الحرارة، والضوضاء الكهرومغناطيسية، والاهتزازات الفيزيائية. على سبيل المثال، يمكن لأي تغير طفيف في درجة الحرارة أن يؤدي إلى فقدان التماسك الكمي، مما يُفقد الكيوبت قدرته على إجراء الحسابات الكمومية بدقة. بالإضافة إلى ذلك، تُعتبر الكيوبتات أكثر عرضة للأخطاء مقارنة بالبتات التقليدية المستخدمة في الحوسبة الكلاسيكية، حيث يمكن أن تتداخل مع البيئة المحيطة أو تتفاعل مع بعضها البعض بطرق غير مرغوب فيها، مما يؤدي إلى تراكم الأخطاء بسرعة أثناء تنفيذ الحسابات المعقدة. هذا الأمر يجعل من الصعب الحصول على نتائج دقيقة دون وجود آليات تصحيح فعالة قادرة على التعامل مع هذه الأخطاء المتنوعة.(سليم، 2024)

إحدى أكبر العقبات في هذا السياق هي الحاجة إلى الحفاظ على استقرار الكيوبتات لفترات زمنية طويلة، وخاصة في الأنظمة التي تعتمد على الكيوبتات الفائقة التوصيل. تتطلب هذه الأنظمة تبريداً إلى درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق، وتحديداً حوالي 20 ميلي كلفن، للحفاظ على الحالة الكمومية واستقرار الكيوبتات. لتحقيق ذلك، يتم استخدام تقنيات تبريد متقدمة تعتمد على الثلاجات السائلة التي تحتوي على الهيليوم. تُعد هذه المعدات باهظة الثمن ومعقدة من الناحية التقنية، ما يرفع تكاليف إنشاء وصيانة أجهزة الحوسبة الكمية بالإضافة إلى ذلك، تتطلب هذه الأنظمة عزلًا دقيقًا لمنع أي تداخل خارجي قد يؤثر على استقرار الكيوبتات، بما في ذلك العزل عن الضوضاء الكهرومغناطيسية والاهتزازات الفيزيائية. هذا يعكس مدى تعقيد البنية التحتية اللازمة للحفاظ على استقرار الكيوبتات، ويظهر الحاجة الملحة للاستثمار في تقنيات تبريد أكثر فعالية واقتصادية لتجاوز هذه العقبة التقنية.

يتطلب تصحيح الأخطاء في الأنظمة الكمية نهجًا مختلفًا تمامًا عن تصحيح الأخطاء في الحوسبة التقليدية. تختلف طبيعة الأخطاء الكمومية عن تلك التي تحدث في الأنظمة التقليدية، مما يزيد من تعقيد عملية تصحيحها. على سبيل المثال، يمكن أن تحدث الأخطاء الكمومية بسبب تداخل الكيوبتات مع البيئة المحيطة أو نتيجة تفاعلها مع بعضها البعض بطريقة غير مرغوب فيها لهذا السبب، يتطلب تصحيح الأخطاء في الحوسبة الكمية استخدام تقنيات مبتكرة تعتمد على خوارزميات معقدة تُعرف بشفرات تصحيح الأخطاء الكمومية. ومع ذلك، لا تقتصر التحديات على تطوير الخوارزميات فقط، بل تمتد إلى الحاجة لاستخدام عدد كبير من الكيوبتات الإضافية لدعم كل

كيوبت منطقي. هذا يعني أنه للحصول على كيوبت واحد موثوق به، يجب استخدام عشرات أو حتى مئات الكيوبتات الفعلية للتعويض عن الأخطاء المحتملة، ما يزيد من تعقيد النظام الكمي ويؤثر سلبًا على كفاءته. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب هذه العملية تنسيقًا دقيقًا بين الكيوبتات لضمان عدم تداخل الأخطاء أثناء التصحيح، مما يعكس مدى تعقيد هذه المهمة ويبرز الحاجة إلى تطوير خوارزميات أكثر كفاءة وفعالية(Kang,2016)

تُعد التكلفة والبنية التحتية من أهم العقبات التي تواجه استخدام الحوسبة الكمية على نطاق واسع. لا يزال إنتاج الكيوبتات بكميات كبيرة وبجودة عالية عملية مكلفة ومعقدة للغاية، حيث يتطلب تصنيع الكيوبتات دقة متناهية في العمليات التصنيعية، بما في ذلك التحكم في مستوى الذرات والجزيئات لضمان استقرار الحالات الكمومية وهذا يتطلب استخدام تقنيات متقدمة في مجال تصنيع أشباه الموصلات، ما يرفع من تكاليف الإنتاج بشكل كبير بالإضافة إلى ذلك، تحتاج أجهزة الحوسبة الكمية إلى بنية تحتية خاصة تشمل تبريداً عميقاً لدرجات حرارة منخفضة جداً باستخدام أجهزة تبريد متقدمة ومكلفة. كما تتطلب هذه الأجهزة أنظمة كهرومغناطيسية ومعدات قياس حساسة لضمان دقة العمليات الكمية. كل هذه المتطلبات تزيد من تعقيد البنية التحتية، وتجعل من الضروري الاستثمار في تكنولوجيا متقدمة وبحوث مكثفة لتطوير وصيانة هذه الأجهزة. علاوة على ذلك، تحتاج الحوسبة الكمية إلى تطوير بيئة برمجية جديدة تماماً للتعامل مع الحسابات الكمومية، بما في ذلك لغات البرمجة الكمومية والمترجمات الخاصة بها، ما يزيد من التكلفة الإجمالية ويعكس تحديًا كبيرًا يتطلب تعاونًا بين الباحثين والمطورين(De Leon et al., 2021) .

يمثل دمج الحوسبة الكمية مع الأنظمة التقليدية تحدياً تقنياً كبيراً، حيث يتطلب ذلك توافقاً بين البرمجيات الكمية والحوسبة التقليدية، بالإضافة إلى الحاجة لتطوير بنية تحتية جديدة للاتصالات الكمية، مثل الشبكات الليفية الكمية وأنظمة توزيع المفاتيح الكمية (QKD) ويُعد هذا التوافق أمرًا معقدًا نظرًا لاختلاف البنية الأساسية لكل من الحوسبة الكمية والتقليدية، مما يتطلب تطوير بروتوكولات اتصال جديدة ونماذج تكامل مبتكرة. يُضاف إلى ذلك أن الحوسبة الكمية لا تزال في مراحلها المبكرة من التطوير، مما يستلزم استثمارات ضخمة في مجالات البحث والتطوير للوصول إلى تطبيقات عملية. تحتاج هذه التقنية إلى جهود بحثية متواصلة لتحسين استقرار الكيوبتات، وتطوير خوارزميات تصحيح الأخطاء، وابتكار طرق فعالة للتبريد العميق، بالإضافة إلى تحسين التكامل مع الأنظمة التقليدية. تُعتبر هذه الاستثمارات ضرورية لتجاوز التحديات التقنية والاقتصادية المرتبطة بالحوسبة الكمية، والوصول إلى مرحلة النضج التي تتيح استخدامها في تطبيقات عملية واسعة النطاق(Gill et al, 2024)

