ورقة بحثية بعنوان:

مدخل مُقترح لاستخدام الحوسبة الكمية في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف

إعـــــــــداد

أ/ عماد علي مصطفى سليم
مدرس مساعد بقسم المحاسبة والمراجعة
كلية التجارة – جامعة مدينة السادات
emad.seleem@com.usc.edu.eg

أ/ إسراء سعدي محمد زيدان
ماجستير محاسبة
كلية التجارة-جامعة القاهرة
esraasaady1141991@gmail.com

المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية
كلية التجارة – جامعة مدينة السادات
المجلد السادس عشر – (عدد خاص – الجزء الثاني) – سبتمبر ٢٠٢٤م

التوثيق المقترح وفقاً لنظام APA:
سليم، عماد علي مصطفى؛ زيدان، إسراء سعدي محمد، (٢٠٢٤)، " مدخل مُقترح لاستخدام الحوسبة الكمية في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف: ورقة عمل"، **المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية**، كلية التجارة، جامعة مدينة السادات، ١٦ (خاص)، ٨٤١ – ٨٥٤.
رابط المجلة: https://masf.journals.ekb.eg

▪ **ملخص البحث باللغة العربية:**

استهدفت الورقة البحثية دراسة وتحليل تطبيقات الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف. وقام الباحثان أولا باستعراض إطار مفاهيمي للحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات المحاسبية، وثانيا بتقديم مدخل مقترح لتحسين عمليات إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف باستخدام الحوسبة الكمية. وتمثلت أهم النتائج والدلالات النظرية للورقة البحثية في امكانية مساهمة هذا المدخل المقترح في تحسين دقة التنبؤ بتغيرات أسعار الصرف، والحد من مخاطر تغيرات أسعار الصرف، فضلاً عن أتمتة عمليات إدارة المخاطر، وأخيراً خلق أسواق ونماذج جديدة للتحوط وتحقيق الاستقرار المالي.

▪ **الكلمات المفتاحية:** الحوسبة الكمية، إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف، التحوط.

Abstract :

The research paper aimed to study and analyzed quantum computing applications as one of the information technology innovations in managing the risks of exchange rate changes. The researchers first reviewed a conceptual framework for quantum computing as one of the innovations in accounting information technology, and secondly presented a proposed approach to improving the risk management processes of exchange rate changes using quantum computing. The most important results and theoretical implications of the research paper were the possibility of this proposed approach contributing to improving the accuracy of forecasting exchange rate changes, reducing the risks of exchange rate changes, as well as automating risk management processes, and finally creating new markets and models for hedging and achieving financial stability.

▪ **Keywords:** quantum computing, risk management of exchange rate changes, hedging.

أولاً: الإطار العام للبحث

1- فكرة البحث:

أدت التطورات الحديثة في مجال الحواسيب والآلات في الخمسينيات من القرن العشرين، إلى إدراك الشركات بسرعة للفرص التي توفرها هذه الآلات وبدأت في استخدامها ليس فقط لتسريع عملياتها اليومية، بل أيضًا لبناء نماذج سوقية معقدة وحل مشكلات التحسين المتطورة، أدى ذلك إلى ظهور فروع جديدة من العلوم وقطاعات اقتصادية كاملة، وتعد إدارة احتياطيات العملات الأجنبية وظيفةً حاسمةً للبنوك المركزية، حيث تساهم في الحفاظ على استقرار العملة الوطنية وتعزيز قدرة الاقتصاد على التعامل مع الصدمات الخارجية، ومع ذلك، تواجه هذه الإدارة العديد من التحديات، بما في ذلك التعقيد المتزايد للأسواق المالية، وتزايد عدم اليقين الاقتصادي، والاحتياجات المتزايدة للكفاءة والفعالية، وتُقدم الحواسيب الكمية إمكاناتٍ هائلةً لتحسين إدارة مخاطر تغيرات أسعار صرف العملات الأجنبية من خلال قدرتها على حلّ المشكلات المعقدة بشكلٍ أسرع وأكثر كفاءةً من الحواسيب التقليدية **(Veselý, 2022).**

وفي ظل العولمة وزيادة حجم التعاملات الدولية، حيث يمثل تقلبات أسعار الصرف مصدرًا رئيسيًا للمخاطر التي يمكن أن تؤثر سلبًا على الأرباح والتدفقات النقدية والقيمة المالية للشركات والمؤسسات والأفراد المشاركين في المعاملات الدولية، أولت هذه الشركات والمؤسسات الاهتمام بإدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف بهدف تقليل أو التخفيف من حدة هذه المخاطر من خلال مجموعة من الاستراتيجيات والتقنيات، مما يساعد في حماية الشركات والأفراد من التأثيرات السلبية لتغيرات أسعار العملات، وتتأثر مخاطر تغيرات أسعار الصرف بعوامل مختلفة، منها حجم التعرض للمعاملات الدولية، حيث يزداد التعرض للمخاطر بزيادة حجم هذه المعاملات، والفترة الزمنية للتعرض، حيث تزيد الحاجة لاستراتيجيات التحوط الفعالة بزيادة هذه الفترة، بالإضافة إلى تقلبات السوق والتي تزيد من هذه المخاطر، والعوامل الاقتصادية مثل أسعار الفائدة والنمو الاقتصادي والتضخم والتي تؤثر جميعها على أسعار الصرف وبالتالي على مخاطر تغيرها **(Wilkens and Moorhouse, 2023).**

