صندوق النقد العربي
ARAB MONETARY FUND

"الانعكاسات الاقتصادية لتقنية البلوكتشين والاستقرار المالي في الأسواق المالية العربية"

إعداد

د. أنور عثمان

صندوق النقد العربي

نوفمبر 2021

© صندوق النقد العربي 2021

حقوق الطبع محفوظة

يُعد أعضاء الدائرة الاقتصادية، وأعضاء الدوائر الفنية الأخرى بصندوق النقد العربي دراسات اقتصادية، وأوراق بحثية يصدرها الصندوق، وينشرها على موقعه الإلكتروني. تتناول هذه الإصدارات قضايا تتعلق بالسياسات النقدية والمصرفية والمالية والتجارية وأسواق المال وانعكاساتها على الاقتصادات العربية.

الآراء الواردة في هذه الدراسة لا تمثل بالضرورة وجهة نظر صندوق النقد العربي، وتبقى معبرةً عن وجهة نظر مُعد الدراسة

لا يجوز نسخ أو اقتباس أي جزء من هذه الدراسة أو ترجمتها او إعادة طباعتها بأي صورة دون موافقة خطية من صندوق النقد العربي إلا في حالات الاقتباس القصير بغرض النقد والتحليل، مع وجوب ذكر المصدر.

توجه جميع المراسلات على العنوان التالي:

الدائرة الاقتصادية

صندوق النقد العربي

ص.ب 2818، أبو ظبي دولة الامارات العربية المتحدة

هاتف: 6171552 2 971+

فاكس: 6326454 2 971+

البريد الإلكتروني: economic@amfad.org.ae

الموقع الإلكتروني: https://www.amf.org.ae

دراسة الانعكاسات الاقتصادية لتقنية البلوكتشين والاستقرار المالي في الأسواق المالية العربية

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الانعكاسات الاقتصادية لتقنية البلوكتشين على الاقتصادات العربية ، وفهم مستوى الاستقرار المالي في أسواق المال العربية خلال الفترة (2016-2021). اتبعت الدراسة المنهج الكمي باستخدام نماذج الانحدار ذات التباين الشرطي غير المتجانس (E-GARCH) لتحليل العلاقة بين السلاسل الزمنية لعوائد مؤشر تقنية البلوكتشين العالمي، وعوائد مؤشرات أداء أسواق المال العربية. بينت نتائج الدراسة أن ارتفاع مؤشر تقنية البلوكتشين العالمي له تأثير إيجابي على حجم التغير في مستوى عوائد الأسهم للأسواق المالية العربية وذو دلالة إحصائية مهمة عند مستوى 1 في المائة. ويعود ذلك إلى أن استخدام تقنية البلوكتشين يساهم بشكل فعال في خفض التكاليف التشغيلية، وتحسين مستوى الشفافية، وزيادة مستويات الأمان والحد من المخاطر، ورفع كفاءة ودقة وسرعة العمليات التشغيلية والمالية للمؤسسات والشركات وتحقيق الشمول المالي في الاقتصادات العربية. أيضا تُشير نتائج تحليل الاستقرار المالي في الأسواق المالية العربية إلى أن هناك تفاوت في نمط استجابة عوائد مؤشرات أداء أسواق المال العربية للصدمات الاقتصادية ودرجة استمراريتها وتلاشيها ونوعية المعلومات السلبية والايجابية المؤثرة عليها. هذا التفاوت يخلق الكثير من الفرص الاستثمارية ويساهم في تأسيس محافظ استثمارية منخفضة المخاطر وأكثر استقرار. ووفقاً لهذه النتائج، تقترح الدراسة بعض التوصيات أهمها توسيع استخدامات تقنية البلوكتشين في أنظمة الدفع الإلكتروني، والإسراع في وضع الأطر القانونية والتنظيمية لاستخدام تقنية البلوكتشين بشكل آمن، والعمل على تأهيل الكوادر البشرية في هذا المجال، وتخصيص موازنات تشغيلية لتقنية البلوكتشين، ودعم المؤسسات التعليمية لتبني برامج علمية لتقنية البلوكتشين في المنطقة العربية، وعقد المؤتمرات والندوات العلمية للتوعية بأهمية هذه التقنيات من أجل تحقيق الشمول المالي وتحسين الأداء الاقتصادي والقدرة على المنافسة.

Studying The Economic Repercussions of Blockchain Technology and The Arab Financial Markets Stability

Abstract

The study aims to investigate the economic repercussions of using Blockchain Technology on economic performance and understand the level of Arab financial markets stability over the period (2016-2021). The study applied a quantitative approach using Exponential General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity model (E-GARCH) to analyse the relationship between blockchain technology's daily time series return index and the Arab stock markets return indices. The findings of the study shows that an increase in the global blockchain return index has a positive impact on the change of the stock market return indices in the Arab financial markets, with a statistical significance level of 1 percent. This is because using block technology effectively contributes to cost reduction, improving transparency, ensuring security, reducing risks, improving the quality, accuracy, and speed of operational and financial transactions for Arab firms and corporations, which may achieve financial inclusion in the Arab world economies. In addition, the outcomes of financial stability analysis indicate a discrepancy in the pattern of the response of Arab financial market indices to economic shocks, the degree of volatility persistence and fading, and the negative and positive asymmetric information effect.

This disparity creates an investment opportunity and contributes effectively to establishing optimal portfolio investments that have low risk and more stability. Based on these outcomes, the study suggested some recommendations, the most important of which are accelerating and expanding adoption of blockchain technology in electronic payment systems, developing the legislative and regulatory framework for using blockchain technology safely; developing human capital in this sector; allocating operational budgets; supporting educational institutions to adopt scientific programs for blockchain technology in the Arab region, and raising the awareness about the importance of this technology in order to achieve financial inclusion, improve economic performance, and enhancing competitiveness.

قائمة المحتويات

المقدمة 6

الادبيات والدراسات السابقة 8

أهم المجالات التطبيقية لتقنية البلوكتشين 8

أسواق رأس المال (Capital Market) 9

المؤسسات المالية والمصرفية 10

قطاع التأمين 12

القطاع العام أو الحكومي 14

منهجية البحث 15

البيانات 15

الطريقة الإحصائية المستخدمة في التحليل 16

نماذج (ARCH / GARCH) لقياس المعلومات المتماثلة (Symmetric Information) 16

نموذج (E-GARCH) لقياس المعلومات غير المتماثلة -Asymmetric Information 17

التحليل والنتائج 18

تحليل تطور متغيرات الدراسة 18

الإحصاء الوصفي للمتغيرات 18

نتائج إستخدام نموج (E-GARCH) 25

تحليل نتائج معادلة التباين (Variance Equation) 26

الخاتمة والتوصيات 30

قائمة المراجع 32

المقدمة

تزداد استخدامات تقنية البلوكتشين (Blockchain) في الحياة اليومية بشكل متسارع، حيث اكتسبت هذه التقنية اعتمادًا وقبولا واسعا للاستخدام في شتى مجالات الحياة وذلك نظراً لقدرتها على معالجة المعاملات بشكل آمن وبدرجة عالية من الشفافية وبتكلفة منخفضة. حيث يقدر الخبراء أنه من المتوقع أن ينمو حجم سوق البلوكتشن العالمي من حوالي 3.0 مليار دولار أمريكي في عام 2020 إلى 39.7 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2025، أي بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 67.3 في المائة خلال الفترة (2020-2025)[1]. ظهرت فكرة البلوكتشين في عام 1991، من خلال الباحثين سكوت ستورنيتا (Stornetta Scott)، وستيورات هابر(Stuart Haber)، ولكن في عام 2008 طرح ساتوشي ناكاموتو (Satoshi Nakamoto) مفهوم سلسة الكتل من خلال دراسة بعنوان " نظام النقد الإلكتروني من نظير إلى نظير: بيتكوين" "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System " لشرح البرتوكول الخاص بعملة البتكوين، ومن ثم توسعت التطبيقات الخاصة بتقنية البلوكتشين لتشمل العملات المشفرة الأخرى والعقود الذكية المطبقة في كثير من القطاعات الاقتصادية والتعليمية وغيرها.

تُعرف تقنية البلوكتشين على أنها عبارة عن بروتوكول أو طريقة لتسجيل المعاملات باستخدام الخوارزميات المعقدة والتشفير الذي ينتج عنه معاملات موثوقة وغير قابلة للإلغاء ومتاحة بسهولة لجميع المستخدمين من خلال شبكة المعلومات العالمية (الانترنت). حيث يُعرِّف الخبراء تقنية البلوكشين بأنها عبارة عن سلسلة من الكتل الرقمية التي تحتوي على معلومات مقيدة ببعضها البعض ومغلقة بتشفير متقدم، حيث يتم بناء هذه الكتل من خلال قاعدة بيانات تستخدم آلية التشفير لبناء سجل دفتري الكتروني لامركزي يحتوي على بيانات مترابطة ومرتبه بشكل تدريجي-تراتيبي غير قابله للتعديل او التلاعب ويمكن الوصول إليه بسهولة من قبل المستخدمين عبر شبكة المعلومات العالمية (Pilkington, 2016).

مرت تقنية البلوكتشين بالعديد من الأجيال أهمها: الجيل الأول، وهو جيل العملة المشفرة (بتكوين) وكان الهدف من هذا الجيل تحسن النظام النقدي التقليدي. فيما تمثل الجيل الثاني في جيل العقود الذكية وعملات الأثريوم والعملات المشفرة الآخرى. وارتبط الجيل الثالث بالعديد من التطورات في مفاهيم تقنية البلوكتشين مثل تقنية دفتر الأستاذ الموزع اللامركزي (DLT)، و دفتر الأستاذ الموزع على أساس التشابك (IOTA)، وعملة الانترنت (COTI). بينما يرتبط الجيل الرابع من تقنية البلوكتشين بالثورة الصناعية الرابعة ويركز بشكل أساسي على أتمتة العمليات لمواكبة متطلبات الأعمال الاقتصادية والصناعية المختلفة[2].

هناك أربع أنواع من تقنية البلوكتشين هي (1) سلاسل الكتل العامة (Public Blockchains) والتي لا تحتاج بطبيعتها إلى رخصة لاستخدامها، حيث تسمح لأي شخص بالانضمام إليها، وهي لامركزية تماماً. (2) سلاسل الكتل الخاصة (Private Blockchains) وهي سلاسل كتل مُرخصة تتحكم فيها مؤسسة واحدة. (3) سلاسل كتل الاتحاد (Consortium Blockchains) وهي مرخصه تحكمها مجموعة من المنظمات، وليس كياناً واحداً. (4) سلاسل الكتل الهجينة (Hybrid blockchains) وهي عبارة عن سلاسل كتل يتم التحكم فيها من قبل مؤسسة واحدة، لكن بمستوى من الإشراف الذي تقوم به سلاسل الكتل العامة، وهو أمر مطلوب لإجراء عملية التحقق من مصداقية معاملة معينة[3].

يُمكن وبشكل مبسط لشرح آلية عمل البلوكتشين، يتم في البداية إنشاء ما يسمى بالكتلة (Block) من خلال قيام أحد الأطراف بتنفيذ معاملة ما التي يتم التحقق منها من قبل جميع المستخدمين الموجودين على شبكة الانترنت (Nodes)، يتم بعد ذلك تخزين هذه المعاملة في الكتلة (Block) وبمجرد التحقق من جميع المعلومات (Block header & block body)والتأكد من صحتها (Validation) من خلال التوقيع الرقمي (Digital Signature) ، يتم إعطاء هذه الكتلة رمز تعريفي (Cryptography) خاص بها يسمى (Hash) يميزها عن الكتل السابقة ، ثم تضاف هذه الكتلة الجديدة الى سلسلة (Chain) الكتل السابقة، ومنها أيضاً إلى قواعد التوافق

[1] Blockchain Market Size, Growth, Trends and Forecast to 2025 | MarketsandMarkets.

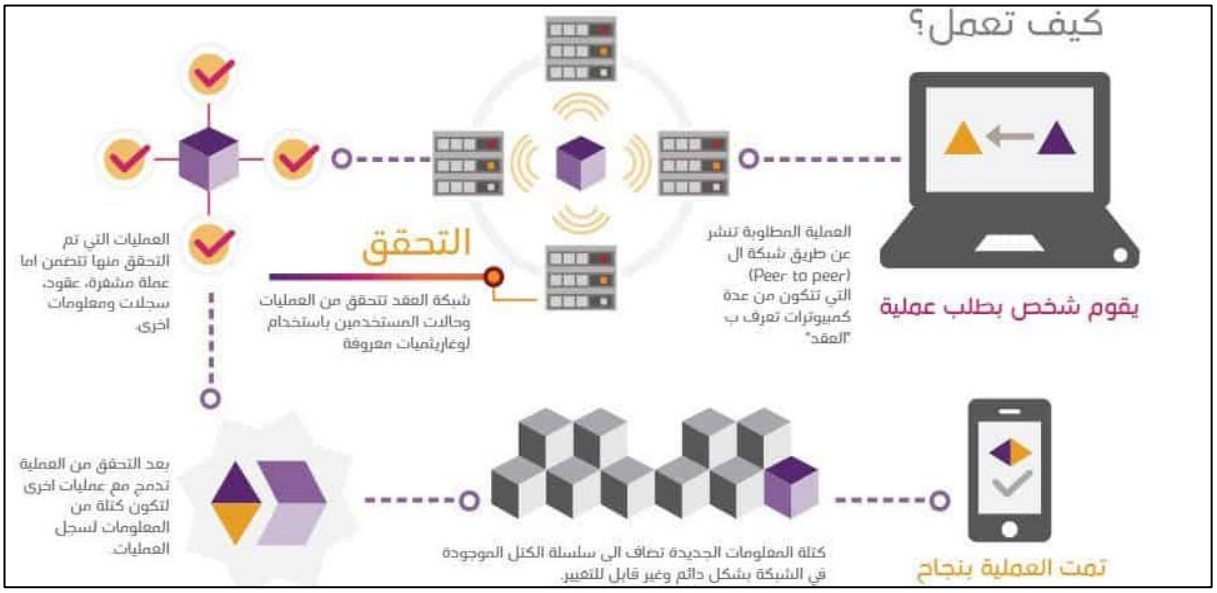
[2] Impact of Blockchain on the Economy | Appinventiv

[3] Types of Blockchain: Public, Private, or Something in Between | Blogs | Manufacturing Industry Advisor | Foley & Lardner LLP

مثل (Proof of Work, Proof of Stake, Proof of Concept, and Proof of Ownership)، وهكذا تكون العملية قد تمت (Alsubaei, 2019 & Pilkington, 2016).

