وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعـة الشهيد الشيخ العربي التبسي -تبسـة-
كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير
قسم: العلوم المالية والمحاسبة

الرقم التسلسلي: ...../2025

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي (ل م د)

في العلوم المالية والمحاسبة

التخصص: مالية المؤسسة

أثر تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة شبكة السولانا نموذجا

إعداد الطالب:
✍ عماد الدين صحراوي

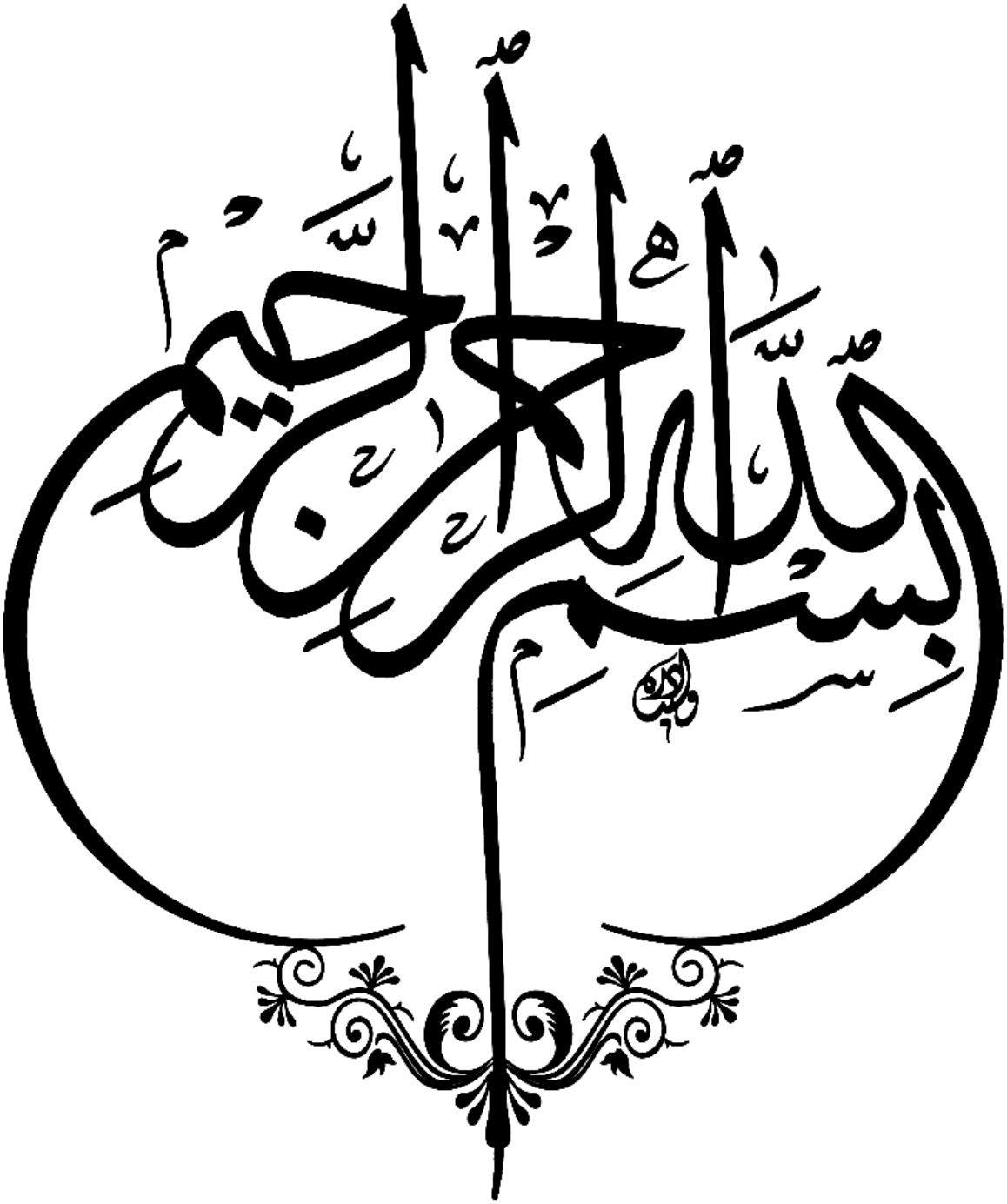
إشراف الأستاذ:
أ.د. سليم جابو

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ 02 جوان2025

أمام اللجنة المكونة من السادة:

الاسم واللقب	الرتبة العلمية	الصفة
مراد بولحديد	أستاذ محاضر "ب"	رئيســـــــا
سليم جـــابو	أستاذ	مشرفا ومقررا
خديجة عبيد	أستاذ مساعد "أ"	عضوا مناقشا

السنة الجامعية 2025/2024


بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

"وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين"

أهدي هذا العمل المتواضع إلى:

إلى أبي وأمي حفظهم الله لي

الذين سهروا وتعبوا في تربيتي و تعليمي وفي إتمام هذا العمل من قريب أو من بعيد

وإلى إخوتي الصغار الذين أحبهم حبا كبيرا

إلى كل الأصدقاء والأحباب من دون استثناء

إلى العلم ورواده وإلى كل طالب علم ومحب للمعرفة أهدي هذا البحث

شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين وسيد الخلق وعلى آله وصحبه أجمعين وعلى أصحابه الأكرمين ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين

الحمد والشكر لله على نعمه وتوفيقه وتسييره كل السبل لإنجاز هذا البحث

بداية نتقدم بجزيل الشكر والتقدير والاحترام إلى الأستاذ الفاضل البرفيسور **" سليم جابو"** ليس لتفضله بالإشراف على هذا البحث فحسب، وإنما لأخلاقه الحميدة وعلمه الواسع وتوجيهاته السديدة وإرشاداته القيمة التي كانت لها أكبر الأثر في إنجاز هذا البحث.

كما يشرفنا أن نتقدم بفائق الشكر والتقدير إلى السادة أعضاء اللجنة على قبولهم مناقشة هذه المذكرة من أجل قراءتها وإبداء ملاحظاتهم داعين من الله عز وجل أن يحفظهم ويرعاهم.

عسى الله أن يجعل خطواتنا سديدة ويوفقنا لما فيه خير لنا.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى التأثير الذي تحدثه تقنية البلوك تشين، ممثلة بمجموعة من العوامل المرتبطة بسيولة شبكة سولانا ونشاطها، بالإضافة إلى بعض العوامل التقنية والخارجية، على حجم تداول عملة سولانا (SOL) في الأجلين القصير والطويل. إذ تم اختيار شبكة سولانا كنموذج تطبيقي، وذلك خلال الفترة الممتدة من 1 جانفي 2024 إلى 1 أفريل 2025. ولتحقيق هدف الدراسة، تم الاعتماد على نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة (ARDL) لتحليل البيانات اليومية المجمعة.

توصلت الدراسة إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات المدروسة وحجم تداول عملة سولانا، مع وجود آلية فعالة لتصحيح الخطأ في الأجل القصير. وأظهرت النتائج أن لمتغيرات السيولة والنشاط مثل رسوم الشبكة، القيمة السوقية، وعدد العناوين النشطة تأثيراً إيجابياً ومعنوياً على حجم التداول في الأجل الطويل، بينما كان للقيمة الإجمالية المقفلة (TVL) وعدد المدققين وحجم السوق الكلي للعملات المشفرة تأثير سلبي ومعنوي. بعض العوامل التقنية البارزة لسولانا كسرعة المعاملات (TPS) وعدد الرموز غير القابلة للاستبدال(NFTs) ، بالإضافة إلى بعض العوامل الخارجية كمؤشر الدولار الأمريكي ومؤشر الخوف والطمع، لم تظهر تأثيراً معنوياً مباشراً على حجم التداول في المدى الطويل ضمن النموذج المستخدم.

الكلمات المفتاحية: تقنية البلوكتشين؛ تداول العملات المشفرة؛ سولانا (SOL)؛ حجم التداول؛ نموذج ARDL؛ عوامل السيولة والنشاط؛ عوامل تقنية؛ عوامل خارجية.

Abstract

This study aims to investigate the extent of the impact of blockchain technology, represented by a set of factors related to the liquidity and activity of the Solana network, in addition to some technical and external factors, on the trading volume of the Solana currency (SOL) in the short and long term. The Solana network was chosen as an applied model, during the period from January 1, 2024, to April 1, 2025. To achieve the study's objective, the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model was relied upon to analyze the collected daily data.

The study found a long-term equilibrium relationship between the studied variables and the trading volume of the Solana currency, with an effective error correction mechanism in the short term. The results showed that liquidity and activity variables such as network fees, market capitalization, and the number of active addresses had a positive and significant impact on trading volume in the long term, while the total value locked (TVL), the number of validators, and the total cryptocurrency market volume had a negative and significant impact. Some prominent technical factors of Solana, such as transaction speed (TPS) and the number of Non-Fungible Tokens (NFTs), in addition to some external factors like the US Dollar Index and the Fear and Greed Index, did not show a direct significant impact on trading volume in the long term within

Keywords: Blockchain Technology; Cryptocurrency Trading; Solana (SOL); Trading Volume; ARDL Model; Liquidity Factor; Technical Factors; External Factors.

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

إهداء

شكروعرفان

ملخص I

فهرس المحتويات II

قائمة الجداول VIII

قائمة الأشكال IX

قائمة الاختصارات والرموز X

مقدمة عامة ..... أ

الفصل الأول: الأدبيات النظرية والتطبيقية لتداول العملات المشفرة باستخدام تقنية البلوكتشين 1

تمهيد 2

المبحث الأول: الأدبيات النظرية لتداول العملات المشفرة بإستخدام تقنية البلوكتشين 3

المطلب الأول: مدخل إلى التداول الإلكتروني للعملات المشفرة 3

أولا: مفهوم التداول الإلكتروني وخصائصه 3

1- تعريف التداول 3

2- تعريف التداول الالكتروني 4

3- خصائص التداول الالكتروني 5

ثانيا: أدوات التداول الإلكتروني وأبعاده 5

1- أدوات التداول الالكتروني 6

2- مميزات التداول الالكتروني 8

3- سلبيات التداول الالكتروني 9

ثالثا: العملات المشفرة وواقعها 9

1- مفهوم العملات المشفرة وخصائصها.....9
2- تطور العملات المشفرة وأنواعها 12
3- واقع العملات المشفرة 16
المطلب الثاني: تقنية البلوكتشين كأداة أساسية للعملات المشفرة 19
أولا: ماهية تقنية البلوكتشين 19
1- تعريف تقنية البلوكتشين ومراحل تطورها.....19
2- أنواع ومكونات تقنية البلوكتشين.....21
3- خصائص ووظائف تقنية البلوكتشين 24
ثانيا: أساسيات تقنية البلوكتشين.....26
1-مقومات تقنية البلوكتشين 26
2- آلية عمل تقنية البلوكتشين 29
3- تطبيقات تقنية البلوكتشين.....30
ثالثا: واقع تقنية البلوكتشين 31
1- مزايا تقنية البلوكتشين 31
2- مجالات إستخدام تقنية البلوكتشين 33
3- مخاطر وتحديات تقنية البلوكتشين.....35
المبحث الثاني: الأدبيات التطبيقية المتعلقة بأثر البلوكتشين على تداول العملات المشفرة.....37
المطلب الأول: نتائج الادبيات التطبيقية 37
أولا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بعوامل السيولة والنشاط 37
ثانيا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بالعوامل التقنية الدافعة للأداء 38
ثالثا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بالعوامل الخارجية المؤثرة في الشبكات 39
رابعا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بشبكة Solana وحجم التداول 40
المطلب الثاني: تقييم الدراسات السابقة وموقف الدراسة الحالية منها.....40
أولا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من حيث العينة 41
ثانيا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من فترة الدراسة 41

ثالثا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من حيث الطريقة 41
رابعا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من حيث النتائج 42
خلاصة الفصل الأول 43
الفصل الثاني: الدراسة القياسة لأثر تقنية البلوكتشين على تداول السولانا 44
تمهيد 45
المبحث الأول: الطريقة والأدوات المستخدمة في الدراسة 46
المطلب الأول: مجتمع وعينة الدراسة 46
أولا: مجتمع الدراسة 46
1- تعريف شبكة البلوكشين العامة 46
2- أهم شبكات البلوكشين العامة 47
3- قابلية التوسع في شبكات البلوكتشين العامة 48
ثانيا: عينة الدراسة 49
1- تعريف شبكة السولانا 49
2- آلية الإجماع في شبكة السولانا 49
3- مراحل تطور شبكة وعملة السولانا 50
المطلب الثاني: الأدوات والاساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة. 51
أولا: الأدوات المستخدمة في الدراسة 51
1- أدوات جمع البيانات 52
2-أدوات تحليل البيانات 53
ثانيا: الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة 53
1- نموذج الإنحدار الذاتي للفجوات الزمنية ARDL 54
2-الإختبارات القبلية لنموذج ARDL 54
3-الإختبارات البعدية لنموذج ARDL 54
ثالثا: متغيرات الدراسة 55

1- المتغير التابع 55
2- المتغيرات المستقلة 56
المبحث الثاني: عرض ومناقشة وتحليل نتائج الدراسة 63
المطلب الأول: عرض نتائج الدراسة 63
أولا: الإختبارات القبلية 63
1- عرض نتائج التحليل الوصفي والقيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة 63
2- دراسة إستقرارية متغيرات الدراسة 66
3- تحديد فترة الابطاء المثلى 68
ثانيا: تحديد نموذج ARDL 72
1- عرض نتائج اختيار التكامل المشترك وفق اختبار الحدود Bounds Test 72
2- عرض نتائج تقدير معلمات النموذج في الأجل الطويل 73
3- عرض نتائج تقدير معلمات النموذج في الأجل القصير 75
ثالثا: الاختبارات البَعدية 77
1- عرض نتائج الاختبارات التشخيصية للنموذج 77
2- عرض نتائج اختبارات الإستقرار الهيكلي للنموذج 79
3- عرض نتائج إختبار إستقرار المعاملات الزمنية Recursive Estimates Test 80
المطلب الثاني: تحليل ومناقشة النتائج 82
أولا: تحليل ومناقشة نتائج التحليل الوصفي 82
1- تحليل ومناقشة نتائج التحليل الوصفي للمتغير التابع 82
2-تحليل ومناقشة نتائج التحليل الوصفي للمتغيرات المستقلة 82
ثانيا: تحليل ومناقشة نتائج معلمات النموذج في الأجلين القصير والطويل 83
1- تحليل ومناقشة نتائج معلمات النموذج في الاجل الطويل 83
2- تحليل ومناقشة نتائج معلمات النموذج في الاجل القصير 84
ثالثا: تحليل ومناقشة نتائج متغيرات الدراسة 85
1- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات السيولة والنشاط 85

2- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات العوامل التقنية الدافعة للأداء 86
3- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات العوامل الخارجية 87
خلاصة الفصل الثاني..... 89
خاتمة عامة 90
قائمة المراجع 96
الملاحق 102

قائمة الجداول

الجدول رقم1: الفرق بين التحليل الفني والأساسي 7
الجدول رقم 2: أنواع العملات المشفرة 14
الجدول رقم 3 : المواقف الدولية المختلفة من إستخدام العملات المشفرة 18
الجدول رقم 4 : مقارنة بين أنواع البلوكتشين 22
الجدول رقم 5 : مجالات استخدام تقنية البلوكتشين 34
الجدول رقم 6: أهم الإختلافات بين شبكات البلوكتشين 47
الجدول رقم 7: تطور سعر عملة السولانا 51
الجدول رقم 8: حجم تداول السولانا خلال فترة الدراسة 55
الجدول رقم 9: عوامل السيولة والنشاط في شبكة سولانا 57
الجدول رقم 10: العوامل التقنية الدافعة للأداء في شبكة شولانا 59
الجدول رقم 11: العوامل الخارجية المؤثرة في شبكة سولانا 60
الجدول رقم **12** : نتائج الدراسة الوصفية للمتغيرات المستقلة 65
الجدول رقم **13** : نتائج إختبار **ADF** 67
الجدول رقم **14**: نتائج إختبار **ADF** (بعد الفرق الأول) 68
الجدول رقم 15: نتائج إختبار **VIF** 71
الجدول رقم **16** : نتائج إختبار التكامل المشترك للنموذج وفق إختبار الحدود 73
الجدول رقم **17** : تقدير المعلمات في الأجل الطويل 74
الجدول رقم **18** : تقدير نموذج تصحيح الخطأ **ECM** في المدى القصير 76
الجدول رقم 19: مضاعف لاغرنج **LM** للإرتباط التسلسلي للبواقي 77
الجدول رقم 20: إختبار التغاير الشرطي **ARCH** لثبات التباين 78
الجدول رقم 21: إختبار جارك- بيرا **Jarque-Bera** للتوزيع الطبيعي 78

قائمة الأشكال

الشكل رقم 1: الفرق بين التداول والإستثمار 4
الشكل رقم 2: أشكال العملات الرقمية 10
الشكل رقم 3: تطور القيمة السوقية للعملات المشفرة 13
الشكل رقم 4: إجمالي إستحواذ العملات المشفرة على السوق 16
الشكل رقم 5: أنواع قاعدة البيانات(الشبكات) 20
الشكل رقم 6: التشفير باستخدام المفاتيح في البلوكتشين 27
الشكل رقم 7: فك التشفير باستخدام المفاتيح في البلوكتشين..... 28
الشكل رقم 8: آلية عمل البلوكتشين..... 30
الشكل رقم 9: المشكلة الثلاثية في البلوكتشين 48
الشكل رقم 10: نتائج الدراسة الوصفية للمتغير التابع 64
الشكل رقم 11: توزيع القيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة..... 66
الشكل رقم 12: تحليل الارتباط بإستخدام **Heatmap** 70
الشكل رقم 13: إختبار **CUSUM** للإستقرار 79
الشكل رقم 14: إختبار **CUSUMSQ** للإستقرار 80
الشكل رقم 15: إختبار إستقرار المعاملات الزمنية 81

قائمة الاختصارات والرموز

الاختصار	المصطلح باللغة الأجنبية	المصطلح باللغة العربية
ATR	Average True Range	مؤشرات التقلب
TP	Take Profit	أوامر جني الأرباح
SL	Stop Loss	أوامر وقف الخسارة
Δ	Hedging Tools	أدوات التحوط
DApps	Decentralized Applications	لتطبيقات اللامركزية
IoT	Internet of Things	إنترنت الأشياء
P2P	Peer-to-Peer	من نظير إلى نظير
BFT	Byzantine Fault Tolerance	التسامح مع الأخطاء البيزنطية
PoW	Proof of Work	إثبات العمل
PoS	Proof of Stake	إثبات الحصة
DAOs	Decentralized Autonomous Organizations	المنظمات اللامركزية المستقلة
NFTs	Non-Fungible Tokens	الرموز غير القابلة للاستبدال
DeFi	Decentralized finance	التمويل اللامركزي
GMV	Groos Mechandise Value	القيمة الإجمالية للبضائع

مقدمة عامة

1. توطئة

في ظل التسارع غير المسبوق في التحول الرقمي الذي يشهده العالم، برزت تقنية البلوكتشين كأحد الركائز الأساسية التي أعادت تشكيل العديد من القطاعات، وفي مقدمتها القطاع المالي من خلال ظهور العملات المشفرة. هذه الأصول الرقمية التي تعتمد على البلوكتشين لتأمين معاملاتها وتحقيق اللامركزية، أصبحت محط أنظار المستثمرين والمتداولين حول العالم، مقدمةً فرصًا جديدة مصحوبة بتحديات ومخاطر متعددة، إن التداول الإلكتروني للعملات المشفرة أصبح ظاهرة عالمية تستدعي الفهم والتحليل المعمق لديناميكياتها والعوامل المؤثرة فيها، خاصة مع التطور المستمر في شبكات البلوكتشين ومنصات التداول.

2. طرح الإشكالية

مع النمو الهائل في أسواق العملات المشفرة وتنوع الشبكات التي تدعمها، كشبكة سولانا التي تتميز بسرعتها وكفاءتها، تتزايد الحاجة إلى فهم العوامل التي تحدد حجم التداول فيها، فتقنية البلوكتشين التي هي في صلب هذه العملات، تحمل في طياتها خصائص فريدة قد تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على سلوك المتداولين وحجم السيولة المتداولة، ورغم أن هناك عوامل إقتصادية وسوقية عامة تؤثر على جميع الأصول المالية، إلا أن هناك عوامل مرتبطة تحديدًا ببنية وتقنية شبكات البلوكتشين قد تلعب دورًا حاسمًا في تحديد حجم تداول العملات المشفرة التابعة لها.

من هنا، تبرز الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة:

ما مدى تأثير تقنية البلوكتشين على حجم تداول عملة سولانا (SOL)؟

ولكي يتسنى لنا التطرق لمختلف جوانب الموضوع إرتأينا تجزئة هذه الإشكالية إلى التساؤلات الجزئية أدناه:

- ✓ ما مدى إمكانية الكشف عن العلاقة الديناميكية بين العوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين وحجم تداول عملة سولانا في الأجلين القصير والطويل؟؛
- ✓ ما مدى تأثير متغيرات السيولة والنشاط ضمن شبكة سولانا على حجم تداول عملتها في الاجلين القصير والطويل؟؛
- ✓ ما مدى تأثير العوامل التقنية المميزة لشبكة سولانا على حجم تداول عملتها في الأجلين القصير والطويل؟؛
- ✓ ما مدى تأثير العوامل الخارجية المؤثرة في أسواق العملات المشفرة على حجم تداول عملة سولانا في الأجلين القصير والطويل؟.

3. فرضيات البحث

كمحاولة مبدئية للإجابة عن تساؤلات البحث تم صياغة الفرضيات الفرعية الموالية:

- ✓ يمكن نمذجة العلاقة الديناميكية بين العوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين والممثلة بمتغيرات السيولة والنشاط، العوامل التقنية والخارجية كمتغيرات مستقلة وحجم تداول عملة سولانا كمتغير تابع، وذلك باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية (ARDL) للكشف عن العلاقة في الأجلين القصير والطويل؛
- ✓ يوجود علاقة توازنية تربط بين متغيرات الدراسة في المدى الطويل، مع قدرة على تصحيح الانحرافات في الأجل القصير؛
- ✓ هناك تأثير معنوي لمتغيرات السيولة والنشاط ممثلة بالقيمة الإجمالية المقفلة، رسوم الشبكة، القيمة السوقية وعدد العناوين النشطة على حجم تداول عملة سولانا في الأجل الطويل؛
- ✓ هناك تأثيراً معنوياً للعوامل التقنية المميزة لشبكة سولانا ممثلة بعدد المدققين، سرعة المعاملات في الثانية وعدد الرموز غير القابلة للاستبدال على حجم تداول عملة سولانا في الأجل الطويل؛
- ✓ هناك تأثيراً معنوياً للعوامل الخارجية ممثلة بحجم السوق الكلي للعملات المشفرة، مؤشر الدولار الأمريكي، مؤشر الخوف والطمع على حجم تداول عملة السولانا في الأجل الطويل.