6. مجالات استخدام الحوسبة الكمية

تتمتع الحوسبة الكمية بقدرة هائلة على التأثير في مختلف المجالات والصناعات، مما يجعلها واحدة من أكثر التقنيات الواعدة في العصر الحديث فهي تحمل إمكانيات كبيرة لإحداث ثورات في عدد من القطاعات بفضل قوتها الحسابية الفائقة وقدرتها على معالجة مشكلات معقدة لا تستطيع الحواسيب التقليدية التعامل معها بكفاءة ومن أبرز المجالات التي يمكن أن تلعب فيها الحوسبة الكمية دورًا محوريًا هو مجال التشفير والأمن وتُعد الحوسبة الكمية بمثابة

تهديد كبير لبروتوكولات التشفير التقليدية مثل RSA وتشفير المنحنى الإهليلجي، والتي تعتمد على صعوبة تحليل الأعداد الكبيرة وتستطيع الخوارزميات الكمية، مثل خوارزمية Shor، تحليل الأعداد الكبيرة بسرعة فائقة، مما يعني أن أنظمة الأمان الحالية قد تصبح عرضة للاختراقات ولهذا السبب، يُعد تطوير تقنيات التشفير ما بعد الكمي أمرًا ضروريًا للحفاظ على أمان البيانات في المستقبل.

تلعب الحوسبة الكمية أيضًا دورًا حيويًا في مجال التحسين وأبحاث العمليات، حيث تواجه العديد من مشكلات العالم الحقيقي تحديات تتعلق بالبحث عن الحل الأمثل بين عدد هائل من الاحتمالات وتشمل هذه المشكلات مجالات متعددة، مثل تحسين مسارات النقل، وجدولة المهام، وإدارة الخدمات اللوجستية، وتخصيص الموارد بكفاءة وتوفر الحوسبة الكمية قوة حسابية تمكنها من معالجة هذه المشكلات بكفاءة أعلى من الحواسيب التقليدية، وذلك من خلال قدرتها على تحليل العديد من الاحتمالات في وقت واحد وهذا يسهم في تسريع العمليات وتحسين كفاءة اتخاذ القرارات، مما يمكن أن يؤدي إلى تقليل التكاليف وزيادة الإنتاجية في مختلف الصناعات.

من ناحية أخرى، تُعد الحوسبة الكمية أداة قوية في تسريع عمليات اكتشاف الأدوية وأبحاث علوم المواد. من خلال قدرتها على محاكاة الأنظمة الجزيئية المعقدة بدقة غير مسبوقة، يمكن للباحثين فهم سلوك الأدوية والمواد على المستوى الكمي وهذا يمكن أن يؤدي إلى تطوير أدوية أكثر فعالية وابتكار مواد جديدة بخصائص محسّنة، مما يسهم في تحقيق تقدم كبير في مجالات الطب والهندسة وعلوم المواد وعلاوة على ذلك، تُعتبر الحوسبة الكمية محركًا رئيسيًا في تطوير النمذجة المالية وتحسين المحفظة الاستثمارية ففي عالم المال، يعد التحليل الفعال لمجموعات البيانات الضخمة وحل مشكلات التحسين المعقدة أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق عوائد مالية عالية وتوفر الحوسبة الكمية إمكانيات هائلة لتحليل المخاطر المالية، وتحسين استراتيجيات الاستثمار، وتحسين تخصيص الأصول، مما يعزز من كفاءة إدارة المحافظ المالية ويقلل من المخاطر المرتبطة بتقلبات الأسواق المالية.

وفي مجال الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، تقدم الحوسبة الكمية إمكانيات فريدة لتعزيز كفاءة ودقة خوارزميات الذكاء الاصطناعي ويعتمد التعلم الآلي الكمي على تطوير نماذج وخوارزميات كمية يمكنها معالجة وتحليل مجموعات البيانات الضخمة بكفاءة أعلى من خوارزميات التعلم الآلي التقليدية وهذا يفتح الباب أمام تحسينات كبيرة في تقنيات التعرف على الأنماط، والتحليل التنبؤي، ومعالجة اللغات الطبيعية، مما يعزز من إمكانيات الذكاء الاصطناعي في مختلف المجالات، بما في ذلك الرعاية الصحية، والتجارة الإلكترونية، والأمن السيبراني.

تساهم الحوسبة الكمية أيضًا في إحداث ثورة في مجال كيمياء الكم وتصميم المواد، حيث تتمتع بقدرة فائقة على محاكاة وتحليل التفاعلات الكيميائية والجزيئية بدقة غير مسبوقة وهذا يسمح للعلماء بفهم أفضل لخصائص المواد وتفاعلاتها الكيميائية، مما يمكنهم من تصميم مواد جديدة بخصائص مخصصة على سبيل المثال، يمكن استخدام الحوسبة الكمية لتصميم مواد ذات توصيلية كهربائية محسّنة، أو مواد أكثر متانة وخفة في الوزن، مما يسهم في تطوير تطبيقات مبتكرة في مجالات التكنولوجيا المتقدمة، مثل الإلكترونيات والطاقة المتجددة.

وفي مجال إدارة سلسلة التوريد والعمليات اللوجستية، تُعد الحوسبة الكمية بمثابة الحل الأمثل للتحديات المتعلقة بتعقيد العمليات وكفاءة تخصيص الموارد ومن خلال تطبيق الخوارزميات الكمية على مشكلات التحسين المعقدة، مثل إدارة المخزون، وتوزيع السلع، وتخطيط المسارات اللوجستية، يمكن للشركات تحسين الكفاءة التشغيلية بشكل كبير وهذا يؤدي إلى تقليل التكاليف، وتحسين استجابة سلاسل التوريد للتغيرات في الطلب، وزيادة رضا العملاء من خلال تحسين دقة عمليات التسليم.

ثانياً: الذكاء الاصطناعي

1. ماهية الذكاء الاصطناعي ومفهومه

نشأ الذكاء الاصطناعي بعد الحرب العالمية الثانية، نتيجة للتحول من البرمجة التقليدية إلى برامج محاكيه للذكاء الإنساني في حل الألغاز والألعاب، ما أدى لاحقاً إلى تطوير أنظمة أكثر تطوراً، والتي أصبحت فيما بعد تُعرف بنظم الذكاء الاصطناعي.