شكل رقم (1):

آلية حدوث وتسجيل العمليات في إطار تقنية البلوكتشين (Blockchain Technology)



Source: https://dkhlak.com/blockchain-technology.

بالرغم من أن تقنية البلوكتشين تكتسب زخماً سريعاً في النمو والتطور وتوفر الكثير من الفوائد الاقتصادية بما يسهم في تحسين وتسريع الإجراءات وخفض النفقات، وتحقيق قدر عالٍ من الشفافية وتحسين البيئة ودعم التنمية المستدامة، بما يستجيب لمتطلبات تطوير معايير حوكمة الشركات الخاصة والعامة بما قد ينعكس بشكل إيجابي على الأسواق والاقتصادات العالمية، إلا أن استخدام هذه التقنية لا يزال محدوداً في الكثير من المؤسسات سواءً العربية أو غيرها، حيث أشار الاستطلاع الذي أجراه مجلس الأعمال العالمي لتقنية البلوكتشين ان غالبية كبار المديرين التنفيذيين (63 في المائة) لا يزالون لا يعرفون ما هي تقنية البلوكتشين وما أهميتها الاقتصادية والتشغيلية[4]. أيضاً يعتبر الكثير من الخبراء أن تطبيقات تقنية البلوكتشين تواجه الكثير من التحديات التقنية والفنية على سبيل المثال عدم فعالية التصميم التقني، وعدم معرفة هوية المستخدمين (The anonymous feature)، والقابلية المنخفضة للتقنية للتوسع (Low Scalability)، والاستهلاك العالي للطاقة، وعدم توفر الخصوصية، وعدم وضوح القوانين واللوائح التنظيمية في هذا المجال، وعدم توفر المهارات والخبرات اللازمة، وعدم معرفة الجمهور بكيفية استخدام هذه التقنية[5]. كل هذه العوامل تجعل هذه التقنية مصدر قلق للكثير من المؤسسات المالية وغيرها مما قد يعطل نظام التمويل العالمي الحالي بما قد يؤثر بشكل كبير على الاستقرار المالي في الأسواق المالية. في ضوء ما سبق، تهدف هذه الدراسة إلى الوقوف على الانعكاسات الاقتصادية لاستخدام تقنية البلوكتشين وآثارها على أداء الاقتصادات العربية وأيضاً قياس مستوى استقرار اسواق المالية العربية خلال الفترة (2016 – 2021).

[4] Why Is Blockchain Important to Business? | Insight
[5] Top 10 Blockchain Adoption Challenges | 101 Blockchains

الادبيات والدراسات السابقة

لا يزال موضوع تقنية البلوكتشين واستخداماتها من المواضيع الهامة والرئيسة للكثير من الباحثين والمهتمين في العصر الحالي سوى في المجال الأكاديمي أو المجال التطبيقي، فهناك الكثير من الدراسات والأدبيات السابقة التي تطرقت إلى تقنية البوكتشين وناقشتها من زوايا مختلفة، إلا أن الدراسات المتعلقة بتأثير تقنية البلوكتشين على أداء الأسواق المالية لا زالت محدودة. على سبيل المثال تطرقت دراسة (Rensi Li and Yinglin Wan, 2021) إلى العلاقة بين تطبيقات تقنية البلوكتشين، وأداء الشركات الصينية خلال الفترة (2012- 2019)، حيث بينت الدراسة أن عوائد الشركات ومعدل دوران الأسهم للشركات الصينية ازداد جراء تطبيق هذه التقنية. كما أن هناك دراسة تجريبية حديثة قام بها الباحث (Minhe Xu, 2021) للتعرف على آثر تقنية البلوكتشين على أسعار الأسهم لعدد 73 شركة مدرجة في سوق الأوراق المالية الصينية. استخدمت الدراسة طريقة تحليل الأحداث قصيرة المدى لمعرفة أثر تطبيقات هذه التقنية على أداء وأسعار الشركات المدرجة في سوق الأوراق المالية خلال الفترة (2016-2019). تُظهر نتائج الدراسة أن الشركات التي تُعلن عن تطبيقات تقنية البلوكتشين، لديها دخل غير طبيعي وذو دلالة إحصائة معنوية، مما يُظهر أن أسواق رأس المال لديها إستجابة إيجابية كبيرة لتطبيقات تقنية البلوكتشين. هناك دراسة أخرى من قبل (Eshghi, Shahriari, Stivers, 2021) لمعرفة العلاقة بين الإفصاح عن تقنية البلوكتشين وعملة البتكوين على أداء الأسهم في الولايات المتحدة الامريكية، حيث تُبرز نتائج الدراسة أن هناك علاقة قوية بين الإفصاح عن استخدام تقنية البلوكتشين في إطار تقريرها السنوي الشامل المسمى بـ (K-10)[6] وأداء الأسهم لهذه الشركات. كما قام أيضاً الباحثون (Cheng, De Franco, Jiang, & Lin, 219) بدراسة العلاقة بين الإفصاح عن استخدام تقنية البلوكتشين في التقرير (K-8) [7]، وأداء الأسهم للشركات الامريكية، بينت النتائج أن هناك استجابة فورية من قبل المستثمرين عند الإفصاح عن معلومات تقنية البلوكتشين، مما ينعكس بشكل فوري على أداء أسهم هذه الشركات. على نفس النسق وجد كل من (Cahill, Baur, Liu, & Yang, 2020) أن هناك رد فعل إيجابي من قبل المستثمرين في يوم الإعلان عن التقرير (K-8) المتضمن الكشف عن إستثمارات الشركات في تقنية البلوكتشين. من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، يتبين أن هناك فجوة علمية كبيرة فيما يخص الدراسات التجريبية لمعرفة أثر تقنية البلوكتشين على أداء وأسعار الأسهم بشكل عام وخصوصاً في المنطقة العربية، لذلك تهدف هذه الدراسة لسد هذه الفجوة من خلال دراسة الانعكاسات الاقتصادية لتقنية البلوكتشين على أداء مؤشرات الأسهم في الأسواق المالية العربية.

أهم المجالات التطبيقية لتقنية البلوكتشين

هناك الكثير من الدول والمؤسسات العالمية تدرك أهمية تقنية البلوكتشين واستخداماتها ذات النطاق الواسع في شتى مجالات الحياة سوى على المستوى العام أو الخاص. ونسرد هنا بعض الاستخدامات والمنافع التي يمكن أن تقدمها هذه التقنية في كل من أسواق رأس المال، والمؤسسات المالية والمصرفية، ومؤسسات التأمين، وأيضاً القطاعات العامة والحكومية مثل قطاع التعليم والتصنيع وحماية البيانات الشخصية من الاختراق وحماية حقوق الملكية الفكرية وتوثيق السجلات والأصول الحكومية، وخفض التكاليف وتحسين الأداء وغيرها من التطبيقات.

[6] تقرير شامل ومفصل للإفصاح عن المعاملات المالية تعده الشركات المدرجة وفق متطلبات الإفصاح لهيئة الأوراق المالية والبورصات الأمريكية.
[7] تقرير غير دوري للإفصاح عن الأحداث الجوهرية غير المجدولة أو التغييرات في الشركات المدرجة التي يُمكن أن تكون ذات أهمية للمساهمين وفق متطلبات الإفصاح لهيئة الأوراق المالية والبورصات الأمريكية.

أسواق رأس المال (Capital Market)

هناك العديد من القنوات التي يمكن أن تساهم من خلالها تقنية البلوكتشين في تطوير وتنمية أسواق راس المال، أهمها:

1- المُصدرون (Issuers):

تُتيح تقنية البلوكتشين الكثير من المنافع لمُصدري الأسهم والأوراق المالية الأخرى، حيث تُمكن هذه التقنية من الوصول الأسهل والأسرع والأقل تكلفة إلى رأس المال من خلال استخدام الأصول الرقمية والأوراق المالية القابلة للبرمجة. كما تُمكن هذه التقنية من إصدار أوراق مالية جديدة خلال فترة وجيزة، مع الأخذ بعين بالاعتبار جميع حقوقها والتزاماتها المشفرة وآلية تطبيقها، وهذا بدوره يسمح للمُصدرين بسرعة تمويل المؤسسات والحصول على المصادر المالية الكافية لتنفيذ مشروعاتهم الاستثمارية. كما أن برمجة بنود وشروط أو ترميز الأصول الرقمية توفر مزيد من المرونة لمصدري الأوراق المالية والمستثمرين. أيضاً تُمثل القدرة على تجزئة الأصل إحدى المزايا الرئيسة للأصول الرقمية، حيث يُمكن تقسيم الأصول الرقمية إلى وحدات أكثر بأسعار معقولة وقابلة للتحويل مما يخلق فرصة لمزيد من السيولة وتنوع المستثمرين في الأسواق المالية. أخيراً، يُمكن أتمتة دورة الحياة الكاملة للأوراق المالية من إجراءات الإصدار وخدمة المستثمر حتى مرحلة توزيع الأرباح.

2- مديري الصناديق (Fund Managers):

كون تقنية البلوكتشين تُتيح التداول من نظير إلى نظير (P2P) وفق دفتر أستاذ عام يتم التحقق من خلاله عن كل العمليات بشكل أساسي، فإن مديري الصناديق يستفيدون من هذه المميزات في إجراء التسوية والمقاصة بشكل سريع وأكثر شفافية مما يقلل من مخاطر التخلف عن السداد أو المخاطر النظامية في الأسواق المالية الأكثر غموضاً. أيضا تساعد تقنية البلوكتشين الصناديق الاستثمارية على تخفيض التكاليف نتيجة زيادة كفاءات العمليات التشغيلية لخدمات المحاسبة والمخصصات الإدارية والتحويلية من خلال العمل وفق خدمات الصناديق الآلية. أيضاً قد تساهم تقنية البلوكتشين في خلق أصول رقمية جديدة وبالتالي تزيد من المنتجات المالية والأصول الاستثمارية الرقمية في الأسواق المالية مما يزيد من فرص بناء المحافظ الاستثمارية وبالتالي تقليل المخاطر الاستثمارية. كما تؤدي القدرة على إصدار الأصول الرقمية وتجزئة الأصول الحالية إلى استقطاب مجموعة واسعة من المستثمرين الجدد إلى الأسواق المالية.

3- المستثمرون:

تساهم تقنية البلوكتشين بشكل فعال في تخفيض تكلفة إصدار الأوراق المالية الجديدة وفي نفس الوقت زيادة سرعة الإصدار، وتُمكن المصدرين من تصميم أدوات مالية رقمية جديدة تتوافق مع احتياجات المستثمرين في الأسواق المالية وبالتالي تحقيق العائد المستهدف لكل من المستثمرين والمصدرين بنفس الوقت. وكما أشرنا سابقاً ان تقنية البلوكتشين تُمكن من تجزئة قيمة الأصول الرقمية وتساهم بشكل فعال في انخفاض التكاليف الإدارية والاصدار والاشراف، هذا بدوره يساهم بشكل كبير في تقليل نسبة مخاطر السيولة، وتكلفة رأس المال على المستثمرين وبالتالي تحقيق العوائد المستهدفة بكل سهولة.

4- المنظمون:

من المتوقع أن تساهم تقنية البلوكتشين بشكل واسع في تسهيل أعمال المنظمين والجهات القانونية من التحقق والتتبع للأحداث الاقتصادية والمالية والآثار المالية المترتبة عليها أولاً بأول والتنبؤ بالمخاطر قبل حدوثها نظراً لما يتمتع به نظام تقنية البلوكتشين الذي يعمل وفقاً لآلية دفتر الأستاذ العام الموزع والذي يسمح بتسجيل كل العمليات المالية والاطلاع عليها بشفافية في جميع الأوقات. أيضاً تُمكن الطبيعة غير القابلة لتغيير بيانات المعاملة في نظام تقنية البوكتشين المنظمين من أتمتة وظائف التدقيق والمراجعة وبالتالي يرى الخبراء أن قواعد بيانات سلاسل الكتل تبشر بأن تصبح وسيلة فعالة للحد من المخاطر النظامية المختلفة في الأسواق المالية العالمية.

المؤسسات المالية والمصرفية:

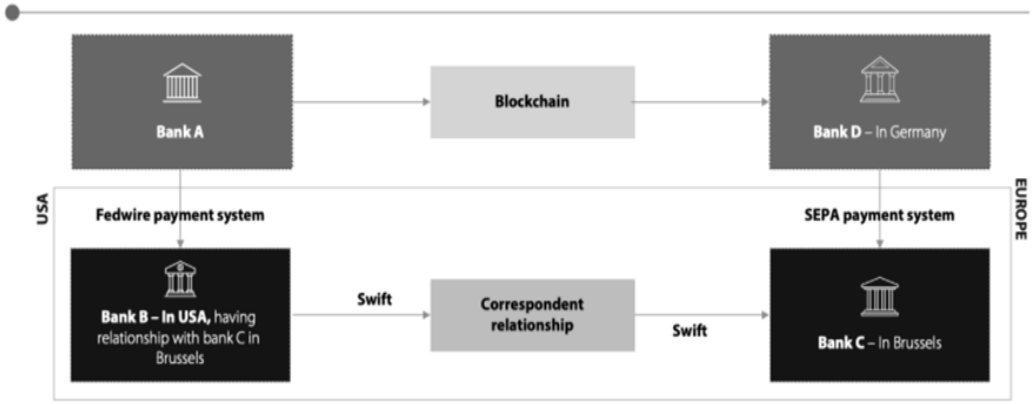
يُمكن لـتقنية البلوكتشين من خلال تقنيات دفتر الأستاذ العام الموزع أن تُحسن من مستوى شفافية وكفاءة وموثوقية أنظمة الدفع بالإضافة إلى تقليل تكلفة العمليات المالية لدى المؤسسات المالية والمصرفية. أيضاً من المتوقع أن تساهم تقنية البلوكتشين من زيادة سرعة العمليات المالية في المؤسسات المالية.