ووفقاً لدراسة **Wilkens and Moorhouse (2023)** فإن هناك إمكانية لاستخدام الحوسبة الكمومية في البنوك والمؤسسات المالية الأخرى بسبب إمكاناتها في مجالات مثل التداول وإدارة المخاطر، كما أن تطبيقات الحوسبة الكمية المالية المحتملة تتضمن محاكاة سيناريوهات السوق المستقبلية لمساعدة البنوك على فهم وتقييم مخاطر تقلبات أسعار الصرف بشكل أفضل. وذلك بالاعتماد على نموذجي لإدارة المخاطر في السوق، مثل استخدام المحاكاة القائمة على مونت كارلو لحساب قيمة المخاطر (VaR)، حيث يجب محاكاة عدد كبير من عوامل المخاطر وتطورها. بالإضافة إلى ذلك، فإن التغييرات المقابلة في القيمة الحالية (PV) للأدوات في المحفظة تتطلب إعادة التقييم في كل حالة مستقبلية محتملة. وعلى الرغم من هذه الفوائد الا أن تطبيقات قياس المخاطر تواجه مجموعة التحديات بسبب السعة المحدودة للأنظمة الكمية الحالية، حيث يحد عدد الكيوبتات من عدد عوامل المخاطر التي يمكن محاكاتها ودقة توزيعها

وفي هذا السياق، يهدف هذا البحث إلى تقديم مدخل مُقترح لاستخدام تطبيقات الحوسبة الكمية في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.

2- مشكلة البحث:

تعد مشكلة تغيرات أسعار صرف العملات والمخاطر المرتبطة بها من أبرز التحديات التي تواجه الشركات والمؤسسات بمختلف أنواعها وفي شتى أنحاء العالم. وتؤثر هذه التقلبات على أسعار صرف العملات المحلية أو العملات الأجنبية التي تتعامل معها هذه الشركات. بالإضافة إلى ذلك، تعاني العديد من الوحدات الاقتصادية ذات الأنشطة الدولية من مشكلات متعددة في نشاطها التجاري ناجمة بشكل كبير عن التقلبات غير المتوقعة في أسعار صرف العملات الأجنبية، مما يعوق تحقيق أهدافها المنشودة. لذلك، بدأت الشركات في البحث عن وسائل لتجنب المخاطر المتوقعة وغير المتوقعة الناجمة عن تقلبات أسعار الصرف، وذلك من خلال التضحية بأرباح محتملة في المستقبل أو تقليل الخسائر المتوقعة. هذا ما يعرف بالتحوط ضد تقلبات أسعار صرف العملات الأجنبية **(مبارك،٢٠١٧)**.

وفي ظل قصور الأساليب والحواسب التقليدية في التعامل مع نماذج قادرة على محاكاة سيناريوهات السوق المستقبلية لمساعدة البنوك على فهم وتقييم مخاطر تغيرات أسعار الصرف بشكل أفضل. ومن ثم تتجسد مشكلة البحث في تحديد دور استخدام الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها المختلفة، في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف. ومن ثم يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

١/٢- ما هي طبيعة وأهمية استخدام الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها المختلفة، في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف؟

٢/٢- ما هي محددات استخدام الحوسبة الكمية في تحديد التعرض وتحليل المخاطر واختيار وتنفيذ استراتيجيات التحوط؟ وماهي تحديات ومخاطر استخدامها؟

٣/٢- هل يُسهم استخدام الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات في تحسين إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف؟ وما مدى إمكانية تقديم مدخل مقترح لتحقيق ذلك؟

3- أهداف البحث:

يتجسد الهدف الرئيس للبحث في دراسة وتحليل تطبيقات الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات، في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف. **وذلك سعياً نحو تحقيق الأهداف الفرعية التالية:**

١/٣- تحديد طبيعة وأهمية الحوسبة الكمية، بما في ذلك المبادئ الأساسية التي تقوم عليها والتقنيات المستخدمة فيها.

٢/٣- التعرف على كيفية توظيف تطبيقات الحوسبة الكمية في تحليل البيانات المالية والتنبؤ بتغيرات أسعار الصرف.

٣/٣- التعرف على دور استخدام الحوسبة الكمية ومدى فعاليته مقارنةً بالأساليب التقليدية المستخدمة حاليًا في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف، وتقديم مدخل مقترح يجسد العلاقة بين استخدام الحوسبة الكمية وإدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.

4- أهمية ودوافع البحث:

١/٤- إرساء الأطر المنهجية والضوابط الموضوعية لاستخدام تطبيقات الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات، في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف في ظل بيئة الأعمال الالكترونية، ومواكبة تطوراتها المتلاحقة.