شهدت العقود الماضية تحولاً سريعاً نحو الاقتصاد المعرفي، حيث أصبحت إنتاج المعرفة من أولويات المنظمات العالمية، وتُعد المعرفة عنصرًا أساسيًا لتحفيز النمو الاقتصادي، ومع الاعتراف بها كأصل غير ملموس، واجهت إدارة المعرفة تحديات جديدة، مما استدعى إعادة ترتيب أولوياتهان كما أدى هذا التطور المعرفي إلى ابتكار العديد من التطبيقات التكنولوجية، ومن أبرزها الذكاء الاصطناعي، فهذا الأخير أتاح تدفقات معلومات هائلة للمنظمات من خلال استخدام الحاسبات في التعرف على الأنماط والرموز، مما ساهم في نقل بعض جوانب الذكاء البشري إلى أنظمة البرمجة، وأسفر عن تطوير نظم الخبرة التي تحتوي على جزء من المعرفة البشرية المكتسبة. (جميل وأخرون، 2012)

ويُعرّف الذكاء الاصطناعي بأنه "فرع من علوم الحاسوب يركز على محاكاة سلوك البشر بواسطة الآلات، حيث يهدف هذا العلم إلى تطوير أجهزة وبرامج حاسوبية قادرة على التفكير بطريقة مشابهة لعمل الدماغ البشري، بحيث تتعلم وتقرر وتتفاعل كما يفعل الإنسان". (عبد الوهاب وآخرون، 2018)

كما يُعرّف الذكاء الاصطناعي بأنه "فرع من علوم الحاسوب يهدف إلى تطوير وتصميم برامج قادرة على محاكاة الذكاء البشري، بحيث يمكن للحواسيب أداء مهام تتطلب التفكير، والفهم، والسمع، والكلام، والحركة بطريقة منطقية ومنظمة". (كاظم، 2012)

و يُعرّف الذكاء الاصطناعي أيضاً بأنه "دراسة وتصميم أنظمة ذكية قادرة على فهم بيئتها واتخاذ قرارات تعزز من فرص نجاحها"، وقد عرّفه جون مكارثي، الذي صاغ هذا المصطلح في عام 1955م، بأنه "علم وهندسة إنشاء آلات ذكية". (الظاهري، 2017)

ومما سبق يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه، "الذكاء الذي تظهره الآلات والبرامج في محاكاة القدرات الذهنية البشرية وأنماطها، بما في ذلك القدرة على التعلم، والاستنتاج، والاستجابة لمواقف غير مبرمجة"، ويمثل هذا المصطلح مجالاً أكاديمياً يركز على كيفية تطوير الحواسيب والبرامج القادرة على اتخاذ قرارات وسلوكيات ذكية.

2. نشأة وتاريخ الذكاء الاصطناعي

يعود ظهور الذكاء الاصطناعي كنظام علمي إلى عام 1956، عندما شهد مؤتمر دارتموث الانطلاقة الرسمية لهذا المجال الواعد. في هذا المؤتمر، اجتمع مجموعة من علماء الحاسوب الذين كانوا يؤمنون بأن للذكاء الاصطناعي قدرة هائلة على دفع الحضارة البشرية نحو مستقبل تقني متقدم، مما يعكس رؤيتهم الطموحة لمستقبل يمتزج فيه الذكاء البشري مع الإمكانات الحاسوبية المتقدمة. ويُعزى الفضل في صياغة مصطلح "الذكاء الاصطناعي" إلى جون مكارثي، الذي اقترح هذا المصطلح خلال المؤتمر، مؤكدًا على ضرورة وضع أسس علمية ومنهجية لتطوير هذا المجال الجديد وخلال هذا المؤتمر التاريخي، تم الإعلان عن أولى الخطط العلمية لتطوير الذكاء الاصطناعي، حيث قُدِّم برنامج "المنظر المنطقي (Logic Theorist) "الذي مثّل نقلة نوعية في التفكير المنطقي الاصطناعي. فقد أظهر البرنامج قدرة فريدة على إثبات نظريات حساب التفاضل والتكامل، مما أكد إمكانية محاكاة الذكاء البشري في التفكير المجرد وحل المشكلات الرياضية. كما شهد المؤتمر تطوير برنامج "إحلال المشكلات العام (General " Problem Solver)، الذي تم تصميمه لمعالجة مجموعة متنوعة من المشكلات بطريقة مرنة ومبتكرة، ليؤكد على أن الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على مجال واحد، بل يمتلك القدرة على التكيف مع سيناريوهات ومجالات متعددة. (القرني، 2021)

في ستينيات القرن العشرين، بدأت تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالانتشار فعليًا في مجالات مختلفة، مما مثّل انطلاقة حقيقية لهذا المجال. فقد تم توظيف الذكاء الاصطناعي بنجاح في الطب والهندسة والكيمياء، حيث استخدم في تحليل البيانات وتشخيص الأمراض وتطوير المواد الكيميائية المعقدة، مما أثبت فعاليته العالية في تحسين الكفاءة والدقة. هذا النجاح شجع العلماء والمختصين على استكشاف إمكانات الذكاء الاصطناعي في مجالات أخرى، بما في ذلك التعليم، حيث ظهرت فكرة أنظمة الخبرة المحاسبية في منتصف الثمانينيات، والتي ساعدت في أتمتة التحليل المالي واتخاذ القرارات الاقتصادية بشكل أكثر دقة وفعالية فمن الناحية التقنية، يُعرَّف الذكاء الاصطناعي في مجال الحوسبة على أنه أي نوع من الذكاء الذي يحاكي الذكاء البشري ويتم تنفيذه بواسطة جهاز حاسوبي، سواء كان هذا الجهاز آليًا أو روبوتًا. وتتجلى عبقرية الذكاء الاصطناعي في قدرته على محاكاة وظائف العقل البشري، بما في ذلك التعلم من الأمثلة، وفهم اللغة الطبيعية، وحل المشكلات المعقدة، واتخاذ القرارات المنطقية. كما يمتلك الذكاء الاصطناعي القدرة على دمج هذه القدرات المختلفة لتنفيذ مهام تتطلب ذكاءً شبيهًا بالبشر، مثل استقبال النزلاء في الفنادق بطريقة تتسم باللباقة والاحترافية، أو قيادة المركبات بأمان وكفاءة من خلال تحليل البيئة المحيطة واتخاذ القرارات المناسبة في الوقت الفعلي. (أحمد، 2023)

3. فروع الذكاء الاصطناعي.