1- المدفوعات العابرة للحدود:

منذ إنشاء النظام العالمي النقدي لعبت البنوك دوراً رئيساً في المدفوعات العابرة للحدود عن طريق استخدام شبكة جمعية الاتصالات المالية العالمية بين البنوك (SWIFT). ولكن مع صعود التقنيات المالية الحديثة وانتشار شركات الدفع الإلكتروني مثل (PayPal, TransferWise, Alibaba Amazon,) وغيرها من الشركات الناشئة. فقدت البنوك حصةً كبيرةً من أعمال الدفع في الأسواق المالية العالمية. حيث إن هذه الشركات تفوقت على أداء البنوك في الأسواق المالية من حيث السرعة والتكلفة والشفافية في خدمات الدفع العابرة للحدود. لمعالجة هذه التحديات تختبر البنوك العالمية والمحلية إمكانية تطبيق تقنية البلوكتشين لاستعادة دورها في هذا المجال (Isaksen 2018). حيث من المتوقع أن تسهل تقنية البلوكتشين عمل المدفوعات العابرة للحدود عن طرق استخدام دفتر الأستاذ العام الموزع، كونه يسمح بتسجيل جميع الإجراءات العابرة للحدود والخاصة بالعمليات المالية بداخل الكتل المتسلسلة وبالتالي يصعب تغييرها أو حذفها بالإضافة إلى إمكانية التعامل بين البنوك بشكل مباشر (Peer to Peer) دون الحاجة إلى طرف ثالث (Isaksen 2018; Guo & Liang 2016). هذا بدوره سوف يؤدي إلى زيادة سرعة العمليات المالية العابرة للحدود مقارنةً بنظام السويفت (SWIFT) الحالي الذي تستغرق فيه عملية الدفع عبر الحدود بضعة أيام بالإضافة إلى تكاليف السويفت التي تبلغ حوالي 50 دولار أمريكي لكل عملية دفع.

الشكل رقم (2)

المدفوعات المالية العابر للحدود وفقاً للنظام البنكي التقليدي مقارنةً باستخدام تقنية البلوكتشين



Source : https://blog.apruve.com/how-blockchain-is-being-used-to-solve-cross-border-payments

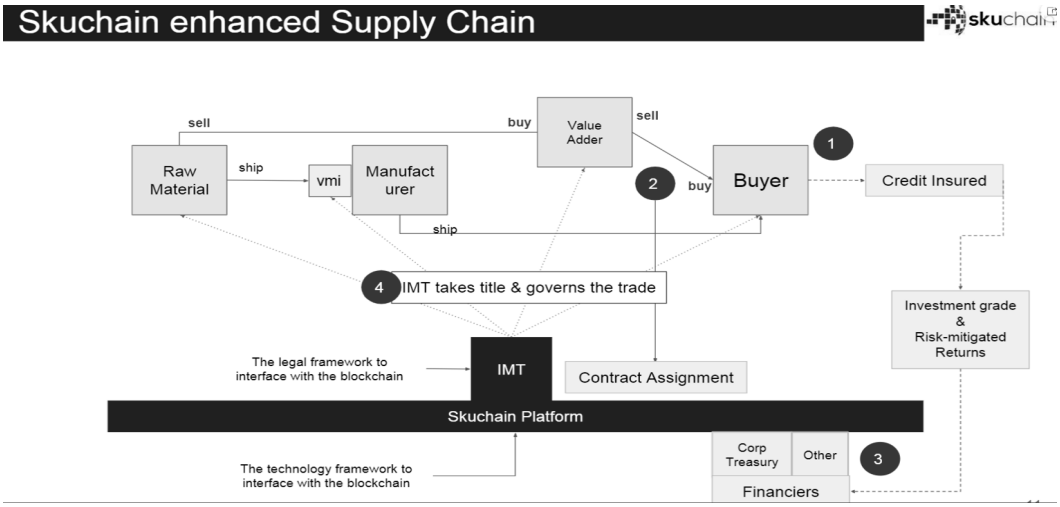
2- تمويل التجارة:

يلعب القطاع البنكي دوراً مهماً ومحورياً في التجارة العالمية وتدفق البضائع من بلد إلى آخر، حيث تشير التقارير الصادرة عن منظمة التجارة العالمية إلى أن حوالي 80 إلى 90 بالمائة من التجارة العالمية يتم دعمها عن طريق التمويل التجاري من خلال الشبكات المصـــرفية حول العالم (Khadka, 2020). حيث تتم عملية التمويل التجاري من خلال خطابات الضمان البنكية التي تقوم البنوك بإصدارها نيابة عن المشترين إلى الطرف الثاني لإتمام العملية التجارية. تعتبر صياغة عملية خطاب الضمان معقدة وتحتاج إلى وقت طويل وتكاليف إدارية مرتفعة حتى يتم الأخذ بعين الاعتبار شروط جميع الأطراف، مع احتمالية قيام البنك بتحمل أعباء ومخاطر مستقبلية في حالة عدم وفاء أحد

الأطراف بالشروط المحددة، وهو ما بدوره يجعل البنوك معرضةً لبعض المخاطر المالية (Gupta & Gupta 2018). لكن باستخدام تقنية البلوكتشين وتسجيل جميع الأطراف لبياناتهم الخاصة بالعملية التجارية على شكل كتل في دفتر الأستاذ العالم الموزع، يتم بعد ذلك من خلال خاصية تقنية العقود الذكية إبرام الاتفاقية، وتنفيذ جميع الشروط الخاصة بخطاب الضمان، وإتمام الصفقة التجارية بنجاح مع إزالة جميع المخاطر على جميع الأطراف وانخفاض التكاليف التشغيلية والزمنية لإجراء العملية التمويلية (Collomb & Sok 2016 ; Petrov 2019). هناك الكثير من المبادرات والمنصات التي أطلقت مؤخرا لتنفيذ التمويل التجاري بين الشركات منها على سبيل المثال منصة (Skuchain10) والتي تستخدم تقنية البلوكتشين من خلال تقنية العقود الذكية لإتمام الصفقات التجارية متضمنة جميع المراحل من إعداد الطلب و الشراء و الشحن و الرسوم الجمركية والتسليم ودفع الثمن حسب الشكل المبين أدناه (Collomb & Sok 2016).

الشكل رقم (3):

دورة عمل العقود الذكية باستخدام تقنية البلوكتشين في تمويل التجارة الدولية

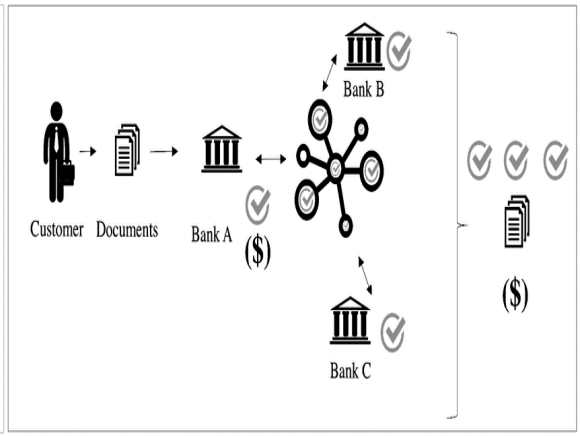


Source: https://relayto.com/ian-allison/skuchain-sa7o1gub/RJKQ8omE3

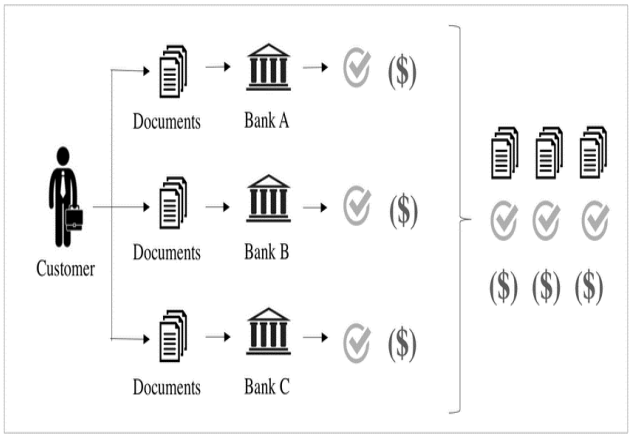
3- معرفة العملاء:

تعتبر خاصية اعرف عميلك [Know Your Customer (EYC)] من المهام الصعبة التي تواجه الكثير من البنوك خصوصاً عند منح القروض والائتمان للأفراد، حيث تستغرق عملية التعَّرف على العميل ما يقارب 26 يوماً (Petrov 2019). هذه الأهمية تكمن في كونها متطلباً قانونياً لتجنب أخطار غسيل الأموال وتمويل الإرهاب بشكل أولي (البنك المركزي الأوروبي، 2018). وفقاً للنظام المصرفي التقليدي عند إجراء طلب التمويل من البنك يقوم العميل بإعطاء كل التفاصيل المطلوبة وبعد ذلك يقوم البنك بالتأكد من صحة هذه المعلومات من خلال الفحص والتحري، والتواصل مع الكثير من البنوك والجهات الأخرى. هذا بدوره يستغرق وقتاً طويلاً وجهداً وتكاليف مرتفعة، إلا أنه من خلال استخدام تقنية البلوكتشين يمكن تسجيل معلومات العميل في دفتر الأستاذ العام الموزع وتخزينها في كتلة غير قابلة للتغير. بالتالي تستطيع البنوك الوصول إلى هذه المعلومات فيما بينها والتحقق فوراً من خلال استخدام سلسلة الكتل (Guo & Liang 2016).

الشكل رقم (4):
نظام اعرف العملاء باستخدام تقنية البلوكتشين



النموذج رقم (5):
نظام اعرف عميلك التقليدي



Source : https://merehead.com/blog/blockchain-for-know-your-customer-kyc-use-cases.

4- إعداد التقارير المالية والامتثال:

من المتوقع أن تساهم تقنية البلوكتشين في إحداث تحول كلي في عملية تسجيل وإعداد التقارير المالية في المؤسسات المالية والمصرفية. فالبنوك والمؤسسات المالية ملزمة بإعداد تقارير دورية ومنتظمة على سبيل المثال التقارير الضريبية، التدقيق والمراجعة، وتقارير مالية أخرى. ومن ثم فإن إعداد هذه التقارير بشكل منتظم يساعد على ومعرفة المركز المالي للمؤسسة بشكل مستمر، وأيضاً السيطرة على الانشطة غير السليمة مثل عمليات الاحتيال، ويساعد على تفعيل الدور الرقابي ومكافحة غسيل الأموال. وكما هو متعارف عليه ان إعداد هذه التقارير وتقديمها في الوقت المناسب يتطلب الكثير من الوقت والجهد والتكلفة. لكن من خلال استخدام سلسلة الكتل المتاحة في تقنيات البلوكتشين يمكن تسجيل المعاملات وتحديثها تلقائياً وأتمتة عملية إعداد هذه التقارير بشكل منتظم وبالتالي توفير الكثير من الجهد والوقت والتكلفة. هذا من شأنه أن يسهل عمل كل من البنوك والمؤسسات المالية في مراقبة المعاملات المالية وأيضا تفعيل الأنشطة المتعلقة بمكافحة غسيل الأموال (Petrov 2019).

قطاع التأمين

حقق قطاع التأمين تقدمًا مطرداً في استخدام تقنية البلوكتشين من خلال أتمتة فرز المطالبات التأمينية ومعالجتها من خلال العقود الذكية وكذلك من خلال مشاركة البيانات مع القطاعات الأخرى والوصول السهل إلى سجل العملاء، والمصادقة المركزية للعملاء لتعزيز عملية تسوية المطالبات وجعلها خالية من الاحتيال. فيما يلي التطبيقات الخاصة بتقنية البلوكتشين في قطاع التأمين.

1- استخدام تطبيقات البلوكتشين في التأمين على الممتلكات والحوادث:

يُعتبر التأمين على الممتلكات والحوادث من أنشطة قطاع التأمين، حيث يتم استخدامه من قبل شريحة كبيرة من الأفراد والشركات الناشئة، إلا أن هذا القطاع ينشأ فيه الكثير من التباينات والاختلافات بين شركات التأمين وعملائها، حيث تحدث معظم التباينات التحديات بسبب عملية التقدير غير الدقيق للبيانات الخاصة بعملية المطالبة والتعويضات، وإدخال البيانات يدوياً، وعدم التعاون الكافي والشفافية بين جميع الأطراف. هذا بدوره يحتاج إلى مجهود كبير ووقت أطول لمعالجة التباينات. لحل هذه المعضلة تُقدم تقنية البلوكتشن خدمة تقييد العمليات بشكل رقمي وبالتالي يمكن كتابة شروط وثيقة التأمين باستخدام العقود الذكية وبالتالي يمكن تتبع ومراجعة تنفيذ وثيقة التأمين بشكل تلقائي.

2- تطبيقات البلوكتشين في التأمين الصحي:

تعتبر سرية واعتبارات حماية بيانات المريض واحدة من التحديات الهامة التي تواجه مجال التأمين الصحي، هذا بدوره يؤدي إلى نقص في المعلومات الضرورية لشركات التأمين عند إصدار وثيقة التأمين الصحي. بالتالي تظهر الكثير من التباينات عند عملية المطالبة بالتعويض من قبل حاملي وثيقة التأمين الصحي وشركة التأمين، مما يزيد من تكاليف المرضى والمستشفيات. من ناحية أخرى ربما يزور المريض العديد من الأطباء في حياته، وبالتالي قد تنشأ مشكلة بسبب عدم تبادل المعلومات من طبيب إلى آخر.لهذا تساعد تقنية البلوكتشين قطاع الصحة على تقديم الرعاية الصحية السليمة من خلال تصميم شبكة تحمل سجلات مشفرة وتفصيلية عن الحالة الصحية للمريض بشكل مستمر وتلقائي تُمكن المرضى من التحكم في سجلاتهم، وبالتالي يمكن الوصول إلى هذه السجلات من قبل الوحدة الصحية وشركة التأمين في أي وقت.