٢/٤- تسليط الضوء على الدور الفعال لاستخدام الحوسبة الكمية بالشركات وذلك من خلال تحديد التعرض وتحليل المخاطر واختيار وتنفيذ استراتيجيات التحوط، وتحديد أهم التحديات والمخاطر المصاحبة لاستخدامها.

٣/٤- تزايد اهتمام الشركات المؤسسات بالبحث عن وسائل أو أساليب أو تقنيات تمكنها من تجنب المخاطر المتوقعة وغير المتوقعة الناجمة عن تغيرات أسعار الصرف.

5- فروض البحث:

في ضوء تساؤلات البحث وسعياً نحو تحقيق أهدافه، واستناداً على استقراء وتحليل الدراسات السابقة المتعلقة بمتغيراته، يمكن صياغة فروض البحث على النحو التالي:

١/٥- يُعزز استخدام الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها المختلفة، في إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.

٢/٥- يؤدي استخدام الحوسبة الكمية إلى تحسين عمليات تحديد التعرض وتحليل المخاطر واختيار وتنفيذ استراتيجيات التحوط، كما يصاحب ذلك العديد من التحديات الناجمة عن الاستخدام.

٣/٥- يُسهم استخدام الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات في تحسين إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.

6- منهج البحث:

في ضوء مشكلة البحث وسعياً نحو تحقيق أهدافه واختبار فروضه من المنظور الوصفي والتحليلي فقط، اعتمد الباحث على كل من المنهج الاستقرائي والاستنباطي، وذلك على النحو التالي:

- **المنهج الاستقرائي:** في ظل هذا المنهج اهتم الباحث بدراسة وتحليل ما ورد بالدراسات العربية والأجنبية المرتبطة بمتغيرات البحث، وفي ضوء معيار المحاسبة الدولي (IFRS 9)، واستنادًا لمتطلبات اتفاقية بازلIII .
- **المنهج الاستنباطي:** وفقاً لهذا المنهج حرص الباحث على تقديم مدخل مقترح يعكس يجسد العلاقة بين استخدام الحوسبة الكمية وإدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.

7- تنظيم البحث:

في ضوء مشكلة البحث، وسعياً نحو تحقيق أهدافه، تم تقسيم هذا البحث على النحو التالي:

- **أولاً:** الإطار العام للبحث.
- **ثانياً:** الإطار المفاهيمي للحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات المحاسبية.
- **ثالثاً:** الحوسبة الكمية كمدخل مُقترح لتحسين عمليات إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.
- **رابعاً:** النتائج والتوصيات والتوجهات البحثية المستقبلية.

وفيما يلي عرض تفصيلي لباقي محاور البحث.

ثانياً: الإطار المفاهيمي للحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات المحاسبية

1- الحوسبة الكمية ما بين المفهوم والخصائص والأهداف:

يمكن تعريف الحوسبة الكمية (Cuantum Computing) على أنها مجال من مجالات الحوسبة يعتمد على ميكانيكا الكم، فبدلاً من استخدام البتات التقليدية (٠ أو ١) مثل الحواسيب التقليدية، تستخدم الحوسبة الكمية وحدات معلومات تسمى الكيوبتات (Qubits)، والتي يمكن أن تكون في حالة ٠ أو ١ 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.

هذا، وقد أكدت العديد من الدراسات (Guzik et al., 2015; Nimbe et al., 2021; Ravi et al., 2021; Sodhi and Kapur, 2021) أن تقنية الحوسبة الكمية **تتميز بمجموعة من الخصائص أهمها:**

- **التراكب الكمومي (Superposition):** إمكانية وجود الكيوبتات في حالة ٠ أو ١ في نفس الوقت، مما يتيح إجراء عمليات حسابية على عدد كبير من الاحتمالات بشكل متزامن.
- **التشابك الكمومي (Entanglement):** إمكانية تشابك الكيوبتات مع بعضها البعض، مما يعني إمكانية تأثير أحج الكيوبتات على حالة كيوبت آخر على الفور بغض النظر عن المسافة بينهما.
- **التداخل (Interference):** إمكانية استخدام التداخل الكمومي لتضخيم النتائج الصحيحة وتلاشي النتائج الخاطئة خلال عملية الحساب.
- **عدم الاستنساخ الكمومي (No-Cloning Theorem):** عدم إمكانية نسخ حالة كمية معينة بدقة، مما يوفر أماناً إضافياً في تطبيقات التشفير.