يمكن تصنيف الذكاء الاصطناعي إلى ثلاثة فروع رئيسية؛ تتدرج من القدرة على الاستجابة التفاعلية البسيطة وصولاً إلى الإدراك الذاتي والتفاعل المستقل، على النحو التالي:

- الذكاء الاصطناعي الضيق أو الضعيف (Narrow Al or Weak (AI: وهو أبسط أشكال الذكاء الاصطناعي، حيث يُبرمج لأداء مهام محددة ضمن نطاق بيئة معينة، حيث يتميز هذا النوع بقدرته على التصرف كاستجابة لمواقف محددة دون القدرة على تجاوز حدود البيئة المصممة له، ومثال على ذلك هو الروبوت "ديب بلو" الذي طورته شركة IBM، والذي استطاع هزيمة بطل العالم في الشطرنج، غاري كاسباروف. (عبد الوهاب وآخرون، 2018)
- الذكاء الاصطناعي القوي أو العام (General Al or Strong (Al : ويتميز بقدرته على جمع المعلومات وتحليلها، واكتساب الخبرات من المواقف المختلفة، مما يمكّنه من اتخاذ قرارات مستقلة ذاتياً، ومن أبرز الأمثلة على ذلك السيارات ذاتية القيادة، وروبوتات الدردشة الفورية، وبرامج المساعدات الشخصية الذكية. (السالمي، 2017)
- الذكاء الاصطناعي الخارق (Super AI): يشير إلى نماذج تجريبية تهدف إلى محاكاة القدرات البشرية، كما يمكن تقسيمه إلى نمطين رئيسيين؛ الأول يسعى لفهم الأفكار البشرية والانفعالات التي تؤثر على السلوك، مع قدرة محدودة على التفاعل الاجتماعي، أما النمط الثاني الذي يمثل "نظرية العقل"، فيتمتع بقدرة على التعبير عن حالاته الداخلية والتنبؤ بمشاعر الآخرين وسلوكياتهم والتفاعل معها، وهو ما يمثل الجيل المقبل من الآلات فائقة الذكاء. (عبد الوهاب، 2018)

ولذلك اتخذت حكومات الدول خطوات رائدة وغير مسبوقة في استشراف المستقبل، من خلال إعادة تشكيل وإنشاء وحدات وهياكل تنظيمية جديدة متخصصة في هذا المجال، حيث تعكس هذه التحولات الرؤية الثاقبة للقيادة الرشيدة في هذه الدول ووعيها بأهمية التقنيات الحديثة، مثل تحليل البيانات التنبؤية (Predictive Data Analytics) والذكاء الاصطناعي في إحداث تغيير جذري في أنماط العمل الحكومي وطرق تقديم الخدمات، بهدف تحقيق الراحة والرفاهية لجميع أفراد المجتمع. (الظاهري، 2017)

4. أهداف الذكاء الاصطناعي.

لقد أصبحت الأجهزة الأمنية اليوم تواجه بيئة مليئة بالمخاطر نتيجة لتسارع المتغيرات الاقتصادية وصعوبة التنبؤ بتطوراتها، إلى جانب ارتباطها الوثيق بعنصر عدم اليقين، وهذا ما استدعى ضرورة تبني الأجهزة الأمنية لأسلوب إدارة المخاطر كنهج علمي ومنهجي يضمن التحكم الفعّال في المخاطر المختلفة التي تواجهها، ويأتي الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي كأداة فعالة في هذا السياق، حيث أصبح دورها محورياً في مكافحة الجرائم بشكل أكثر كفاءة. (بوزيدي وآخرون، 2017)

- **الأهداف المباشرة للذكاء الاصطناعي:** تتمثل في تطوير برامج قادرة على التفاعل مع المعطيات بشكل ديناميكي، مما يسمح لها بالتعلم والتكيف مع مرور الوقت دون التفكير بالطريقة البشرية، بل من خلال محاكاة بعض القدرات الإدراكية للإنسان، وكما هو معروف فإن الدول تتصدر المشهد في العديد من المجالات بما في ذلك التكنولوجيا، حيث يتم إطلاق مبادرات مثل مسرعات المستقبل واستراتيجيات الذكاء الاصطناعي، ومن الجدير بالذكر أن الذكاء الاصطناعي ظهر لأول مرة في عام 1956، إلا أنه شهد تطوراً مستمراً مع تهيئة التكنولوجيا الحديثة لاستقباله، واليوم يشغل الذكاء الاصطناعي مكانة محورية في تقدم المجتمعات العالمية، واستراتيجياته تشمل الحوكمة، والتفعيل، وتنمية القدرات، والتطبيق، حيث تسعى الدول إلى الريادة في هذا المجال من خلال إطلاق مبادرات واستراتيجيات متقدمة تعكس أهميته المتزايدة. (الشاعر، 2020)
- **الأهداف غير المباشرة للذكاء الاصطناعي:** صنّف المنتدى الاقتصادي العالمي تقنيات الذكاء الاصطناعي كأحد العوامل الرئيسية التي ستعيد تشكيل ملامح الثورة الصناعية الرابعة، وقد شبّه العلماء الذكاء الاصطناعي بالكهرباء الجديدة التي ستقود النمو المستقبلي، على غرار دور الكهرباء في الثورة الصناعية الثانية التي حولت المصانع والعديد من المؤسسات، وفي تقرير لشركة "أكسنشر" العالمية حول الذكاء الاصطناعي، أشار إلى أن هذه التقنية يمكن أن تضاعف الناتج المحلي الإجمالي لـ 12 من الاقتصادات الناشئة بحلول عام 2030، إضافة إلى زيادة الإنتاجية بنسبة 40%، نشهد يومياً تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات والخدمات، حيث تمثل استراتيجية الذكاء الاصطناعي امتداداً للاستراتيجيات الأخرى، مما يسهم في دفع الدول نحو الريادة في هذا المجال. (الموسوي، 2019)

5. أهمية الذكاء الاصطناعي.

لقد انشغل الإنسان بفكرة المستقبل منذ نشأته على الأرض، إذ كان يمثل له المجهول ضمن حلقات الزمن الثلاث؛ الماضي والحاضر والمستقبل، ولذلك ارتبطت أفكاره بالخوف من المستقبل والرغبة في التنبؤ بما قد يحمله له من خير أو شر، حيث يتجلى اهتمامه بهذا المستقبل من خلال الإعداد له، تهيوئة السبل التي تضمن له حياة مستقرة ومبشرة. (عتيق، 2012)

ومن هذه السبل الذكاء الاصطناعي الذي يشكل تحولاً نوعياً في العديد من المجالات، حيث يساهم بشكل فعّال في تحسين الإنتاجية والكفاءة، وتتمثل إحدى أبرز ميزاته في قدرته الفائقة على تنفيذ المهام الروتينية والمتكررة بسرعة ودقة تفوق قدرات البشر، فمن خلال أتمتة هذه العمليات يُمكن للعاملين أن يتحرروا من الأعباء اليومية، مما يتيح لهم التركيز على مهام استراتيجية تتطلب التفكير الإبداعي والتخطيط طويل الأمد، وفي ظل التدفق الهائل من البيانات الذي نشهده اليوم، يصبح تحليل هذه البيانات تحدياً كبيراً للقدرات البشرية، ومن هنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي الذي يستخدم تقنيات مثل التعلم الآلي والتحليل العميق لفهم البيانات الضخمة، سواء كانت منظمة أو غير منظمة، فمن خلال تحديد الأنماط والاتجاهات يمكن للذكاء الاصطناعي توفير رؤى قيمة تساعد الشركات في اتخاذ قرارات مستنيرة تعتمد على حقائق دقيقة، مما يقلل من التحيز ويعزز الشفافية في العمليات. (Koutou, 2018)