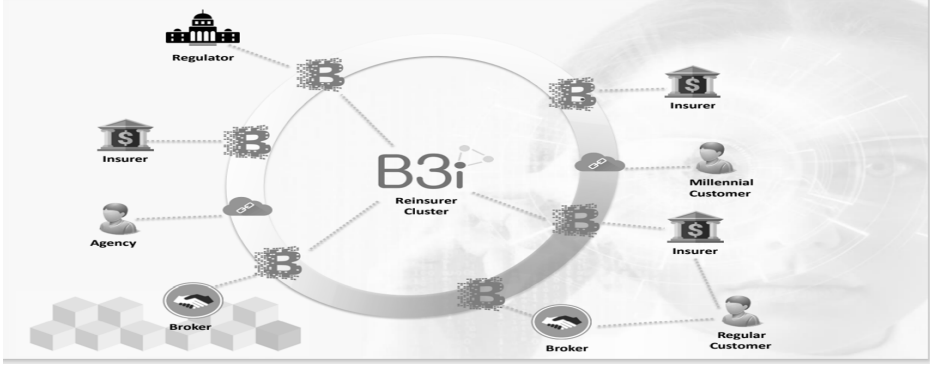
3- تطبيقات البلوكتشين في التأمين وإعادة التأمين:

يحفظ إعادة التأمين مصالح شركات التأمين في حالة حدوث أي خسارة محتملة نتيجة لكوارث طبيعية وغيرها. لكن العمل في مؤسسات إعادة التامين يتم بشكل يدوي وبالتالي يستغرق الأمر ثلاثة أشهر لاتخاذ قرار بشأن عقود التعويضات، وهو أمر صعب لكلا الطرفين. كما أن شركة إعادة التأمين تواجه بشكل رئيس تحديات تتعلق بسبب نقص تدفق المعلومات بين المنظمات. لذلك تساعد تقنية البوكتشين في حل هذه التحديات من خلال توفير شبكة فعالة لنقل المعلومات بين جميع الأطراف عند تطبيق دفتر الأستاذ العام الموزع حيث يتم تحديث المعلومات المهمة بمجرد توفرها وتسجيلها، وبالتالي تستطيع شركة التأمين وإعادة التأمين تبادل المعلومات لتسوية المطالبات بوقت وجيز جداً. مما يؤدي إلى انخفاض التكاليف مع ضمان تطبيق شروط عقود التأمين بشكل أكثر فعالية وتقليل التكاليف التشغيلية المرتبط بهذه العقود.

4- تطبيقات تقنية البلوكتشين لاكتشاف الاحتيال والحد من المخاطر:

يُعد الاحتيال من التحديات الرئيسة التي تسعى مؤسسات التأمين والمستفيدون من التأمين إلى معالجتها. بالرغم من أن شركات التأمين تستخدم العديد من التقنيات لمكافحة الاحتيال، إلا أنها لا تزال تواجه الكثير من عمليات الاحتيال. لذا ترى مؤسسة التأمين أن استخدام تقنية البلوكتشين سوف يساعدها في التخلص من كل أشكال الاحتيال المحتملة كون هذه التقنية توفر شبكة متكاملة ومحمية بشكل دقيق جداً، بحيث لا يمكن تزوير أو تعديل بيانات وثيقة التأمين بعد تسجيلها في سلسلة الكتل في دفتر الأستاذ الموزع من قِبل إحدى الأطراف دون موافقة جميع الأطراف الأخرى، وبالتالي فإن هذه التقنية تساهم بإنشاء الملكية باستخدام الشهادات الرقمية وتقليل التزوير، وإزالة الحجز المزدوج أو القيام بمطالبات متعددة ومختلفة لنفس الحادثة. كما أن إزالة الوسطاء غير المسجلين وغير المصرح لهم سوف يؤدي إلى زيادة هامش الربح لمؤسسات التامين وبالتالي انخفاض قيمة الأقساط للمستهلكين.

الشكل رقم (6):
استخدام شبكة وسلسلة تقنية بلوكتشين لإدارة وثيقة تأمينية



Source: Rattakorn Poonsuph, Sc.D (NIDA) Blockchain (casact.org)

القطاع العام أو الحكومي

هناك توجهات كبيرة من قبل القطاع العام نحو استخدام تقنية البلوكتشين لما لها من خدمات ومنافع للأفراد والحكومات على حد سواء، حيث تساعد هذه التقنية على حماية البيانات الحكومية والبيانات الشخصية للأفراد وتبسيط العمليات وتقليل الاحتيال والهدر وإساءة استخدام الموارد والمعلومات مع زيادة الثقة والمساءلة في نفس الوقت. وذلك من خلال استخدام التشفير لسلسلة الكتل التي يتبناها الأفراد والشركات والقطاعات الحكومية حسب التفاصيل المبينة ادناه.

1- بناء الثقة مع المواطنين:

تشير الكثير من التقارير إلى أن هناك ضعفاً في الثقة بين المواطنين والحكومات لأسباب كبيرة ومعقدة أهمها عدم الشفافية. ومن أحد مزايا استخدام تقنية البلوكتشين انها تساهم من خلال نظام اللامركزية والسماح للأطراف المشاركة بالنفاذ للبيانات والتحقق من صحتها، في خلق الثقة بين الحكومات والأفراد. على سبيل المثال، تقوم حكومات السويد وإستونيا وجورجيا بتسجيل معاملات السجلات العقارية والأراضي باستخدام تقنية البلوكتشين مما يمكّن العديد من الأطراف من الاحتفاظ بنسخ من هذه السجلات بشكل آمن. لذلك يمكن أن تساعد هذه التقنية في حل النزاعات الخاصة بالملكية بسرعة أو ربما منعها تماماً في المستقبل.

2- حماية البيانات الخاصة والحساسة من الاختراق:

أصبحت ظاهرة الانتهاكات واختراق البيانات الشخصية مشكلة من مشاكل العصر على المستوى العالمي. تعتبر قواعد البيانات الحكومية الهدف الرئيس للكثير من الهجمات الإلكترونية كون الحكومات تحتفظ ببيانات تفصيلية عن الأفراد، على سبيل المثال الأسماء الكاملة، وأرقام الضمان الاجتماعي، وتواريخ الميلاد، والعناوين، وأرقام رخصة القيادة وغيرها. لذلك يُمكنّ للحكومات أن تتجنب هذه الهجمات والاختراقات من خلال استخدام تقنية البلوكتشين المحمية بتقنية تشفير خاصة لا يمكن اختراقها.

3- خفض التكاليف وتحسين الكفاءة في القطاع الحكومي:

تعاني الكثير من البلدان من شح الموارد وبالتالي ضعف العمليات التشغيلية للكثير من القطاعات بسبب الارتفاع في التكاليف التشغيلية. لذلك قد تمثل تقنية البلوكتشين شريان الحياة الجديدة للكثير من البلدان النامية في تطوير أعمالها التشغيلية، كون تقنية البلوكتشين تساهم بشكل فعال في تبسيط العمليات التشغيلية وزيادة الكفاءة وتقليل عبء التدقيق وزيادة الأمان مع ضمان تكامل البيانات. لتوضيح ذلك، نذكر على سبيل المثال التحدي المستمر في التوفيق بين التحويلات والتسويات بين الولايات، والحكومات الفيدرالية التي تحتاج إلى وقت طويل لمعالجتها. أيضاً، أثناء إعداد الموازنات العامة للحكومات يحدث تباينات وعدم يقين بين القطاعات المختلفة للدولة والحكومة الفيدرالية أثناء إعداد الموازنة العامة للدولة، حيث إن عملية تسوية هذه الأموال تستغرق وقتًا طويلاً، وتتطلب تشكيل لجان كثيرة ومكلفة، وتخلق حالة من عدم اليقين بهذا الشأن. لذلك يمكن لنظام الدفع والمحاسبة الذي يستخدم نظام تقنية البلوكتشين أن يوفر مسار تدقيق ودائم يسهل عملية التسويات بشكل أسرع لكل الإجراءات ما بين القطاعات المختلفة والحكومات الفيدرالية.

4- حماية حقوق الملكية الفكرية:

في ظل وجود شبكة المعلومات العالمية وسهولة الحصول على البحوث والدراسات ومحتوياتها زادت عملية الاحتيال والتزوير للكثير من الحقوق العلمية والفكرية، إلا أنه في ظل تطبيق تقنية البلوكتشين أصبح من الصعب جداً القيام بمثل هذه الأمور، حيث ساهمت هذه التقنية في حفظ حقوق الملكية الفكرية ومنع التزوير والاحتيال وضمان حصول أصحاب الاختراعات والابتكارات على مستحقاتهم بشكل كامل.

5- التصويت الإلكتروني في الانتخابات العامة:

كثير ما نسمع عن عمليات التزوير والتلاعب بالاصوات في الكثير من البلدان حيث أصبحت هذه الظاهرة مصدر قلق وسبب من أسباب عدم الاستقرار في الكثير من الأحيان. إلا أن استخدام تقنية البلوكتشين مكنت من معالجة هذا التحدي وساعدت على الكشف عن أي تلاعب بالأصوات والنتائج الانتخابية.

6- التعليم والمؤسسات التعليمية:

من المحتمل أن يساهم نظام البلوكتشين بشكل فعال في تطوير التعليم وعمل المؤسسات التعليمية. على سبيل المثال، من المتوقع أن تساعد تقنية البلوكتشين في حفظ سجلات الطلاب والتحقق من الشهادات والوثائق ودرجة اعتماداتها ومصادقتها دون الحاجة إلى الرجوع إلى طرف وسيط بهذا الشأن. أيضاً يمكنها أن تساهم في حماية حقوق النشر للطلاب والأكاديميين في المؤسسات التعليمية. حيث تضمن تقنية البلوكتشين لجميع الأشخاص إمكانية تخزين المعلومات الأكاديمية الخاصة بهم في سلسلة آمنة. بما يُمكن من الوصول الى المعلومات من قبل المستخدمين بشكل آمن وإتاحة المجال للباحثين من تتبع منشوراتهم والسماح بدرجة استخدامها. من المتوقع أن تساعد تقنية البلوكتشين أيضاً على تطوير منصات تعليمية متطورة على شبكة المعلومات العالمية، وبالتالي تسمح هذه التقنية لجميع المستخدمين الوصول إلى المادة العلمية من خلال شراء الشفرات الخاصة من الجهة المانحة للمادة العلمية وبالتالي تصبح العملية التعليمية متاحة للجميع في الوقت والمكان المناسبين، كما أن التفاعل السريع بين الطلاب والمدرسين والمطورين لهذه المنصات يساعد على أن يصبح التعليم في متناول الجميع وبالتالي القضاء على الأمية.

7- **التصنيع**:

تمثل تقنية البلوكتشين ثورة كبيرة في المجال الصناعي لما لها من إسهام كبير في تتبع مراحل العملية التصنيعية ابتداءً من مرحلة إعداد المواد الخام حتى مرحلة الإنتاج والتسويق. على سبيل المثال يُمكن لتقنية البلوكتشين من خلال سلسلة الكتل ودفتر الأستاذ الموزع مراقبة سلسلة التوريدات في الخطوط الانتاجية لمزيد من الشفافية والكشف عن منشأ المواد ومواصفاتها والتصميم الهندسي للمنتجات عالية التعقيد وطويلة الأمد و التحقق الآلي من هوية المواد الداخلة في العملية التصنيعية وتتبع الأصول وضمان الجودة والتدقيق المطلوب. لذلك يمكن لتقنية البلوكتشين تجميع هذه المعلومات بسلاسة مما يوفر قيمة كبيرة للشركات الصناعية في العمليات الإنتاجية، أيضاً يمكن دمج تقنيات البلوكتشين مع التقنيات المتقدمة الأخرى مثل الواقع المعزز (Augmented reality) والطابعات ثلاثية الأبعاد (3D printing) ومن ثم تحقيق ثورة صناعية تستطيع أن تغطي معظم احتياجات البشرية. لذلك تعتبر تقنية البلوكتشين من التقنيات التي يوصى بتبنيها لتعزيز القدرة على الاستدامة في العمليات التصنيعية، نظراً لفوائدها الكبيرة من حيث الشفافية والإنجاز الفعلي في الوقت المحدد، بالإضافة إلى المساهمة الفعالة في انخفاض مستوى التكاليف، بما يساهم مساعدة الشركات المصنعة في تحقيق هامش ربح.

منهجية البحث

استخدمت هذه الدراسة المنهج الوصفي فيما يخص الخدمات والمنافع التي من المحتمل أن تقدمها تقنية البلوكتشين في مختلف القطاعات الاقتصادية من خلال الدراسات السابقة والمواقع الكترونية الخاصة بتقنية البلوكتشين. بالنسبة للجانب الخاص بتحديد الانعكاسات الاقتصادية لتقنية البلوكتشين وقياس الاستقرار المالي في المنطقة العربية تم استخدام المنهج الكمي (Quantitative Method).

البيانات:

استخدمت هذه الدراسة البيانات الثانوية الخاصة بالعوائد اليومية لمؤشر (Blockchain) من أجل قياس أثر التغير في حجم تقنية البلوكتشين كعامل مستقل على العوائد اليومية الخاصة بالأسواق المالية (الأسهم) في

الوطن العربي والتي تُعتبر كمقياس ومرآة للأنشطة الاقتصادية في الدول العربية. تشير الأدبيات والدراسات السابقة إلى أن مؤشر الأوراق المالية (الأسهم) يمكن استخدامه لقياس النمو الاقتصادي كونه يعكس بشكل كبير حجم التغيرات الاقتصادية للبلدان. على سبيل المثال أشارن الدراسة التي أجريت من قبل الباحث (Lee, 1992) لبحث العلاقة بين أسواق الأوراق المالية والأنشطة الاقتصادية للولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (1947 الى 1987)، إلى أن التغيرات في مؤشرات أسعار أسواق الأوراق المالية تعكس بشكل كلي التغيرات الاقتصادية في الولايات المتحدة الأمريكية، ومن ثم إمكانية استخدام مؤشر الأوراق المالية كأداة لقياس الأداء الاقتصادي في الدراسات البحثية.

تم جمع البيانات الخاصة بالأسواق المالية العربية من خلال موقع (Investing.com)[8]، حيث تضمنت عينة الدراسة كلاً من: الأردن، والبحرين، والامارات، والسعودية، وعُمان، والعراق، وفلسطين، وقطر، والكويت، ولبنان، ومصر، والمغرب، بينما تم جمع البيانات الخاصة بمؤشر تقنية البلوكتشين من خلال موقع (INDXX BLOCKCHAIN INDEX) . تم بناء هذا المؤشر من قبل (indxx) لتتبع أداء الشركات النشطة في مجال تقنية البلوكتشين سواءً المستخدمة لهذه التقنيات أو المستثمرة في هذا المجال، أو المطورة لها، أو الشركات التي تمتلك منتجات تُستخدم فيها تقنية البلوكتشين[9]. كما تم تقدير العوائد اليومية لمؤشر تقنية البلوكتشين ومؤشرات أسواق الأوراق المالية العربية باستخدام المعادلة الرياضية التالية:

$$R = \log\left[\frac{P_t}{P_{t-1}}\right]$$

حيث أن (R) تشير إلى العائد اليومي اللوغاريتمي لكل من مؤشر البلوكتشين ومؤشرات أسواق الأسهم للأوراق المالية العربية، بينما (P) يشير إلى سعر الاغلاق اليومي لمؤشر تقنية البلوكتشين ومؤشرات الأسهم، وتشير (t) إلى الفترة الزمنية.