وفيما يلي أهم الأهداف الرئيسة لتقنيات الحوسبة الكمية كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات:

- **سرعة حل المشكلات المعقدة:** على عكس الحواسيب التقليدية التي قد تستغرق سنوات أو حتى قرون لحل بعض المشكلات، تستهدف الحوسبة الكمية حل تلك المشكلات بسرعة فائقة، مثل فك الشفرات، ومحاكاة الأنظمة الجزيئية الكبيرة، وتحسين العمليات.
- **استكشاف وتطوير خوارزميات جديدة:** تستهدف الحوسبة الكمية استكشاف وتطوير خوارزميات كمية جديدة مثل خوارزمية جروف ((Grover's Algorithm للبحث في قواعد البيانات غير المهيكلة بشكل أسرع، وخوارزمية شور (Shor's Algorithm) لتحليل الأعداد الأولية.
- **تعزيز الأمان الإلكتروني:** تستهدف الحوسبة الكمية تعزيز الأمان الإلكتروني من خلال تقديم طرق حديثة للتشفير تعتمد على المبادئ الكمية، مثل التشفير الكمي (Quantum Cryptography) والذي يعتبر آمناً ضد الاختراقات باستخدام الحوسبة الكمية، مما يحسن من أمان المعلومات والاتصالات.
- **التقدم في مجالات العلوم والهندسة:** تساهم الحوسبة الكمية في محاكاة التفاعلات الجزيئية والأنظمة الفيزيائية على المستوى الذري بدقة عالية، مما يساهم في تقدم البحث العلمي في مجالات مثل الكيمياء، والفيزياء، وعلم المواد.
- **تعزيز الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي:** تساهم الحوسبة الكمية في تعزيز أداء خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي من خلال استخدام تقنيات الحوسبة الكمية لتحليل ومعالجة كميات ضخمة من البيانات بسرعة فائقة، مما يؤدي إلى أنظمة ذكاء اصطناعي أكثر قوة وفعالية.

2- تحديات استخدام تقنية الحوسبة الكمية:

تناولت العديد من الدراسات التحديات التي قد تواجه استخدام تقنية الحوسبة الكمية ومن أهم هذه التحديات -على سبيل المثال وليس الحصر- ما يلي (Córcoles and Kandala, 2019; De Leon et al., 2021; Gill et al., 2024):

- **استقرار الكيوبتات:** يعتبر الحفاظ على استقرار الكيوبتات لفترات طويلة تحدياً كبيراً، حيث ان الوحدة الأساسية للمعلومات في الحوسبة الكمية غير مستقرة وتتعرض للخطأ بسهولة. ويرجع السبب في ذلك إلى العديد من العوامل منها على سبيل المثال لا الحصر:
  - تعتمد الكيوبتات على حالات كمومية هشة يمكن أن تتأثر بسهولة بالعوامل البيئية مثل الحرارة، والضوضاء الكهرومغناطيسية، والاهتزازات، مما يؤدي إلى فقدان التماسك الكمي ويجعل من الصعب الحفاظ على المعلومات الكمية لفترات طويلة.
  - تعتبر الكيوبتات أكثر عرضة للأخطاء من البتات التقليدية وقد يرجع ذلك إلى تداخلها مع البيئة أو تفاعلها مع بعضها البعض بطرق غير مرغوب فيها، فضلاً عن سرعة تراكم الأخطاء أثناء الحسابات المعقدة مما يجعل من الصعب الحصول على نتائج دقيقة بدون آليات فعالة لتصحيح الأخطاء.
  - تحتاج الكيوبتات الفائقة التوصيل إلى التبريد لدرجات حرارة قريبة من الصفر للحفاظ على استقرارها، وهذا يتطلب معدات تبريد مكلفة ومعقدة مثل الثلاجات السائلة الهيليوم.
- **تصحيح الأخطاء:** يتطلب تصحيح الأخطاء في الأنظمة الكمية تطوير تقنيات جديدة وفعالة بالإضافة إلى استخدام العديد من الكيوبتات الإضافية لدعم كل كيوبت منطقي -حيث تختلف الأخطاء الكمومية عن تلك التي تحدث في الحوسبة التقليدية- مما يزيد من تعقيد النظام ويؤثر على كفاءته.
- **التكلفة والبنية التحتية:** لا يزال إنتاج الكيوبتات بكميات كبيرة وبجودة عالية مكلفا ومعقداً، حيث يحتاج كل كيوبت إلى تصنيع دقيق للغاية، وهو ما يزيد من تكلفة الإنتاج بشكل كبير، بالإضافة إلى أن تطوير وصيانة أجهزة الحوسبة الكمية يتطلب تكاليف مرتفعة وبنية تحتية خاصة، مثل درجات حرارة منخفضة جداً تصل إلى حوالي ٢٠ ميلي كلفن وهو ما يتطلب أجهزة تبريد عميق، فضلاً عن الأنظمة الكهرومغناطيسية، ومعدات القياس الحساسة، وجدير بالذكر أن تصنيع وصيانة هذه الأجهزة يتطلب استثمارات كبيرة في التكنولوجيا والبحث والتطوير.
- **التوافق مع الأنظمة الحالية:** يعتبر دمج الحوسبة الكمية مع الأنظمة التقليدية تحدياً تقنياً، حيث يتطلب توافق البرمجيات وتطوير بنية تحتية جديدة للاتصالات الكمية، مثل الشيكات الليفية الكمية وأنظمة التوزيع الكمي للمفاتيح (QKD) للاستفادة الكاملة من القدرات الكمية.
- **البحوث والتطوير المستمر:** لا تزال الحوسبة الكمية في مراحله المبكرة من التطوير، مما يتطلب استثمارات كبيرة في البحوث والتطوير للوصول إلى تطبيقات عملية.