وعلاوة على ذلك، تتجاوز فوائد الذكاء الاصطناعي مجرد تحسين اتخاذ القرارات فهي تشمل تحسين العمليات التشغيلية بشكل عام، من خلال أتمتة المهام وتحسين سير العمل، حيث تتمكن المؤسسات من تحقيق فوائد اقتصادية كبيرة، مثل تقليل التكاليف وزيادة الإنتاجية، وفي مجالات مثل التصنيع، يمكن للروبوتات الذكية أن تنفذ المهام بشكل أسرع وأكثر دقة، مما يؤدي إلى تحسين جودة المنتجات وتقليل الهدر، كما يُمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل سلوك المستهلك وتفضيلاته، مما يساعد الشركات على فهم احتياجات عملائها بشكل أفضل وتوجيه استراتيجيات التسويق بشكل أكثر فعالية، بالإضافة الي انه يمكن استخدامه في التحقيقات الشرطية في حالة حدوث أي من الجرائم او الحوادث، وبذلك يمثل الذكاء الاصطناعي أداةً قوية تدفع بعجلة الابتكار، مما يعد المؤسسات بتحقيق ميزات تنافسية مستدامة في عالم سريع التغير. (تره، 2020)

كما أن تقنيات الذكاء الاصطناعي أساسية في تعزيز تجارب العملاء، حيث تُحدث تحولاً كبيراً في كيفية تفاعل الشركات مع عملائها، حيث تُتيح واجهات المحادثة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، مثل الشات بوت، تقديم خدمات عملاء سريعة وفعالة، فهذه الأنظمة قادرة على معالجة استفسارات متعددة في الوقت نفسه، مما يقلل من أوقات الانتظار ويزيد من رضا العملاء، بالإضافة إلى ذلك تدعم هذه الأنظمة العديد من اللغات، مما يُمكن الشركات من توسيع نطاق خدماتها لتشمل قاعدة عملاء متنوعة على مستوى عالمي، فمن خلال التعامل الفوري مع الاستفسارات، لا تساهم هذه التقنيات في تحسين تجربة العميل فحسب، بل تساعد أيضاً الشركات على تحقيق كفاءة أكبر في عملياتها. (تره، 2020)

6. خصائص الذكاء الاصطناعي

يتميز الذكاء الاصطناعي عن غيره من التطبيقات العلمية المستحدثة بقدرته الفريدة على محاكاة الذكاء البشري بطرق متقدمة ومعقدة لكي يُوصف أي جهاز أو نظام بالذكاء الاصطناعي، يجب أن يتوافر فيه عدد من الخصائص التي تجعله يتصرف بذكاء ومرونة شبيهة بالبشر أولى هذه الخصائص هي قدرته على محاكاة البشر في حل المشكلات المعقدة. يتميز الذكاء الاصطناعي بقدرته على طرح فرضيات متعددة ومتنوعة لحل المشكلات، كما يستطيع القيام بذلك بسرعة ودقة فائقة، مع تحليل كل فرضية واختيار الأنسب منها بصورة ذاتية دون تدخل بشري وهذا يعني أن الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على تنفيذ الأوامر المبرمجة سلفًا، بل يمتلك مرونة التفكير واتخاذ القرارات بنفس الطريقة التي يفكر بها البشر. كما يتميز الذكاء الاصطناعي بقدرته على الاستجابة للمتغيرات الخارجية بطريقة تشبه ردود أفعال البشر، حيث يتكيف مع الظروف المحيطة ويتعامل معها بمرونة وديناميكية.(عادل، 2017)

من الخصائص الأخرى المميزة للذكاء الاصطناعي هي قدرته على الاستفادة من تراكم الخبرات البشرية. يقوم الذكاء الاصطناعي بتخزين البيانات والمعلومات السابقة، مما يمكنه من التعلم من التجارب السابقة واستخدام هذه

المعرفة في مواجهة مواقف جديدة دون الحاجة إلى التدخل البشري فعلى عكس البشر الذين قد يشعرون بالإرهاق أو النسيان مع مرور الوقت، يتمتع الذكاء الاصطناعي بذاكرة قوية قادرة على تخزين كميات هائلة من المعلومات واسترجاعها بكفاءة عالية عند الحاجة وهذا يعني أن أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على تحسين أدائها بمرور الوقت من خلال التعلم المستمر والتكيف مع المواقف المختلفة، مما يعزز من فعاليتها ودقتها في تنفيذ المهام.(أحمد، 2018)

إضافة إلى ذلك، يتميز الذكاء الاصطناعي بقدرته على التصرف بشكل مستقل، وهي من أبرز سماته. يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي اتخاذ القرارات وتنفيذ المهام دون الحاجة إلى تدخل بشري، كما تتمتع بقدرة فائقة على التنبؤ بالأحداث المستقبلية واتخاذ القرارات المناسبة بناءً على تحليل البيانات والمعطيات المتاحة وهذا الاستقلال في اتخاذ القرارات يجعل الذكاء الاصطناعي قادرًا على تنفيذ المهام المعقدة بكفاءة عالية، مثل قيادة السيارات أو الطائرات دون الحاجة إلى تحكم بشري مباشر أو حتى إشراف. وبفضل هذه القدرة، أصبح من الممكن تطوير تقنيات مبتكرة مثل المركبات ذاتية القيادة والروبوتات الذكية القادرة على أداء مهام متنوعة في مجالات متعددة. (أحمد، 2018)

ومع ذلك، فإن من أهم مميزات الذكاء الاصطناعي أيضًا هو غياب الحاجة إلى المراقبة البشرية المباشرة. فعلى عكس الأنظمة التقليدية التي تتطلب إشرافًا مستمرًا من قبل البشر، يتميز الذكاء الاصطناعي باستقلالية كاملة في اتخاذ القرارات وتنفيذها دون الحاجة إلى تصريح أو موافقة بشرية. ورغم أن هذه الخاصية توفر كفاءة عالية وسرعة في التنفيذ، إلا أنها تشكل تحديات ومخاطر أيضًا، إذ أن غياب الرقابة البشرية قد يؤدي إلى تصرفات غير متوقعة من الأنظمة الذكية، مما يثير تساؤلات حول السيطرة عليها في حال حدوث أعطال تقنية أو خروقات أمنية. كما أن استقلالية الذكاء الاصطناعي قد تُعقّد من عملية التحكم فيه أو إيقافه إذا واجهت الآلة مشاكل في ملفاتها البرمجية أو مكوناتها المادية. (عادل، 2017)