الطريقة الإحصائية المستخدمة في التحليل

الاختبارات الأولية (Preliminary tests):

استخدمت الدراسة الحالية الاختبارات الأولية لمعرفة طبيعة وسلوك المؤشرات المستخدة في الدراسة، على سبيل المثال الرسومات البيانية، والوصف الاحصائي (الوسط الحسابي الانحراف المعياري- أصغر قيمة- أكبر قيمة)، اختبار التوزيعات الطبيعية للبيانات باستخدام اختبارات الالتواء والتفلطح وجارك بيرا (Skewness, Kurtosis, Jarque-Bera test) ، وإختبار سكون أو استقرار السلاسل الزمنية باستخدام اختبار ديكي- فولر الموسع (Augmented Dickey-Fuller Test-ADF)، واختبار فيليبس- بيرون (- Phillips–Perron PP). ايضاً تم استخدام اختبار (ARCH-LM-test) لمعرفة ثبات وتجانس التباين في بواقي نموذج المربعات الصغرة (Ordinary Least Square -OLS). حيث يقوم هذا الاختبار على افتراض أن هناك تجانس في التباين (Homoscedasticity)، مقابل الفرضية البديلة التي تفترض عدم وجود تجانس في التباين (Heteroscedasticity). كما تم استخدام الرسم البياني لعوائد مؤشر تقنية البلوكتشين ومؤشرات أسواق الأسهم لمعرفة التقلب الكتلي (Volatility clustering)، والتأكد من أن السلاسل الزمنية غير ثابتة ومتغيرة بمرور الوقت (Time Varying) (Mandelbrot, 1963). بعد ذلك استخدمت الدراسة عائلة نموذج الانحدار ذو التباين الشرطي غير المتجانس لشرح العلاقة ما بين التغيرات في قطاع تقنيات البلوكتشين والأنشطة الاقتصادية وقياس درجة الاستقرار في الأسواق المالية العربية المبينة في عينة هذه الدراسة أعلاه.

نماذج (ARCH / GARCH) لقياس المعلومات المتماثلة (Symmetric Information)

يُستخدم النموذج الشرطي غير متجانس التباين (ARCH & GARCH) الذي تم تطويره من قبل Engle في عام (1982) و Bollerslev في عام (1986) لتحليل بيانات السلاسل الزمنية الخاصة بتقلبات الأصول

[8] Investing.com - Stock Market Quotes & Financial News.

[9] لمعرفة المزيد عن الطريقة التي تم من خلالها بناء مؤشر البلوكتشين العالمي، يمكن الاطلاع على الرابط (Indxx_Blockchain_Index_Methodology.pdf).

المالية كونه يساعد في التنبؤ بتقلبات العوائد المستقبلية لهذه الأصول، حيث يُفترض أن تباين الخطأ مرتبط ذاتياً بشكل تسلسلي، وأن تباين الخطأ يتبع سيرورة المتوسطات المتحركة. حيث يُعَبر عن هذا الخطأ بـ (ε_t) أو ما يسمى بـــالبواقي (Residual)، ويشترط لاستخدام نموذج (GARCH) أن يكون هناك تباين في الأخطاء (ε_t) غير المتجانسة للبواقي (Non-constant residual)، وللتحقق من هذا الشرط تم استخدام نموذج (ARCH-LM test) لمعرفة مستوى التباين الشرطي في البواقي لمعادلة التقلبات في عوائد الأصول وتم احتسابها باستخدام المعادلة الرياضية التالية:

$$\varepsilon_t = \eta_t \times h_t^{1/2}$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

يكون التباين الشرطي للأخطاء متجانسا إذا تحققت الفرضية $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = \alpha_p = 0$. عكس ذلك، إذا كانت المعاملات α_i لا تنعدم كلها، فهذا يعني أن التباين الشرطي للأخطاء غير ثابت، والأخطاء العشوائية تتبع نموذج ARCH(p) الذي ينبغي تحديد رتبته (p).

كما يمكن صياغة معادلة نماذج الانحدار العام الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity_ (GARCH(p,q)) باستخدام المعادلة التالية:

$$\varepsilon_t = \eta_t \times \sigma_t^{1/2} \quad , \quad \eta_t \sim N(0,1)$$

$$\sigma_t^2 = \text{var}(\varepsilon_t | I_{t-1}) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

$$\alpha_0 > 0 \, , \, \alpha_i \geq 0 \, , \, \beta_j \geq 0 \, , \, i = 1, \ldots, p \, , \, j = 1, \ldots, q$$

إن السيرورة (GARCH(p,q)) هي سيرورة (ARCH) من الرتبة اللامتناهية (∞)، حيث إن المعالم تتناقص بوتيرة هندسية. تعتبر هذه السيرورة حلاً بديلاً وتحتفظ ببنية تباطؤ أكثر بساطة وتعطي ذاكرة أكبر. يمكن أيضا صياغة هذه السيرورة على شكل نموذج (ARMA) الكلاسيكي، فهي كتابة أكثر استعمالاً لمعالجة تحديات استقرار السلاسل الزمنية. ليكن $\nu_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_t$، ولذلك يمكن كتابة المعادلة رياضياً كتالي:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j} = \alpha_0 + \alpha(L)\varepsilon_t^2 + \beta(L)\sigma_t$$

$$[1 - \alpha(L) - \beta(L)]\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + [1 - \beta(L)]\nu_t$$

نموذج (E-GARCH) لقياس المعلومات غير المتماثلة (Asymmetric Information)

بالرغم من قدرة نموذج الانحدار الذاتي ذو التباين الشرطي (GARCH(p,q)) على تحليل بيانات السلاسل الزمنية الخاصة بتقلبات الأصول المالية ذات التباين المتماثل، الا أنه يعجز عن قياس تأثير عدم التجانس للبيانات غير المتماثلة. بمعنى آخر لم يستطيع نموذج (GARCH (p,q)) قياس إشارة الخطأ إذا كانت موجبه أو سالبة، وبالتالي طور Nelson في عام 1991 نموذج [Exponential Generalized (E-GARCH) Autoregressive Conditional Heteroskedasticity] أو نموذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين المعمم الأسي لقياس التباين غير المتماثل الذي يمكن التعبير عنه رياضياً بالمعادلة التالية:

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \beta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2) + \alpha_1 \left\{\left|\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right| - \sqrt{\frac{\pi}{2}}\right\} - \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}.$$

حيث إن $\ln(\sigma_t^2)$ يشير إلى لوغرتم التباين الشرطي، ω تشير إلى التقاطع (ثابت)، γ يشير إلى أثر الرافعة (Leverage effects) في حالة وجود اشارة سالبة وذا دلالة إحصائية. أو ان أثر صدمة ε_{t-i} على التباين الشرطي يرتبط بمدى وإشارة هذه الصدمة. ومعامل α يشير إلى أثرالتغير الجديد (ARCH)، بينما β يشير إلى أثر القيم السابقة للمتغير المستقل. بينما (ε_{t-i}) يشير إلى البواقي او معامل الخطاء.

التحليل والنتائج

تحليل تطور متغيرات الدراسة:

توضح الرسوم البيانية أدناه هيكل التذبذب في مؤشرات تقنية البلوكتشين مقابل التذبذب لمؤشرات أسعار الأسهم خلال الفترة من مارس 2017 حتى سبتمبر 2021 لأسواق الأسهم العربية في كل من: الأردن، والبحرين، والامارات، والسعودية، وعُمان، والعراق، وفلسطين، وقطر، والكويت، ولبنان، ومصر، والمغرب، حيث يتضح من المخطط البياني أن مؤشر تقنية البلوكتشين في تذبذب مرتفع خلال الفترة من 2016 حتى 2021. حيث ارتفع المؤشر من 1000 نقطة إلى حوالي 3500 نقطة خلال تلك الفترة، أي بمعدل ارتفاع قدره 250 في المائة، وهذا يدل على زيادة استخدام تقنية البلوكتشين بشكل متسارع ومطرد في كل مناحي الحياة الاقتصادية على المستوى العالمي.عند اجراء المقارنة للتذبذبات بين مؤشر تقنية البلوكتشين العالمي، ومؤشر الأسهم في الأسواق المالية العربية يتضح من خلال الأشكال البيانية أدناه أن هناك تشابه إلى حد كبير في التذبذبات بين كلاً من مؤشر تقنيات البلوكتشين، ومؤشرات سوق الأسهم في كل من سوق أبو ظبي للأوراق المالية، وسوق دبي المالي، وبورصة البحرين، والسوق المالية السعودية، وبورصة مسقط، وبورصة قطر، وبورصة الكويت، وبورصة الدار البيضاء، وهو ما قد يدل على أن هذه الأسواق قد تبنت تطبيقات تقنية البلوكتشين في الكثير من أنشطتها الاقتصادية بما انعكس على مؤشرات أداء الشركات العاملة في هذه الأسواق.

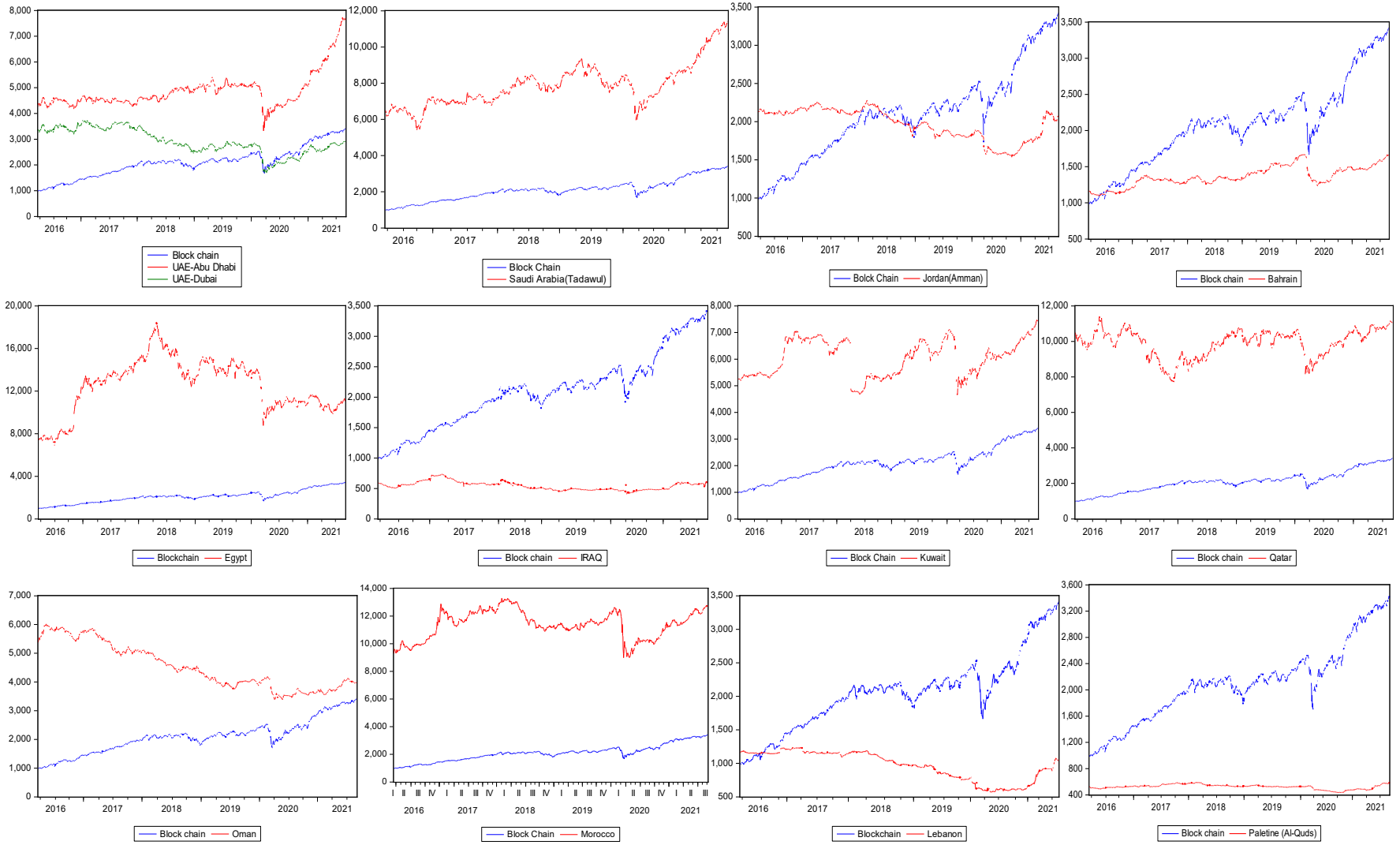
هناك أيضاً تشابه بسيط وملحوظ نوعاً ما في اتجاه مؤشر البلوكتشين مقارنةً بمؤشر الأسهم لكل من سوق المال العراقي والبورصة المصرية، إلا أن هذا التشابه في التذبذبات تحسن بشكل ملحوظ خلال الفترة من 2020 حتى سبتمبر 2021 ويعود السبب في ذلك لاستخدام هذه التقنيات بشكل كبير خلال جائحة كوفيد-19. بالنسبة لتذبذب مؤشر البلوكتشين، مقارنةً بمؤشر كل من بورصة عمّان، وبورصة لبنان، وبورصة فلسطين، هناك تباين واضح واختلاف كثير في اتجاه المؤشرات، هذا يدل على أن الشركات والمؤسسات المالية العاملة في هذه الدول لم تتبنى بعد تقنية البلوكتشين بشكل فعال في أنشطتها الاقتصادية. إلا أنه من الواضح ان معظم مؤشرات سوق الأسهم في الوطن العربي تتشابه إلى حد ما خلال الفترة (2020 -2021) مع مؤشر تقنية البلوكتشين.