4. أسباب اختيار البحث

يعود إختيار موضوع هذا البحث إلى عدة إعتبارات تبرز أهميته يذكر منها ما يلي:

- الميول الشخصي والإهتمام والإنخراط في عالم التداول عامة والعملات المشفرة خاصة؛
- الأهمية الإقتصادية المتزايدة للعملات المشفرة حيث لم تعد ظاهرة إقتصادية فحسب بل أصبحت لاعبا مؤثرا في الأسواق المالية العالمية؛
- الدور الذي تلعبه البلوكتشين في تغيير مفهوم الثقة والشفافية في المعاملات كونها هي الأساس لفهم عالم العملات المشفرة؛
- النمو السريع لشبكة سولانا الذي يجعلها حالة دراسية مثيرة للإهتمام وقابلة للدراسة؛
- إهمال معظم الدراسات لشبكة السولانا والتوجه دائما نحو دراسة الشبكات الرئيسية مثل البتكوين.

5. أهداف البحث

الهدف الأساسي لهذا البحث هو فهم الدور الذي تلعبه تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة كونها الاساس لهذه العملات ويمكن تلخيص أهم أهداف البحث في ما يلي:

- إستكشاف الإطار النظري والمفاهيمي المتعلق بالتداول الإلكتروني، العملات المشفرة، وتقنية البلوكتشين؛

- بناء نموذج قياسي بإستخدام منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة (ARDL) لتحليل العلاقة بين المتغيرات المستقلة وحجم تداول عملة سولانا؛
- التحقق من الشروط المسبقة لتطبيق نموذج ARDL من خلال إجراء الإختبارات القبلية الخاصة به؛
- تقدير وتحليل معاملات التأثير قصير وطويل الأجل للمتغيرات المدروسة على حجم تداول عملة سولانا؛
- إختبار صلاحية النموذج المقدر من خلال تطبيق الإختبارات البعدية التي تعزز موثوقية النتائج؛
- إختبار صحة الفرضيات البحثية وتقديم تفسير للنتائج القياسية في ضوء الأدبيات النظرية والتطبيقية.

6. أهمية البحث

تنبع أهمية هذا البحث من تناوله لأحد أبرز الإبتكارات التكنولوجية في المجال المالي والمتمثل في تقنية البلوكتشين وما أحدثته من تحولات عميقة في عالم التداول، حيث يهتم هذا البحث بتقنية البلوكتشين كونها هي الأساس في وجود العملات المشفرة، وبالنظر إلى النمو السريع لسوق هذا النوع من العملات، أتى هذا البحث ليسلط الضوء على السولانا كنموذج تطبيقي نظرا لما تتميز به من سرعة وكفاءة، إبتكار وقابلية للتوسع.

7. إطار البحث

يهتم هذا البحث بدراسة أثر العوامل المختلفة لتقنية البلوكتشين على حجم تداول عملة السولانا، ويأخذ في الحسبان كافة أنواع العوامل، من عوامل السيولة والنشاط والعوامل التقنية الخاصة بالشبكة وكذا العوامل الخارجية الموثرة على حجم التداول.

تتم الدراسة فعليا على حجم التداول كمتغير تابع، وكافة المتغيرات المذكورة سلفا كمتغيرات مستقلة، على سلسلة زمنية مقدارها 456 يوم، وذلك خلال الفترة الممتدة من 1-1-2024 إلى 1-4-2025، كما تم تطبيق نموذج الإنحدار الذاتي للإبطاءات الموزعة ARDL كأسلوب قياسي.

8. منهج البحث

سعيا لتحقيق غاية هذا البحث والإجابة على الإشكالية المطروحة وإختبار الفرضيات وتماشيا مع مقتضيات الدراسة تم الاعتماد على المنهج الوصفي لوصف معطيات الدراسة سواء النظرية منها والتطبيقية، ومن بين الأدوات المنهجية المتبعة أيضا فقد تم الاعتماد على أسلوب دراسة الحالة، حيث تم جمع البيانات الخاصة بشبكة السولانا من قواعد بياناتها اللامركزية وحتى المواقع المركزية التي تحتوي على بيانات هذه الشبكة، ومن أجل عرض وتحليل نتائج الدراسة التطبيقية فقد تم استخدام المنهج التحليلي القياسي وذلك باستخدام برمجية python بمكتباتها المختلفة.

9. صعوبات البحث

من بين الصعوبات التي واجهت الطالب أثناء إعداد البحث ما يلي:

- حداثة الموضوع حيث يعتبر سوق العملات المشفرة وتقنية البلوكتشين مجالًا حديثًا وسريع التطور، مما قد يجعل الحصول على بيانات تاريخية طويلة الأجل أو مقارنات مع دراسات سابقة أمرًا صعبًا في بعض الأحيان؛
- تقلب البيانات حيث تتميز بيانات أسعار وحجم تداول العملات المشفرة بتقلبات عالية جدًا، مما قد يؤثر على استقرارية السلاسل؛
- صعوبة جمع بيانات دقيقة وموثوقة لجميع المتغيرات المطلوبة، خاصة المؤشرات التفصيلية المرتبطة بأداء الشبكة كعدد العناوين النشطة أو القيمة المقفلة تاريخيًا، ذلك يستغرق وقتًا وجهدًا كبيرين؛
- تظهر في أسواق العملات المشفرة أحداث أو عوامل مفاجئة (مثل التغييرات التنظيمية، الاختراقات الأمنية غير المتوقعة، أو التطورات التقنية) يصعب دمجها بشكل كامل في النموذج القياسي وقد تؤثر على النتائج.

10. مرجعية البحث

يوجد من الرسائل والمقالات ما تناول بعض عناصر هذا الموضوع بشكل جزئي، سواء من ناحية المتغيرات أو من ناحية الطرق والأدوات المستخدمة في الدراسة.

يلاحظ من خلال المصادر والمراجع التي تم الاطلاع عليها حول هذا الموضوع، أن معظم الدراسات متقاربة عموما وتصب في موضوع تقنية البلوكتشين وتداول العملات المشفرة، غير أنه من خلال هذه الدراسة، يسعى إلى تسليط الضوء على اثر تقنية البلوكتشين في تداول العملات المشفرة على المدى القصير والطويل، وهو الجانب الذي أهملته معظم الدراسات، بالإضافة إلى العمل على التوصل إلى توصيات من شأنها أن تعزز هذا الجانب.

11. هيكل البحث

قصد الإلمام والإحاطة بمختلف جوانب الدراسة، تم تقسيم هذه الدراسة إلى فصلين عالجنا فيها مباحث ومطالب، يتناول كل منهما جانبا من جوانب الموضوع وذلك بتخصيص فصل نظري وفصل للجانب تطبيقي بالإضافة إلى مقدمة وخاتمة، حيث تناولنا في الفصل الأول الأدبيات النظرية والتطبيقية لتداول العملات المشفرة بإستخدام تقنية البلوكتشين، أما الفصل الثاني يأتي للتطرق إلى الجانب التطبيقي، حيث تم تقسيمه أيضا إلى مبحثين، خصص الأول لعرض عينة الدراسة بالإضافة إلى الطريقة والأدوات المعتمدة في الدراسة وكذا متغيرات الدراسة، أما المبحث الثاني فقد خصص لعرض ومناقشة نتائج الدراسة.

الفصل الأول:

الأدبيات النظرية والتطبيقية لتداول العملات المشفرة بإستخدام تقنية البلوكتشين

تمهيد

تكتسي العملات المشفرة أهمية متزايدة في الأوساط الاقتصادية والمالية، كونها من أهم الأدواة المالية التي يتم الإستثمار أو التداول فيها، خاصة مع التوسع السريع في إستخدام تقنية البلوكتشين كأساس لتداولها وحمايتها، حيث تُعد هذه التقنية من أبرز مظاهر التحول الرقمي في الاقتصاد العالمي، كونها ساهمت في إحداث نقلة نوعية في مفاهيم الثقة والشفافية والمعاملات غير المركزية، وبالرغم من الفوائد العديدة التي توفرها مثل تقليل التكاليف، تعزيز الأمان وتسريع العمليات، إلا أن هذا المجال لا يزال يثير العديد من التساؤلات والمخاوف، سواء من حيث القانونية والتنظيم أو من حيث مخاطر المتعددة والمتعلقة بالمضاربة وغسيل الأموال وغيرها من الاستخدامات غير المشروعة.

سيتم من خلال هذا الفصل توضيح المفاهيم الأساسية للتداول الإلكتروني وبيان كل من خصائصه ومميزاته، والتطرق إلى العملات المشفرة، وبيان مختلف أنواعها وسلبياتها والتحديات التي تواجهها، وكذا اللإطلاع على مختلف المواقف الدولية حول تبنيها.

بالإضافة إلى الخوض في فهم تقنية البلوكتشين كونها من أهم التقنيات الحديثة، ذلك بالتطرق إلى أساسيات هذه التقنية وإستعراض مخاطرها وتحدياتها، وكذا مجالات إستخدامها.

وللإلمام بالموضوع بشكل واضح سيتم تقسييم هذا الفصل إلى مبحثين كما يلي.:

المبحث الأول: الأدبيات النظرية لتداول العملات المشفرة بإستخدام تقنية البلوكتشين.

المبحث الثاني: الأدبيات التطبيقية المتعلقة بأثر البلوكتشين على تداول العملات المشفرة.

المبحث الأول: الأدبيات النظرية لتداول العملات المشفرة بإستخدام تقنية البلوكتشين

لعل تداول العملات المشفرة من النقاط الأبرز عند التحدث عن التغيرات المستمرة في الأسواق المالية، ولعل الأمر الأساس في ذلك هو بيع وشراء الأصول الرقمية بغرض ادخال أرباح من حركة أسعارها المتنوعة. نقف في هذا المبحث عند الأسس النظرية التي تحكم تداول العملات المشفرة، من خلال التعريف بمصطلح التداول الإلكتروني، خصائصه وأدواته، والتطرق إلى كل ما يخص العملات المشفرة.

المطلب الأول: مدخل إلى التداول الإلكتروني للعملات المشفرة

يرتكز السوق المالي على الإبتكار والإبداع لتحقيق الريادة من خلال التداول في ما يسمى العملات المشفرة، باعتبارها أداة مالية مستحدثة تشتق قيمتها مدى الثقة في التكنلوجيا التي تعتمد عليها.

أولا: مفهوم التداول الإلكتروني وخصائصه

حظي التداول الالكتروني باهتمام كبير في السنوات الاخيرة، نظرا لما يوفره من سهولة وسرعة تنفيذ العمليات ونظرا لخصائصه المتعددة.

1- تعريف التداول

قبل التطرق إلى التداول الالكتروني لابد من التعرف على التداول أولا.

1.1 التعريف الاول

التداول هو ممارسة شراء وبيع الأصول على مدى فترة قصيرة الأجل. تشير الأصول هنا إلى أي أوراق مالية أو سلعة أو عملة إشتراها وكيل اقتصادي. يُطلق على المشاركين في السوق الذين يمارسون التداول اسم المتداولين. (Charles, 2018, p. 01)

ويَكمُن الفرق بين التداول الإستثمار على النحو التالي :

الشكل رقم 1: الفرق بين التداول والإستثمار

المصدر: مقتبس من موقع المتداول العربي، تم الاطلاع في 15 ماي 2025، على الرابط: https://2u.pw/2kTZC4

2.1 التعريف الثاني

التداول هو عملية شراء وبيع أصل مالي أو أداة مالية بهدف تحقيق الربح؛ يمكنك الشراء ثم البيع (صفقة شراء - long trade) أو البيع ثم الشراء (صفقة بيع - short trade)، الفكرة هي فتح وإغلاق صفقة خلال فترة زمنية قصيرة نسبيًا، على سبيل المثال. يُطلق على المتداولين اليوميين (DayTraders) هذا الاسم لأنهم يشترون ويبيعون أصلًا معينًا خلال يوم واحد. بعض الصفقات يمكن أن تستمر لعدة أيام، أو أسابيع، أو أحيانًا أشهر، ولكن من غير المرجح أن تستمر لفترة أطول من ذلك. (SEAR, p. 03)

2- تعريف التداول الالكتروني

يمكن تعريف التداول الإلكتروني على أنه:

1.2 التعريف الاول:

لقد ساهمت تكنولوجيا المعلومات بالاتصال في توسيع وزيادة إستعمال الانترنت وفتحت أبواب جديدة أمام الأسواق المالية، وذلك بظهور مفهوم التداول الالكتروني وهو عبارة عن إمكانية بيع وشراء الأوراق المالية أو مشتقاتها إلكترونيا من أي مكان عبر شبكة الإنترنت، وهذه المعلومات وفرت الوقت والجهد بطريقة فعالة لكافة المستخدمين. (طاهر، توغرت، وأسعد، 2019، صفحة 120)

2.2 التعريف الثاني:

عرف التداول الإلكتروني على أنه تعاقب بيع الأوراق المالية بإستخدام الوسائل الإلكترونية والرقمية وفق مؤشرات أسعارها في البورصة. (موسى و إبراهيم، 2016، صفحة 170)

يمثل التداول الإلكتروني نظام إتصالات بين أطراف التداول وعلى إثر ذلك يمكن تعريف :

نظام التداول الالكتروني بأنه نظام تقني متطور يتم من خلاله تنفيذ عمليات بيع وشراء الأوراق المالية عبر الانترنيت، من خلال برمجيات آمنة وموثوقة ومبرمجة في العديد من الأسواق العالمية والعربية ومتخصصة بهذا النوع من التداول عن بعد لتنفيذ عمليات التداول بنسبة (100%) دون تدخل بشري، كما يتيح هذا النظام إمكان إدارة شؤون المحفظة الاستثمارية في السوق المالية ومتابعة الاستثمارات مباشرةً. (طلعت و دخيل، 2016، صفحة 254)

3- خصائص التداول الالكتروني

في ما يلي بعض من خصائص التداول الإلكتروني (مسعودي، واقع التداول الإلكتروني في السوق المالية السعودية خلال الفترة 2000-2009"،رسالة ماجيستار، 2012، صفحة 62) :

- ✓ إتاحة الفرصة للمستثمر لمراقبة تنفيذ تعاملاته ومتابعة استثماراته في أي وقت ومن أي مكان؛
- ✓ إمداد العميل ببيانات السوق لحظيا؛
- ✓ تسهيل عملية التداول وتقليل الاعتماد على الوسطاء؛
- ✓ تفادي أخطاء عدم وضوح البيانات أو تزييف توقيع المستثمرين وسرقة الأسهم؛
- ✓ الاستفادة من رسوم السمسرة المخفضة المفروضة على هذا النوع من التداول عبر الإنترنت؛
- ✓ تمكين العميل من الحصول على أقصى درجات السرية والأمان للأوامر والمعلومات.

ثانيا: أدوات التداول الإلكتروني و أبعاده

تعد أدوات التداول الإلكتروني من الركائز الأساسية في الأسواق المالية الحديثة، وتتمثل أبعاد التداول الإلكتروني في مميزاته وسلبياته،

1- أدوات التداول الالكتروني

تعد أدوات التداول الإلكتروني من أهم العناصر التي تساهم في تسهيل عملية التداول عبر الانترنيت، حيث أصبحت هذه الأدوات جزءا لا يتجزأ من حياة المتداولين.

1.1 منصات التداول

هي عبارة عن ألية تعمل على توفير البنية التحتية والخدمات والقواعد التي تسمح بقيام التعاملات بين المستخدمين عبر الانترنت (عبد العزيز، 2023، صفحة 16). وتعتمد منصة التداول على استخدام ما يُسمى بالمال الإلكتروني لتنظيم التسويات، يحاكي المال الإلكتروني بشكل كامل النقود الحقيقية. في هذه الحالة تقوم جهة الإصدار (المُصدر) بإصدار نظائر إلكترونية للعملة، والتي تُسمى بأسماء مختلفة في أنظمة متنوعة، بعد ذلك، يقوم المستخدمون بشراء هذه النقود الإلكترونية لدفع ثمن مشترياتهم، ثم يقوم البائع لاحقًا باستبدالها مع المُصدر.) Latipova & Marisheva, 2023, p. 1433)

2.1 التحليل الفني و الأساسي

يعتمد المتداولين على هاتين الأداتين لإتخاذ قراراتهم قبل إنجاز الصفقات، كونهما أهم أداتين يساعدان في معرفة نقطة الدخول المناسبة، ورغم تشاركهما في الهدف المتمثل في دراسة السوق وتوقع تحركاته المستقبلية إلا أنهما تختلفان تماما في آلية العمل.

فالتحليل الفني هو ممارسة الاعتماد على البيانات التاريخية وحركة الأسعار الحالية للتنبؤ بالتحركات المستقبلية للأسعار. يعتمد التحليل الفني على الرسوم البيانية للأسعار لتحديد الإشارات والأنماط التي توفر رؤيةً حول نفسية السوق. يهدف المتداولون الفنيون إلى الاستفادة من هذا التحليل من خلال اقتناص نقاط انعكاس الاتجاهات والاستفادة من زخم تحركات الأسعار. (Agarwal, 2022, p. 02)

أما التحليل الأساسي فهو وسيلة للتنبؤ بأسعار الأصول المستقبلية بناءً على الأحداث والحقائق الخارجية. هذه الأحداث والحقائق هي العوامل الأساسية للاقتصاد. تشمل العوامل الأساسية ما يلي (هيبوف، 2024):

- ✓ المؤشرات الاقتصادية، مثلا أسعار الفائدة، الناتج المحلي الإجمالي، ومعدلات التضخم؛
- ✓ النظرة الاقتصادية؛
- ✓ العوامل السياسية؛

- ✓ العوامل الموسمية؛
- ✓ الدورات الاقتصادية والأنظمة الأخرى.

1.2.1 الفرق بين التحليل الفني والأساسي:

يلخص هذا الجدول أوجه تشابه والإختلاف بين التحليل الفني والتحليل الأساسي :

الجدول رقم 1 الفرق بين التحليل الفني والأساسي. :

	التحليل الأساسي	التحليل الفني
أوجه الاختلاف	دراسة العوامل الاقتصادية والقوائم المالية التي تؤثر على حركة السوق.	دراسة حركة السوق من حيث سعره وحجمه وتداوله.
	دراسة سبب حركة السوق من الناحية الاقتصادية والمالية.	دراسة تأثير حركة السوق على الوضع المستقبلي.
أوجه التشابه	دراسة قوى العرض والطلب بالأسواق للتنبؤ بحركة المستقبل للسوق.	

المصدر: حسام مسعودي(2000)، واقع التداول الإلكتروني في السوق المالية السعودية خلال الفترة 2000-2009"، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علوم التسيير (تخصص مالية الأسواق)، جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة ، ص24

3.1 أدوات إدارة المخاطر:

إدارة المخاطر هي مجموعة من الأدوات والأساليب، التي تستخدم بهدف تحديد المخاطر المحتملة في أسواق المال وكيفية التعامل معها والحَد من تأثيرها، مما يساهم في زيادة فرص الربح وتقليل احتمالات التعرض لأي خسائر، ونذكر من هذه الأدوات (العطيفي، ما هي إدارة المخاطر في التداول؟، 2024):

- ✓ الرافعة المالية (LEVREGE)؛
- ✓ مؤشرات التقلب (ATR)؛
- ✓ الحساب التجريبي (DEMO) ؛

- ✓ أوامر جني الأرباح (TP) ؛
- ✓ أوامر إيقاف الخسارة (SL)؛
- ✓ أدوات التحوط (Δ).

4.1 أدوات إدارة المخاطر:

التداول الخوارزمي هو نهج حاسوبي للتداول، يستخدم الخوارزميات والنماذج الرياضية لإتخاذ قرارات التداول، يلغي هذا النهج التحيز العاطفي، ويعتمد في إتخاذ القرارات على البيانات وتحليلها فقط، ومع ذلك قد يكون التداول الخوارزمي مكلفا، إذ يتطلب إستثمارات كبيرة في التكنولوجيا، ويتطلب صيانة وتحديثات مستمرة للحفاظ على فعاليته. (Committee on the Global Financial System, 2001)

وعند دمج هذا النوع من التداول مع التقنيات المساعدة في التداول الآلي مثل بوتات التداول الآلي (Trading Boots) وأنظمة إدارة الأوامر(Order Market Systems)، وكذلك أدوات الذكاء الصناعي (IA TOOLS) يحصل المتداول على أداء مثالي في تنفيذ الصفقات بكفاءة ودقة وسرعة فائقة، مما يعزز نجاح الصفقات في ظل الأسواق سريعة التقلبات.

2- مميزات التداول الالكتروني

من مميزات التداول الإلكتروني ما يلي (طاهر، توغرت، و أسعد، 2019، صفحة 123):

- ✓ السرعة القياسية في إجراء عمليات البيع والشراء ومن أي مكان دون الحاجة إلى حضوره إلى مبنى السوق؛
- ✓ الحصول على المعلومات عن الأصول المالية المتداولة في الأسواق المالية في أي لحظة لإتخاذ القرارات الاستثمارية حسب تقديره؛
- ✓ البيع والشراء الفوري إستنادا إلى المعلومات التي حصل عليها من خلال الشبكة ومراقبته للأسعار؛
- ✓ كل ذلك يتم من خلال وسيط مخوّل من قبل المتداول ومصرح له من قبل السوق المالي؛
- ✓ زيادة عدد المستثمرين وزيادة معدلات التداول فضلا عن جذب رؤوس الأموال الأجنبية وزيادة سيولة السوق.

3- سلبيات التداول الالكتروني

يمكن حصر أهم سلبيات التداول الالكتروني في سوق الأوراق المالية بالعناصر التالية (طلعت و دخيل، 2016، صفحة 255):

- ✓ سهولة تحقيق الربح تقابلها سهولة حدوث الخسارة؛
- ✓ صعوبة الإتصال بالوسيط (broker) بسبب ضعف نظام الاتصالات أحياناً.
- ✓ تؤدي الأعطال المحتملة في أجهزة الحاسوب أو حصول تزاحم على الشبكة الإلكترونية نتيجة وجود طلبات كثيرة على الموقع إلى تقليل فرصة إتمام الصفقة أو عدم إمكان تنفيذها من جانب المستثمر؛
- ✓ تتغير السوق المالية في ظل التداول الإلكتروني بسرعة عالية جداً، إذ يتطلب أخذ الاحتياطات اللازمة كي لا يتعرض المتداول إلى أزمات سيولة أو إلى دفع أكثر مما يرغب.