ثالثاً: تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي

شهدت تقنية الحوسبة الكمية في السنوات الأخيرة تطورًا ملحوظًا، مما أثار العديد من التساؤلات حول تأثيرها المحتمل على مختلف المجالات، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي (AI) تعد الحوسبة الكمية من بين الابتكارات الرائدة التي تمتلك القدرة على إحداث تحول جذري في كيفية معالجة البيانات وتنفيذ العمليات الحسابية المعقدة. في هذا السياق، يتناول هذا المقال تأثير الحوسبة الكمية على مستقبل الذكاء الاصطناعي، من خلال استعراض مفهومها، ودورها في تحسين الخوارزميات، ومعالجة البيانات الضخمة، والتعلم العميق، بالإضافة إلى التحديات المرتبطة بدمجها مع تقنيات الذكاء الاصطناعي تعتمد الحوسبة الكمية على مبادئ فيزياء الكم، حيث تستغل خصائص الجسيمات الكمية مثل التشابك الفوتوني والتراكب بخلاف الحوسبة التقليدية التي تعتمد على البتات (Bits) والتي تأخذ قيمتي 0 أو 1، تستخدم الحوسبة الكمية الكيوبتات (Qubits) التي يمكن أن تمثل 0 و1 في الوقت نفسه، مما يسمح بتنفيذ عمليات حسابية أكثر تعقيدًا وبسرعة أكبر. هذا النهج المبتكر في معالجة المعلومات يمنح الحوسبة الكمية قدرة

غير مسبوقة على حل المشكلات التي تتطلب قوة حوسبية هائلة، مما يفتح آفاقًا جديدة في مجالات عديدة، لا سيما الذكاء الاصطناعي(Ali, 2020).

تعتمد الحوسبة الكمية على مبادئ فيزياء الكم، حيث تستغل خصائص الجسيمات الكمية مثل التشابك الفوتوني والتراكب. بخلاف الحوسبة التقليدية التي تعتمد على البتات (Bits) والتي تأخذ قيمتي 0 أو 1، تستخدم الحوسبة الكمية الكيوبتات (Qubits) التي يمكن أن تمثل 0 و1 في الوقت نفسه، مما يسمح بتنفيذ عمليات حسابية أكثر تعقيدًا وبسرعة أكبر. هذا النهج المبتكر في معالجة المعلومات يمنح الحوسبة الكمية قدرة غير مسبوقة على حل المشكلات التي تتطلب قوة حوسبية هائلة، مما يفتح آفاقًا جديدة في مجالات عديدة، لا سيما الذكاء الاصطناعي يعتمد الذكاء الاصطناعي بشكل كبير على القدرة الحاسوبية العالية، خاصة في مجالات مثل التعلم العميق وتحليل البيانات الضخمة ومع تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، تزايدت الحاجة إلى وسائل جديدة تزيد من كفاءة وسرعة المعالجة. هنا يأتي دور الحوسبة الكمية التي تمتلك إمكانات هائلة لتسريع عمليات الذكاء الاصطناعي وتحسين دقتها. فبفضل قدراتها الفائقة على معالجة المعلومات، يمكن للحوسبة الكمية أن تسهم في تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي بطرق غير مسبوقة (Shuford, 2024).

يعتمد الذكاء الاصطناعي بشكل كبير على القدرة الحاسوبية العالية، خاصة في مجالات مثل التعلم العميق وتحليل البيانات الضخمة ومع تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، تزايدت الحاجة إلى وسائل جديدة تزيد من كفاءة وسرعة المعالجة. هنا يأتي دور الحوسبة الكمية التي تمتلك إمكانات هائلة لتسريع عمليات الذكاء الاصطناعي وتحسين دقتها. فبفضل قدراتها الفائقة على معالجة المعلومات، يمكن للحوسبة الكمية أن تسهم في تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي بطرق غير مسبوقة أحد أهم التأثيرات التي يمكن أن تحققها الحوسبة الكمية في مجال الذكاء الاصطناعي هو تحسين أداء الخوارزميات الحالية. على سبيل المثال، تستطيع الحوسبة الكمية تسريع عملية تعلم الآلة من خلال توفير حلول سريعة للمشكلات الحسابية المعقدة مثل التشفير والتعرف على الأنماط. كما يمكنها تحسين الكفاءة في تنفيذ الخوارزميات الخاصة بالشبكات العصبية الاصطناعية، مما يعزز من دقة نتائج الذكاء الاصطناعي ويزيد من قدرته على معالجة المهام المعقدة(Moret, 2015).

أحد أهم التأثيرات التي يمكن أن تحققها الحوسبة الكمية في مجال الذكاء الاصطناعي هو تحسين أداء الخوارزميات الحالية. على سبيل المثال، تستطيع الحوسبة الكمية تسريع عملية تعلم الآلة من خلال توفير حلول سريعة للمشكلات الحسابية المعقدة مثل التشفير والتعرف على الأنماط. كما يمكنها تحسين الكفاءة في تنفيذ الخوارزميات الخاصة بالشبكات العصبية الاصطناعية، مما يعزز من دقة نتائج الذكاء الاصطناعي ويزيد من قدرته على معالجة المهام المعقدة إضافة إلى ذلك، تواجه أنظمة الذكاء الاصطناعي تحديات كبيرة في معالجة البيانات الضخمة، وهي كميات هائلة من المعلومات تحتاج إلى تحليلات دقيقة وسريعة. هنا تظهر قوة الحوسبة الكمية، حيث تمتلك قدرة فائقة على التعامل مع هذه البيانات بكفاءة عالية، مما يسمح لبرامج الذكاء الاصطناعي بتحليل المعلومات

بشـكل أسـرع وأكثر دقة. هذا يعزز من قدرتها على اكتشـاف الأنماط والاتجاهات الخفية في البيانات، ما يفتح آفاقًا جديدة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختلف المجالات(Ahmed, 2021).