الإحصاء الوصفي للمتغيرات:

يعرض الجدول رقم (1) البيانات الإحصائية الوصفية للسلاسل الزمنية لمعدلات عوائد مؤشر تقنية البلوكتشين ومؤشرات أسواق الأسهم المالية في الوطن العربي (الأردن، والبحرين، والامارات، والسعودية، وعُمان، والعراق، وفلسطين، وقطر، والكويت، ولبنان، ومصر، والمغرب،) . يُبرز الجدول رقم (1) أن الوسط الحسابي لمعدل العائد اليومي لمؤشر تقنية البلوكتشين خلال الفترة (2016 - 2021) قد بلغ قيمته 0.0011، وأن أدنى قيمة للعائد كانت عند مستوى (-0.1143) بينما أعلى قيمة للعائد وصلت إلى (0.0012) مع معدل انحراف

قدره (0.0127). فيما يخص معدل العائد اليومي لمؤشرات أسواق الأسهم العربية تشير نتائج التحليل الاحصائي الوصفي أن معظم الأسواق العربية سجلت متوسط عوائد ايجابية، حيث سجل كل من سوق أبوظبي للأوراق المالية، والسوق المالية السعودية عائداً يومياً بمتوسط قدره (0.0005)، بينما سجلت ثلاثة أسواق مالية متوسط عوائد يومية سالبة هي سوق دبي المالي، وسوق مسقط للأوراق المالية، وبورصة لبنـــان بقيم بلغت (-0.0011، -0.0003، -0.0001) على التوالي. كما تشير نتائج الانحراف المعياري لمؤشرات الأسواق المالية العربية أن سوق العراق للأوراق المالية سجل أعلى قيمة مقدرها 0.0173 يليها البورصة المصرية، والبورصة الكويتية، وسوق دبي المالي، والسوق المالية السعودية، وسوق أبوظبي للأوراق المالية، وبورصة قطر، ثم بورصة لبنان بقيم مقدارها (0.0151، 0.0148، 0.0127، 0.0121، 0.0118، 0.0109، 0.0108) على التوالي ، تشير القيمة الكبيرة للانحراف المعيار إلى أن أسعار الأسهم في هذه الأسواق نشطة ولكنها غير مستقرة نوعاً ما، بينما سجلت أسواق الأسهم في كل من سلطنة عُمان ، والبحرين، والأردن، والمغرب، وفلسطين أقل قيم للانحراف المعياري، وهذا يدل على استقرار هذه الأسواق خلال الفترة (2016 -2021)، وهو ما يعود السبب إلى أن هذه الأسواق ناشئة، ولا تتأثر بشكل كبير بتقلبات الأسعار في الأسواق العالمية.

الشكل رقم (7) : هيكل التقلب في مؤشر تقنية البلوكتشين مقابل هيكل التقلب في مؤشر أسعار اسهم الأسواق المالية العربية



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews-9.5)

جدول رقم (1):

الخصائص الاحصائية لمؤشرات عوائد تقنية البلوكتشين وعوائد الأسهم في الدول العربية المتضمنة في هذه الدراسة

	Blockchain	Abu-Dhabi	Dubai	Saudi Arabia	Jordan	Bahrain	Egypt	Iraq	Kuwait	Qatar	Oman	Morocco	Lebanon	Palestine
Mean	0.0011	0.0005	-0.0001	0.0005	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0003	0.0001	-0.0003	0.0002	-0.0001	0.0001
Maximum	0.0880	0.0808	0.0706	0.0683	0.0468	0.0280	0.1118	0.2147	0.0499	0.0418	0.0275	0.0531	0.1303	0.0259
Minimum	-0.1143	-0.1392	-0.1685	-0.1676	-0.0502	-0.0947	-0.1716	-0.3065	-0.3040	-0.1318	-0.0852	-0.0923	-0.1224	-0.0503
Std. Dev.	0.0127	0.0118	0.0127	0.0121	0.0056	0.0063	0.0151	0.0173	0.0148	0.0109	0.0061	0.0075	0.0108	0.0050
Skewness	-1.4544	-1.7817	-2.5281	-2.7451	0.1490	-3.3215	-1.5310	-3.8182	-11.4575	-1.9659	-2.3773	-1.8573	-0.7568	-0.8031
Kurtosis	18.539	33.301	38.700	40.106	16.541	53.708	26.604	141.734	214.163	25.967	37.851	31.978	53.635	16.444
Jarque-Bera	11413	42510	59368	65190	8018	116715	24950	727166	2020777	24591	55263	48188	114411	7936
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observations	1096	1096	1096	1112	1049	1071	1057	904	1075	1087	1072	1355	1070	1039

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews-9.5).

أيضاً تشير نتائج التوزيعات الطبيعية (Normality Distribution) لكل من اختبار الالتواء (Skewness)، والتفرطح (kurtosis) أن توزيعات البيانات كانت غير طبيعية لجميع المؤشرات، حيث تشير نتائج الالتواء إلى أن توزيعات العوائد لمعظم الأسواق المالية العربية كانت سالبة، أي أنه في المستقبل القريب سيحقق المستثمرون عوائد ضعيفة، ماعدا كل من بورصة عمّان حيث كانت التوزيعات في الاتجاه الموجب مما يدل على إمكانية تحقيق عوائد إيجابية للمستثمرين في المستقبل القريب. كما تم تأكيد هذه النتائج باستخدام اختبار (Jarque–Bera test) الذي يرفض فرضية العدم (أي أن توزيع عوائد المؤشرات يتبع التوزيع الطبيعي)، حيث تشير النتائج إلى أن توزيع عوائد المؤشرات لا تتبع التوزيع الطبيعي عند مستوى معنوي قدره 1 في المائة، كما هو مبين في الجدول رقم (1) أعلاه ((P-Value<0.01).

نتائج اختبارات استقرار السلاسل الزمنية:

تقوم نظرية الانحدار الخطي للسلاسل الزمنية على افتراض أن السلاسل الزمنية تتمتع بخاصية الاستقرار (Stationary) ، وفي حالة عدم الاستقرار بين السلاسل الزمنية فإن نتائج الانحدار الخطي قد تكون زائفة (Spurious regression)، أي أن المتوسط الحسابي والتباين غير مستقرين مع عنصر الزمن أي أن هناك ارتباط ذاتي (Autocorrelation)، ويعود السبب في ذلك إلى أن السلاسل الزمنية يكون لها اتجاه يعكس الوضع الاقتصادي العام للكثير من البلدان على سبيل المثال الكساد الاقتصادي، أو الازمات المالية التي تجتاح معظم دول العالم مما يجعل السلاسل الزمنية تسير بنفس الاتجاه بالرغم من عدم وجود علاقة واقعية بين هذه السلاسل الزمنية. لهذا يعد شرط الاستقرار للسلاسل الزمنية عنصراً اساسياً في تحديد فاعلية نظرية الانحدار الخطي لدراسة العلاقات ما بين المتغيرات. تم في الدراسة تحويل أسعار المؤشرات إلى العوائد اللوغاريتمية من أجل الحصول على سلسلة بيانات ثابتة. ثم تم إجراء اختبار استقرار سلاسل البيانات باستخدام اختبار ديكي-فو لر الموسع (Augmented Dickey-Fuller Test-ADF) و فيليبس- بيرون (Phillips Peron -PP). الجدول رقم (2) ادناه يُشير إلى أن سلسلة البيانات الخاصة بالمؤشرات المستخدمة في الدراسة ثابتة وذات سلاسل زمنية مستقرة (Stationary) عند مستوى الفروق الأولى (1)**I** لها خلال فترة الدراسة، أي أن هناك ثبات في الوسط الحسابي والتباين لسلاسل البيانات المستخدمة في هذه الدراسة عند مستوى 1 في المائة وذو دلالة إحصائية مهمة.

الجدول رقم (2):

اختبار الاستقرار (Stationary) باستخدام ADF & PP، اختبار عدم ثبات التباين باستخدام اختار (ARCH)

Variables	ADF-test	PP-test	ARCH -LM test
Blockchain	-32.49829***	-32.54883***	Prob. F(1,1093)=[0.0000]
Abu-Dhabi	-32.4285***	-32.44544***	
Blockchain	-32.49829***	-32.54883***	Prob. F(1,1093)=[0.0000]
Dubai	-31.20359***	-31.95325***	
Blockchain	-32.65489***	-32.71115***	Prob. F(1,1109)=[0.0000]
Saudi Arabia	-14.01965***	-33.90886***	
Blockchain	-15.00138***	-32.87887***	Prob. F(1,1046)=[0.0000]
Jordan	-24.68018***	-24.89028***	
Blockchain	-32.31086***	-32.35309***	Prob. F(1,1069)=[0.0000]
Bahrain	-12.59347***	-31.21253***	
Blockchain	-21.24292***	-33.34012***	Prob. F(1,1054)=[0.0000]
Egypt	-28.40916***	-28.40673***	
Blockchain	-30.23238***	-30.23399***	Prob. F(1,901)=[0.0000]
Iraq	-28.30546***	-41.18473***	

Variables	ADF-test	PP-test	ARCH -LM test
Blockchain	-33.56593***	-33.56865***	Prob. F(1,1073)=[0.0000]
Kuwait	-31.35158***	-31.4592***	
Blockchain	-32.3912***	-32.42946***	Prob. F(1,1084)= [0.0479]
Qatar	-31.0322***	-31.09756***	
Blockchain	-31.95341***	-31.99217***	Prob. F(2,1068)=[0.0000]
Oman	-26.7498***	-26.86408***	
Blockchain	-11.84249***	-38.04574***	Prob. F(1,1352)=[0.0000]
Morocco	-30.62185***	-30.72371***	
Blockchain	-21.72125***	-34.50587***	Prob. F(1,1067)=[0.0000]
Lebanon	-36.46305***	-36.25566***	
Blockchain	-15.21922***	-32.88414***	Prob. F(1,1036)=[0.0030]
Palestine	-28.94146***	-30.14653***	

Note: ***, **and * denotes significant level at 1%, 5% and 10% significance respectively

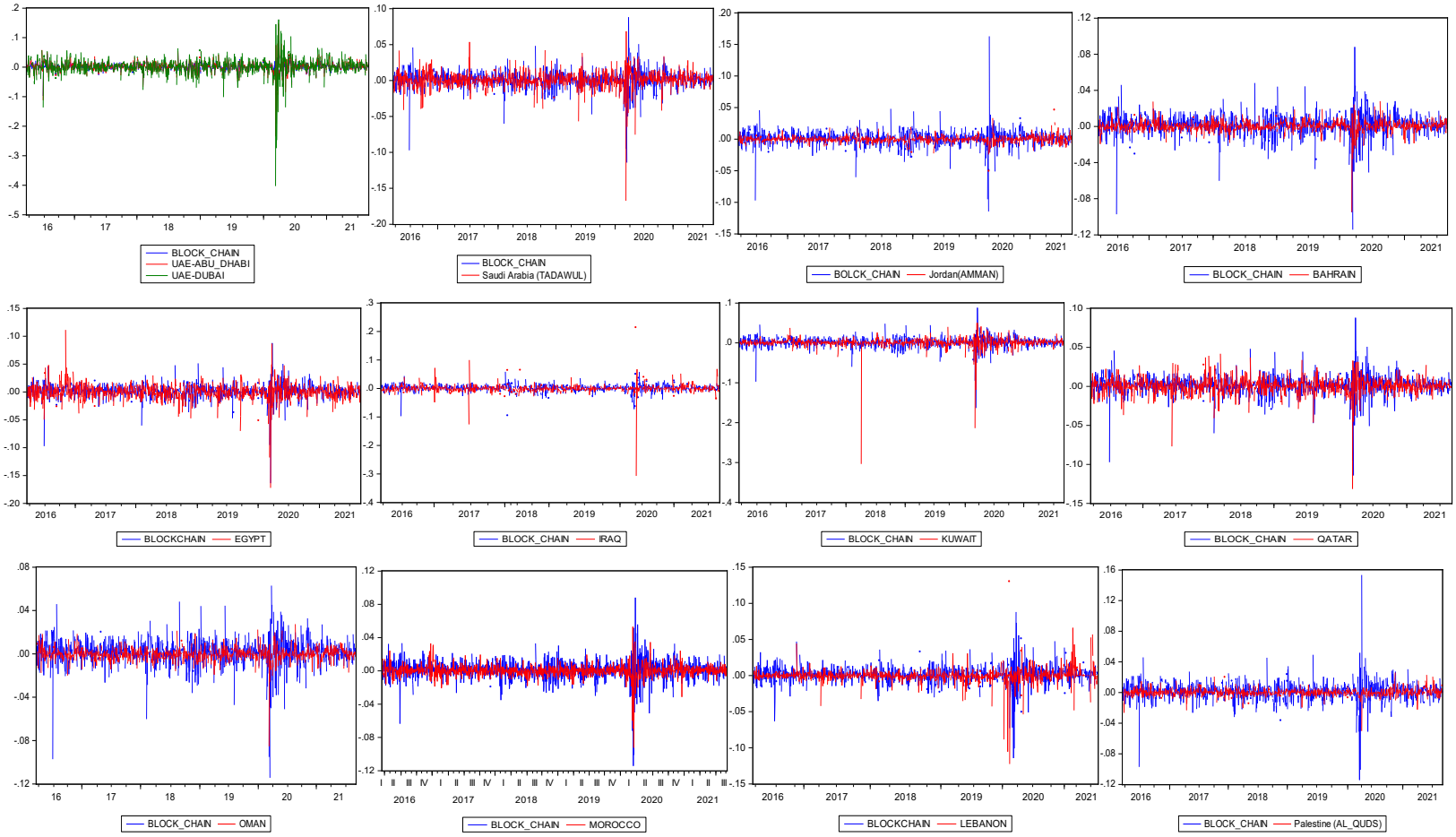
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews-9.5)

نتائج اختبار ثبات التباين في سلسلة بواقي (Residual) لنموذج المربعات الصغرى (Ordinary Least Squares-OLS):

بعد التأكد من استقرار السلاسل الزمنية تم فحص التجانس في سلسلة بواقي نموذج المربعات الصغرى (OLS) للنماذج المتضمنة في هذه الدراسة باستخدام اختبار الانحدار الذاتي المشروط بعدم ثبات التباين (ARCH-Test)، حيث يقوم هذا الاختبار على افتراض أنه يوجد تجانس في التباين للبواقي، وفقاً للفرضة الأولية (Null Hypothesis)، فإذا تم قبول الفرضية الأولية فإنه يدل على وجود تجانس وثبات التباين. أما إذا تم قبول الفرضة البديلة (Alternative Hypothesis) فإنه يعني عدم وجود تجانس في التباين أي أن هناك (ARCH-effect) أثر للتباين. ووفقاً للنتائج المبينة في الجدول رقم (2) أعلاه فإن نتائج الانحدار الذاتي المشروط بعدم التجانس تشير إلى أنه لا يوجد تجانس في التباين لجميع النماذج المتضمنة في هذه الدراسة، كون سلاسل بواقي النماذج المقدرة في هذه الدراسة تحتوي على ارتباط ذاتي بالنسبة لكل الأسواق المالية العربية عند مستوى (P-Value) 1 في المائة، بالتالي التأكيد على عدم تجانس التباين (ARCH-effect). أي أن هناك أثراً للتباين (ARCH-Effect). بالتالي يجب استخدام نماذج (GARCH-Family Models) لمعالجة التقلب (Volatility) في السلاسل الزمنية. ولذلك استخدمت هذه الدراسة نموذج [(E-GARCH) Exponential Generalized Auto Regressive Conditional] أو الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين المعمم الأسي لدراسة العلاقة بين التغير في مؤشر تقنية البلوكتشين، ومؤشرات أسواق الأسهم في الدول العربية مع قياس التباين المتماثل وغير المتماثل لهذه النماذج.