ثالثا: العملات المشفرة وو اقعها

تعد العملات المشفرة شكلاً جديدًا من الأصول الرقمية التي تعتمد على تقنية البلوكتشين لضمان الأمان والشفافية في المعاملات.

1- مفهوم العملات المشفرة وخصائصها

سنحاول في هذا العنصر فهم العملات المشفرة من خلال تعريفها والتطرق إلى أبرز خصائصها.

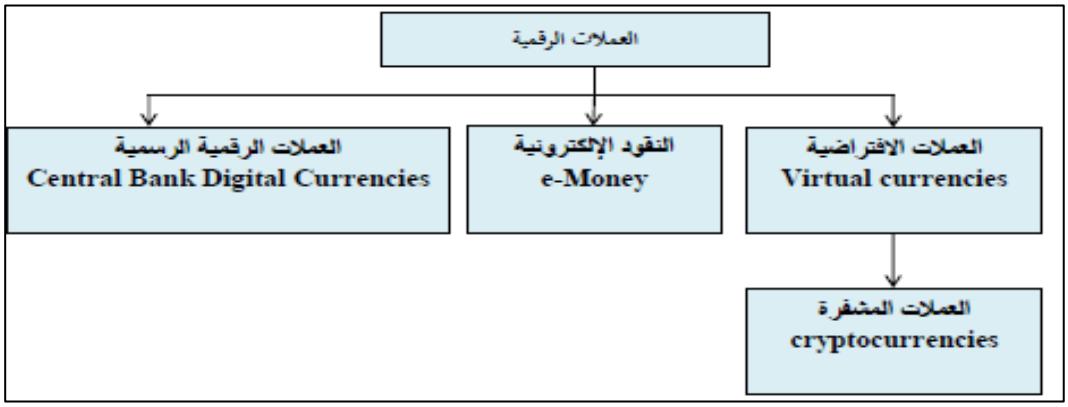
1.1 مفهوم العملات المشفرة:

قبل فهم مصطلح العملات المشفرة وجب فهم مختلف أنواع العملات.

1.1.1 العملات الرقمية

هي طريقة لتحويل الأموال إلكترونيًا، حيث لا تتطلب عملية الموافقة على المعاملات أو انشاء وحدات جديدة أي تدخل من بنك مركزي أو مؤسسة مركزية وهي تمثيل رقمي إما للعملة الافتراضية (غير القانونية) أو النقود الالكترونية (القانونية) ويتم غالباً اطلاق مصطلح (العملة الافتراضية) عليها. (البنك المركزي الأردني، 2020، صفحة 08)

الشكل رقم 2 : أشكال العملات الرقمية



المصدر: البنك الأردني، دراسة بعنوان العملات المشفرة. عمان: دائرة الإشراف والرقابة على نظام المدفوعات الوطني ، ص08

2.1.1 العملة الرقمية الرسمية

وتعرف أيضاً بالعملات الرقمية الصادرة من البنوك المركزية Central Bank Digital Currency - CBDC. وهي تُمثل العملات الورقية كمكافئ إلكتروني للنقد، وعلى النحو الذي تحدده وتنظمه المعايير الحكومية للدول. (الخوري، 2021، صفحة 71)

3.1.1 النقود الإلكترونية (e-Money)

هي قيمة النقدية المخزنة في جهاز إلكتروني يمكن إستخدامها لإجراء المدفوعات، لا يصدر عن بنك مركزي أو سلطة عامة، ولكن يتم قبولها من قبل الأشخاص الطبيعيين أو الإعتباريين كوسيلة للدفع. (Fung, Molico, & Stuber, 2014, p. 04)

ومن الأمثلة عن هذا النوع من العملات تلك العملات المستخدمة في منصة Paypal أو المحافظ الإلكترونية مثل Skrill وNeteller وغيرها من المنصات المنتشرة عبر الأنترنيت .

4.1.1 العملات الإفتراضية (Virtual currencies)

هي شكل من أشكال الأموال الرقمية غير الخاضعة للتنظيم، والتي لا تصدرها أو تضمنها أي بنك مركزي، ويمكن أن تكون وسيلة للدفع. ظهرت العملات الإفتراضية بأشكال متنوعة، بدءًا من كونها عملات مُستخدمة داخل ألعاب الحاسوب وبيئات الشبكات الإجتماعية، ثم تطورت لتصبح وسائل دفع مقبولة في الحياة الواقعية خارج النطاق الرقمي. وأصبح إستخدامها الآن متزايدًا في دفع ثمن السلع والخدمات لدى المتاجر والمطاعم ومراكز الترفيه، وغالبًا ما تتم هذه المعاملات دون فرض رسوم إضافية، وبدون مشاركة البنوك في العملية (European Banking Authority, 2013, p. 01).

5.1.1 العملات المشفرة (cryptocurrencies)

تعرف بأنها عملة رقمية أو إفتراضية ليس لها وجود مادي ملموس ولا تصدر أو تتبع لسلطة مالية مركزية للدول كالبنوك المركزية، وإنما تصدر عن سلطة مجهولة تتحكم تقنيا وفنيا بعملية اصدارها وتداولها، ولا تحكمها القوانين الوطنية، وإنما تخضع لبرمجيات رياضية وخوارزميات تشفيرية خاصة بها. (درادكه، 2024، صفحة 335)

كما عُرفت على أنها عبارة عن نوع من العملات الإقتراضية تستخدم نظام تشغير معقدا يرتكز على بروتوكول يسمى تكنولوجيا البلوكتشين الذي يمنحها ميزة اللامركزية والشفافية والسرية والتكلفة المتخفضة. (هابط و بداوي ، 2024، صفحة 205)

يمكن القول أن العملات المشفرة هي تلك العملات الموجودة فقط في عالم الإنترنت، فالفرق الجوهري بينها وبين أنواع الأموال الأخرى هو أنها لا تصدر عن طريق أي بنك مركزي ولا يتحكم بها طرف واحد، بدلاً من ذلك هي تعتمد على تقنية تشفير قوية لضمان صحة المعاملات وأمانها.

2.1 خصائص العملات المشفرة

عند دراسة العملات المشفرة وكيفية عملها يتبين لنا الخصائص التالية:

1.2.1 العالمية

لا ترتبط بموقع معين لكي يتم التعامل بها، إذ أنها لاتخضع لسلطة دولة أو بنك مركزي، وعلية لا تستطيع أي دولة أن تحظر التعامل بها لأنها لا تخضع لسلطتها أو سيطرتها فيمكن التعامل بها وكأنها عملتك المحلية. (Gaweesh, Bassiony, & Abdallah, 2023, p. 699)

2.2.1 عدم الملموسية

هذه العملات غير ملموسة وليس لها أي وجود فيزيائي، إنما هي عملات رقمية وهمية إفتراضية لا وجود لها حقيقة في أيدي الناس. (عامر ب.، 2019، صفحة 275)

3.2.1 الخصوصية والسرية

تتمتع العملات الاقتراضية بالخصوصية، حيث لا يمكن لأي شخص أو جهة رقابية أو مؤسسة الاطلاع على المحافظ الإلكترونية بها، فكل عملية تحويل تتم بين شخصين تسجل في سجل عام يسمى البلوكتشين، ولا يحتاج هذا

السجل إلى الإسم ولا الهوية ولا أي بيانات للشخص، وإنما كل المعلومات الشخصية عبارة عن أرقام ورموز لا يُعرف إسم صاحبها ولا هويته. (Gaweesh, Bassiony, & Abdallah, 2023, p. 299)

4.2.1 السهولة

إمكانية إصدارها من أي شخص في العالم يُتقن إستخدام علم الحاسوب والبرمجيات والخوارزميات الرياضية. (عامر ب.، 2019، صفحة 275)

2- تطور العملات المشفرة و أنواعها

1.2 تطور العملات المشفرة

شهد العقد الأخير من هذا القرن تطورا وتغيرا تكنولوجيا وتقنيا كبيراً في مجال التجارة الرقمية، حيث أطلق عليها الثورة الصناعية الثالثة، فقد حدثت الثورة الصناعية الأولى في القرنين الثامن والتاسع عشر بفعل البخار، وبعدها حدثت الثورة الصناعية الثانية في نهاية القرنين التاسع عشر وبداية القرن العشرين بفعل الكهرباء، ويلحظ أن العملة أو النقود المستخدمة تطورت مع تطور هذه الفترات الزمنية، فقد ظهرت الثورة الصناعية الثالثة - التجارة الرقمية - ومعها ظهور العملة المشفرة كوسيلة للوفاء بالالتزامات المالية. (درادكه، 2024، صفحة 329)

1.1.2 البتكوين كأول عملة مشفرة

يمكن اعتبار عملة «البيتكوين» أولى محطات ظهور العملات المشفرة، والتي كان ظهورها نتيجة للورقة البيضاء التي نشرها مبرمج مجهول الهوية إسمه "ساتوشي ناكاموتو" والتي تستند في تداولها على تكنولوجيا السجلات الموزعة والتي تعتمد على شبكة من الأعضاء لتبادل المعاملات من الند إلى الند (P2P) دون وجود وسيط، فقد بدأت عملية إصدار عملة "البيتكوين" في سنة2009، إلا ضمن حدود ضيقة النطاق، وفي سنة2010 بدأت أول معاملات "البيتكوين" من خلال مستخدمي منتدى "Bitcoin talk"، لتتوالى بعدها أسعار هذه العملة بالصعود التدريجي لتبلغ سنة2011 قيمة وحدة "البيتكوين" الواحدة (0,30) دولار. (الأخضر، 2021، صفحة 78)

2.1.2 ظهور سلة من العملات الاخرى و إنتشار البتكوين

سنة 2011 تم انشاء عملة «لايتكوين» من قبل خريج معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا" تشارلي لى"، والذي كان يعمل سابقاً مهندساً لدى شركة جوجل. وقد قدمت نفسها باعتبارها العملة الفضية مقارنة بعملة البيتكوين الذهبية، ويقول المختصون بأن التعاملات بهذه العملة أسرع من عملة البتكوين، لكن من حيث الشهرة والقيمة السوقية تبقى عملة البتكوين في الصدارة. (عامر ب.، 2019، صفحة 273)

سنة 2012 تم إصدار عملة «الريبل»، لتعمل كعملة رقمية وشبكة إلكترونية للتعاملات المالية، وتقبل هذه الشبكة جميع العملات، كما تم إصدار «بيركوين»، والتي إختلفت عن باقي العملات المشفرة بأنها أول عملة تستخدم البروتوكول المشترك مما أدى إلى تعدين المزيد من القطع المعدنية دون استهلاك كمية كبيرة من الكهرباء. (قمان ، بوعزيز ، و غربي ، 2021، صفحة 30)

كما شهدت سنة 2013 أول عملية عرض أولي لعملة «البيتكوين» كوسيلة للتمويل الجماعي "Crowd Funding"، لتستمر البنية التحتية لها في تحسن مستمر، لا سيما مع إفتتاح أول جهاز صراف آلي "Bitcoin ATM" سنة 2014. وبحلول سنة2017 كان هناك ما يقارب 1000 جهاز صراف آلي في جميع أنحاء العالم. يذكر أيضا أنه في عام 2015 أصبحت منصة "Coinbase" القائمة في الولايات المتحدة الأمريكية أول بورصة منظمة للعملات المشفرة. لترتفع قيمة العملة إلى20.000 دولار أمريكي سنة2017. (الأخضر، 2021، صفحة 79)

وقد وصل إجمالي القيمة السوقية لجميع العملات المشفرة المتداولة قيمة 3.71 ترليون دولار أمريكي تقريبا سنة 2024 مسجلة أعلى قيمة لها في التاريخ، ومن ثم شهد السوق تقلبات عديدة حيث إنخفضت هته القيمة مع مرور الوقت لتصل الآن إلى 2.53 ترليون وذلك بمجموع عملات 13.24 مليون عملة، والرقمين في إختلافات دائمة نتيجة لزيادة عدد العملات ولتقلبات الأسعار.

الشكل رقم 3: تطور القيمة السوقية للعملات المشفرة

المصدر: موقع coinmarketcap، تم الإطلاع في 07 أفريل 2025 على الساعة 12.08 م، على الرابط https://2u.pw/qk9Us

2.2 أنواع العملات المشفرة

إذا أردنا تقسيم العملات المشفرة إلى تصنفات فستكون كما هي موضحة في الجدول التالي الذي يبين تصنيفات العملات المشفرة ووصف دقيق لكل تصنيف وأهم عملتين من كل تصنيف مع معلومات هذه العملات من قيمة سوقية وحجم تداول والسعر الحالي والعرض المتداول .

الجدول رقم 2: أنواع العملات المشفرة

التصنيف	الوصف	أهم العملات	معلومات العملة			
			القيمة السوقية	السعر الحالي	حجم التداول	العرض المتداول
العملات الرقمية القياسية	تعتبر مخزنا للقيمة وتستخدم كوسيلة للدفع وغالبا هي عبارة عن الاصول الرقمية الأولى	البيتكوين (BTC)	1.57 ترليون$	97 الف$	96 مليار$	19.84 مليون
		ليتكوين (LTC)	5.44 مليار$	$ 72	1.17 مليار$	75.5 مليون
عملات العقود الذكية	توفر بيئة لإنشاء وتنفيذ العقود الذكية والتطبيقات اللامركزية مما يساهم ببناء تطبيقات داخلها	الاثيريوم (ETH)	189 مليار$	$1574	47 مليار$	120 مليون
		السولانا (SOL)	56.5 مليار$	$ 108	8.90 مليار$	515 مليون
العملات المستقرة	عملات مرتبطة بأصول تقليدية مثل الدولار وتستخدم في التعاملات المالية دون تقلبات كبيرة	التيثر (USDT)	144 مليار$	$ 1	166.3 مليار$	144 مليار
		يو أس دي سي (USDC)	60 مليار$	$ 1	26.7 مليار$	60 مليار
عملات التمويل اللامركزي (DeFi)	تتيح إجراء معاملات دون الوسطاء مما يعزز الشمول المالي والإبتكار في القطاع المصرفي	آيف (AAVE)	2 مليار$	$ 134	530 مليون$	15.09 مليون
		كومباوند (COMP)	358 مليون$	$ 40	67.2 مليون$	8.9 مليون
عملات الدفع والتحويل	تركز على تسهيل عمليات الدفع والتحويل بسرعة وبأقل التكاليف مما يجعلها خيارا للمعاملات اليومية	ريبل (XRP)	112 مليار$	$ 1.9	15 مليار$	58.7 مليار
		ستيلار (XLM)	7 مليون$	$ 0.23	459 مليون$	30.77 مليار

الرموز غير القابلة للإستبدال (NFTs)	تستخدم لإثبات ملكية الأصول الرقمية الفريدة مثل الأعمال الفنية والأصول الإفتراضية وتتيح تداولها	إنتربلس (ENJ)	123.3 مليون$	$ 0.06	20.30 مليون$	1.82 مليار
		فلو (FLOW)	521 مليون$	$ 0.33	56 مليون$	1.75 مليار
عملات الميم (Meme coins)	بدأت كنوع من النكات أو الثقافة الشعبية لكنها إكتسبت شهرة واسعة بسبب دعم المجتمعات والإستثمارات	دودج كوين (DOGE)	22 مليار$	$ 0.15	3.58 مليار$	148 مليار
		شيب كوين (SHIB)	6.80 مليار$	$0.0001	526 مليون$	589 ترليون

المصدر: من إعداد الطالب بالإعتماد على موقع coinmarketcap، تم الإطلاع في 08 افريل2025، على الساعة 11.37 م، الرابط https://coinmarketcap.com/

يتضمن الجدول مجموعة من الخانات المتعلقة بالمعلومات العامة لكل عملة والتي تحتوي على:

- ✓ القيمة السوقية (Market cap): إجمالي القيمة السوقية للعملة وتقدر بالدولار الامريكي؛
- ✓ السعر الحالي (current price): القيمة الحالية للعملة بالدولار الامريكي؛
- ✓ حجم التداول (Trading volume): إجمالي القيمة التداول خلال 24 ساعة وتقدر بالدولار الامريكي هي أيضا؛
- ✓ العرض المتداول (circulating supply): عدد العملات المنتجة والمتاحة حاليا في السوق؛

الشكل التالي يبين نسبة أكبر عشر العملات في السوق حاليا من حيث نسبة الإستحواذ على السوق.

الشكل رقم 4: إجمالي إستحواذ العملات المشفرة على السوق

المصدر: موقع coingecko، تم الإطلاع في 07 افريل2025، على الساعة 12.08م، على الرابط https://2u.pw/UH6tg

3- واقع العملات المشفرة

رغم ما توفره العملات المشفرة من مزايا متعددة، إلا أنها لا تخلو من سلبيات وتحديات على المستويين الاقتصادي والتنظيمي، مما أدى إلى تباين المواقف الدولية بشأن تبنيها أو تنظيمها. وفي هذا الإطار سنسلط الضوء على أبرز السلبيات والتحديات المرتبطة بالعملات المشفرة، مع استعراض لمواقف بعض الدول تجاه هذه الظاهرة المالية المستحدثة.

1.3 سلبيات العملات المشفرة

تكمن مشكلة هذه العملات في مجموعة هذه السلبيات التي جعلتها محطا للمخاوف (تومي و بونعاس ، 2022، الصفحات 408-409):

- **سرية العملة وتشفيرها**: فالسرية والخصوصية تعطي بعض السهولة للعمليات المشبوهة وغير القانونية التي تتم من خلال شبكة الانترنت، بحيث يصعب على الجهات الأمنية تتبع مصدر العملة؛

- **صعوبة التعدين**: بواسطة المستخدم العادي نظرا لتعقد برامج الوصول إليها وتعقد العمليات الحسابية اللازمة لإجراء عمليات التعدين؛

- **سعر العملة**: يشكل سعر العملات الإفتراضية وتقلباتها الكبيرة مشكلة كبرى للمتعاملين بها، كما أنها قد تحد من مدى إنتشارها وقبولها، ومن جهة أخرى فإن السعر المتذبذب للعملة (بسبب المراهنات) يشجع المحتالين في إستغلال ذلك عن طريق مواقع وهمية لتبادل العملة؛

- **القرصنة :** نظرا لأن العملة الافتراضية عملة رقمية، ومخزنة ضمن محفظة رقمية، فإنها عرضة للقرصنة والسرقة والتلاعب في حسابات مستخدميها وتعديلها عن طريق القرصنة.

وأيضا يمكننا القول أنها عرضة للإنتهاكات القانونية لأنها تسهل عمليات غسل الأموال، ووسيلة تهريبها إلى الخارج.

2.3 تحديات العملات المشفرة

يواجه العملات المشفرة التحديات التالية (قرفي و شلابي، 2022، صفحة 116):

- **عدم وجود قيمة ذاتية عادلة للعملة المشفرة :** فعلى عكس العملات التقليدية فان العملات المشفرة لا تستند إلى أساس اقتصادي أو منافع إقتصادية من غير خصائص التعامل وبذلك يمكن القول أن العملات المشفرة تتعرض لمخاطر تقييم أعلى من الأصول المالية الأخرى؛

- **تكلفة إصدار النقود المشفرة :** إن إستخدام العملات المشفرة يزيد من التكلفة البيئية، فمن أجل المصادقة على عملية واحدة في البيتكوين، يتم تقدير إستهلاك الكهرباء في ديسمبر 2017 الى 215 كيلو واط في الساعة، وهذا ما يعادل ستة اشهر من العمل على جهاز كمبيوتر شغال ليل ونهار؛

- **الإفتقار إلى السلطة المركزية والبنية التحتية الإدارية الواضحة:** تعمل منصات العملات المشفرة غالبا في بيئة تنظيمية غير واضحة، مما يؤدي إلى تقلبات في الأسعار والإفتقار إلى وضوح الوضع القانوني، ويعني غياب السيطرة المركزية على كمية وسعر العملات المشفرة أنها تخضع أساسا لديناميكيات السوق.

3.3 المو اقف الدولية المختلفة من تبني العملات المشفرة

إختلفت المواقف الدولية حول شرعية وتبني العملات المشفرة وسوف نعرض مختلف مواقف المنظمات الدولية وبعض الدول المختلفة وكذى موقف المشرع الجزائري منها

الجدول رقم 3 : المو اقف الدولية المختلفة من إستخدام العملات المشفرة

	الجهة	الموقف	ملاحظة
المنظمات الدولية	بنك التسوية الدولية	سلبي	يشير إلى أنها تُستخدم غالبًا في أنشطة غير مشروعة مثل غسيل الأموال وتفتقر إلى الاستقرار والتنظيم.
	صندوق النقد الدولي	لم يتخذ موقفا محددا	دعا إلى تنظيم العملات الرقمية ودراسة كافة جوانبها بعناية. وشدد على ضرورة التعاون الدولي وسنّ تشريعات لمكافحة المخاطر المرتبطة بها.
	صندوق النقد العربي	التحفظ والحذر	أصدر تقرير أشار فيه إلى وجود تفاوت بين الدول العربية في تعاملها مع هذه العملات وأكد إلى ضرورة وضع أطر تنظيمية دولية مشتركة.
بعض الدول الغربية	المملكة المتحدة	منفتح	من المدافعين عن العملات المشفرة وتعتبر البتكوين ملكية شخصية وتُخضع المشتريات به إلى ضريبة.
	الصين	مقر	أصدرت عام 2019 قانوناً خاصاً بالعملات المشفرة والتشفير بشكل عام وكذا التعدين.
	سويسرا	الرفض	رفضت التعامل بها تماما وتعتبرها مضرة.
بعض الدول العربية	الإمارات العربية المتحدة	مقر	التعامل بالعملات الرقمية مسموح به، وهي تعمل على أن تصبح قطبا عالميا في مجال الاصول الرقمية.
	الكويت	منع شكلي	حيث منعت الكويت من التعامل بالعملات المشفرة دون فرض عقوبات جزائية على المخالفين.
	قطر	الحظر والحذر	أصدرت تعميما يصنف العملات المشفرة كأصول غير قانونية وغير مدعومة وجذرت من إستعمالها
الجزائر	نص المشرع الجزائري من خلال قانون المالية لسنة 2018 صراحة بنص المادة 117 منه أن شراء العملة الافتراضية أو بيعها أو حيازتها يعد عمل غير مشروع، أي أن المشرع حظر التعامل بها بشكل صريح وفي ذلك له عدة أسباب من أهمها أن التعامل بها يشكل خطر على الاقتصاد الوطني فهي وسيلة في التعاملات غير المشروعة ودون كشف هوية الفاعل.		