في مجال التعلم العميق، الذي يعتمد على الشـبكات العصـبية الاصـطناعية لمحاكاة طريقة عمل الدماغ البشري، يمكن للحوسـبة الكمية أن تُحدث طفرة كبيرة. فهي قادرة على تسـريع عمليات التدريب وزيادة دقة النتائج من خلال تحسـين الكفاءة في معالجة البيانات المعقدة هذا يجعلها أداة قوية في تطوير أنظمة الذكاء الاصـطناعي القادرة على التعلم الذاتي واتخاذ القرارات بذكاء أكبر ورغم الفوائد المحتملة للحوسبة الكمية في تعزيز الذكاء الاصطناعي، إلا أن هناك العديد من التحديات التي يجب التغلب عليها لتحقيق هذا التكامل. من أبرز هذه التحديات هو اسـتقرار الكيوبتات، حيث تتطلب الحوسبة الكمية ظروفًا بيئية دقيقة، مثل درجات الحرارة المنخفضة جدًا، للحفاظ على استقرار الكيوبتات ومنعها من التفكك أو فقدان المعلومات. هذا الأمر يجعل من الصـعب تحقيق الاسـتقرار المطلوب لتشـغيل أجهزة الحوسبة الكمية بشكل موثوق(Singh, 2024).

بالإضـافة إلى ذلك، يبرز تحدي تطوير خوارزميات متوافقة مع الحوسـبة الكمية. فمع أن هذه التقنية تمتلك إمكانات هائلة، إلا أن اسـتخدامها في الذكاء الاصـطناعي يتطلب تطوير خوارزميات جديدة قادرة على اسـتغلال خصائص الكيوبتات بكفاءة لا تزال الأبحاث جارية لفهم أفضل الطرق لتكييف الذكاء الاصطناعي مع قدرات الحوسبة الكمية كما تشكل تكلفة التطوير عقبة أخرى، حيث أن بناء وتشغيل أجهزة الحوسبة الكمية يتطلب استثمارات ضخمة في التكنولوجيا والبنية التحتية. حاليًا، تظل هذه التكلفة مرتفعة للغاية، مما يحد من إمكانية تطبيقها على نطاق واسـع في الذكاء الاصطناعي. ومع استمرار التطور في هذا المجال، قد يتم تخفيض هذه التكاليف في المستقبل، مما يفتح الباب أمام انتشار أوسع للحوسبة الكمية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

ISSN-E: 18735347-02779536

الخاتمة

في ختام هذه الدراسة التي تناولت تأثير الحوسبة الكمية على الذكاء الاصطناعي، يتضح أن الحوسبة الكمية تمثل نقلة نوعية في عالم التكنولوجيا والحوسبة، حيث تعتمد على مبادئ فيزياء الكم لتقديم قدرات حسابية فائقة تتجاوز بكثير إمكانيات الحوسبة التقليدية. من خلال استعراض مفهوم الحوسبة الكمية ومقارنتها بالحوسبة التقليدية، وتحليل تطبيقاتها المحتملة في مجال الذكاء الاصطناعي، تبين أن هذه التقنية تحمل وعودًا كبيرة لتسريع العمليات الحسابية المعقدة، وتحسين أداء الخوارزميات، ومعالجة البيانات الضخمة بفعالية أكبر ومع ذلك، فإن الدراسة أظهرت أيضًا أن دمج الحوسبة الكمية مع الذكاء الاصطناعي ليس بالأمر السهل، حيث يواجه الباحثون عدة تحديات تشمل استقرار الكيوبتات، وتطوير خوارزميات متوافقة مع التقنية الكمية، وارتفاع تكاليف التطوير. ورغم هذه التحديات، فإن التوجهات البحثية العالمية تبدي تفاؤلًا كبيرًا بإمكانات الحوسبة الكمية ودورها المحوري في مستقبل الذكاء الاصطناعي.

ISSN-E: 18735347-02779536

ISSN-E: 18735347-02779536

النتائج

1. إمكانات الحوسبة الكمية :أثبتت الحوسبة الكمية قدرتها على تقديم سرعات فائقة في معالجة البيانات مقارنة بالحوسبة التقليدية، مما يفتح آفاقًا واسعة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي.
2. تحسين الخوارزميات :يمكن للحوسبة الكمية تحسين أداء الخوارزميات المستخدمة في التعلم العميق وتحليل البيانات الضخمة، مما يعزز من دقة وكفاءة تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
3. التحديات التقنية :لا تزال الحوسبة الكمية في مراحلها الأولى، مما يجعل التحديات التقنية مثل استقرار الكيوبتات وضرورة تطوير بيئات عمل متخصصة أمرًا ضروريًا.
4. التكاليف المرتفعة :يُعد ارتفاع تكلفة بناء وتشغيل أجهزة الحوسبة الكمية عائقًا أمام استخدامها على نطاق واسع في الوقت الحالي.
5. آفاق المستقبل :من المتوقع أن تسهم الحوسبة الكمية بشكل كبير في تطوير مجالات متنوعة مثل الطب، والأمن السيبراني، وتحليل البيانات، مما سيعزز من قدرات الذكاء الاصطناعي ويسرع من وتيرة الابتكارات التقنية.

ISSN-E: 18735347-02779536

ISSN-E: 18735347-02779536

التوصيات

1. دعم البحث العلمي :ضرورة دعم الأبحاث العلمية المتعلقة بالحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي، وتشجيع الجامعات والمراكز البحثية على إجراء دراسات متخصصة في هذا المجال.
2. تطوير البنية التحتية :الاستثمار في تطوير البنية التحتية للحوسبة الكمية، بما في ذلك الأجهزة والمعدات والبرمجيات، لتمكين الباحثين من الاستفادة من هذه التقنية.
3. تأهيل الكوادر البشرية :تنظيم دورات تدريبية وورش عمل لتعريف الباحثين والمطورين بمبادئ الحوسبة الكمية وكيفية استغلالها في تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
4. التعاون الدولي :تعزيز التعاون بين المؤسسات البحثية والشركات التقنية على مستوى العالم لتبادل الخبرات والتجارب في مجال الحوسبة الكمية والذكاء الاصطناعي.
5. مواجهة التحديات :التركيز على معالجة التحديات التقنية، وخاصة استقرار الكيوبتات وتطوير خوارزميات متوافقة مع بيئة الحوسبة الكمية.
6. التقييم المستمر :متابعة التطورات العالمية في مجال الحوسبة الكمية وتقييم مدى جاهزيتها للتطبيق الفعلي في مختلف المجالات، مع الاستعداد لتبنيها عندما تصبح أكثر نضجًا واستقرارًا.