الشكل رقم (8):

التغير في عائد مؤشر تقنية البلوكتشين مقابل التغير في عوائد مؤشرات الأسهم في الوطن العربي



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews-9.5)

نتائج إستخدام نموج (E-GARCH)

يوضح الجدولان (3_أ) و (3_ب) نتائج التحليل القياسي باستخدام نموج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين المعمم الأسي لقياس التباين المتماثل و غير المتماثل (E-GARCH)، حيث يتضح من التحليل ان هناك نتائج لمعادلتين أساسيتين هما معادلة المتوسط (Mean Equation) والتي توضح آثر التغير في عوائد تقنية البلوكتشين على عوائد مؤشرات الأسهم للأسواق المالية العربية، ومعادل التباين (Variance Equation) والتي تشرح التغير المتماثل (ARCH & GARCH) وغير المتماثل (Leverage Effect) لمؤشرات الأسهم في الأسواق المالية العربية، بمعنى اخر تشرح مستوى الاستقرار المالي لأسواق الأسهم في الدول العربية خلال الفترة من (2016-2021) 2016 حتى 2021م .

تحليل نتائج معادلة المتوسط الشرطي (Mean Equation):

يبين الجدولان (3_أ) و (3_ب) نتائج معامل تأثير معدل عائد مؤشر تقنية البلوكتشين على معدل عائد مؤشرات اسوق الأسهم في الوطن العربي، حيث يتضح من النتائج أن معدل عائد التغير في مؤشر تقنية البلوكتشين له تأثير إيجابي وذو دلالة إحصائية مهمة عند مستوى 1 في المائة على حجم التغير في مستوى عائد الأسهم للأسواق المالية العربية لكل من سوق أبو ظبي للأوراق المالية، وسوق دبي المالي، والسوق المالية السعودية، وبورصة عمّان، وبورصة البحرين، والبورصة المصرية، وسوق العراق للأوراق المالية، وبورصة الكويت، وبورصة قطر، وبورصة مسقط، والبورصة اللبنانية. يعود السبب في ذلك إلى أن تقنية البلوكتشين تساهم بشكل فعال في خفض التكاليف التشغيلية وتحسين الكفاءة وسرعة ودقة العمليات التشغيلية للمؤسسات والشركات العاملة في الاقتصادات العربية مما يؤدي إلى ارتفاع هامش الربح لهذه المؤسسات والوصول إلى العائد المستهدف للمستثمرين. حيث تتيح تقنية البلوكتشين التداول بشكل مباشر بين المستثمرين (نظير الى نظير-Peer-to-Peer) من خلال استخدام دفتر الأستاذ العام الموزع اللامركزي دون الحاجة إلى وسطاء أو متداولين مستقلين. لذلك من المتوقع أن تلعب تقنية البلوكتشين دوراً محورياً وبشكل متزايد في رسم مستقبل الأسواق المالية العربية من حيث حجم التداول وتوفير السيولة، وإمكانية الوصول إلى الأسواق المالية بكفاءة وشفافية تامة بما ينعكس بشكل كبير على أداء الاقتصادات العربية.

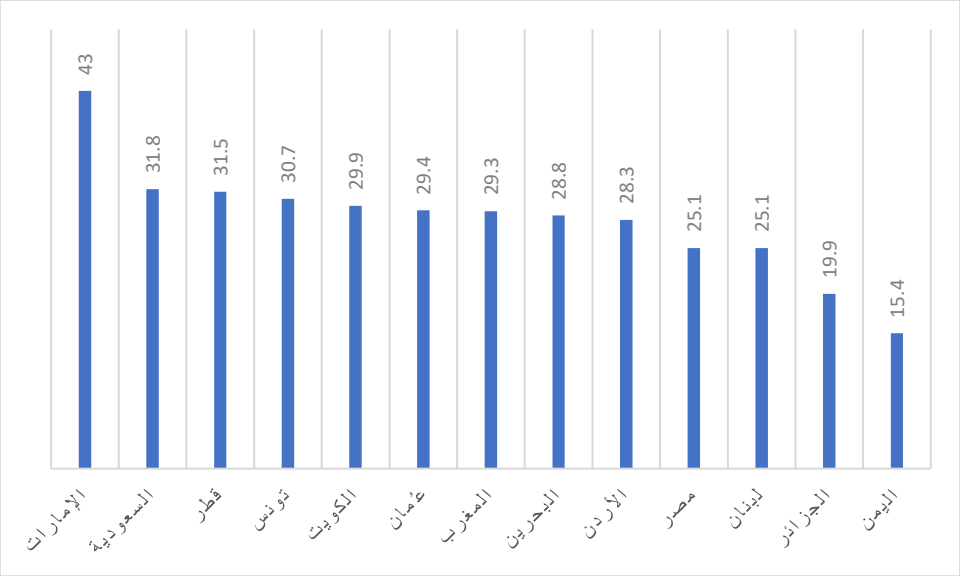
يعود هذا التأثير الإيجابي أيضاً إلى أن الدول العربية قطعت شوطاً كبيراً في مجال التقنيات المالية وقدمت الكثير من المبادرات العربية من أجل الاستفادة من استخدام تقنية البلوكتشين على مستوى الأطر التنظيمية والتشريعية و القطاعات المالية وأنظمة الدفع أو الخدمات الحكومية. حيث حصلت الكثير من الدول العربية على الترتيب الإيجابي العالمي في استخدام التقنيات سواء في القطاعات الخاصة او الحكومية، وفقاً للتقييم العالمي لعام 2018، فقد حصلت الإمارات على المرتبة (21) عالمياً، يليها البحرين (26)، ثم الكويت (41)، ثم قطر (51)، والسعودية (52)، وعُمان (63) (Alsubaei, 2019). فعلى سبيل المثال، وعلى صعيد الإطار التنظيمي أصدرت مملكة البحرين قوانين وتشريعات داعمة للبلوكتشين، وتداول المستندات الرقمية. كما أصدر مصرف البحرين المركزي لائحة تنفيذية للأصول المشفرة وبيئة تجربتها وآليات استخدامها، كذلك تم توقيع اتفاقية لإصدار وتداول الأصول المشفرة، وتبني استراتيجية للبلوكتشين في الإمارات (Alsubaei, 2019).

كما تبنى سوق أبو ظبي العالمي استراتيجية إنشاء مختبر تنظيمي يدعم تطوير مثل هذه التقنيات. ففي بداية عام 2018 أعلن سوق ابوظبي العالمي عن تطوير منصة "اعرف عميلك" باستخدام تقنية البلوكتشين. وفي مجال نظام الدفع العابر للحدود (Cross-boarder) أطلق مصرف الامارات العربية المتحدة والبنك المركزي السعودي مشروع "عابر" لتسوية العمليات المالية بين البلدين باستخدام تقنية سلسلة الكتل "البلوكتشين". كذلك تعتبر تونس من أوائل الدول العربية التي تبنت نظام الدفع الإلكتروني في عام 2015 لتعزيز عملتها الرقمية "e-Dinar" استناداً إلى تقنية البلوكتشين.

يبين الشكل (9) أدناه الترتيب العالمي للدول العربية من حيث مستوى تطوير ابتكارات التقنيات المالية، حيث يشير التقرير العالمي لمؤشر الابتكار للعام 2021 "Global Innovation Index" إلى أن الإمارات تتصدر العالم العربي مسجلة (43) نقطة، تليها السعودية بنحو (31.8) نقطة، ثم قطر (31.5) نقطة، ثم تونس (30.7) نقطة، الكويت (29.9) نقطة، وعُمان (29.4)، والمغرب (29.3)، والبحرين (28.8) نقطة، ثم الأردن (28.3) نقطة، ومصر (25.1) نقطة، ولبنان (25.1) نقطة، والجزائر (19.9) نقطة، اليمن (15.4) نقطة.

الشكل رقم (9)

ترتيب الدول العربية في مؤشر الابتكار العالمي (2021)



المصدر: Global Innovation Index, 2021.

من ناحية أخرى بينت نتائج الدراسة في الجدول (3_ب) أن التغير في العائد على تقنية البلوكتشين يؤثر سلباً على عوائد الأسهم لبورصة فلسطين بسبب عدم استخدام السوق لهذه التقنيات. لذلك يمكن لتقنية البلوكتشين أن تجعل الأسواق المالية الناشئة كبورصة فلسطين والبورصات العربية الأخرى أكثر كفاءة من خلال أتمتة العمليات المالية واللامركزية مما يساعد على تقليل التكاليف المفروضة على العملاء مع تسريع العمليات التشغيلية وزيادة الكفاءة الإنتاجية وبالتالي تحسن أداء الاقتصاد بشكل كلي.

تحليل نتائج معادلة التباين (Variance Equation)

نتائج قياس المعلومات المتماثلة (Symmetric Information):

تظهر الجداول رقم (3_أ) و (3_ب) أيضاً نتائج معاملات معادلة التباين الشرطي لنموذج (EGARCH) متضمناً كلا من معامل الثبات (Constant)، ومعامل (ARCH)، ومعامل (GARCH)، ومعامل (Leverage Effect). حيث تشير نتائج معادلة التباين الشرطي إلى أن معامل الثبات (Constant) لكل المؤشرات في الأسواق المالية العربية كانت سالبة، وذات دلالة إحصائه مهمة عند مستوى 1 في المائة، مما يدل على وجود ثبات في مستوى التذبذب المتدني في حجم العوائد (الخسائر) في الأسواق المالية العربية خلال الفترة (2016- 2021). كما تشير نتائج الدراسة إلى أن معامل (GARCH) أكبر من معامل (ARCH) لكلاً من مؤشر الأسهم لسوق أبوظبي للأوراق المالية، وسوق دبي المالي، والسوق المالية السعودية، وبورصة عمّان، وبورصة البحرين، وبورصة الكويت، وبورصة قطر، وبورصة الدار البيضاء، والبورصة اللبنانية، وبورصة فلسطين. مما يعني أن عوائد المؤشرات في هذه الأسواق أكثر حساسية للقيم السابقة (Lagged values) الخاصة بها أكثر مما تحمله التغيرات (Innovation) الجديدة في أسواق المنطقة العربية والعالمية. ايضاً تشير النتائج إلى أن مجموع (GARCH+ ARCH) يفوق واحد بما يعني انه صدمات مؤشر العوائد السابقة أكثر استمرارية (More Persistence) وان التغيرات تتلاشى بمعدل ابطأ في هذه الأسواق.

على العكس من ذلك، تشير نتائج الجدولين (3_أ) و (3_ب) لمعادلة التباين الشرطي أن معاملات (GARCH) اقل من معاملات (ARCH) لكلاً من مؤشر الأسهم في البورصة المصرية، وسوق العراق للأوراق المالية، وسوق مسقط للأوراق المالية، مما يعني أن التقلبات في عوائد أسهم هذه المؤشرات لهذه

الأسواق أكثر حساسية واستجابة للصدمات المتعلقة بالتغيرات الجديدة (Innovation) في الأسواق المالية مقارنةً بالصدمات الخاصة بقيم العوائد السابقة لهذه المؤشرات، إلا أن هذه الصدمات تتلاشى تأثيرها بشكل سريع في كلاً من البورصة المصرية، وسوق مسقط للأوراق المالية كون مجموع معامل (ARCH +GARCH) لكلا مؤشر أقل من الواحد الصحيح، في حين أن الصدمات الجديدة تتلاشى بشكل بطي في سوق العراق للأوراق المالية.

الجدول رقم (3-أ):

نتائج تحليل تأثير تقنية البلوكتشين على مؤشر الأسهم في الدول العربية خلال الفترة 2016-2021

	Abu-Dhabi	Dubai	Saudi Arabia	Jordan	Bahrain	Egypt	Iraq
Variable	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient
Mean Equation							
μ (constant)	0.000270	-4.88E-04	0.000534*	-9.52E-05	0.00029*	-7.53E-06***	-0.000269
Blockchain	**0.160158*****	**0.283338*****	**0.185332*****	**0.001611**	**0.076109*****	**0.387653*****	**0.24724*****
Variance Equation							
ω (constant)	-0.62102***	-0.513304***	-0.519963***	-1.012017***	-2.403535***	-9.546196***	-5.647506***
α (Arch effect)	0.22244***	0.189721***	0.204349***	0.30626***	0.407931***	0.422624***	1.123419***
γ (Leverage effect)	-0.11051***	-0.110762***	-0.111334***	-0.011441	-0.126564***	0.19493***	-0.448848***
β (Garch effect)	0.95129***	0.959243***	0.959389***	0.925226***	0.794385***	-0.073523	0.436725***
$\alpha + \beta$	1.17373	1.148964	1.163738	1.231486	1.202316	0.349101	1.560144
Log likelihood	3637.058	3488.719	3540.468	4091.59	4027.794	3052.87	2695.14
Akaike info criterion	-6.626017	-6.355327	-6.356958	-7.789494	-7.510353	-5.765127	-5.949425
ARCH -LM test	Prob. F(1,1093)= [0.6160]	Prob. F(1,1093)= [0.7879]	Prob. F(1,1109)= [0.5680]	Prob. F(1,1046)= [0.6270]	Prob. F(1,1068)= [0.5904]	Prob. F(1,1054)=[0.4635]	Prob. F(1,901) =[0.6873]

Note: ***, **and * denotes significant level at 1%, 5% and 10% significance respectively

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews-9.5)

الجدول رقم (3-ب):

نتائج تحليل تأثير تقنية البلوكتشين على مؤشر الأسهم في الدول العربية خلال الفترة 2016-2021