المصادر: إعداد الطالب بالاستعانة بـ:

- قاسمي زهيرة (2024)، موقف القانون الجزائري من التعامل بالعملات الرقمية، مجلة آفاق علمية، مجلد16، عدد02، ص557

- فريق عمل الاستقرار المالي(2019)، مخاطر وتداعيات العملات المشفرة على القطاع المالي، صندوق النقد العربي، عدد117، ص15-20

- منصور علي منصور شطا(2022)، العملات الافتراضية المشفرة وأثرها على مستقبل المعاملات، بمعهد الدلتا العالي للحاسبات بالمنصورة، مصر، العدد37 ص 1841-1844

المطلب الثاني: تقنية البلوكتشين كأداة أساسية للعملات المشفرة

كثير من الناس يخلطون بين البلوكتشين والعملات المشفرة، وعلى وجه الخصوص مع البيتكوين، ولتوضيح هذا الخطئ وجب القول ان البلوكتشين ليس عملة مشفرة، البلوكتشين هي التكنولوجيا التي تقف وراء العملات المشفرة، وهذا ليس سوى حالة إستخدام واحدة لها، فيمكن للبلوكتشين أن تعمل على تبسيط العمليات وتقليل التكاليف في مختلف الصناعات تقريبًا، تمامًا مثل أي تقنية أخرى ولكن بطريقة أكثر ذكاءً وموثوقية.

أولا: ماهية تقنية البلوكتشين

تعد تقنية البلوكتشين من أبرز الابتكارات التكنولوجية في العصر الحديث، حيث ساهمت في إحداث تحول كبير في كيفية تسجيل وتوثيق المعاملات الرقمية.

1- تعريف تقنية البلوكتشين ومراحل تطورها

ظهرت تقنية البلوكتشين لأول مرة سنة 2008 مع إطلاق عملة البيتكوين، ومنذ ذلك الحين تطورت لتتجاوز حدود العملات المشفرة وتُستخدم في مجالات متعددة.

1.1 تعريف تقنية البلوكتشين

في هذا العنصر سنتناول تعريف تقنية البلوكتشين بإعتبارها إبتكارًا علميًا حديثًا.

1.1.1 التعريف الأول

البلوكتشين هو العمود الفقري للعملة المشفرة والعملات الرقمية عموما، وهو عبارة عن سجل لامركزي موزع على الشبكة، يحتوي على جميع المعاملات والتحويلات، ويسمح Blockchain للمستخدمين بتتبع السجل والتحقق من جميع المعاملات في الشبكة لضمان صحتها وأمانها. (شخار، 2021، صفحة 27)

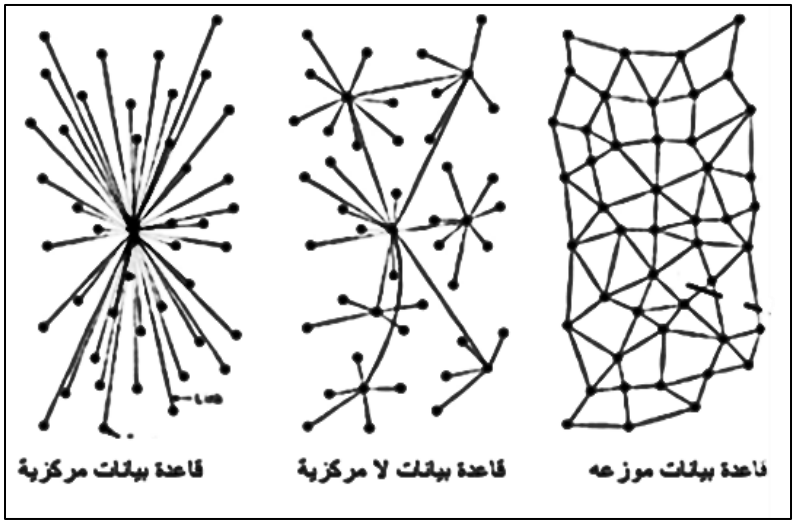
2.1.1 التعريف الثاني

واحدة من أشهر التعريفات هي تلك التي قدمها الرياضي جان بول ديلاي: «سجل كبير جداً، يمكن للجميع قراءته بحرية ومجاناً، ويمكن للجميع الكتابة فيه، ولكن من المستحيل محوه وهو غير قابل للتدمير». (CHAPOT, 2022, p. 08)

ويمكن القول أن كلمة Blockchain تنقسم إلى كلمتين Block تعني الكتلة وchain تعني سلسلة، لتشكل لنا مصطلح سلاسل الكتل التي تكون مترابطة مع بعضها البعض بتقنيات حديثة، التي هي قاعدة بيانات لامركزية موزعة

تمكن كل المستخدمين بالإتصال مع بعضهم البعض بسجلاتهم التي هي الأخرى المتصلة بالنظام، عكس قواعد البيانات الأخرى التي تكون هي النظام نفسه ومتحكمة فيه.

الشكل رقم 5: أنواع قاعدة البيانات(الشبكات)



المصدر: د. ايمن محمد صبري نخال، أثر استخدام تكنولوجيا سلسلة الكتل الرقمية على مسئولية مراجع الحسابات، ص09

2.1 مراحل تطورتقنية البلوكتشين

تشير الدراسات إلى أن تقنية البلوكتشين مرت بالأربع مراحل التالية :

1.2.1 الجيل الاول 1.0

الجيل الأول من تطبيقات تكنولوجيا البلوك تشين. يشير إلى المنصة الأساسية لهذه التكنولوجيا (التنقيب، التشفير والسجل العام)، البروتوكول (بمعنى برنامج تكوين المعاملات)، والعملة الرقمية (أي البتكوين أو غير ذلك من العملات الرقمية)، وتعود جذور هذه المرحلة إلى عام 1998، ولكن إقترن ظهور مصطلح سلسلة الكتل بظهور مصطلح العملات المشفرة أي سنة 2008. (بن محمد و طوبال، 2021، صفحة 44)

2.2.1 الجيل الثاني 1.0

الجيل الثاني من التقنية blockchain 2.0 فقد ارتبط بإدخال تقنية البلوكتشين المرحلة الثانية سنة 2013، حيث تم تقديم Ethereum كبديل للبيتكوين وظهور الخصائص الذكية والعقود الذكية. (محمد ع.، 2023، صفحة 98)

3.2.1 الجيل الثالث 3.0

يشير Blockchain 3.0 إلى مجموعة واسعة من التطبيقات التي لا تنطوي فقط على المال، العملة، التجارة، الأسواق المالية، أو أي نشاط اقتصادي آخر. بل تشمل هذه التطبيقات الفن والصحة، العلوم والهوية والحوكمة والتعليم والسلع العامة، ومختلف جوانب الثقافة والاتصال ومنه ظهرت الحاجة الملحة لتطوير تطبيقات لامركزية (dApps) بحيث تحتوي على أنظمة رئيسية مفتوحة المصدر. (بن محمد و طوبال، 2021، صفحة 45)

4.2.1 الجيل الرابع 4.0

يمثل Blockchain 4.0 الجيل التالي من تقنية البلوك تشين، المصمم لمعالجة قيود سابقاتها وتقديم بيئة أكثر قابلية للتطوير والكفاءة وسهولة الإستخدام، يهدف Blockchain 4.0 إلى دمج تقنية البلوكتشين في العمليات التجارية بسلاسة، تستفيد هذه التطورات من التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي (IA) وإنترنت الأشياء (IoT) وتحليل البيانات الضخمة. (Suday، 2024)

2- أنواع ومكونات تقنية البلوكتشين

1.2 أنواع البلوكتشين

تتكون البلوكتشين من عدة أجهزة أو أنظمة مرتبطة معًا، مما يسمح لهذه الأجهزة بتبادل الموارد بين بعضها، ولكن ليس كل أنواع البلوكتشين لها نفس مدى السماح للأجهزة بالمشاركة في الشبكة والتحكم فيها.

وفيما يلي أنواع تقنية البلوكتشين:

1.1.2 شبكة البلوكتشين العامة (Public Blockchain)

هي شبكة مفتوحة يكون للمشاركين فيها نفس الحقوق وإمكانية الاطلاع على المعلومات، ويحدد ذلك صلاحية المعاملات وآلية الإجماع، وهي تتمتع بمستوى عال من الأمان لأن بروتوكول الإجماع يجعل من المستحيل حسابياً تزوير أو عكس أية معاملة. (العلماء، 2023، صفحة 19)

2.1.2 شبكة البلوكتشين الخاصة (Private Blockchain)

شبكة محدودة العُقد وهو ما يميزها بالسرعة إذا ما قورنت بسلسلة الكتل العامة، يمكن للمتعاملين فقط سواءً كانوا أشخاص أو مؤسسات والمصرح لهم مُسبقًا تنفيذ المعاملات، كما يُعد التحقق المُسبق من جميع الأطراف

المتعاملة إلزاميًا كجزء من المعاملة، ويتم عرض سجلات المشاركة لتلك الأطراف فقط وليست للجميع. (يوسف و صالح، 2022، صفحة 18)

3.1.2 شبكة البلوكتشين المختلط (Hybird Blockchain)

هذا النوع أقرب ما يكون إلى الاتحاد أو التحالف (Consortium Blockchain)، لأنه يجمع بين ثناياه بين خصائص النوعين السابق ذكرهما، فهو شبكة مفتوحة، لكنها بحدود، أي ليست مفتوحة بشكل كامل، فهي متاحة بين عدد محدد من الجهات أو المؤسسات التي ترتبط مع بعضها البعض بمعاملات مشتركة، وخير مثال لذلك المصارف والمؤسسات المالية أو المشروعات التجارية أو بعض الجهات الحكومية. (عبد المبدي، 2023، صفحة 77)

ويمكن تلخيص أنواع البلوكتشين والمقارنة بين خصائصها في الجدول التالي :

الجدول رقم 4 : مقارنة بين أنواع البلوكتشين

الملكية	البلوكتشين العام	البلوكتشين الخاص	البلوكتشين المختلط
القرار الجماعي	كل المعدنين	داخل منظمة واحدة	مجموعة مختارة من العقد
إذن القراءة	عام	عام أو مقيد	عام أو مقيد
مستوى الثبات	من المستحيل العبث	يمكن العبث بها	يمكن العبث بها
الكفاءة	منخفظ	مرتفع	مرتفع
المركزية	لا توجد	توجد	جزئية
عملية التوافق	غير متاح	تجتاج إذن	تحتاج إذن

المصدر: رحاب فايز أحمد سيد(2022)، تقنية البلوك تشين وتوثيق الإنتاج الفكري العربي: دراسة تحليلية تقييمية لمحرك"إيداع" مع وضع تصور لمنصة بلوكتشين للباحثين والمؤسسات الأكاديمية، مجلة المكتبات والمعلومات العربية، عدد02، مصر، ص23.

2.2 مكونات تقنية البلوكتشين

تتكون هذه التقنية من مجموعة من العناصر وهي كالتالي:

1.2.2 الكتلة (Block)

تمثل وحدة بناء السلسلة، وهي عبارة عن مجموعة من العمليات أو المهام المرجو القيام بها أو تنفيذها داخل السلسلة، ومن أمثلة الكتل تحويل أموال أو تسجيل بيانات أو متابعة حالة أو غير ذلك، وعادة ما تستوعب كل كتلة مقدارا محددا من العمليات والمعلومات لا تقبل أكثر منه، حتى يتم انجاز العمليات بداخلها بصورة نهائية، ثم يتم

إنشاء كتلة جديدة مرتبطة بها، والهدف الرئيسي هو منع إجراء معاملات وهمية داخل الكتلة تتسبب في تجميد السلسلة أو منعها من تسجيل وإنهاء المعاملات. (مرزوق، 2022، صفحة 310)

2.2.2 الهاش (Hush)

يعتبر بمثابة (البصمة الرقمية أو المحدد الوحيد)، وكل كتلة تحتوي على هاش، وهو عبارة عن كود يتم إنتاجه من خلال خوارزمية داخل برنامج سلسلة الكتل، وللهاش أربع وظائف أساسية (طروبيا، 2020، صفحة 103):

- ✓ تمييز السلسلة عن غيرها من السلاسل، حيث تحصل كل سلسلة على هاش مميز لها;
- ✓ تحديد ومعرفة كل كتلة وتمييزها عن غيرها داخل السلسلة، حيث تأخذ كل كتلة أيضاً هاشاً خاصاً بها;
- ✓ وسم كل معلومة داخل الكتلة نفسها بهاش مميز;
- ✓ ربط الكتل بعضها البعض داخل السلسلة، حيث ترتبط كل كتلة بالهاش السابق لها والهاش اللاحق عليها، ما يجعل الهاش يسير في اتجاه واحد فقط من الكتلة الأصلية اللاحقة عليه وهكذا، ويلاحظ هنا أن الهاش لا يسمح بالتعديل على الكتل التي تم إنشاؤها.

3.2.2 المعاملة (Transaction)

يقصد بها العملية الفرعية التي تتم داخل الكتلة الواحدة، أو هي "الأمر الفردي" (single order) الذي يتم داخل الكتلة، ويمثل مع غيره من الأوامر والمعلومات الكتلة نفسها. (طروبيا، 2020، صفحة 103)

4.2.2 الختم أو بصمة الوقت (Time Stamping)

يقصد بـ" الختم أو بصمة الوقت" التوقيت الدقيق الذي يتم فيه تنفيذ أي عملية داخل سلسلة الكتل، ويمثل هذا العنصر التاريخ الرقمي لأي عملية إنشاء كتلة أو إدخال بيانات من قبل مستخدم لشبكة البلوكتشين، ويُعد هذا العنصر ذا أهمية كبيرة لأنه يرتبط بشكل وثيق بوظيفة الحفظ، التي تُعد إحدى أهم وظائف البلوك تشين. (السيد ع.، 2024، الصفحات 2091-2092)

3- خصائص ووظائف تقنية البلوكتشين

وهي كالتالي:

1.3 خصائص تقنية البلوكتشين:

الخصائص القوية لتقنية البلوكتشين أهَّلتها أن تكون الدافع الرئيسي لتبنيها، ويوجد إختلاف بين الباحثين حول تحديد خصائص هذه التقنية لكن يُرى أن الخصائص التالية هي الأكثر شمولية.

1.1.3 الشفافية

تقنية البلوكتشين تعتبر مفتوحة المصدر، حيث تظهر جميع المعاملات التي تم تسجيلها في سلسلة الكتل بشكل شفاف، مما يسمح لأي شخص بمراقبتها وفحصها، حيث تعزز هذه السمة شفافية هذه التقنية بشكل كبير، ويمنع بشكل فعال عمليات التلاعب والتزوير والإحتيال، وفي نفس الوقت، يمتلك جميع المشاركين في الشبكة القدرة على إجراء عمليات التدقيق للتحقق من صحة وسلامة المعاملات. (حفاف و بوعافية ، 2024، صفحة 135)

2.1 .3 الثبات

يمكن التحقق من صحة المعاملات بسرعة، والمعاملات غير الصالحة لن يتم قبولها من قبل منقبين شرفاء، من المستحيل تقريبا حذف أو تغيير المعاملات بعد ضمها إلى البلوك تشين، فالكتل التي تحتوي على المعاملات غير الصالحة يتم اكتشافها فورا. (بن محمد و طوبال، 2021، صفحة 52)

3.1.3 اللامركزية

لا حاجة إلى سلطة رقابة مركزية لإدارة المعاملات أو الاحتفاظ بالسجلات. (حفاف و بوعافية ، 2024، صفحة 136)

4.1.3 عدم الكشف عن الهوية

يمكن لكل مستخدم التفاعل مع البلوكتشين عن طريق عنوان يتم إنشائه (المفتاح العام)، والذي لا يكشف الهوية الحقيقية للمستخدم. (بن محمد و طوبال، 2021، صفحة 52)

5.1.3 الإستمرارية

جميع المعاملات والسجلات دائمة، ولا يمكن العبث بها أو إزالتها. (الحسيني، 2022، صفحة 886)

6.1.3 السرعة والكفاءة

أحدثت تقنية البلوكتشين تحولا كبيرًا في تشغيل المعاملات، حيث أزالت دور الوسيط بشكل فعَّال، مما جعلها تنفذ مباشرة بين الأطراف المعنية، هذا الإنجاز ساهم بشكل كبير في تقليل الوقت اللازم لإتمام تلك المعاملات، حيث أصبح بإمكانها الآن الانتهاء في وقت قصير نسبيًا. (حفاف و بوعافية ، 2024، صفحة 136)

2.3وظائف تقنية البلوكتشين

تقوم تقنية البلوكتشين على أربع وظائف رئيسية متزامنة مع بعضها البعض وهي كالتالي:

1.2.3 الإرسال

منذ ظهورها، تهدف البلوك تشين إلى ضمان إجراء عمليتين رئيستين، هما تحويل العملات المشفرة وتحويل الأصول فهى تتيح إنشاء نقود غير «حسية»، عبارة عن عملة مشفرة، تتمثل فى رموز رقمية، يتم تداولها، بلا وسيط، وبأمان تام. (جابر، 2022، صفحة 39)

2.2.3 الحفظ

يقوم البلوك تشين باعتباره سجلا مفتوحا بوظيفة أخرى هامة، وهى حفظ البيانات المسجلة، حيث يساعد فى الوصول إلى البيانات وتبادلها وإدارتها فى أى وقت وعلى قاعدة المساواة بين المستخدمين، ما يعزز من الثقة فى عملية تبادل هذه البيانات.

وتظهر أهمية هذه الوظيفة فى نطاق العديد من المجالات، فى نطاق المعاملات المصرفية، حيث تساعد تقنية البلوك تشين على تبادل بيانات العملاء فيما بينها لتحديد المركز المالى لهم وتحديد مدى ملاءتهم للتحقق من عدم إدراج أي منهم فى قائمة الحظر من التعامل.

وبالإضافة إلى ما تقدم، تبرز كذلك أهمية وظيفة الحفظ فى مجالات أخرى عديدة كالتسجيل العقارى وتطوير نظم التوثيق الرقمى، والدراسات الفنية الاستشارية، والضرائب، وإدارة بناء المعلومات بما يضمن سلامة البيانات ويعزز من الثقة فيها. (جابر، 2022، الصفحات 39-40)

4.2.3 التتبع

صفة "التتبع" تشير إلى إستخدام السجلات لتتبع عنصر من مصدره، ويتم وضع علامة بإستخدام تقنية التتبع، بحيث يمكن تتبعها بإستخدام هذه المعلومات، فسلسلة الكتل يمكن أن تعثر بسهولة على أي مشكلة وتتبع الأحداث داخل السلسلة، سواء كانت هذه المشكلة عن قصد أو عن طريق الخطأ. (العميان و حابس ، 2020)

5.2.3 التوثيق والأتمتة

تقوم تقنية البلوك تشين بأتمتة كامل مسار المعاملة، مستبدلة دور الوسطاء التقليديين في توثيق المعاملات وحفظ الوثائق الموقعة إلكترونيًا، فتتطلب العملية مشاركة عدد كبير من الأفراد الذين يسهمون في توثيق المعاملات من خلال التعدين، حيث يتم مكافأتهم بنسب من المعاملة، ويقلل هذا من التكاليف والوقت المرتبط بإجراءات التوثيق التقليدية، ويزيد من كفاءة العمليات. (السيد ع.، 2024، الصفحات 2902- 2903)

ثانيا: أساسيات تقنية البلوكتشين

1-مقومات تقنية البلوكتشين

تتميز تقنية البلوكتشين بمقومات أساسية ،حيث أن هذه العناصر تشكل أساس قوتها وتعدد إستخداماتها.

1.1 قاعدة بيانات موزعة (Distributed database)

كل عقدة داخل البلوك تشين تحتفظ بنسخة من سجل المعاملات المالية، لأن عملية التحقق من المعاملات المالية الجديدة، وإضافة الكتل إلى البلوك تشين تحتاج إلى السجل الكامل للمعاملات السابقة وتتسم بالشفافية وتكون متاحه لجميع المشاركين في سلاسل الكتل من خلال نسخ متطابقه باستخدام شبكه مباشرة دون الحاجة الى وسيط مركزى كالبنوك مثلا لضمان هذة المعاملات أو التحقق منها، بالتالي كل عقدة أو جهاز داخل الشبكة تمتلك نسخة كاملة من قاعدة البيانات أو دفتر الأستاذ. (الحسيني، 2022، صفحة 884)

2.1 نظام الند للند (peer to peer)

حيث يتم التواصل بين المرسلو المستقبل دون اللجوء إلى طرف ثالث وسيط، فتقنية البلوكتشين تعتمد على نظام دفتر حسابات موزع في شبكة نظير إلى نظير (P2P)، وتعتبر كل عقدة مساوية للعقد الأخرى. حتى إذا تم إختراق عقدة أو إثنتين في النظام، ستستمر البلوكتشين في العمل لأنها مصممة لتكون متسامحة مع الأخطاء البيزنطية (BFT). (Rashmi P , & others., 2021, p. 05)

- **الأخطاء البيزنطية** هي تلك الأخطاء التي تحدث في سلسلة الكتل نتيجة للأعطال التقنية أو حتى محاولات التلاعب والهجوم، فإذا كانت الخروقات تمس عقدة أو إثنين من مجموع العقد في السلسلة هذا لا يشكل خطرا على سلسلة الكتل، لأنه ببساطة يتم إستبعاد هذه العقدة من السلسلة لأنها لا تتوافق مع العقد المنتشرة في الأجهزة الأخرى، ولكي يتم إختراق السلسلة يجب إختراق على الأقل 51% من الاجهزةو هذا مستحيل عمليا نظرا لكثرتها وإنتشارها حول العالم.