ISSN-E: 18735347-02779536

قائمة المراجع

قائمة المراجع العربية

1. أحمد عادل جميل، عثمان حسين.(2018). إمكانية استخدام الذكاء الاصطناعي في ضبط جودة التدقيق الداخلي عمان، بدون دار نشر،2018م، ص 112.
2. أحمد، عبد السلام علي، (2023)، "دراسة حول استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم اللغات في الدول العربية"، المجلة الليبية للدراسات الأكاديمية المعاصرة، الجلد 1، العدد 1.
3. الذهلي، حمدان بن سعيد بن محمد؛ قطب، إيمان محمد مبروك، (2024)، "أهمية توافر التطبيقات التربوية للذكاء الاصطناعي في المناهج الدراسية"، مجلة جامعة المدينة العالمية للعلوم التربوية والنفسية، العدد الخامس عشر.
4. السالمي، علاء عبد الرزاق، (2017)، "تكنولوجيا المعلومات"، دار المناهج للنشر والتوزيع، القاهرة.
5. الشاعر، سعود عبد القادر، (2020)، "دور الذكاء الإصطناعي في تفعيل إجراءات التحقيق الجنائي في الجرائم الإلكترونية (دراسة مقارنة)"، كلية القانون، بجامعة عجمان، الامارات.
6. الظاهري، سعيد خلفان، (2017)، "الذكاء الاصطناعي القوة التنافسية الجديدة"، مركز استشراف المستقبل ودعم اتخاذ القرار، شرطة دبي، العدد (299)، دبي.
7. القرني، سماهر أحمد حامد، (2021)، "أثر الذكاء الاصطناعي المايكروبت (Microbit) في رفع الدافعية نحو تعلم البرمجة لدى الطالبات في مقرر تقنيات التعليم بجامعة الملك عبد العزيز بجدة"، مجلة العلوم التربوية والنفسية، المركز القومي للبحوث غزة، مج 5، ع 30.
8. الموسوي، واثق على، (2019)، "موسوعة الذكاء الاصطناعي"، دار الأيام للنشر والتوزيع، عمان.
9. بوزيدي، المجد، عيشوش، رياض، (2017)، "دور تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية في تسيير المخاطر في المؤسسات الصناعية"، مجلة اقتصاديات المال والأعمال، الجزائر.
10. تره، مريم شوقي عبد الرحمن، (2020)، "تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتسريع في عملية رقمنة التعليم"، ملحق مجلة الجامعة العراقية، العدد 15.
11. جميل، أحمد عادل؛ عثمان، حسين عثمان، (2012)، "إمكانية استخدام تقنيات الذكاء الصناعي في ضبط جودة التدقيق الداخلي: دراسة ميدانية في الشركات المساهمة العامة الأردنية"، بحث مقدم للمؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر بعنوان ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، جامعة الزيتونة الأردنية، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، عمان.ص1-12
12. سليم, عماد علي مصطفى, زيدان, إسراء سعدي محمد. (2024). مدخل مُقترح لاستخدام الحوسبة الكمية في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية, 16(3), 841-854.

13.عادل عبد النور.(2017). الأنظمة الخبيرة منشورات قسم الهندسة الكهربائية بجامعة الملك سعود. المملكة العربية السعودية، ص 65

14.عبد الوهاب، شـــادي؛ الغيطاني، وإبراهيم؛ يحيى، ســـارة، (2018)، "فرص وتهديدات الذكاء الاصـــطناعي في الســـنوات العشـــر القادمة"، تقرير المســـتقبل، ملحق يصـــدر مع دورية اتجاهات الأحداث، العدد ٢٧، مركز المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة، أبو ظبي.ص2–16

15.عتيق، منى، (2012)، "الطلبة الجامعيون تصـــوراتهم للمســـتقبل وعلاقتهم بالمعرفة: دراســـة ميدانية بجامعة باجي مختار عنابة"، جامعة قسنطينة 2، الجزائر.

16.كاظم، أحمد، (2012)، "الذكاء الصـــناعي"، قســـم هندســـة البرمجيات كلية تكنولوجيا المعلومات، جامعة الإمام الصادق بغداد.

قائمة المراجع الأجنبية

1. . Gill, S. S., Cetinkaya, O., Marrone, S., Combarro, E. F., Claudino, D., Haunschild, D. and Ramamohanarao, K. (2024). Quantum Computing: Vision and Challenges. arXiv preprint arXiv:2403.02240.
2. . Nimbe, P., Weyori, B. A. and Adekoya, A. F. (2021). Models in Quantum Computing: A Systematic Review. Quantum Information Processing, 20(2), 80.
3. .Guzik, V., Gushanskiy, S., Polenov, M. and Potapov, V. (2015, October). Models of a Quantum Computer, their Characteristics and Analysis. In 2015 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) (pp. 583-587). IEEE.
4. .Ravi, G. S., Smith, K. N., Gokhale, P. and Chong, F. T. (2021, November). Quantum Computing in the Cloud: Analyzing Job and Machine Characteristics. In 2021 IEEE International Symposium on Workload Characterization (IISWC) (pp. 39-50). IEEE.
5. 4.Sodhi, B. and Kapur, R. (2021, March). Quantum Computing Platforms: Assessing the Impact on Quality Attributes and Sdlc Activities. In 2021 IEEE 18th International Conference on Software Architecture (ICSA) (pp. 80-91). IEEE.
6. Ahmed, F., & Mähönen, P. (2021, September). Quantum computing for artificial intelligence based mobile network optimization. In 2021 IEEE 32nd annual international symposium on personal, indoor and mobile radio communications (PIMRC) (pp. 1128-1133). IEEE.
7. Ali, S. (2020). Coming to a Battlefield Near You: Quantum Computing, Artificial Intelligence, & Machine Learning's Impact on Proportionality. Santa Clara J. Int'l L., 18, 1.
8. De Leon, N. P., Itoh, K. M., Kim, D., Mehta, K. K., Northup, T. E., Paik, H. and Steuerman, D. W. (2021). Materials Challenges and Opportunities for Quantum Computing Hardware. Science, 372(6539), eabb2823
9. Kang, S., Kim, S. and Lee, J. W. (2016). Reexamining The Exchange Rate Exposure Puzzle by Classifying Exchange Rate Risks into Two Types. Global Economic Review, 45(2), 116-133.
10. Koutou, Kia ora (2018). ARTIFICIAL INTELLIGENCE Shaping a Future New Zealand, An Analysis of the Potential Impact and Opportunity of Artificial Intelligence on New Zealand's Society and Economy, New Zealand.

11. Malik G Kumar, D & Vij, S. (2019). An Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Education and Teaching. In Sa, P. K. (2019). Recent Findings in Intelligent Computing Techniques, Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer Nature Singapore.
12. Moret-Bonillo, V. (2015). Can artificial intelligence benefit from quantum computing?. Progress in Artificial Intelligence, 3, 89-105.
13. Peng, Q., Duarte, F., & Paton, R. S. (2016). Computing organic stereoselectivity–from concepts to quantitative calculations and predictions. Chemical Society Reviews, 45(22), 6093-6107.
14. Schreiber, F., & Weiskopf, D. (2022). Quantitative visual computing. it-Information Technology, 64(4-5), 119-120.
15. Shuford, J. (2024). Quantum computing and artificial intelligence: synergies and challenges. Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN: 3006-4023, 1(1).
16. Singh, S., & Kumar, D. (2024). Enhancing cyber security using quantum computing and artificial intelligence: A review. algorithms, 4(3).