	Kuwait	Qatar	Oman	Morocco	Lebanon	Palestine
Variable	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient	Coefficient	
Mean Equation						
μ (constant)	0.000807***	-0.00015***	-0.00074***	0.000284*	-0.001373***	7.64E-05
Blockchain	**0.046891*****	**0.234109*****	**0.103536*****	**0.040833*****	**0.042657*****	**-0.021213*****
Variance Equation						
ω (constant)	-0.234999***	-0.601398***	-13.42016***	-0.857431***	-0.873609***	-1.679481***
α (Arch effect)	0.10771***	0.173839***	0.289624***	0.298773***	0.422696***	0.288041***
γ (Leverage effect)	0.066628***	-0.108853***	0.296756***	-0.001775	0.03959***	-0.019225
β (Garch effect)	0.981878***	0.948863***	-0.284229***	0.937888***	0.935608***	0.862107***
$\alpha + \beta$	1.089588	1.122702	0.005395	1.236661	1.358304	1.150148
Log likelihood	3771.827	3504.502	3992.533	5037.654	3640.59	4091.159
Akaike info criterion	-7.004329	-6.436986	-7.437561	-7.426796	-6.793626	-7.863637
ARCH -LM test	Prob. F(1,1072)= [0.9636]	Prob. F(1,1084)= [0.6086]	Prob. F(1,1069)= [0.8676]	Prob. F(2,1350)= [0.0976]	Prob. F(1,1067)= [0.9523]	Prob. F(1,1036)= [0.6211]

Note: ***, **and * denotes significant level at 1%, 5% and 10% significance respectively

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (EViews-9.5)

نتائج قياس المعلومات غير المتماثلة (Asymmetric Information):

تُبين نتائج التحليل في الجدولين (3_أ) و (3_ب) لمعادلة التباين الشرطي باستخدام نموذج (EGARCH) أن معدل التباين (Leverage effect) لا يساوي الصفر، مما يدل على وجود عدم تماثل أو تناظر في الصدمات السالبة والموجبة على تقلبات عوائد مؤشرات الأسهم في الأسواق المالية العربية. بشكل تفصيلي تشير النتائج إلى أن معامل التباين في الصدمات كان ذو قيمة سالبة وذو دلالة إحصائية مهمة عند مستوى 1 في المائة في كل من سوق أبوظبي للأوراق المالية، وسوق دبي المالي، والسوق المالية السعودية، وبورصة البحرين، وسوق العراق للأوراق المالية، وبورصة قطر، مما يدل على أن الاخبار السلبية (Negative Information) لها تأثير أكبر على تقلبات العوائد في هذه الأسواق من الأخبار الجيدة والإيجابية (Positive Information) . بمعنى أن المستثمرين في هذه الأسواق يستجيبون ويكون لهم ردة فعل أكبر في اتخاذ القرارات الاستثمارية خصوصا لعملية بيع أو شراء الأسهم عندما تكون هناك أخبار سيئة. كما تشير النتائج إلى أن التقلبات في عوائد أسواق الأسهم لكل من بورصة عمّان، وبورصة الدار البيضاء، وبورصة فلسطين تتأثر بالصدمات السالبة أكثر من الإيجابية، ولكن ليس لها معنوية إحصائية. على العكس من ذلك، تشير النتائج الموجبة لمعامل التباين (Leverage effect) في الجدولين (3_أ) و (3_ب) إلى أن التقلبات في عوائد الأسهم في كل البورصة المصرية، وبورصة الكويت، وسوق مسقط للأوراق المالية، وبورصة لبنان تتأثر بالصدمات الإيجابية أكثر من السلبية، أي أن الأخبار الإيجابية تساهم بشكل فعال في تفسير التباينات في عوائد الأسهم وبالتالي تحفز المستثمرين على اتخاذ القرارات الاستثمارية. هذا الاختلاف في التقلبات في الأسواق العربية قد يساعد المستمرين بشكل عام والمستثمرين العرب بشكل خاص على بناء محافظ استثمارية نموذجية تحمل أصول استثمارية من مختلف الأسواق العربية ذات مخاطر منخفضة ومستقرة.

اختبار مصداقية النماذج المستخدمة:

بعد ان تم اختيار أفضل نماذج (EGARCH) من خلال اختيار أفضل القيم الاحصائية لمعامل (Log likelihood) و (Akaike info criterion) وتقدير المعاملات الخاصة بكل نموذج قامت الدراسة باختبار درجة المصداقية لكل النماذج المستخدمة في تحليل العلاقة بين مؤشر عوائد تقنية البلوكتشين وعوائد مؤشرات سوق الأسهم في الوطن العربي باستخدام اختبار زوال أثر التباين (ARCH-LM-test) في سلاسل البواقي (Residual) لنماذج (EGARCH) المستخدمة بنفس الطريقة السابقة في معادلة انحدار المربعات الصغرى، حيث تشير النتائج الجداول رقم (3_أ) و (3_ب) إلى أن جميع البواقي لنماذج (EGARCH) المستخدمة لها تباين ثابت أي خالي من (Heteroscedasticity) ومتجانسة (Homoscedasticity) في نفس الوقت كون قيمة ال (P-Value) أكبر من مستوى المعنوية 5 في المائة لكل البواقي المستخدمة في هذه الدراسة بما يشير إلى دقة النماذج المستخدمة.

الخاتمة والتوصيات

هدفت هذه الدراسة إلى التحقق من الانعكاسات الاقتصادية لتقنية البلوكتشين في الوطن العربي وقياس الاستقرار المالي لأسواق الأوراق المالية العربية من خلال استخدام السلاسل الزمنية لعوائد مؤشرات أسواق الأسهم خلال الفترة (مارس 2016-سبتمبر2021). لتحقيق هذه الاهداف استخدمت الدراسة نموذج (EGARCH) لنظراً لقدرتة في اختبار السلاسل الزمنية ذات النمط غير الثابت والمتباين كما هو الحال في نمط سلوك مؤشرات الأسهم في الأسواق المالية العالمية. أشارت نتائج الدراسة إلى أن تقنية البلوكتشين لها تأثير إيجابي على اقتصاديات الدول العربية ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوي 1 في المائة. يعود ذلك إلى المنافع الاقتصادية الكبيرة التي تقدمها تقنيات البلوكتشين على مستوى كل القطاعات الخاصة والعامة مثل القطاعات المالية والمصرفية، شركات التأمين، أسواق رأس المال، المؤسسات التعليمية، البنوك المركزية، أسواق العملات وأنظمة الدفع المحلي والعابر للحدود (Cross boarder)، وغيرها من المجالات، حيث أن هذه التقنية تساهم بشكل كبير وفعال في تقليل تكاليف التشغيل، وتحقق أكبر قدر ممكن من الشفافية والأمان والسرعة في العمليات التشغيلية، وزيادة العمليات الإنتاجية بفاعلية قصوى من خلال أتمتة العمليات ومعالجتها باستخدام العقود الذكية، وكذلك من خلال مشاركة البيانات مع جميع الأطراف ذات الصلة عن طريق دفتر الأستاذ العام الموزع.

كما تشير النتائج إلى أن هناك تفاوتاً في نمط استجابة عوائد أسواق المال العربية للصدمات الاقتصادية ودرجة استمراريتها وتلاشيها ونوعية المعلومات السلبية والإيجابية المؤثرة عليها. على سبيل المثال، عند تحليل نتائج قياس أثر المعلومات المتماثلة (Symmetric Information) تبين أن الأسواق المال العربية تنقسم إلى مجموعتين، ما بين مجموعة تتأثر بالصدمات المتعلقة بالقيم السابقة لمؤشر عوائد الأسهم، ومجموعة أخرى ذات حساسية كبيرة للصدمات الجديدة (Innovation)، كما أن درجة استمرارية وتلاشي هذه الصدمات تختلف أيضاً من سوق إلى آخر. وعند إجراء التحليل لتأثير المعلومات غير المتماثلة (Asymmetric Information) اتضح أيضاً أن هناك اختلافاً في درجة الاستجابة لنوع المعلومات إذا ما كانت إيجابية او سلبية، حيث ان معظم أسواق المال العربية تستجيب للصدمات والأخبار السلبية، باستثناء البورصة المصرية والبورصة الكويتية وسوق مسقط للأوراق المالية، والبورصة اللبنانية التي تتأثر بالصدمات الإيجابية أكثر من السلبية. هذا التنوع والتفاوت في درجة استجابة عوائد أسواق المال العربية قد يخلق فرصه كبيرة للمستثمرين لبناء محافظ استثمارية مستقرة ذات مخاطر منخفضة.

نظراً لما يبذله صندوق النقد العربي من جهودٍ متنوعة ومكثفة لمتابعة التطورات على صعيد التقنيات المالية وتأثيرها على الخدمات المالية والاستقرار المالي في المنطقة العربية، ونظراً لتولي صندوق النقد العربي مسؤولية الأمانة الفنية لمجلس محافظي المصارف المركزية ومؤسسات النقد العربية، تهتم العديد من اللجان وفرق العمل المنبثقة عن المجلس بالمتابعة الحثيثة للتطورات فيما يتعلق بتقنية البلوكتشين. في هذا السياق، تناقش اللجنة العربية للرقابة المصرفية وفريق العمل المعني بالاستقرار المالي هذه القضية من حيث تداعياتها على الاستقرار المالي ودور البنوك المركزية في تطوير التنظيم والرقابة على هذه التقنيات، بينما يهتم الفريق الإقليمي لتعزيز الشمول المالي بدور البلوكتشين في تعزيز الشمول المالي باستخدام الخدمات المالية الرقمية في الدول العربية. في حين تنطرق اللجنة العربية لأنظمة الدفع والتسوية إلى دورها في تطوير أدوات الدفع الإلكتروني، وتقليل تكلفة التحويلات والمعاملات المالية. علاوة على ذلك، تناقش لجنة المعلومات الائتمانية العربية عدة جوانب مرتبطة بتقنية البلوكتشين بما في ذلك دور هذه التقنيات في تبادل المعلومات الائتمانية (Monem, 2019)، بناءً على ما سبق، توصي الدراسة الجهات المختصة وذات العلاقة في المنطقة العربية بالآتي:

1- دعوة الجهات التنظيمية إلى وضع أطر قانونية ولوائح تنظيمية وأنظمة حوكمة خاصة بتطوير استخدامات تقنية البلوكتشين في كافة المجالات.

2- الأستثمار في تقنية البلوكتشين في سياق تطوير الخدمات المالية الإلكترونية والتقليص التدريجي في استخدام الطرق التقليدية في العمليات المالية.

3- تدريب وتأهيل الكوادر البشرية في استخدام تقنية البلوكتشين سواءً في القطاعات المالية أو التعليمية.

4- إنشاء المعاهد والأقسام التعليمية لتدريس تقنية البلوكتشين في المنطقة العربية وعقد المؤتمرات والندوات العلمية لمناقشة التطورات الحديثة الخاصة بتقنية البلوكتشين.

5- زيادة الإنفاق من قبل القطاعين الحكومي والخاص لتطوير تقنية البلوكتشين واستخداماتها في شتى المجالات في المنطقة العربية.

6- تطوير شبكات الدفع الإلكتروني باستخدام تقنية البلوكتشين، خصوصاً فيما يتعلق المدفوعات والتسويات في المنطقة العربية.

7- دعم وتشجيع الدول العربية، خصوصاً ذات الموارد المحدودة على استخدام تقنية البلوكتشين للتقليل من التكاليف التشغيلية وزيادة كفاتها الإنتاجية.

8- فيما يخص نتائج تحليل الاستقرار المالي في المنطقة العربية توصى الدراسة بالاستفادة من تنوع واختلاف درجة استجابة الأسواق المالية العربية للصدمات والتقلبات الاقتصادية في خلق وتطوير حقائب استثمارية مستقرة ذات أخطار منخفضة وتحقيق العوائد المستهدفة وتنشيط الأسواق المالية العربية بشكل كلي.

قائمة المراجع

- Alsubaei, D. F. (2019). Blockchain adoption in the gulf states. POLICY.
- Bollerslev, T. (1986), "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", Journal of Econometrics, Vol. 31 No. 3, pp. 307-327.
- Collomb, A., & Sok, K. (2016). Blockchain/distributed ledger technology (DLT): What impact on the financial sector? Digiworld Economic Journal, (103).
- Cheng, S. F., De Franco, G., Jiang, H., & Lin, P. (2019). Riding the blockchain mania: public firms' speculative 8-k disclosures. Management Science, 65(12), 5901-5913.
- Cahill, D. G., Baur, D. G., Liu, Z. F., & Yang, J. W. (2020). I am a blockchain too: How does the market respond to companies' interest in blockchain? Journal of Banking & Finance, 113,105740.
- Dickey, D.A. and Fuller, W.A. (1979), "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root", Journal of the American Statistical Association, Vol. 74 No. 366a, pp. 427-431.
- Engle, R.F. (1982), "Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of UK inflation", Econometrica, Vol. 50 No. 4, pp. 987-1007.
- Eshghi, K., Shahriari, H., & Stivers, A. (2021). The Content Matters: The Impact of Blockchain and Bitcoin Disclosure on Stock Performance.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. Financial innovation, 2(1), 1-12.
- Gupta, A., & Gupta, S. (2018). Blockchain technology application in Indian Banking Sector. Delhi Business Review, 19(2), 75-84.
- Isaksen, M. (2018). Blockchain: The Future of Cross Border Payments (Master's thesis, University of Stavanger, Norway).
- Khadka, R. (2020). The impact of blockchain technology in banking: How can blockchain revolutionize the banking industry?
- Li, R., & Wan, Y. (2021). Analysis of the Negative Relationship between Blockchain Application and Corporate Performance. *Mobile Information Systems*, *2021*.
- Lee BS (1992) Causal relations among stock returns, interest rates, real activity, and inflation. J Financ 47(4):1591 1603. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04673.x
- Mandelbrot, B. (1963), "The variation of certain speculative prices", The Journal of Business, Vol. 36 No. 4, pp. 394 -419.
- Monem, H.A. (2019). Using Blockchain in Financial Services. *Arab Monetary Fund*, Pp (1-54).
- Nakamoto, Satoshi. "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system." Decentralized Business Review (2008): 21260.
- Nelson, D.B. (1991), "Conditional heteroscedasticity in asset returns: a new

approach", Econometrica, Vol. 59 No. 2, pp. 347-370.
- Petrov, D. (2019). The impact of blockchain and distributed ledger technology on financial services. Industry 4.0, 4(2), 88-91.
- Phillips, P.C.B. and Perron, P. (1988), "Testing for a unit root in time series regression", Biometrika, Vol. 75 No. 2, pp. 335-346.
- Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. In Research handbook on digital transformations. Edward Elgar Publishing.