ثالثاً: الحوسبة الكمية كمدخل مُقترح لتحسين عمليات إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.

1- الإطار المفاهيمي إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف:

١/١- مفهوم مخاطر تغيرات أسعار الصرف:

يتعلق التعريف الشائع لمخاطر أسعار الصرف بتأثير التغيرات غير المتوقعة في أسعار الصرف على قيمة الشركة (Madura, 1989). على وجه الخصوص، يتم تعريفها على أنها الخسارة المباشرة المحتملة (نتيجة التعرض غير المغطى) أو الخسارة غير المباشرة في التدفقات النقدية للشركة، والأصول والالتزامات، وصافي الربح، وبالتالي قيمتها السوقية للأسهم من حركة سعر الصرف. ولإدارة مخاطر أسعار الصرف الكامنة في عمليات الشركات المتعددة الجنسيات، تحتاج الشركة إلى تحديد نوع معين من التعرض للمخاطر الحالية، واستراتيجية التحوط والأدوات المتاحة للتعامل مع مخاطر العملة هذه.

٢/١- أنواع التعرض لمخاطر أسعار الصرف:

تعددت تصنيفات أنواع التعرض لمخاطر أسعار الصرف (Exchange Rate Risk Exposure) في الدراسات السابقة فعلى سبيل المثال - وليس الحصر-:

فقسمتها دراسة (الشكرجي والعامري، ٢٠١٣) إلى ثلاثة أنواع على النحو التالي:

- التعرض لمخاطرة الصفقات (Transactions Exposure).
- التعرض للمخاطرة التشغيلية (Operating Exposure).
- التعرض لمخاطرة التحويل (Translation Exposure).

في حين قسمتها دراسة (Kang et al., 2016) إلى نوعين على النحو التالي:

- التغيرات في أسعار الصرف (Changes in Exchange Rate).
- الانحراف المعياري لتغيرات أسعار الصرف (The Standard Deviation of Exchange Rate Changes).

٣/١- مراحل إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف:

تتطلب إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف اتباع نهج منظم يتضمن عدة مراحل، وتتمثل هذه المراحل فيما يلي Chance and Brooks, 2021 ; ميسون وقسيطة، ٢٠٢٢)

- **تحديد المخاطر (Risk Identification):** من خلال تحديد الأنشطة المالية المتأثرة (التعاملات الدولية، الإقراض، الاقتراض، العمليات التجارية الخارجية)، وتحديد أنواع المخاطر (اقتصادية، تشغيلية، تحويلية).
- **تحليل وتقييم المخاطر (Risk Analysis and Evaluation):** ويتم تحليل المخاطر من خلال عمل تحليل حساسية، وقياس التعرض للمخاطر، ثم يتم تقييم المخاطر من خلال تقييم احتمالية وقوع المخاطر وتأثيرها، وتحديد الأولويات.

2- تحديد وتنفيذ استراتيجيات التحوط (Risk Mitigation and Implementation):

ويتم تحديد استراتيجيات التحوط من خلال اختيار الأدوات المالية المناسبة، وتنويع الأصول والالتزامات، وتضمين شروط التحوط في العقود، ثم يتم تنفيذ هذه الاستراتيجيات من خلال إبرام العقود المالية، وفتح حسابات متعددة العملات.

- **الرقابة على المخاطر (Risk Control):** من خلال مراقبة الاسواق باستمرار، وتقييم فعالية الاستراتيجيات المتبعة.
- **التوثيق والتقرير (Documentation and Reporting):** من خلال تسجيل العمليات المالية، وإعداد تقارير دورية حول المخاطر والتحوطات المتخذة ومدى فعاليتها.
- **التدريب والتطوير (Training and Development):** من خلال تدريب الموظفين على استخدام أدوات التحوط، وتحسين العمليات وفقاً للتطورات التي تطرأ على السوق والتكنولوجيا.

3- المدخل المقترح لتحسين عمليات إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف باستخدام الحوسبة الكمية:

يعتقد الباحثان أن الحوسبة الكمية هي أداة قوية يمكن استخدامها لإدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف بشكل أفضل. ومن خلال تحليل كميات كبيرة من البيانات، يمكن للحوسبة الكمية تحديد أنماط وتنبؤات تغيرات أسعار الصرف، مما يسمح للشركات باتخاذ قرارات بشكل أفضل فيما يتعلق بتحسين دقة التنبؤات بتغيرات أسعار الصرف، وتقليل مخاطر أسعار الصرف، وتحسين كفاءة عمليات إدارة المخاطر، ولأجل تحقيق ذلك، يعتمد المدخل المقترح على مجموعة من المقومات، تتمثل فيما يلي:

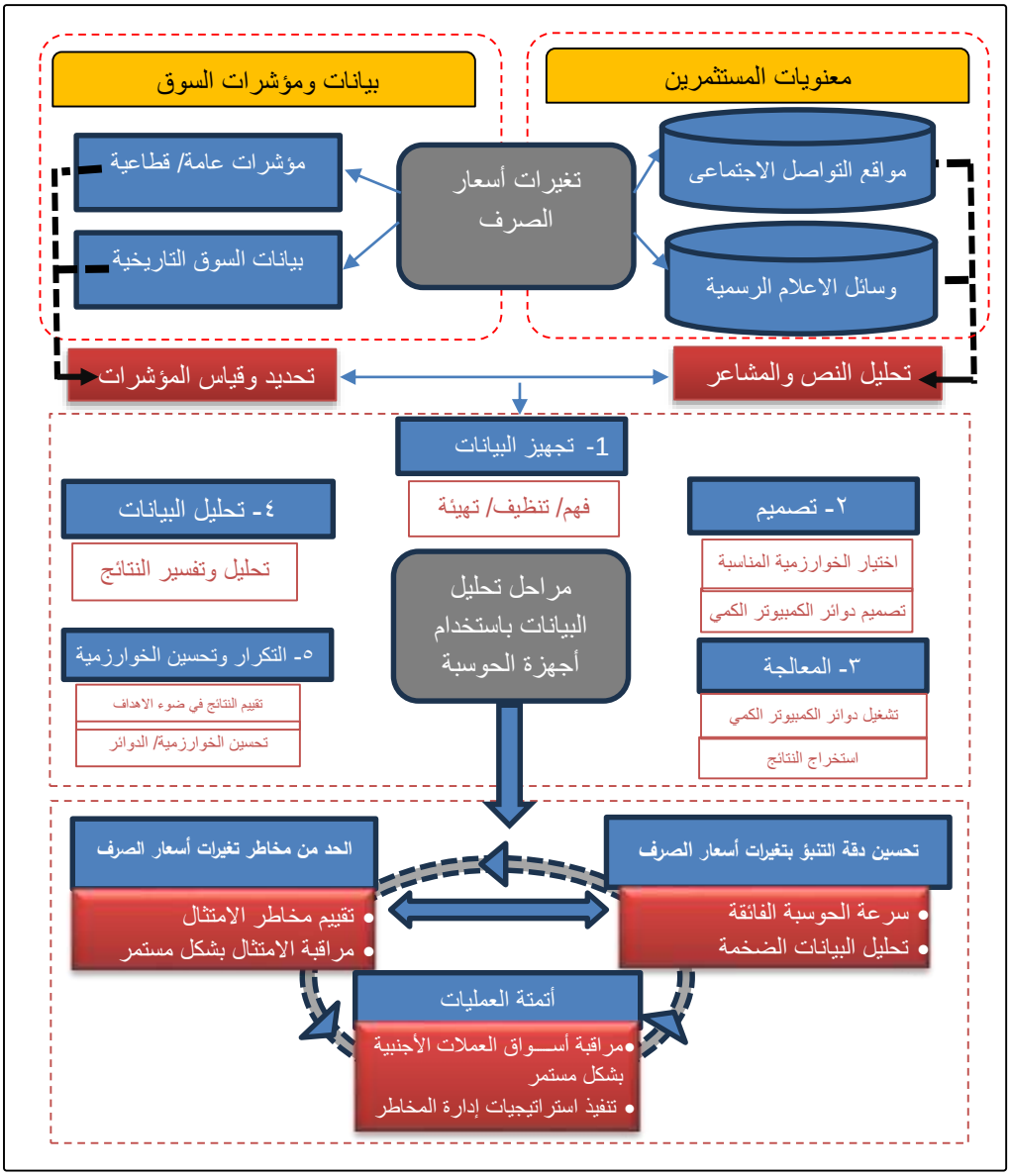
١/٢ - أهداف المدخل المقترح:

- **تحسين دقة التنبؤ بتغيرات أسعار الصرف:** يمكن القول بأن الهدف من تحسين دقة توقعات أسعار الصرف هو الحد من مخاطر صرف العملات الأجنبية، حيث تواجه الشركات العاملة في الأسواق الدولية مخاطر كبيرة ناجمة عن تقلبات أسعار الصرف، ويمكن أن تؤدي هذه التقلبات إلى خسائر مالية كبيرة، خاصة إذا لم تتم إدارة مخاطر صرف العملات الأجنبية بشكل فعال. فضلاً عن تحسين فرص الاستثمار، حيث توفر أسواق الصرف الأجنبي فرصًا استثمارية مربحة للشركات التي تتمتع بمعرفة جيدة بتحركات أسعار الصرف (Shen et al., 2021).
- **الحد من مخاطر تغيرات أسعار الصرف:** يمكن تحسين إدارة مخاطر سعر الصرف الأجنبي من خلال تعزيز شفافية البيانات المتعلقة بسوق العملات الأجنبية وتوفير معلومات أفضل للشركات عن أدوات التحوط المتاحة، كما يمكن تحفيز استخدام العقود الآجلة والمشتقات من خلال تطوير أسواق هذه الأدوات المالية وتوفير المزيد من الخيارات للتجار والشركات للتحوط من مخاطرها. وأخيراً يمكن تشجيع التنويع من خلال دعم الاستثمار في قطاعات مختلفة وتخفيف القيود على الاستثمار الأجنبي المباشر (Udoka et al., 2014).
- **أتمتة عمليات إدارة المخاطر:** وذلك مراقبة أسواق العملات الأجنبية بشكل مستمر، وتحديد أي تغيرات أو مخاطر محتملة، مع تنفيذ استراتيجيات إدارة المخاطر تلقائيًا، ويمكن أن تؤدي أتمتة عمليات إدارة المخاطر إلى تحسين كفاءة العمليات وتقليل التكاليف المرتبطة بإدارة المخاطر بشكل يدوي.