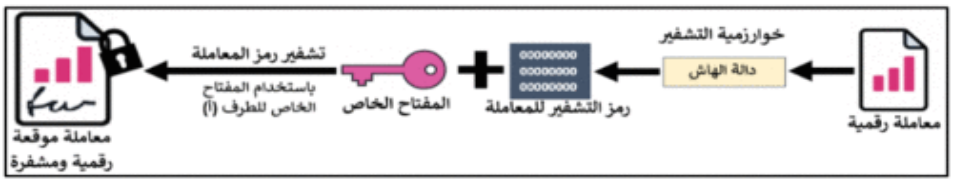
3.1 تشفير المفاتيح (Key Encryption)

يعرف تشفير المفاتيح بالتشفير المتماثل أو التماثلي أو التناظري، وله العديد من الأشكال، وقد تم إستخدام هذا التشفير في البلوكتشين لإصدار التواقيع الرقمية على المعاملات، فنجد أن كل مستخدم له مفتاحان، مفتاح عام ومفتاح خاص (مرزوق، 2022، الصفحات 208-209):

- ✓ المفتاح العام: هو مفتاح يتكون من أرقام وحروف، ويستخدم لتحديد هوية المستخدم في عملية الإرسال والاستقبال، وهو مرئي للجميع.
- ✓ المفتاح الخاص: هو نوع من أنواع كلمة المرور، ويعتبر شخصيا وسريا، ويتكون أيضا من أرقام وأحرف، وهو أطول من المفتاح العام، وهذا أحد الاختلافات بينهما ويستخدم للتوقيع الرقمي.

فلو أراد شخص نمثله بـ (أ) إرسال معاملة سواء كانت (قيمة نقدية، عقد ذكي، وغيرها) إلى شخص نمثله بِـ (ب) فإنه يتم أولاً تشفير المعاملة باستخدام دالة الهاش وإصدار رمز التشفير لها، ثم يتم تشفير هذا الرمز باستخدام المفتاح الخاص للشخص (أ)، وفي هذه المرحلة ينتج عنها معاملة موقعة من الطرف الأول، كما هو موضح في الشكل، بعد ذلك يتم إرسالها إلى الطرف الآخر (ب)، بالإضافة إلى المعاملة نفسها. (الضحوي و الرحيلي، 2020، صفحة 6)

الشكل رقم 6: التشفير باستخدام المفاتيح في البلوكتشين

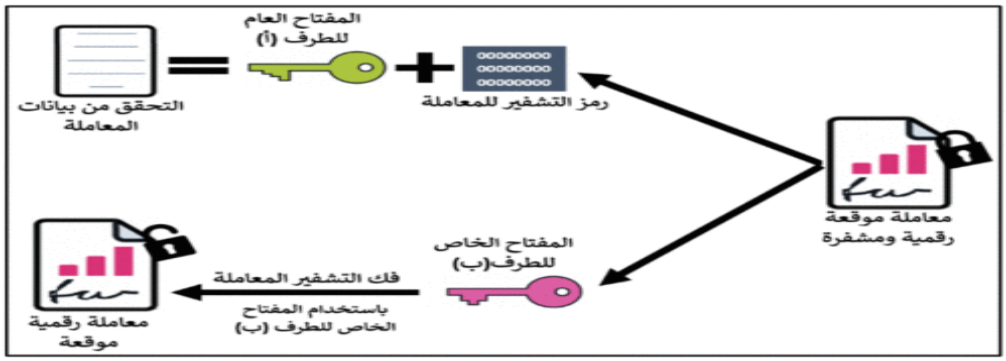


المصدر: *مدى عبداللطيف الرحيلي ،هناء علي الضحوي (2020)، تطوير قطاع الإيجار العقاري بما يتماشى مع التحول الرقمي للمملكة العربية السعودية: دراسة مقترحة لتطبيق تقنية البلوك تشين (Blockchain). مجلة دراسات المعلومات والتكنلوجيا ، ص 06.*

عندما تصل المعاملة إلى الطرف (ب) فإنه يقوم بالتأكد من المعاملة من خلال المفتاح العام للطرف المرسل المقصود به في هذا المثال (أ) ورمز التشفير باستخدام دالة الهاش، ثم يقوم بفك التشفير للمعاملة باستخدام مفتاحه

الخاص كما هو موضح في الشكل التالي، ويتم التحقق من العملية، حيث إن التوقيع الرقمي الناتج عن هذه العملية متاح لأي عقدة داخل الشبكة للتحقق منه والتأكيد عليه. (الضحوي و الرحيلي، 2020، صفحة 6)

الشكل رقم 7 : فك التشفير باستخدام المفاتيح في البلوكتشين



المصدر: مدى عبداللطيف الرحيلي، هناء علي الضحوي (2020)، تطوير قطاع الإيجار العقاري بما يتماشى مع التحول الرقمي للمملكة العربية السعودية: دراسة مقترحة لتطبيق تقنية البلوك تشين (Blockchain). مجلة دراسات المعلومات والتكنلوجيا، ص 06.

4.1آليات الإتفاق أو الإجماع (Consensus Mechanisms)

تعبر آلية الاتفاق عن مجموعة من القواعد التي يجب أن تتبعها الأجهزة داخل الشبكة للتحقق من صحة العمليات وضمان إتساقها بين مختلف الأجهزة. (هيئة الإتصال و الفضاء، 2022، صفحة 07)

ومن أهم هذه الآليات نذكر :

1.4.1 إثبات العمل (Proof of Work)

هذه الطريقة تشبه مسابقة كبيرة بين أجهزة الكمبيوتر المشاركة في الشبكة (يُطلق عليهم المعدِّنون). عندما تكون هناك كتلة جديدة من المعاملات جاهزة للتأكيد، يبدأ كل معدِّن بمحاولة حل لغز، حيث أن هذا اللغز ليس مسألة حسابية تقليدية يمكن حلها بالذكاء، بل هو أقرب للعبة تخمين عشوائي. كل معدِّن يحاول تخمين رقم يسمى Nonce، ثم يدخل كل هذا في عملية تشفير معقدة تُنتج شيئًا يشبه "البصمة الرقمية" للكتلة، يأخذ المعدِّن بيانات الكتلة الجديدة، يضيف إليها الرقم الذي خمّنه، يأخذ المعدِّن بيانات الكتلة الجديدة ويضيف إليها الرقم الذي خمّنه حيث أن أول معدِّن ينجح في تخمين الرقم يحصل على مكافأة مقابل جهده، وهي عبارة عن العملات الجديدة التي تنتجها الشبكة . (عمروش، 2021، صفحة 52)

2.4.1 إثبات الحصة (Proof of Stake)

في الاتفاق القائم على إثبات الحصة، يجب أن تلتزم الأجهزة بحصة من العملة المشفرة (على سبيل المثال: 32 ETH في سلسلة الكتل (Ethereum) لتصبح مدققًا. بعد ذلك، يتم اختيار المدققين بشكل عشوائي لإنشاء كتلة جديدة. وتتطلب إثبات الحصة من المستخدمين استخدام قوة حاسوبية منخفضة لأنهم لا يحتاجون إلى البحث وتعدين الكتل؛ بدلاً من ذلك، يقومون فقط بالتحقق من الكتل المقترحة عند اختيارهم. (هيئة الإتصال و الفضاء، 2022، صفحة 7)

3.4.1 أليات إجماع أخرى

توجد أليات أخرى للإجماع وهي كالتالي (عمروش، 2021، صفحة 55):

- **إثبات النشاط (Proof of Activity):** عبارةٌ عن مزيجٍ من PoW وPoS. يتمُّ تعدين قوالب القوالب الفارغة (POW ثمَّ تُملأ بالمعاملات التي يتمُّ التحقُّق من صحَّتها عبر PoS.

-**إثبات الحرق (Proof of Burn):** هو المكان الذي يتمُّ فيه "حرق" العملات عن طريق إرسالها إلى عنوانٍ لا يمكن استردادها فيه. كلَّ ما تمَّ حرق المزيد من العملات، كانت فرص تعدينك الكتلة أفضل.

-**إثبات السعة (Proof of Capacity):** إذ يتمُّ تخزين مساحة القرص الصلب للمشاركة. كلَّما كانت المساحة "مقيَّدة"، كانت احتمالات اختيارك لتعدين الكتلة التالية أفضل. تقوم خوارزميَّة الإجماع هنا بإنشاء مجموعات بيانات كبيرةٍ تسمَّى "المؤامرات" والتي تستهلك التخزين.

-**إثبات الوقت المنقضي (Proof of Elapsed Time):** تمَّ إنشاؤه بواسطة Intel للتشغيل في بيئة التنفيذ الموثوق به، إنَّه مشابه لـ PoW ولكنَّه أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.

-**إثبات السلطة (Proof of Authority):** يستخدم مجموعةً من "السلطات" وهي عقدٌ يُسمح لها صراحةً بإنشاء كتلٍ جديدةٍ، وتأمين سلسلة الكتل، وهذا بديلٌ لـ PoW ولكن فقط لـ سلسلة الكتل Private. فيجب أن تكتسب العقد الحقَّ في أنّ تصبح مدقَّقاً، أي تنتمي إلى السلطة.

2- آلية عمل تقنية البلوكتشين

لتوضيح آلية عمل تقنية البلوكتشين علينا أن نفترض أن الشخص" أ " يريد أن يرسل أموالا رقمية إلى الشخص " ب " فتمر العملية بالمراحل التالية (بن محمد و طوبال، 2021، الصفحات 50-51):

- **المرحلة 1:** يتعين أن يكون لكل من الشخص "أ" والشخص "ب" محفظة رقمية خاصة به، وهي عبارة عن حساب خاص على منصة البلوك تشين المعمول بها، حيث أن الشخص "أ" يرغب في تحويل مال معين إلى الشخص "ب"؛

- **المرحلة 2:** يقوم الشخص "أ" بتمثيل هذه المعاملة في محفظته الرقمية والتي تكون في سجل معين ككتلة؛

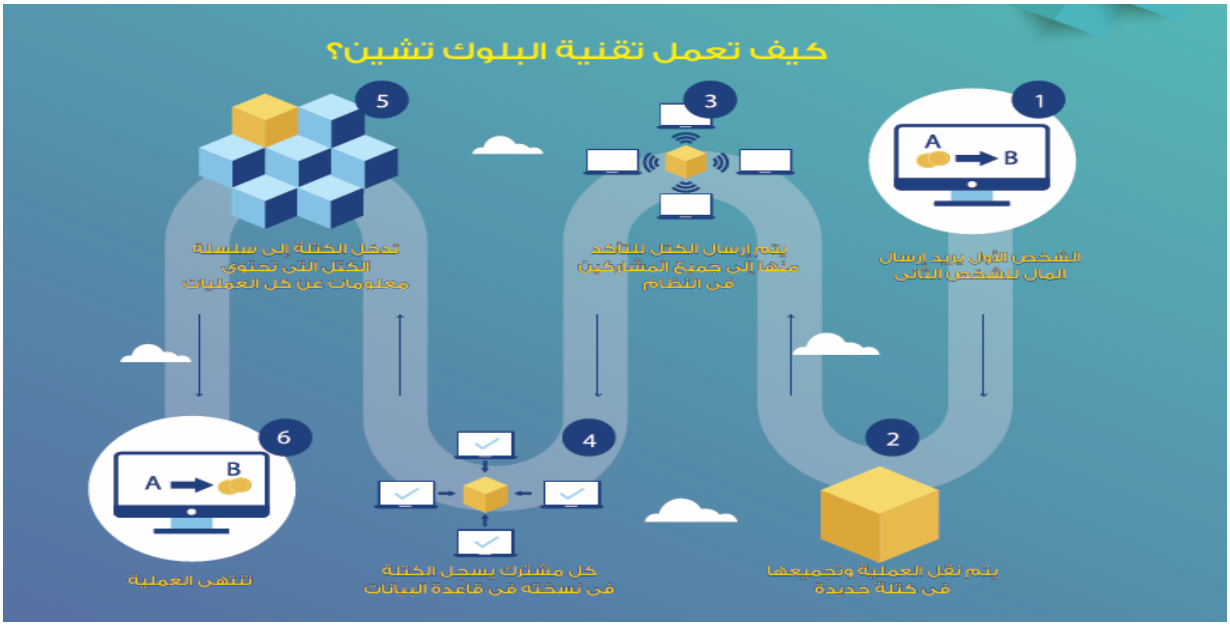
- **المرحلة 3:** يقوم بعد ذلك هذا الشخص ببث هذه الكتلة إلى كل الأطراف في الشبكة؛

- **المرحلة 4:** تتأكد أطراف الشبكة من مدى صحة هذه المعاملة عن طريق القيام بعملية التنقيب، ثم بعد ذلك يتم تطبيق آلية إجماع معينة للمصادقة على هذه الكتلة؛

- **المرحلة 5:** إذا كانت هذه المعاملة صحيحة وتمت المصادقة عليها بالإجماع فإن الكتلة الممثلة لها تضاف إلى سلسلة الكتل، بحيث يتعذر إلغاء هذه الكتلة لاحقا أو تغيير محتواها؛

- **المرحلة 6:** يتم فعليا تحويل المال من الشخص "أ" إلى الشخص "ب". والشكل التالي يوضح آلية عمل البلوك تشين.

الشكل رقم 8: آلية عمل البلوكتشين



المصدر: أشرف شهاب(2018)، ثورة البلوك تشين - العالم على أعتاب التغيير-، مجلة لغة العصر - الأهرام -، العدد 215، ص 34

3- تطبيقات تقنية البلوكتشين

مُثلت ثورة البلوكتشين في التطبيقات التالية (هيئة الإتصال و الفضاء، 2022، الصفحات 13-17):

1.3 التمويل اللامركزي (Decentralized Finance)

هو أحد أنواع التطبيقات اللامركزية المتخصصة في الخدمات المالية مثل التداول والمدفوعات والإقراض، وذلك بدءًا من الأصول مروراً ببروتوكولات حالات الاستخدام وصولًا إلى التطبيقات والمنصات التي تجمع شبكات متعددة.

2.3 التطبيقات اللامركزية (DApps)

هي التطبيقات التي يتمحور عملها الرئيسي حول سلسلة الكتل، وتحديداً في العقود الذكية، ويتم تنفيذها مباشرةً من قبل عميل المستخدم من خلال محفظة سلسلة الكتل الخاصة به.

3.3 الكيانات المستقلة اللامركزية (DAOs)

هي كيانات متوفرة عبر الإنترنت، وتنظّمها قواعد مشفرة كالعقود الذكية ويديرها أعضائها بدلاً من القيادة المركزية، ويمكن اعتبارها كنوع من التطبيقات اللامركزية التي تعمل بشكل مستقل وتلقائي.

4.3 الرموز غير القابلة للاستبدال (NFTs)

وهي أصول رقمية فريدة تُسجل على تقنية البلوكتشين، مما يضمن ملكيتها وأصالته، وتستخدم عادةً لتمثيل أعمال فنية رقمية، مقتنيات، أو حتى عقارات افتراضية، ولا يمكن استبدالها بأخرى لأن كل رمز له خصائص مميزة.

4.4 الميتافيرس (Metaverse)

يمكن الميتافيرس الأشخاص من التفاعل مع بعضهم البعض في مساحة من الواقع الافتراضي. وغالبًا ما تشكل شبكة سلسلة الكتل البنية التحتية لتطبيقات الميتافيرس من خلال استخدام الرموز غير القابلة للاستبدال والتطبيقات اللامركزية، ومن خلاله يمكن للأفراد والمؤسسات إنشاء الأصول الرقمية وتداولها مثل الأراضي الافتراضية وتذاكر الفعاليات الافتراضية.

ثالثا: و اقع تقنية البلوكتشين

1- مز ايا تقنية البلوكتشين

هناك العديد من المزايا التي تجعل من البلوكتشين ذو أهمية كبيرة يمكن حصرها في ما يلي:

1.1 صعوبة الإختراق

من بين أبرز ما يميز البلوك تشين هي صعوبة إختراقها إلى حد كبير، وذلك بالنظر إلى الطبيعة التي تعمل بها، حيث أن اللامركزية توفر درجة كبيرة من التشفير للمعلومات التي تستخدم هذه التقنية، بحيث تمنع أي شخص يرغب في اختراق تلك المعلومات من الوصول لها بشكل كامل (فايز، 2020، صفحة 37).

2.1 ضمان الجودة

يسمح نظام البلوكتشين بتتبع جميع الخطوات الخاصة بالمعاملة، وهو ما يساعد في النهاية على ضمان تقدم الخدمة بأفضل جودة ممكنة، حيث يمكن الاعتماد على البلوك تشين في مراقبة جودة عمليات التصنيع وتقييم جودة المنتجات النهائية ومطابقتها للمعايير قبل طرحها للتداول في الأسواق. (بن حنيفة و كرمية، 2021، صفحة 186)

3.1 قلة النفقات

إن العقود من خلال تقنية البلوك تشين توفر كثيرا من النفقات التي يتحملها الأطراف، ويرجع السبب في توفير أكثر للنفقات عن طريق تقنية البلوك تشين إلى أن أطراف العقد الإلكتروني لا ينتقلون من بلد إلى آخر، من أجل الاتفاق على نقل الملكية للأموال المنقولة وغير المنقولة أو الحضور أمام الدوائر المختصة في العقود التي تتطلب شكلية التوثيق والتسجيل في هذه الدوائر، بل يتم هذا كله عن طريق شبكة الانترنت من خلال مواقع البلوك تشين ويؤدي ذلك بالتأكيد إلى تقليل النفقات. (زردالي و بن جدو، 2021، صفحة 282)

4.1 نقل أصل الملفات

يتمثل الهدف من البلوك تشين في نقل أصل الشيء إلى الطرف الآخر عبر الإنترنت، فما يحدث دائما هو نقل نسخة من الملف، وليس نقل الملف الأصلي، فعند إرسال إيمايل أو ملف عبر الإنترنت ما يحدث هو إرسال نسخة من المعلومات الموجودة عند الطرف الأول إلى الطرف الثاني، مع إمكانية الطرف الأول الاحتفاظ بالأصل، وهو ما لا يمكن أن يحدث عند محاولة نقل الأموال، وكذلك الأمر ينطبق على التصويت في الانتخابات، والحصول على حقوق الملكية الفكرية وبراءات الاختراع، أو شراء الملفات الأصلية كالأغاني والأفلام التي يتم شراؤها والاستحواذ عليها بصورة نهائية بما يعني أنه لا ينبغي لطرف آخر الاحتفاظ بها. (فايز، 2020، صفحة 38)

5.1 سرعة إجراء العقود

بالنسبة للإجراءات التقليدية في توثيق العقود تعتريها الروتين والبطء والتعقيد في بعض الأحيان ويجعلهم يلجئون إلى نظام أكثر تطورا وأقل تعقيدا والذي يعتبر الخلاص بالنسبة لهم من هذه العيوب. (زردالي و بن جدو، 2021، صفحة 283)

6.1 مواجهة الروتين

يساعد هذا النظام الدوائر الحكومية على تحقيق الفاعلية، فجميع المعاملات الخاصة بالأفراد تكون واضحة داخل السلسلة، وإذا كانت هناك حاجة للتأكد من بعض المعلومات أو الشهادات أو الوثائق يمكن الاطلاع عليها بسهولة بما يساعد في توفير الوقت والقضاء على الروتين. (بن حنيفة و كرمية، 2021، صفحة 186)

7.1 توثيق المعاملات

يُقصد بها أي معاملة سواء كانت شخصية بين الأفراد أو داخل شركة أو مؤسسة حكومية أو غير حكومية، فالبلوك تشين بمنزلة سجل رقمي مفتوح وموزع، يسمح للجميع بإدخال كافة البيانات عليه، سواء كانت هذه البيانات إجراءات حكومية، أو متابعة خطوط الإنتاج في مصنع، أو خط سير طائرات أو حاملات البترول، فضلا عن تسجيل معاملات البيع والشراء ونقل الملكية ومتابعة خدمة العملاء وتسجيل المعاملات كافة التي تمت بين أي فردين في أي مجال بما يتيح إكتشاف الثغرات ومكافحة الفساد ومراقبة الجودة. (فايز، 2020، صفحة 39)

8.1 توافر بنية تحتية إلكترونية

تقوم هذه الميزة بدور كبير في إنتشار التعاقد الإلكتروني عن طريق منصات البلوك تشين في مجال التجارة، لذلك نجد أن التعاقدات التجارية الناتجة عن هذا النوع من التعاقد ترتبط بأمور فنية بالغة الدقة ويصعب على من لا تتوافر فيه خبرة هذا النوع من التعاقد فهم تفاصيلها، والأكثر من ذلك ضرورة وجود بنية تحتية قانونية تحكم هذا النوع من التعاقدات التي تنظم عمل المنصات والهيئات الحكومية المختلفة. (زردالي و بن جدو، 2021، صفحة 283)

2- مجالات إستخدام تقنية البلوكتشين

شكلت تقنية البلوكتشين نقلة نوعية في العصر الحديث، حيث توفر طريقة موثوقة وواضحة لتدبير المعلومات، مما يعزز استخداماتها في مجالات عديدة جدا .