٢/٢- مقومات وركائز المدخل المقترح:

يمكن تناول المدخل المقترح في ضوء معنويات وبيانات ومؤشرات السوق، ومن ثم إستخدام إمكانيات الحوسبة الكمية من خلال مراحلها المختلفة، من أجل تحقيق أهداف محددة، مثل تحسين دقة التنبؤ بتغيرات أسعار الصرف، والحد من مخاطر تغيرات أسعار الصرف، وأخيراً الاستفادة من أتمتة

العمليات، ومراقبة أسواق العملات الأجنبية بشكل مستمر، وتنفيذ استراتيجيات إدارة المخاطر تلقائيًا، وهو ما يتناوله الشكل رقم (١).



شكل رقم (١)
مقومات وركائز المدخل المقترح لاستخدام الحوسبة الكمية في تحسين عمليات إدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف

رابعاً: الدلالات النظرية والتوصيات والدراسات المستقبلية.

1- الدلالات النظرية:

توصل الباحثان إلى العديد من النتائج والدلالات النظرية في ضوء العرض النظري لمتغيرات البحث، تمثلت أهمها:

١/١- تحسين دقة التنبؤ بتغيرات أسعار الصرف:

- يمكن لأجهزة الحاسب الكمية تحليل كميات هائلة من البيانات المالية والاقتصادية، مثل أسعار الصرف التاريخية ومؤشرات الاقتصاد الكلي وعوامل السوق العالمية، ومعلومات وسائل التواصل الاجتماعي بشأن حركة أسعار الصرف، لتحديد الأنماط المعقدة التي تؤثر على حركة العملة.
- تعد الحوسبة الكمومية نموذج محاكاة متقدم لسوق الصرف الأجنبي، مع مراعاة مجموعة متنوعة من العوامل التي تؤثر على سعر العملة، بما في ذلك الظروف الاقتصادية والسياسية والاجتماعية.
- تتيح الحوسبة الكمية للشركات تحليل النماذج المتقدمة لتحسين توقعات السوق بشكل دقيق، مما يقلل من السلوكيات غير المستقرة التي تُؤدي إلى تقلبات الأسعار، وبالتالي يعزز ذلك من إمكانية تنبؤات أكثر دقة للتغيرات في أسعار الصرف، على المدى القصير والمتوسط والطويل.

٢/١- الحد من مخاطر تغيرات أسعار الصرف:

- تسمح الحوسبة الكمية بتقييم مخاطر سوق forex بشكل دقيق من خلال تحليل البيانات والنماذج المتقدمة، مما يمكن الشركات من اتخاذ قرارات استثمارية أكثر ذكاءً وتقليل تعرضها للمخاطر.
- تمكن الحوسبة الكمية من تطوير استراتيجيات تحوط مُخصصة لكل شركة، تأخذ بعين الاعتبار احتياجاتها ومستوى المخاطر المقبول لديها.
- تمكن الحوسبة الكمية من تطوير أدوات تحليل أكثر تطوراً تساعد الشركات على مراقبة أسواق الصرف الأجنبي بشكل مستمر وتحديد أي مخاطر محتملة بشكل سريع.

٣/١- أتمتة عمليات إدارة المخاطر:

- تمكن الحوسبة الكمية من بناء أنظمة مراقبة ذكية تراقب أسواق العملات الأجنبية بشكل مستمر وترسل تنبيهات في حال حدوث أي تغيرات أو مخاطر محتملة.
- تمكن الحوسبة الكمومية من تنفيذ استراتيجيات إدارة المخاطر بشكل تلقائي، مما يُقلل من التدخل البشري ويحسن كفاءة العمليات.
- تمكن أتمتة عمليات إدارة المخاطر من تقليل التكاليف المرتبطة بإدارة المخاطر بشكل يدوي، وتحسين الربحية بشكل عام.

٤/١- خلق أسواق ونماذج جديدة للتحوط وتحقيق الاستقرار المالي:

- تمكن الحوسبة الكمية من تطوير أسواق جديدة للمشتقات المالية وتطوير نماذج تحليلية متقدمة، مما يوفر للشركات المزيد من الخيارات للتحوط من مخاطرها.

- تمكن الحوسبة الكمية من تعزيز الاستقرار المالي من خلال تحسين إدارة مخاطر سعر الصرف الأجنبي وتقليل التقلبات في السوق، ويمكن استخدام هذه النماذج من قبل البنوك المركزية والحكومات لتحديد المخاطر المحتملة في السوق واتخاذ قرارات استباقية لمنع حدوث تقلبات حادة في أسعار العملات.