سنبين في الجدول التالي بعض من هذه المجالات التي استفادت من تقنية البلوكتشين:

الجدول رقم 5 : مجالات استخدام تقنية البلوكتشين

المجال	ما قدمته تقنية البلوكتشين	أهم المؤسسات الفاهلة في المجال
التأمين	تساهم في الحد من عمليات الاحتيال وأتمتة مختلف أنواع التأمينات كالتأمين على الحياة والتأمين الصحي وتأمين المخاطر بغرض ضمان الشفافية.	Medicalchain للتأمين الصحي Addenda للتأمين عن الحوادث
سلاسل التوريد واللوجستيات	تساعد في تتبع مسار المنتجات عبر سلسلة التوريد مثل الصناعات الغذائية من المورد إلى المستهلك.	مؤسسة IBM مؤسسة DHL
الرعاية الصحية	تُستخدم لتخزين السجلات الطبية بطريقة آمنة ومشفرة، مما يتيح للأطباء والمستشفيات الوصول إلى بيانات المرضى بسهولة وبأمان تام.	منصة Mediledger
إدارة الضرائب	تحسين الالتزام الضريبي بشكل كبير، من خلال ضمان مدفوعات آلية للضرائب تحدث في الوقت الحقيقي من المواطنين إلى ميزانية الدولة. وهو أمر يمكن تنفيذه بفضل العقود الذكية.	مصلحة الضرائب لدولة إستونيا EMTA
إدارة الهوية الرقمية	هي أحد المجالات التي تستفيد بشكل كبير من تقنية البلوكتشين، حيث يمكن للمستخدمين التحكم الكامل في هوياتهم الرقمية والبيانات الشخصية، مما يقلل من مخاطر التزوير أو سرقة الهوية.	شركة Civic Technologies
التصويت الإلكتروني (E-Voting)	تُعتبر وسيلة مثالية لتحسين أمان وشفافية عمليات التصويت الإلكتروني. من خلال تسجيل جميع أصوات الناخبين على شبكة بلوكتشين لامركزية، يمكن ضمان عدم تغيير الأصوات أو التلاعب بها، مما يساهم في تعزيز الثقة في العمليات الانتخابية.	دولة إستونيا ودولة سويسرا
التعليم	يتم إستخدام البلوكتشين تخزين الشهادات الأكاديمية وكذا تخزين سجلات الطلاب (درجات، حضور، الخ) وكذلك في مجال المكتبات حيث يمكن نقل الكتب وغير ذلك كما يمكن للعقود الذكية أتمتة الرسوم الدراسية	معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) " أمريكا " جامعة الشارقة " الإمارات العربية المتحدة "

المصادر: من إعداد الطالب بالاعتماد على:

- شهرزاد الوافي(2022)، استراتيجية تطبيق تكنولوجيا البلوك تشين في المعاملات الرقمية -دولة الإمارات العربية المتحدة نموذجا-، مجلة دراسات اقتصادية، جامعة قسنطينة2، مجلد09، عدد 01، ص247-278

- يوسف (2024)، تقنية البلوكتشين: الثورة الرقمية وآلية عملها، التطبيقات، والتحديات القانونية، موقع قوانين بلا تعقيد، نشرت في08 أكتوبر، تم التصفح: 14 أفريل 2025 على الساعة 12.14 م، الرابط https://2u.pw/SX7Xx

- غسان بن راشد النويمي(2022)، تقنية البلوكتشين: المفهوم وتطبيقات المستقبل في المؤسسات التعليمية والمكتبات، ندوة تابعة لأكاديمية نسيج، على منصة zoom نشرت على اليوتيوب لاحقا في 28 أفريل، تم الإطلاع 14 أفريل 2025 على الساعة 1.21م، على الرابط https://2u.pw/4SHEg

3- مخاطر وتحديات تقنية البلوكتشين

تُعتبر هذه التكنولوجيا الجديدة إضافة هامة، ومع ذلك، فإن بعض إستخداماتها تطرح تحديات ومخاطر متعددة، مما يستدعي التحضير الأمثل لها من جميع الأطراف المعنية، من بين هذه التحديات والمخاطر يمكن ذكر النقاط التالية:

1.3 المخاطر من الجانب المالي

تمثلت فيما يلي (حفاف و بوعافية ، 2024، صفحة 137):

- يثير استخدام تقنية البلوكشين صعوبة تحديد مكان الأصول المالية، نظرا لعدم تخزين المعاملات في مؤسسة مالية معينة؛

- تتزايد مخاطر غسيل الأموال عند استخدام البلوكشين كونها تعتمد على مبدأ عدم الكشف عن الهوية؛

- يشكل إستخدام تقنية البلوكشين في إصدار وتبادل العملات الرقمية أو المشفرة دون ضوابط محددة تهديدا للإستقرار المالي ونجاعة السياسة النقدية التي تتبعها المصارف المركزية.

2.3 المشاكل التقنية

وهي كالتالي:

- السرعة: فهي أحد أكبر التحديات التي تواجه تقنية البلوكتشين التي تستخدم خوارزمية إثبات العمل خاصة، لأن تعدين بلوك واحد عملية مستهلكة للموارد وبطيئة، وتشتمل على الكثير من التجارب حتى يمكن إيجاد رقم خاص صحيح لحل البلوك؛

- التطوير: يعتبر التطوير أحد أكثر المشكلات الهامة التي تواجه البلوكتشين في الوقت الحالي، فإذا رأيت ما عليه البلوكتشين بالفعل فستجد أنها عبارة عن تسلسل طويل من أكثر من بلوك، ويمكنك تخيل أنه كلما زادت المعاملات وزادت إضافة المزيد من البلوك فإن التسلسل يصبح أطول فأطول. (بن محمد و طوبال، 2021، الصفحات 48-49)

- الإختراق: على الرغم من أن اختراق السلسلة صعب إلى حد كبير، لأنه يتطلب اختراق جميع الموجودين بالسلسلة ومن يقوم بعملية التنقيب، لكنه إحتمال وارد في السلاسل قليلة العدد ومحدودة الإستخدام والتي لا يُقبل عليها عدد كبير من المنقبين. (فايز، 2020، صفحة 40)

3.3 التحديات التشريعية والقانونية

وهي كالتالي (حفاف و بوعافية ، 2024، صفحة 137):

- قد يتم استخدام تقنية البلوك تشين في تنظيم أعمال غير مشروعة مثل تجارة المخدرات والسلاح وتهريب البشر مما يهدد السلم المجتمعي ويضر بمصالح الأفراد؛

- تواجه الجهات الرقابية والإشرافية صعوبة في مواكبة النمو المتسارع لتقنيات البلوكشين، مما يفرض أعباء إضافية على الكوادر العاملة بها، ويستدعي تحديث النظم والتشريعات الحالية؛

- يعيب على استخدام تقنية البلوكشين عدم وجود آليات وإطار قانوني متكامل لحماية مستخدمي الخدمات المالية، وخاصة في حالة وقوع جريمة إلكترونية أو وجود خلل آخر.

المبحث الثاني: الأدبيات التطبيقية المتعلقة بأثر البلوكتشين على تداول العملات المشفرة

تعتبر الدراسات السابقة بمثابة القاعدة والأساس لأي بحث علمي، وفي موضوع " أثر تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة" نجد العديد من الدراسات التي تتشابه جزئيا مع دراستنا، منها ما إختصت بالعملات المشفرة ومنها ما تحدثت عن تقنية البلوكتشين.

سنتطرق في هذا المبحث إلى مجموعة من الدراسات السابقة، وسنتطرق أيضا إلى العناصر أو المتغيرات التي تختلف فيها دراستنا عن هذه الدراسات.

المطلب الأول: نتائج الادبيات التطبيقية

يتم من خلال هذا المطلب التطرق إلى الدراسات السابقة المتعلقة بتقنية بموضوع دراستنا الحالية.

أولا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بعوامل السيولة والنشاط

تلعب تقنية البلوكتشين دورًا محوريًا في تعزيز السيولة والنشاط المالي في أسواق العملات الرقمية من خلال توفير بيئات تداول شفافة وموثوقة. في هذا الصدد، أكدت دراسة (Latif & Kareem 2023) على أن زيادة الشفافية والثقة في المعاملات اللامركزية تزيد من حجم التداول وتقلل بشكل كبير من فرص التلاعب والاحتيال. هذا التحسن في بيئة التداول يشجع المزيد من المشاركين على الدخول في السوق، مما يؤدي إلى زيادة السيولة وتعزيز النشاط المالي العام. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت دراسة (Jameel & Hadi, 2023) أن التحسينات المستمرة في البنية التحتية لتقنية البلوكتشين تساهم في زيادة كفاءة المعاملات وتقليل ما يُعرف بـ"الانزلاق السعري"، وهو ما يؤدي بدوره إلى زيادة سيولة السوق. هذا التأثير الإيجابي للبنية التحتية المحسّنة يُبرز الدور الحيوي للتطوير المستمر في دعم أسواق مالية أكثر كفاءة وسلاسة، وبالتالي جذب المزيد من الاستثمارات والأنشطة المالية.

وفي السياق ذاته تسلط الدراسات الحديثة الضوء على التأثير المتنامي للتمويل اللامركزي (DeFi) كأحد أبرز تطبيقات البلوكتشين في إعادة تشكيل النشاط المالي، فقد بينت نتائج الدراسات أن بروتوكولات DeFi توفر بيئات استثمارية مرنة ومربحة، لكنها في المقابل تؤثر سلبًا على بعض جوانب النظام المالي التقليدي. إذ أظهرت دراسة (Harir & Bel Mkaddem, 2025) أن الارتفاع في القيمة المقفلة (TVL) داخل هذه البروتوكولات يمكن أن يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في حجم الودائع المصرفية بنسبة تصل إلى 15% في بعض الحالات. كما تبين أن البروتوكولات التي تخضع لمراجعات ذكية دقيقة تتمتع بجاذبية أعلى، إذ تساهم تلك المراجعات في تعزيز الثقة ورفع القيمة السوقية للأصول الرقمية، لا سيما عند الإعلان عن أول تدقيق أمني، ما يؤدي إلى تدفق أكبر للسيولة نحو البروتوكول المعني،وهذا ما أكدته أيضا دراسة (Bhambhwani & Huang, 2024).

كما كشفت نتائج أخرى أن مؤشرات الأداء مثل TVL وGMV تلعب دورًا كبيرًا في تحديد تقييم بروتوكولات DeFi، رغم أن العلاقة بينها وبين القيمة السوقية ليست سببية بشكل كامل، ما يشير إلى وجود عوامل إضافية تؤثر على التقييم مثل سلوك السوق، وتوقعات المستثمرين، والإطار التنظيمي (Metelski & Sobieraj, 2022) من هنا يتضح أن تطور تقنيات البلوكتشين والتمويل اللامركزي يعيد تشكيل مشهد السيولة المالية، ويفرض تحديات جديدة على السياسات النقدية، مما يستدعي تدخلات تنظيمية متوازنة تراعي في الوقت نفسه الابتكار والاستقرار.

ثانيا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بالعوامل التقنية الدافعة للأداء

يُعد الأداء التقني لتقنية البلوكتشين جوهر كفاءة تداول العملات الرقمية وتطبيقاتها المتنوعة، وقد سلطت الدراسات الضوء على جوانب متعددة من هذا الأداء. فدراسة (Duffy et al. 2021) أشارت إلى أن شبكة Solana يمكن أن تكون حلاً مناسبًا لتطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) بفضل معدل TPS المرتفع الذي يصل إلى 663 معاملة في الثانية، مما يعكس قدرة البلوكتشين على دعم تطبيقات تتطلب سرعة عالية وكفاءة في معالجة البيانات، وهو ما ينعكس إيجابًا على أداء التداول وتوسيع نطاق استخدامات العملات الرقمية. ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات تقنية تتطلب اهتمامًا. فقد كشفت دراسة (Cui et al. 2022) عن وجود ثغرات أمنية في عقود Solana الذكية، مثل نقص التحقق من الحسابات غير الموثوقة والتشويش في أنواع البيانات، مما يشير إلى ضرورة تحسين آليات الأمان في تطوير العقود الذكية لضمان استقرار النظام وموثوقيته. وساهم تطوير أداة VRust في اكتشاف هذه الثغرات تلقائيًا، مما يعزز من قدرة المطورين على بناء أنظمة أكثر أمانًا. وتأكيدًا على هذه التحديات، أشار (Andreina et al. 2024) إلى أن المطورين يواجهون صعوبات كبيرة في اكتشاف الثغرات الأمنية في عقود Solana، مما قد يؤدي إلى إصدار عقود ذكية معيبة، وهو ما يبرز الحاجة إلى أدوات أكثر تطورًا لتقليل الأخطاء في مراحل التطوير.

وفي السياق نفسه تُبرز الدراسات أهمية تقنية البلوكتشين في إحداث تحولات جذرية في آليات وأداء تداول العملات الرقمية، خصوصًا من ناحية الكفاءة، الشفافية، والسرعة. ففيما يتعلق بالشفافية، تشير نتائج دراسة (Abdullah & Kareem, 2023) إلى أن تقنية البلوكتشين تُمكِّن من تتبع جميع العمليات المالية على سجل موزع وغير قابل للتعديل، مما يعزز من الثقة ويقلل من فرص التلاعب أو الاحتيال المالي، وهو ما يشكل عنصرًا جاذبًا للمستثمرين. أما على مستوى الكفاءة والسرعة، فقد أظهرت دراسة (Rahman & Jassim, 2022) أن من أبرز فوائد البلوكتشين تسريع المعاملات من خلال الاستغناء عن الوسطاء، خاصة عند استخدام شبكات تعتمد على آليات إجماع متقدمة مثل Proof of Stake وProof of History، وهو ما يقلل التكاليف ويرفع الأداء التشغيلي.

وفي جانب الأمان أوضحت دراسة (Yassin & al. 2022) أن البنية التشفيرية لتقنية البلوكتشين توفر طبقات متقدمة من الحماية ضد الاختراق، مما يجعلها ملائمة للأنظمة المالية التي تتطلب حماية صارمة للبيانات الحساسة.

كما تناولت دراسة (Tariq & Hamza 2023) مسألة قابلية التوسع، مشيرة إلى أن بعض الشبكات الحديثة قادرة على التعامل مع أحجام كبيرة من المعاملات، بشرط تبني حلول تقنية فعالة كأنظمة الطبقات الثانية أو البنية الشبكية المتوازية. ومع ذلك، ما تزال بعض التحديات قائمة، لا سيما تلك المتعلقة بالاستهلاك العالي للطاقة في بعض نماذج البلوكتشين مثل Proof of Work، بالإضافة إلى مشاكل التوافق البيني بين الشبكات المختلفة، وهي قضايا وثّقتها دراسة (Omar & Abdulrahman, 2022) والتي قد تعيق التبني الواسع لهذه التقنية دون حلول مستدامة وشاملة.

ثالثا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بالعوامل الخارجية المؤثرة في الشبكات

تتأثر أسواق تداول العملات الرقمية بعوامل خارجية عديدة تؤثر على أدائها واستقرارها، وتلعب تقنية البلوكتشين دورًا محوريًا في التعامل مع هذه العوامل أو التخفيف من حدتها. في هذا السياق كشفت دراسة (Sabah & Younis, 2022) أن التقلبات المرتبطة بحجم التداول ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالبنية التقنية لشبكات البلوكتشين، إذ أن الشبكات غير المستقرة أو التي تعاني من انقطاعات متكررة وتأخير في معالجة المعاملات تُحدث تقلبات حادة في حجم التداول. ويؤثر أداء هذه الشبكات بشكل مباشر على استقرار السيولة والتقلب السعري، مما يجعل موثوقية البنية التحتية للبلوكتشين عاملاً حاسمًا في ديناميكيات السوق وبناء ثقة المستثمرين.

وفي الإطار ذاته تناولت دراسات متعددة كيفية تفاعل تقنية البلوكتشين مع العوامل الخارجية الأخرى، مثل البيئة التنظيمية، التقلبات الاقتصادية، الجاهزية التقنية، التأثير الإعلامي، والمعايير الدولية، وتوصلت إلى نتائج بالغة الأهمية. فقد أكدت دراسة (Salih & Qadir 2022) أن البيئة التنظيمية تشكل أحد أبرز المؤثرات على استقرار السوق الرقمي، حيث يعزز وجود أطر تنظيمية واضحة من ثقة المستثمرين ويشجع على التوسع في استخدام البلوكتشين، في حين أن الغموض القانوني يفتح المجال أمام تقلبات حادة وانعدام اليقين. أما دراسة (Hamad & Noor, 2023) فقد أظهرت أن الأزمات الاقتصادية، كارتفاع معدلات التضخم أو تدهور قيمة العملات المحلية، تدفع الأفراد والمؤسسات نحو العملات الرقمية ومنصات البلوكتشين كملاذ آمن واستثمار بديل، مما يعكس قدرة هذه التقنية على التكيف مع المتغيرات الاقتصادية الكبرى.

من جانب آخر أوضحت دراسة(Hasan & Ahmed, 2023) أن الجاهزية التقنية للدول تُعدّ عاملاً مهمًا في مدى نجاح إدماج البلوكتشين في الأنظمة المالية، حيث يشكل ضعف البنية التحتية التقنية في بعض الدول النامية عائقًا يحول دون التبني الفعال للتكنولوجيا. كما كشفت دراسة(Rami & Khalid, 2022) أن للتغطية الإعلامية سواء الإيجابية أو السلبية تأثيرًا مباشرًا على سلوك المتداولين، إذ تؤدي الأخبار الإيجابية إلى ارتفاع في حجم التداول نتيجة لحالة التفاؤل، بينما تساهم الأخبار السلبية في إثارة الذعر وتراجع النشاط الاستثماري. وأخيرًا، تشير دراسة (Rashed & Othman,2022)إلى أن غياب معايير موحدة دوليًا لتنظيم تقنية البلوكتشين يُقيّد استخدامها عبر

الحدود، مما يؤثر سلبًا على التداول العالمي للعملات الرقمية ويُبرز الحاجة إلى بيئة تنظيمية منسجمة تعزز التكامل الدولي في هذا المجال.

رابعا: الادبيات التطبيقية المتعلقة بشبكة Solana وحجم التداول

تبرز شبكة سولانا كأحد أبرز سلاسل الكتل عالية الأداء، حيث تتميز بقدرة استثنائية على التوسع بمعدل معالجة يصل إلى 2812 معاملة في الثانية وانخفاض رسوم المعاملات، متفوقة بذلك على شبكات مثل إيثريوم وبيتكوين (Pierro & Tonelli, 2022). ويرى(Duffy & al,2021) أن هذه الكفاءة التي تصل إلى 663 معاملة في الثانية في بعض السيناريوهات، تجعلها مثالية لتطبيقات إنترنت الأشياء (IoT). ويسهم الأداء العالي لسولانا في تعزيز حجم التداول فتقنية البلوكتشين، بمعاملاتها السريعة والآمنة، تزيد من سيولة الأصول الرقمية (Nasser & Al-Taie, 2022).

يؤكد (Sabah & Younis, 2022) أن ضعف الاستقرار أو المشكلات التقنية يؤدي إلى تقلبات في حجم التداول. رغم ذلك يعد ارتفاع حجم التداول في سولانا مؤشرًا إيجابيًا على نضج استخدام البلوكتشين في الأسواق الرقمية وتطور النظام البيئي للعملات المشفرة (Ali & Salman, 2023). أظهرت سولانا قدرتها على الاندماج في تطبيقات عملية خارج التداول، مثل تتبع توزيع اللقاحات (Verma & al., 2023) ومشروع لتجارة الكربون (Abiodun & al., 2024). لكن لا تزال الشبكة تواجه تحديات، منها انخفاض مستوى اللامركزية مقارنة بإيثريوم وكاردانو (Phimmuang & Sripanidkulchai, 2024) وصعوبة التعامل مع أحمال العمل الثقيلة مقارنة بشبكات مثل ألجوراند وأفالانش (Gramoli et al., 2023).

لمواجهة هذه التحديات دعا(Goroshevsky & al, 2024) إلى اعتماد بروتوكولات إجماع جديدة، وطور Peng & al, 2024))إطارًا تحليليًا لاكتشاف عيوب العقود الذكية. تؤكد هذه الدراسات مجتمعة أن العلاقة بين الأداء التقني وحجم التداول في شبكات البلوكتشين وثيقة، وتمثل سولانا نموذجًا لذلك، حيث تساهم كفاءتها في تعزيز السيولة والنشاط المالي، ولكنها تحتاج إلى تطوير مستمر في النواحي الأمنية والحوكمة لضمان الاستدامة.

المطلب الثاني: تقييم الدراسات السابقة وموقف الدراسة الحالية منها

تميّزت هذه الدراسة عن الدراسات السابقة من جوانب متعددة، ويمكن عرض هذا التميّز وفق العناصر التالية:

أولا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من حيث العينة

على عكس العديد من الدراسات السابقة التي ركزت بشكل عام على تقنية البلوك تشين أو اقتصرت على تحليل العملات المشفرة الرائدة مثل البيتكوين والإيثيريوم، تتميز هذه الدراسة باختيارها لعينة فريدة ومحددة تتمثل في شبكة السولانا، فهذا التركيز على هذه الشبكة يمثل نقطة قوة للدراسة، نظراً لكونها من الشبكات الحديثة التي شهدت نمواً هائلاً وتطورات تقنية سريعة، وتقدم خصائص مميزة مثل السرعة الفائقة في المعاملات والتكاليف المنخفضة، مما يجعلها حالة دراسية مثالية لفهم أثر تقنية البلوك تشين على تداول العملات المشفرة في بيئة ديناميكية ومتطورة.

ثانيا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من فترة الدراسة

في حين أن بعض الأبحاث السابقة قد اعتمدت على بيانات قديمة أو فترات زمنية قصيرة، فقد ارتكزت هذه الدراسة على فترة زمنية حديثة (من1-1-2024 إلى 1-4-2025) . هذه الفترة ذات أهمية بالغة لأنها شهدت تطورات جوهرية في سوق العملات المشفرة ونمو شبكة السولانا بشكل خاص، بما في ذلك التقلبات الكبيرة والابتكارات التقنية، فهذا الاختيار يضمن أن النتائج المستخلصة تعكس أحدث التوجهات والديناميكيات في تداول العملات المشفرة، مما يعزز من حداثة وموثوقية النتائج ويقدم رؤى راهنة وذات صلة بالتطورات السوقية الأخيرة.

ثالثا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من حيث الطريقة

على عكس الدراسات السابقة التي اقتصرت على منهجيات تحليلية جزئية أو لم تدمج بين الأدوات البرمجية المتقدمة والتحليل القياسي المعمق بهذه الشمولية، اعتمدت هذه الدراسة على مزيج منهجي متميز، حيث جمعت بين المنهج الوصفي والمنهج التحليلي القياسي. كما تم تبني أسلوب دراسة الحالة بالتركيز المتعمق على شبكة سولانا. وفيما يخص جمع البيانات، فقد تم الاستعانة بأدوات برمجية متقدمة، أبرزها لغة البرمجة Python والمكتبات التابعة لها، بالإضافة إلى لغة SQL للتعامل والاستعلام من قواعد البيانات اللامركزية والمركزيّة التي توفر بيانات الشبكة.

أما على صعيد التحليل القياسي فقد تم تطبيق نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة (ARDL)، وهو ما سمح بتحليل العلاقة بين المتغيرات في الأجلين القصير والطويل. وقد سبق تطبيق هذا النموذج إجراء اختبارات قبلية ضرورية كاختبار ديكي-فولر الموسع (ADF) لضمان استقرار السلاسل الزمنية وتحديد فترة الإبطاء المثلى، وتلت عملية التقدير اختبارات بعدية متنوعة شملت اختبارات تشخيصية للتحقق من جودة النموذج وخلوه من المشاكل الإحصائية، بالإضافة إلى اختبارات الاستقرار الهيكلي.

رابعا: ما يميز دراستنا عن باقي الدراسات من حيث النتائج

في ضوء الفرضيات المعتمدة، من المتوقع أن تُظهر نتائج هذه الدراسة أن العوامل المحددة لحجم تداول عملة سولانا (SOL) متعددة الأوجه وتشمل عوامل السيولة والنشاط، والعوامل التقنية، والعوامل الخارجية، وأن تأثير هذه العوامل ليس ثابتًا بل يتباين بين الأجلين القصير والطويل. ومن المتوقع أيضًا أن تثبت الدراسة أن معايير السيولة والنشاط لها تأثير على الشبكة، وأنها ترتبط إيجابيًا وبشكل معنوي بحجم التداول، مما يدعم فرضية أن زيادة استخدام الشبكة تعزز من سيولتها وبالتالي حجم تداولها .

كما يُتوقع أن تؤكد الدراسة أن العوامل التقنية تمثل عامل جذب استثماري قوي ومؤثر إيجابًا في حجم التداول، وأن بعض الخصائص التقنية البارزة لسولانا، كسرعة معالجتها للمعاملات، قد تترجم بشكل مباشر إلى زيادة في حجم التداول عند التحكم في العوامل الأخرى الأكثر تأثيرًا، وهو ما يعزز الفرضية حول تاثير هذه العوامل على حجم التداول.

وبالإضافة إلى ذلك يُتوقع أن تُظهر النتائج أن العوامل الخارجية ليس لها تأثير ملموس، قد لا تترجم بشكل مباشر إلى زيادة في حجم التداول مع وجود العوامل السابقة التي تكون الأكثر تأثيرًا، وهو ما يتعارض مع الفرضية التي تقول بتأثير العوامل الخارجية على حجم التداول.

وأخيرًا يُتوقع أن تدعم النتائج الفرضية التي تشير إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل وآلية تصحيح خطأ فعالة تعمل على إعادة حجم التداول إلى مساره الطويل عند حدوث انحرافات، وأن التحليل المطبق على شبكة حديثة وسريعة النمو كسولانا باستخدام نموذج ARDL المتطور يقدم رؤى جديدة حول محددات تداول العملات المشفرة من الجيل الجديد، وهو جانب قد أغفلته العديد من الدراسات السابقة التي ركزت على شبكات أقدم.

خلاصة الفصل الأول

يتضح لنا جليا من خلال هذا الفصل، أهمية تقنية البلوكتشين في تداول العملات المشفرة، نظرًا لكونها هي الاساس الذي تبنى من خلاله هذه العملات، فلولا وجودها لما وجدت العملات المشفرة أساسا، ونظرا لكونها تؤثر بشكل أساسي على كفاءة وأمان هذا النظام المالي، فيُعد تحسين أداء تداول العملات المشفرة من أبرز الأهداف التي تسعى شبكات البلوكتشين إلى تحقيقها، وكونها تهدف أيضا إلى تعزيز سرعة المعاملات وخفض التكاليف مع ضمان الشفافية والأمان.

أما فيما يخص الأدبيات التطبيقية للدراسة، والتي تم فيها إستعراض الدراسات السابقة وتحديد موقع دراستنا الحالية منها، فقد وجدنا أن جل الدراسات تناولت جوانب متعددة كتحليل أداء شبكات بلوكتشين مختلفة، أو دراسة العوامل المؤثرة على أسعار العملات المشفرة، أو إستكشاف المجالات المختلفة التي أحاطت بها قنية البلوكتشين والعملات المشفرة . وقد تميزت هذه الدراسات بالتنوع والاختلاف في مناهجها ونطاقها، وهو ما تسعى دراستنا الحالية للبناء عليه والمساهمة في إثراء هذا الحقل المعرفي، من خلال تسليط الضوء بشكل خاص على تأثير تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة.

بعد استعراض أهم الأدبيات النظرية والتطبيقية للدراسة، سيتم في الفصل الثاني دراسة أثر تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة في شبكة السولانا خلال الفترة (2024-2025)، مع تحليل أدائها التقني كشبكة بلوكتشين مستحدثة وأدائها المالي كعملة قوية.

الفصل الثاني:

دراسة القياسة لأثر تقنية البلوكتشين

تمهيد

بعد التطرق في الفصل الأول إلى أهم المفاهيم والأدبيات النظرية والتطبيقية المتعلقة بتأثير تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة وكذا عرض أهم الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع سنحاول من خلال هذا الفصل اسقاط الجانب النظري على الجانب التطبيقي ومن ثم تحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها من خلال دراستنا.

ولاتمام الجانب التطبيقي ارتأينا أن نتناول هذا الفصل من خلال مبحثين. حيث يتناول المبحث الأول التعريف بشبكة السولانا-Solana- وما تتضمه من مجال مكاني يتعلق بعينة الدراسة، بالإضافة إلى عرض أهم الأدوات والطرق المعتمدة في الدراسة من نماذج وإختبارات، أما المبحث الثاني فقد خصص لعرض النتائج المتعلقة بالدراسة ولتحليل ومناقشة تلك النتائج المتحصل عليها وذلك على النحو التالي:

المبحث الأول: الطريقة والأدوات المستخدمة في الدراسة.

المبحث الثاني: عرض وتحليل ومناقشة النتائج المتعلقة بالدراسة.

.

المبحث الأول: الطريقة والأدوات المستخدمة في الدراسة

يتم من خلال هذا المبحث التطرق إلى مجتمع الدراسة، بالإضافة إلى تحديد العينة التي تكون محل الدراسة من خلال المطلب الأول، وكذا تحديد الأدوات المستخدمة في جمع بيانات الدراسة في المطلب الثاني، وكذا التعرف على متغيرات الدراسة.

المطلب الأول: مجتمع وعينة الدراسة

سيتم في هذا المطلب التعريف بمجتمع الدراسة والذي هو شبكات البلوكتشين العامة (Public Blockchains)، بالاضافة الى تحديد العينة التي ستكون بلوكتشين السولانا (Solana blockchain).

أولا: مجتمع الدراسة

سيتم تعريف شبكات البلوكتشين العامة والتطرق إلى أهم الشبكات، وكذا فهم مصتلح قابلية التوسع الذي يعتبر أهم المبادئ التي تعمل من أجلها الشبكات العامة وتسعى إلى تطويرها.

1- تعريف شبكة البلوكشين العامة

شبكة البلوكشين العامة هي شبكة بلوكشين تمكن لأي شخص الانضمام إليها متى شاء، في الأساس لا توجد قيود عندما يتعلق الأمر بالمشاركة وأكثر من ذلك، يمكن لأي شخص رؤية المعاملات والمشاركة في عملية الإجماع، فعلى سبيل المثال يعد الايثريوم أحد أمثلة منصات البلوكشين العامة، وبالتالي إذا كنت تريد نظام شبكة لامركزي بالكامل فإن البلوكشين العامة هو السبيل الأمثل، ومع ذلك يمكن أن يكون هناك مشكلة عند محاولة دمج شبكة البلوكشين عامة مع بعض الوظائف المؤسساتية.

تعتبر شبكات البلوكشين العامة هي أول نوع بلوكشين على الإطلاق، وفي واقع الأمر، كانت البيتكوين هي التي وضعت أساس تقنيات البلوكشين، وبمجرد أن بدأ الناس في رؤية الفوائد التكنولوجية الأساسية، بدأوا في تطوير أشكال أخرى من شبكات البلوكشين للتخلص من جميع المشاكل التي يواجهونها.

أفضل جزء في شبكات البلوكشين العامة هو أنها تتأكد من أن جميع المشاركين لديهم حقوق متساوية، ويمكن للناس الانضمام والمشاركة في الإجماع، والتعامل مع أقرانهم كما يحلو لهم، وتتأكد البلوكشين العامة من أن هذه التكنولوجيا توفر أعلى مستوى من الأمان، وهو شيء لن تراه في البلوكشين الخاص، ومع ذلك فإن البلوكشين العامة تأتي مع نصيبها العادل من العيوب أيضا، في الواقع البلوكشين العامة أبطأ من المعتاد، كما أنها يمكن أن تجذب

الأشخاص السيئون الذين يستخدمون النظام الأساسي لأنشطة غير مشروعة بسبب الطبيعة المجهولة. (المتداول العربي، 2024)

2- أهم شبكات البلوكشين العامة

لعبت شبكات البلوكتشين العامة دورا محوريا في تطوير العملات المشفرة، ومن أهم هذه الشبكات نذكر شبكة البيتكوين التي تعد أول الشبكات، وكذا الإيثيريوم التي أحدثت نقلة نوعية في عالم اللامركزية وكذا السولانا محل دراستنا الحالية. وتكمن أهم إختلافات هذه الشبكات في ما يلي :

الجدول رقم 6: أهم الإختلافات بين شبكات البلوكتشين

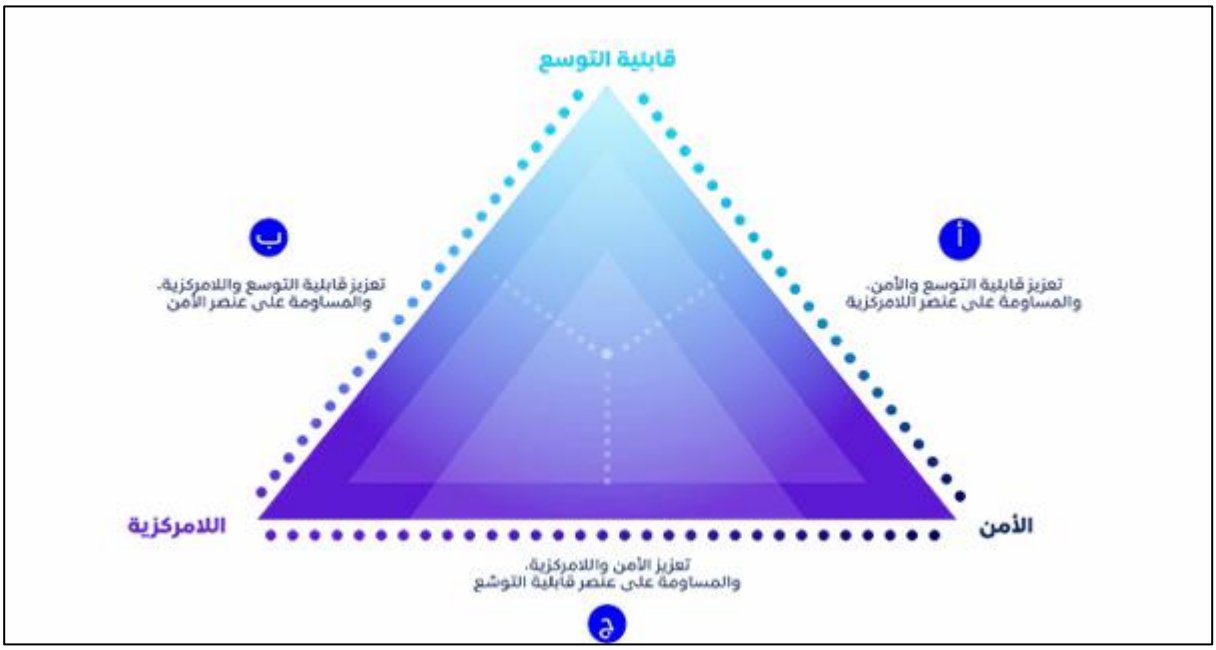
المعايير	البيتكوين	الإثيريوم	السولانا
المؤسس	ساتوشي ناكاموتو	فيتاليك بوتيرين وآخرون	أناتولي ياكوفينكو
تاريخ الإصدار	2009	2015	2020
الغرض	عملة رقمية بديلة للنقد	منصة عقود ذكية وDapps	منصة عقود ذكية وDapps عالية السرعة
أليات الإثبات	إثبات العمل (PoW)	إثبات الحصة (PoS)	إثبات الحصة(PoS) إثبات التاريخ (PoH)
حدود الكتلة	1 ميغابايت لكل كتلة	لا حدود	لا حدود
متوسط وقت الكتلة	10 دقائق	15 ثانية	400 مللي ثانية
عدد المعاملات	7 معاملات في الثانية	15-30 معاملة في الثانية	حتى 65.000 معاملة في الثانية
قابلية التوسع	لا	نعم	نعم
الرسوم	منخفظة (نسبيا)	مرتفعة ومتقلبة	منخفضة جدا
دعم DApps	لا يدعم	نعم	نعم
دعم DAOs	لا يدعم	أكبر بيئة تدعم DAOs	نعم، لكنها في مرحلة التطوير والنمو
دعم NFTs	لا	نعم	نعم
دعم إنشاء Token	لا	نعم	نعم

المصدر: من إعداد الطالب، إعتمادا على معلومات من Khwaish SHAHANI(2024), Module - 4: Public blockchain, Vivekanand Education Society's Institute of Technology, Mumbai, India

3- قابلية التوسع في شبكات البلوكتشين العامة

يؤدي إزدحام سلاسل البلوكشين إلى انخفاض السرعة وإرتفاع رسوم المعاملات، هذا يعني أنه مع زيادة عدد المستخدمين تظهر مشاكل في سعة الشبكة، وخاصة مع إنتشار إستخدام العملات الرقمية، صار من الضروري حل مشكلات قابلية التوسع شبكات البلوكشين.

الشكل رقم 9: المشكلة الثلاثية في البلوكتشين



المصدر: هيئة الإتصال والفضاء، نظرة عامة وفرص تبني تقنية سلسلة الكتل، الاصدر الاول، المملكة العربية السعودية، ص12

يوضح الشكل أعلاه صورة توضيحية للمشكلة الثلاثية التي تؤكد على التحدي الذي ينطوي على تحقيق إحدى الحالات الثلاثة (أ) أو (ب) أو (ج)، مثلاً في الحالة (ب)، يمكن أن تتمتع سلسلة الكتل بقابلية التوسع واللامركزية لكن سيتعين عليها التنازل عن الأمن. ويعود ذلك إلى طريقة تصميم سلسلة الكتل وقدرات الحوسبة التي تتمتع بها والتي يحاول المهندسون إيجاد حل لها، في حين أن الأمن واللامركزية هما من الخصائص الأصلية التي تتمتع بها شبكات سلسلة الكتل، فإن غالبية محاولات المعالجة تدور حول إيجاد طرق لجعل تقنية سلسلة الكتل أكثر قابلية للتوسع. (هيئة الإتصال و الفضاء، 2022، الصفحات 12-13)

ومن هنا جاءت السولانا لتقدم بعض من الحلول في قابلية التوسع التي جعلتها محل الأنظار في المجتمع التقني حيث إستطاعت أن تحجز مكانا لها ضمن أهم شبكات البلوكتشين.

ثانيا: عينة الدراسة

تم اعتماد مجموعة من المعايير لاختيار عينة الدراسة من بينها أن شبكة سولانا تُعد من أبرز الشبكات الداعمة لتقنية البلوكتشين، وتتميز بسرعة المعاملات وإنخفاض الرسوم، مما جعلها محط إهتمام المتعاملين بالعملات المشفرة. إضافة إلى أن الشبكة شهدت نمواً ملحوظاً في استخدام التطبيقات اللامركزية خلال فترة الدراسة، وبعد تتبع أداء الشبكة تم اختيارها.

1- تعريف شبكة السولانا

هي شبكة بلوكتشين عالية الأداء، أحدثت ثورة في الطريقة التي نفهم بها ونتفاعل مع التطبيقات اللامركزية (DApps) من خلال إستغلال تقنيات متقدمة ومبادئ تصميم مبتكرة، تهدف سولانا إلى معالجة القيود التي عانت منها شبكات البلوكتشين الأخرى، مثل مشكلات القابلية للتوسع، وإرتفاع تكاليف المعاملات، وبطء أوقات التأكيد.

صُممت سولانا لتسهيل تنفيذ التطبيقات اللامركزية بسرعة، وبتكلفة منخفضة، وقابلية توسع عالية، عبر مجموعة واسعة من الصناعات، وتتمتع بنيتها المعمارية بقدرة نظرية على معالجة ما يصل إلى 65,000 معاملة في الثانية (TPS) دون الحاجة إلى حلول توسعة إضافية، مما يجعلها خيارًا مثاليًا لحالات إستخدام متنوعة مثل الألعاب على السلسلة والخدمات المالية. (Tripathi & Dragosch , 2025, p. 08)

2- آلية الإجماع في شبكة السولانا

تستخدم منصة سولانا Solana مزيجًا مميزًا من الخوارزميات لدعم الإجماع، مما يضمن الأمن والاتفاق داخل شبكتها اللامركزية مع التحقق من صحة المعاملات أيضًا :

- ✓ إثبات التاريخ (PoH): نهج يتضمن إستخدام الطوابع الزمنية للتحقق من صحة المعاملات.
- ✓ إثبات الحصة المفوضة (DPoS): يشبه إلى حد كبير (PoS) إثبات الحصة، والتي تتضمن اختيار مدققي معاملات البلوكتشين بناءً على عدد العملة المشفرة الأصلية التي يمتلكونها، يمكّن إثبات الحصة المفوضة (DPoS) المشاركين في الشبكة من الإدلاء بأصواتهم لصالح المندوبين المسؤولين عن التحقق من صحة البلوكتشن.

تعمل آليات الإجماع هذه على تمكين البلوكتشين الخاصة بسولانا Solana blockchain من معالجة آلاف المعاملات في الثانية، كل ذلك مع الحفاظ على الرسوم المنخفضة وكذلك الحد الأدنى من استهلاك الطاقة. (أتكينز، 2024)

3- مراحل تطور شبكة وعملة السولانا

شهدت شبكة السولانا تطورا سريعا منذ إطلاقها، وأصبحت من أبرز شبكات البلوكتشين بفضل سرعتها وأداءها، كما شهدت العملة الخاصة بها تطورا ملحوظا، وكانت مراحل التطور كالتالي :

1.3 مراحل تطور شبكة السولانا

مرت شبكة السولانا منذ تأسيسها على المراحل التالية (Mark, 2024):

- في 2017 طرحت الورقة البيضاء لشبكت السولانا (PoH) proof of Historyكأول ظهور;
- في 2018 تم تحديد خارطة العمل وقد جمع الفريق مليوني دولار كإستثمار أولي;
- في 2019 تأسست شركة solana labs في سان فرانسيسكو;
- في 2020 تم إطلاق النسخة التجريبية من الشبكة حيث تحولت الفكرة من مناقشات نظرية إلى بيئة حية;
- كما دخلت الشبكة إلى عالم التمويل اللامركزي DeFi مما أشار إلى إمكانيتها على الولوج إلى التطبيقات المالية الواقعية;
- في 2021 أنتشر إستخدام السولانا في مشاريع NFT وDeFi والألعاب والتطبيقات اللامركزية;
- تم بعدها إطلاق العملة بشكل رسمي؛
- إطلاق خدمة Solana Pay بهدف تبسيط وتسريع المعاملات وعمليات الدفع;
- شهدت الشبكة إنقطاعات متكررة سنة 2022 مما أدى إلى ترقيااات وتحسينات عديدة;
- في 2023 شهد النظام طفرة كبيرة كما إزدهر قطاعي Dapps وDeFi في الشبكة;
- سنة 2024 عملت الشبكة بالنظر إلى المستقبل في تقديم رؤية وطموح في مجال التوسع.

2.3 مراحل تطور عملة السولانا

شهدت عملة السولانا إرتفاعًا مذهلاً في الأسعار رغم التقلبات المستمرة للسوق، ومع ذلك فإن أزمة شركة FTX سنة 2022 أثرت عليها كباقي العملات وخاصة أن الشركة كانت من بين الداعمين للعملة.

تعافت العملة من الهبوط الحاد الذي أصابها جراء الأزمة وهي الأن في إرتفاع مستمر بفضل التقنيات المبتكرة التي تقدمها.

الجدول رقم 7: تطور سعر عملة السولانا

السنة	السعر المبدئي	سعر منتصف العام	السعر النهائي	نسبة التغير
2020	-	$ 0.86	$1.51	-
2021	$1.51	$ 35.51	$170.30	% 11,178
2022	$170.31	$ 33.65	$9.96	% -94
2023	$20.82	$ 22.28	$ 18.90	% -0.35
2024	$230	$190	$ 243	% +78

المصدر: *صامويل أنكينز(2024)، ماهو سول SOL، أكاديمية إيتورو، نشرت في 19 ديسمبر، تم الإطلاع بتاريخ 25 أفريل على 1.27 م، على الرابط* https://2u.pw/XNer8

المطلب الثاني: الأدوات والاساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة.

سيتم في هذا المطلب عرض الأدوات المستخدمة في الدراسة، بالاضافة الى تحديد الأساليب الإحصائية المستخدمة، وكذا الاطلاع على كافة متغيرات الدراسة من متغير تابع ومتغيرات مستقلة.

أولا: الأدوات المستخدمة في الدراسة

لقد تم إستخدام المنهج التحليلي القياسي تحديد طبيعة العلاقة بين المتغير الرئيسي والمتغيرات التابعة، ومن أجل تحقيق أهداف الدراسة وإختبار فرضياتها تم الإعتماد على مجموعة من الأدوات والأساليب الإحصائية، نذكرها فيما يلي:

1- أدوات جمع البيانات

نظرًا للتعقيد الكبير في شبكات البلوكتشين والحجم الكبير للمعاملات المسجلة عليها وتوزيعها على البلوكات المختلفة، كان من الصعب جمع هذه البيانات بالطرق التقليدية المستخدمة في بقية الدراسات من خلال المواقع وقواعد البيانات، وعليه كان من الضروري الاعتماد على أدوات وتقنيات حديثة، مثل لغة البرمجة Python، التي توفر من خلال مكتباتها المتخصصة إمكانيات متقدمة لاستخراج البيانات بكفاءة ودقة عالية. وبالتالي كانت أدوات جمع البيانات كالتالي:

1-1 لغة البرمجة Python

لغة بايثون هي لغة برمجية مفتوحة المصدر، أنشأها المبرمج الهولندي "جيدو فان" روسم قبل 30 عامًا من اليوم وتحديدًا في فبراير من العام 1991، وهي لغة برمجية سهلة للغاية ومن اليسير تعلمها، فهي تشبه في صياغتها اللغة الإنجليزية، كما أن بايثون تمتاز بكونها مختلفة عن باقي لغات البرمجة الأخرى بأن تركيب الجملة الذي يميزها بسيط للغاية وسهل، ولا يحتاج حتى إلى إستخدام الفاصلة المنقوطة (؛) التي تربك المبرمجين عند الكتابة ببعض لغات البرمجة. (علي أ.، 2024)

تستخدم لغة بايثون في (w3schools، بلا تاريخ) :

- ✓ يمكن استخدام بايثون على الخادم لإنشاء تطبيقات الويب؛
- ✓ يمكن استخدامها جنبًا إلى جنب مع البرامج لإنشاء مهام سير العمل؛
- ✓ يمكنها الاتصال بأنظمة قواعد البيانات. كما يمكنها قراءة الملفات وتعديلها؛
- ✓ يمكن استخدام بايثون للتعامل مع البيانات الضخمة وإجراء عمليات حسابية معقدة؛
- ✓ يمكن استخدامها للنماذج الأولية السريعة، أو لتطوير برمجيات جاهزة للإنتاج.