2- التوصيات:

يوصى الباحثان بعدد من التوصيات للشركات والمؤسسات المالية تتمثل في:

- الاستثمار في التكنولوجيا والبنية التحتية اللازمة لدعم الحوسبة الكمية، أو التعاون مع شركات تكنولوجيا المعلومات المتقدمة لتحديث الأنظمة والبنية التحتية الحاسوبية.
- تدريب الموظفين على المبادئ الأساسية للحوسبة الكمية وتطبيقاتها في المالية، وذلك من خلال تنظيم ورش عمل ودورات تدريبية بالتعاون مع مؤسسات تعليمية متخصصة في الحوسبة الكمية.
- إنشاء فرق بحث وتطوير داخلية متخصصة في استكشاف تطبيقات الحوسبة الكمية في إدارة المخاطر المالية، وعقد شراكات وبرتوكولات تعاون مع الجامعات ومراكز الأبحاث لتطوير حلول كمية مخصصة لإدارة مخاطر تغيرات أسعار الصرف.
- العمل على تطوير وتحسين خوارزميات مالية تعتمد على الحوسبة الكمية لتحليل البيانات وتوقع تغيرات أسعار الصرف، واستخدام النماذج الكمية لتحسين استراتيجيات التحوط وإدارة المحافظ المالية.
- دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي الكمي لتحليل التوقعات السوقية واتخاذ القرارات بناءً على البيانات الكبيرة والمعقدة، وتحسين دقة التنبؤات من خلال النماذج الكمية المتقدمة.
- استخدام الحوسبة الكمية لتحليل السيناريوهات المختلفة ووضع استراتيجيات تحوط متقدمة لتقليل المخاطر، وتفعيل نماذج تحسين المحافظ المالية الكمية لتحقيق التوازن الأمثل بين العائد والمخاطر.
- اعتماد تقنيات التشفير الكمي لحماية البيانات المالية الحساسة وأنظمة التداول من الهجمات الإلكترونية، والاستثمار في تقنيات الأمان الكمي لتأمين المعلومات وتعزيز الثقة بين العملاء والشركاء.

3- الدراسات المستقبلية:

- مدخل مقترح لاستخدام تطبيقات الحوسبة الكمية في تحسين جودة الإفصاح عن مخاطر تغيرات أسعار الصرف: دراسة تطبيقية.
- أثر التكامل بين تحليلات البيانات الضخمة ونظم الذكاء الاصطناعي على جودة التقارير المالية باستخدام الحوسبة الكمية: دراسة ميدانية.
- دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتغيرات أسعار الصرف وإدارة مخاطرها في ظل استخدام الحاسبات الكمية: دراسة اختبارية.
- مدخل مقترح لاستخدام الحوسبة الكمية كأداة لتحسين نماذج التحوط وتقييم مخاطر سوق forex: دراسة تطبيقية.

مراجع البحث

المراجع العربية:

الدوريات:

1. الشـــكرجي، اعتصـــام جابر، والعامري، محمد علي إبراهيم. (٢٠١٣). إدارة مخاطر أســعار الصــرف باســتخدام أدوات التحوط المالي: دراســة تطبيقية. ***مجلة دراســات محاسبية ومالية***، مج(٨)، ع(٢٣)، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية، جامعة بغداد.

الرسائل:

2. ميســون، عبود، وقســيطة، يســري. (٢٠٢٢). أثر اســتخدام تقنيات التحوط للحد من مخاطر تقلبات أسعار صرف العملات الأجنبية: دراسة حالة الجزائر. ***رسالة ماجستير غير منشــورة***، معهد العلوم الاقتصــادية والتجارية وعلوم التيســير، جامعة عبدالحميد بوالصوف ميلة، الجزائر.

المراجع الأجنبية:

Books:

3. Chance, D. M. and Brooks, R. (2021). An Introduction to Derivatives and Risk Management. South-Western, Cengage Learning.
4. Madura, J, 1989, International Financial Management, 2nd ed. (St. Paul, Minnesota: West Publishing Company).

Periodicals:

5. 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.
6. 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.

7. 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.
8. Nimbe, P., Weyori, B. A. and Adekoya, A. F. (2021). Models in Quantum Computing: A Systematic Review. ***Quantum Information Processing***, 20(2), 80.
9. Shen, M. L., Lee, C. F., Liu, H. H., Chang, P. Y., & Yang, C. H. (2021). An effective hybrid approach for forecasting currency exchange rates. *Sustainability*, *13*(5), 2761.
10. Udoka, C. O., Ibor, B. I., & Anyingang, R. A. (2014). Managing foreign exchange rate risks in Nigeria. *Euro-Asian Journal of Economics and Finance*, *2*(4), 306-315.

Others:

11. Córcoles, A. D., Kandala, A., Javadi-Abhari, A., McClure, D. T., Cross, A. W., Temme, K. and Gambetta, J. M. (2019). Challenges and Opportunities of Near-Term Quantum Computing Systems. ***Proceedings of the IEEE***, 108(8), 1338-1352.
12. 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***.
13. 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***.
14. 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**.