وقد تم إستخدام لغة بايثون في هذه الدراسة بالنسبة لجانب جمع البيانات عبر محرر الأكواد الخاص بشركة جوجل (colab) الذي هو برنامج أو بيئة العمل الخاصة بكتابة وتحرير والتعديل وعرض النتائج، وتتيح اللغة التفاعل مع واجهات برمجة التطبيقات (APIs) حيث تتصل اللغة مباشرة مع قواعد بيانات الشبكات اللامركزية وتقوم بجلب المعلومات مباشرة إلى بيئة العمل.

2-1 لغة البرمجة SQL

لغة SQL تقدم مجموعة من الأدوات والأوامر التي تسمح للمستخدمين بالتعامل مع قواعد البيانات بسهولة وفعالية من خلال SQL، يمكن للمستخدمين القيام بالعديد من الأنشطة مثل (شبكة ناو، 2024):

- ✓ إستعلام البيانات؛
- ✓ تحديث وحذف البيانات؛
- ✓ إدخال البيانات الجديدة؛
- ✓ إدارة هيكل قاعدة البيانات.

أحيانا يصعب جلب بعض البيانات من قواعد البيانات اللامركزية وذلك بسبب لامركزيتها وطبيعة برمجيتها، تقوم بعض المواقع المركزية المتخصصة بإستخراج تلك المعلومات بطرق مبتكرة وتتيحها للعامة لتصفحها عبر قواعد بياناتها، حيث يمكن التعامل مع هذه البيانات عبر لغة SQL داخل المواقع مباشرة، ومن أمثله هذه المواقع Dune وflipside crypto وCoinGecko حيث تم إستعمالهم لجمع بيانات هذه الدراسة.

2-أدوات تحليل البيانات

في إطار تحليل البيانات وإختبار الفرضيات، تم الاعتماد على لغة البرمجة "بايثون" لما توفره من مكتبات متخصصة وأدوات تحليلية دقيقة تُسهّل التعامل مع مجموعات البيانات الكبيرة والمعقدة، فقد أُتيح من خلال إستخدامها إجراء مختلف العمليات الإحصائية، التحليل الوصفي للمتغيرات، وإختبارات الارتباط والتعددية الخطية، وحتى تقدير نموذج ARDL وإختباراته التشخيصية، بالإضافة إلى تمثيل البيانات بصريًا لتسهيل فهم العلاقات القائمة بينها، فقد ساعدت بايثون على تسريع عمليات التحليل وتقليل الخطأ، كما أتاحت مرونة في التعديل على البيانات، مما ساهم في الوصول إلى نتائج أكثر دقة وموثوقية.

ثانيا: الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة

يتم تلخيصها في ما يلي:

1- نموذج الإنحدار الذاتي للفجوات الزمنية ARDL

وضع Pesarn and At (2001) منهجية ARDL للتكامل المشترك، ودمج فيها نماذج الانحدار الذاتي (Mode Autoregressive) ونماذج فترات الإبطاء الموزعة (Distributed Lag Models) وفي هذه المنهجية تكون السلسلة الزمنية دالة في إبطاء قيمها، وقيم المتغيرات التفسيرية الحالية وإبطاءها بفترة واحدة أو أكثر. حيث تمتاز منهجية (ARDL) للتكامل المشترك عن أساليب التكامل المشترك الأخرى بيسر شروطها، حيث لا يتطلب أن تكون السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة نفسها، ويرى Pesarm إن إختبار الحدود في إطار منهجية ARDL يمكن تطبيقه بغض النظر عن خصائص السلاسل الزمنية إذا كانت مستقرة عند مستوياتها (0) Iأو متكاملة من الدرجة الأولى (1)I أو خليط بين الاثنين، حيث يتمثل الشرط الوحيد لتطبيق هذا الاختبار في أن لا تكون السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة الثانية (2)I، ويستخدم إختبار التكامل المشترك في إطار نموذج الانحدار الذاتي للفجوات (الإبطاء) الزمنية الموزع (ARDL) التي يمكن تطبيقها على عينات كبيرة الحجم، وتقدير علاقات المدى الطويل والمدى القصير، كما أن نموذج ARDL يعطي أفضل النتائج للمعلمات في الأمد الطويل وأن إختبارات التشخيص يمكن الاعتماد عليها شكل كبير. (جابري و فراح، 2018، صفحة 412)

2-الإختبارات القبلية لنموذج ARDL

قبل الشروع في تقدير نموذج ARDL، من الضروري إجراء مجموعة من الاختبارات القبلية لضمان سلامة البيانات وصحة النموذج. أول هذه الاختبارات يتمثل في الإطلاع على الإحصاءات الوصفية والقيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة، والقيام بعدها بإختبار ثبات السلاسل الزمنية باستخدام إختبار ديكي–فولر الموسع (ADF)، لتحديد رتبة تكامل المتغيرات والتأكد من أنها من النوع (0)I أو (1)I، وليس من الدرجة الثانية (2)I، كما يجب تحديد فترة الإبطاء المثلى وذلك حتى يمكن إستخدام نموذج ARDL بشكل صحيح.

3-الإختبارات البعدية لنموذج ARDL

بعد تقدير نموذج ARDL، يتم إجراء إختبارات تشخيصية للتأكد من جودة النموذج وصلاحيته للتفسير والتنبؤ، من أهم هذه الاختبارات إختبار الإرتباط التسلسلي للبواقي، إختبار عدم ثبات تباين الأخطاء، إختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية كما يتم التحقق من استقرار النموذج عبر اختبار CUSUM وCUSUMSQ، وإختبار إستقرار المعاملات الزمنية والتي تساعد في تقييم إستقرار المعاملات خلال فترة الدراسة. نجاح النموذج في هذه الاختبارات يعزز من موثوقية النتائج المستخلصة.

ثالثا: متغيرات الدراسة

1- المتغير التابع

نظرا إلى أن الدراسة تكمن في دراسة أثر تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة، وبما أن كلمة التداول تشير بدلالة مباشرة إلى النشاط الإقتصادي والمالي، وأفضل طريقة لقياس هذا النشاط هو حجم التداول، ومنه فالمتغير التابع هو **حجم التداول** VT

الجدول رقم 8: حجم تداول السولانا خلال فترة الدراسة

الفترة الزمنية	حجم التداول VT (بالمليار$)	نسبة التغير%	حجم التداول بالسولانا (مليونSOL)
2024/01	74.58	-	784.84
2024/02	68.22	107.18	682.20
2024/03	141.34	-34.67	1177.83
2024/04	92.33	-15.54	710.23
2024/05	77.98	-18.94	557.00
2024/06	63.21	38.76	435.93
2024/07	87.71	5.83	584.73
2024/08	92.82	-23.77	580.13
2024/09	70.76	20.31	393.11
2024/10	85.13	143.43	500.76
2024/11	207.22	0.64	1090.63
2024/12	208.54	0.04	1042.70
2025/01	208.63	-39.53	834.52
2025/02	126.14	-7.57	742.00
2025/03	116.59	107.18	777.27

المصدر: *إعداد الطالب بناءا على مخرجات لغة python بإستخدام بيانات CoinGecko*

يوضح الجدول اعلاه نتائج تحليل حجم التداول لعملة سولانا خلال الفترة الممتدة من جانفي 2024 إلى نهاية مارس 2025، حيث تم الاعتماد على حجم التداول الشهري بوحدة (مليون دولار أمريكي) كمؤشر قوة عملة السولانا

والبلوكتشين الخاص بها، تم حساب نسبة التغير الشهرية لحجم التداول ومقارنتها لاستخلاص التوجه العام الذي سارت به العملة خلالة الفترة.

ونلاحظ من الجدول ما يلي:

سُجل أعلى حجم تداول في شهر جانفي 2025 بقيمة بلغت 208.63 مليار دولار، بما يعادله 1042.70 مليونSOL، ما يشير إلى نشاط تداول قوي في هذه الفترة، بالمقابل سُجل أدنى حجم تداول في شهر سبتمبر 2024 بقيمة 70.76 مليار دولار بما يعادله 393.11 مليونSOL . كان متوسط حجم التداول خلال الفترة حوالي114.75 مليار دولار أي 730.42 مليون SOL.

شهد حجم تداول السولانا إختلافات كبيرة، حيث تراوحت نسبة التغير الشهري ما بين 39.53%- في جانفي 2025 كأدنى نسبة و143.43%+ في أكتوبر 2024، محققة أعلى نسبة خلال الفترة المدروسة مما يعكس التقلبات العالية التي عاشتها العملة وكذا سوق العملات المشفرة ككل.

2- المتغيرات المستقلة

وتم تقسيمها كالتالي :

1.2 متغيرات السيولة والنشاط

تُعد السيولة والنشاط من المؤشرات الأساسية التي تعكس حيوية شبكة، فالسيولة تشير إلى سهولة تداول الأصول الرقمية على الشبكة دون التأثير الكبير على أسعارها. أما النشاط فيرتبط بعدد المعاملات اليومية والمستخدمين النشطين، ويعكس مدى اعتماد التطبيقات اللامركزية والعقود الذكية على الشبكة.

- **إجمالي القيمة المقفلة TVL:** إجمالي قيمة الاصول التي تم قفلها أو استثمارها داخل التطبيقات اللامركزية (dApps).

Tvl = السعر الحالي للعملة × إجمالي عدد العملات المقفلة

- **رسوم الشبكة NetworkFees:** إجمالي الرسوم التي يدفعها المستخدمون مقابل تنفيذ المعاملات سواء تحويلات مالية أم تفاعل مع العقود الذكية .

- **القيمة السوقية MarketCap:** هي القيمة الاجمالية لجميع عملات سولانا المتداولة في وقت معين.

القيمة السوقية= السعر الحالي × إجمالي عدد العملات

- **العناوين النشطة Active Address :** تمثل العناوين والحسابات التي سجلت تفاعل مع الشبكة أي قامت بتحويلات وتحركات خلال فترة زمنية معينة ولم تكن خاملة.

الجدول رقم 9: عوامل السيولة والنشاط في شبكة سولانا

الفترة الزمنية	متغيرات السيولة والنشاط			
	إجمالي القيمة المقفلة TVL (بالمليار$)	رسوم الشبكة NetworkFees (بالمليون $)	القيمة السوقية MarketCap (بالمليار$)	عدد العناوين النشطة ActiveAddress (بالمليون)
2024/01	1.392	122.14	44.15	12.89
2024/02	1.855	79.97	51.99	11.89
2024/03	3.4	290.40	86.40	27.81
2024/04	4.037	237.95	61.60	26.42
2024/05	4.363	252.34	76.76	26.2
2024/06	4.375	293.24	64.69	28.32
2024/07	4.552	292.45	83.22	32.31
2024/08	4.792	142.79	64.46	36.06
2024/09	4.705	104.45	74.37	93.11
2024/10	5.748	349.07	82.37	142.25
2024/11	7.473	554.30	115.70	165.01
2024/12	8.711	482.00	91.40	142.46
2025/01	9.9	595.96	116.56	152.51
2025/02	8.868	369.55	68.56	97.93
2025/03	8.108	377.47	63.77	96.14

المصدر: *إعداد الطالب بناءا على مخرجات لغة python بإستخدام بيانات CoinGecko وDune وflipside crypto*

يتناول الجدول مجموعة من متغيرات السيولة والنشاط المتعلقة بشبكة السولانا وعملتها خلال الفترة من جانفي 2024 إلى أواخر مارس 2025، وقسمت هذه المتغيرات إلى أربعة متغيرات رئيسية.

شهدت الشبكة نموًا تدريجيًا مستمرًا في جميع المتغيرات تقريبًا حتى نهاية عام 2024، مما يعكس مرحلة توسع قوية، حيث إرتفعت القيمة المقفلة من 1.3 مليار في جانفي 2024 إلى ذروتها بـ 8.8 مليار في فيفري 2025، وهذا ينطبق أيضا على إجمالي رسوم الشبكة، أما بالنسبة للفيمة السوقية فقد تخمت هي الاخرى من 44.15 مليار إلى 165.01 مليار وهذا ينطبق أيضا على عدد العناوين النشطة في الشبكة التي شهدت هي الأخرى زيادة هائلة من 11 مليون إلى 152 محققة رقم قياسي لها.

2.2 العوامل التقنية الدافعة للأداء

العوامل التقنية الدافعة للأداء هي الإبتكارات والآليات التقنية التي تقدمها الشبكة كحلول أو إستراتيجيات تعمل لتحقيق التوسع والشمول، فالجدول التالي يمثل هذه العوامل والإبتكارات الأربعة التي هي عصب الشبكة، وتميزها عن غيرها من الشبكات.

- **سرعة المعاملات في الثانية TPS:** مقياس يدل على عدد المعاملات التي تستطيع الشبكة معالجتها في الثانية الواحدة.

TPS = عدد المعاملات / الزمن بالثواني

- **عدد التطبيقات اللامركزية dApps :** هي تطبيقات تعمل على شبكة السولانا بدون خوادم مركزية وتعتمد على العقود الذكية بدلا من ذلك.

- **NFTs المصدرة حديثا :** هي كل الرموز الغير قابلة للإستبدال التي أنشأت داخل الشبكة.

- **المدققين Validators:** أشخاص مهمتهم الأساسية التحقق من صحة المعاملات داخل البلوكات لإرساء الشفافية والثقة داخل نظام السولانا وذلك مقابل مكافآت مالية وهي عادة جزء من رسوم المعاملات.

الجدول رقم 10: العوامل التقنية الدافعة للأداء في شبكة شولانا

الفترة الزمنية	العوامل التقنية الدافعة للأداء			
	سرعة المعاملات في الثانية TPS	التطبيقات اللامركزية dApps الجديدة	عدد NFTs المصدرة (بالمليون)	عدد المدققين Validators (بالألف)
2024/01	2961.29	3	68,46	58,987
2024/02	3000.00	7	85,49	49,615
2024/03	2961.29	3	87,53	50,138
2024/04	2980.00	4	31,60	44,857
2024/05	2962.58	3	29.48	42,836
2024/06	2980.00	2	25,91	42,160
2024/07	2963.87	7	8,64	42,745
2024/08	2965.16	1	7,48	40,496
2024/09	2980.00	1	18,32	38,533
2024/10	2966.45	4	24,19	39,029
2024/11	2980.00	4	17,50	36,619
2024/12	2967.74	0	90,11	36,962
2025/01	2969.03	28	37,33	35,827
2025/02	3005.71	21	15,31	31,668
2025/03	3110.57	16	6,73	34,680

المصدر: *إعداد الطالب بناءا على مخرجات لغة python بإستخدام بيانات CoinGecko وDune وflipside crypto*

بين الجدول أن سرعة المعاملات ما بين 2900 إلى 3000 وهذا رقم يجدر الإيشاد به مقارنة مع منافساتها، كما أن عدد dApps يشهد تطورا ملحوضا يوما بعد يوم، كما لوحظ ان عدد NFTs المنتجة يشهد تذبذب وتباين ملحوظ، وهذا ما شهده عدد المدققين الذي لا يبين تذبذبه أن الشبكة في تراجع، ففكرة أن الشبكة لها ألاف المدققين الذين يتحققون من صحة المعاملات هذا كافي لتبيان مدى قوتها.

3.2 العوامل الخارجية

هي مجموعة من المتغيرات الخارجية التي تؤثر على حجم التداول خارج الشبكة وبالتالي على سعرها، ويمكن القول أنها العوامل التي تكون خارج نطاق تحكم الشبكة أي تؤثر بشكل غير مباشر عليها.

- **حجم السوق الكلي للعملات MarketVolume:** إجمالي القيمة السوقية لجميع العملات الرقمية المتداولة في السوق.

Market Volume = عدد المعاملات المتداولة الكلي × السعر الحالي لكل عملة

- **موشر الدولار الامريكي DXY:** يستخدم كمؤشر رئيسي يقيس أداء الدولار في السوق العالمية.

- **موشر الخوف والطمع FearGreed:** مقياس نفسي يستخدم لقياس مشاعر المتداولين في سوق لعملات المشفرة، ويعكس ما إذا كانت السوق في حالة خوف أو طمع.

الجدول رقم 11: العوامل الخارجية المؤثرة في شبكة سولانا

الفترة الزمنية	العوامل الخارجية		
	حجم السوق الكلي للعملات MarketVolume	موشر الدولار الامريكي DXY	موشر الخوف والطمع FearGreed
2024/01	2,595	103.2699966	61
2024/02	2,589	104.1600037	71
2024/03	4,740	104.5500031	79
2024/04	3,346	106.2200012	72
2024/05	2,542	104.6699982	66
2024/06	2,523	105.8700027	64
2024/07	2,760	104.0999985	51
2024/08	2,871	101.6999969	35
2024/09	2,517	100.7799988	39
2024/10	2,930	103.9800034	61
2024/11	7,279	105.7399979	82
2024/12	8,152	108.4899979	76
2025/01	5,581	108.3700027	72
2025/02	4,052	107.6100006	43
2025/03	3,507	104.2099991	31

المصدر: *إعداد الطالب بناءا على مخرجات لغة python بإستخدام بيانات Dune و flipside crypto*

بين الجدول أن حجم السوق الكلي للعملات كانت به تقلبات كبيرة خلال الفترة المدروسة مثل الارتفاع المفاجئ في نوفمبر 2024 مقارنةً بالشهور السابقة كما كانت القيمة الأعلى في نوفمبر 2024 بـ 7,279 ترليون والأدنى في سبتمبر 2024 بـ 2,517 رغم تقارب هذه الفترة، كما أن مؤشر الدولار الأمريكي DXY يشهد بعض التقلبات حيث تراوح بين 100.78 في سبتمبر 2024 و106.22 في أفريل 2024، كما لوحظ ان موشر الخوف والطمع FearGreed يشهد تذبذبا هو الأخر، فالمؤشر يعكس سوقًا عالي التذبذب، وهذا بين في الجدول من كثرة حالات الطمع والطمع الشديد التي تتراوح قيمهم بين 56-100.

3- العلاقة بين المتغيرات

وتكون العلاقة كالتالي :

1.3 العلاقة الإقتصادية

إنطلاقًا من النظرية الاقتصادية التي تربط بين التطور التكنولوجي ونشاط الأسواق المالية، من المتوقع أن تؤثر المتغيرات المرتبطة بتقنية البلوكتشين على حجم التداول في شبكة سولانا.

يمكن تحليل العلاقة بين حجم التداول وعدد من المتغيرات المؤثرة بشكل مباشر. فعلى سبيل المثال تعتبر رسوم الشبكة (Network Fees) من المتغيرات الحساسة، حيث أن ارتفاعها قد يُشكل عائقا أمام المعاملات، في حين يُشجع انخفاضها على زيادة التفاعل وأما زيادة حجمها يساهم في دخل إضافي لتطوير الشبكة، أما عدد المعاملات في الثانية (TPS) فيُعبّر عن قدرة الشبكة على المعالجة السريعة، كذلك فإن تنوع وعدد التطبيقات اللامركزية (dApps) يُسهم في تنشيط التداول من خلال توفير إستخدامات متعددة، كما أن نشاط الرموز غير القابلة للاستبدال (NFTs) يُعد محركًا مهمًا لحركة التداول، نظرًا للإقبال الكبير الذي تشهده، ومن جهة أخرى فإن ارتفاع عدد المدققين (Validators) يعزز من ثقة المستخدمين في أمان الشبكة، ما يدفعهم لاستخدامها في تداولاتهم. ويُعد مؤشر القيمة الإجمالية المحجوزة (TVL) دليلاً على مقدار السيولة والنشاط الاستثماري داخل النظام، وهو ما يرتبط عادةً بزيادة التداولات. أما القيمة السوقية لسولانا (MarketCap) فتعكس ثقة السوق في العملة، وكلما ارتفعت زاد إقبال المتداولين. وأيضا هذا ينطبق على عدد المحافظ النشطة (Active Addresses).

أيضا لدى متغيرات العوامل الخارجية تأثير واضح على الشبكة، حيث يؤدي إرتفاع مؤشر الدولار الأمريكي (DXY) عادةً إلى تراجع الإقبال على العملات الرقمية لصالح الدولار، والعكس كذلك، بينما يُعتبر مؤشر الخوف

والطمع (Fear and Greed Index) مرآةً لحالة المستثمرين النفسية، حيث تزيد التداولات في حالات الطمع، وتنخفض في حالات الخوف، كما أن تغير حجم التداول العام في السوق (MarketVolume) يؤثر على سولانا من خلال تحفيز تدفقات السيولة نحوها أو بعيدًا عنها حسب إتجاه السوق.

2.3 العلاقة الرياضية

يمكن التعبير عن العلاقة الرياضية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة من خلال الصيغة العامة لنموذج ARDL كما يلي:

$$\Delta Volume_t = \alpha + \Sigma \varphi_i \Delta Volume_{\{t-i\}} + \Sigma \beta_j \Delta X_{\{t-j\}} + \lambda^1 Volume_{\{t-1\}} + \lambda_2 X_\{t-1\} + \varepsilon_t$$

حيث أن:

- **Volume_t** حجم التداول على شبكة سولانا (المتغير التابع)؛

- Xيمثل كل متغير مستقل في الدراسة)مثل (NetworkFees, TPS, dApps ...)؛

- Δ الفرق الأول (تغير المتغير بين فترتين)؛

- φ_i معاملات التأخيرات الذاتية للمتغير التابع؛

- β_ j معاملات التأخيرات الخاصة بالمتغيرات المستقلة؛

- λ معاملات العلاقة طويلة الأجل؛

- ε_t الخطأ العشوائي.

المبحث الثاني: عرض ومناقشة وتحليل نتائج الدراسة

سيتم تخصيص هذا المبحث لعرض ومناقشة نتائج الدراسة، حيث يتم تحليل أثر تقنية البلوكتشين على تداول سولانا (SOL)، من خلال دراسة تأثير المتغيرات المستقلة على المتغير التابع الذي هو حجم التداول في الأجلين الطويل والقصير وفق نموذج ARDL، من خلال البيانات التي تم جمعها كبيانات يومية من 1-1-2024 إلى 1-4-2025، وسيتم عرض النتائج المستخلصة بناءً على المعلومات التي تم جمعها، وتلخيصها وتحليلها باستخدام الأدوات والأساليب الإحصائية والبرمجية المعتمدة في الدراسة.

المطلب الأول: عرض نتائج الدراسة

يتم في هذا المطلب عرض نتائج الدارسة المتوصل إليها بناءا على المعلومات التي تم جمعها، ومعالجتها من خلال لغة Python.

أولا: الإختبارات القبلية

في هذا العنصر سيتم تقديم نتائج الاختبارات القبلية التي تسبق التقدير القياسي للنموذج، وذلك للتأكد من مدى ملاءمة البيانات لتطبيق نموذج ARDL.

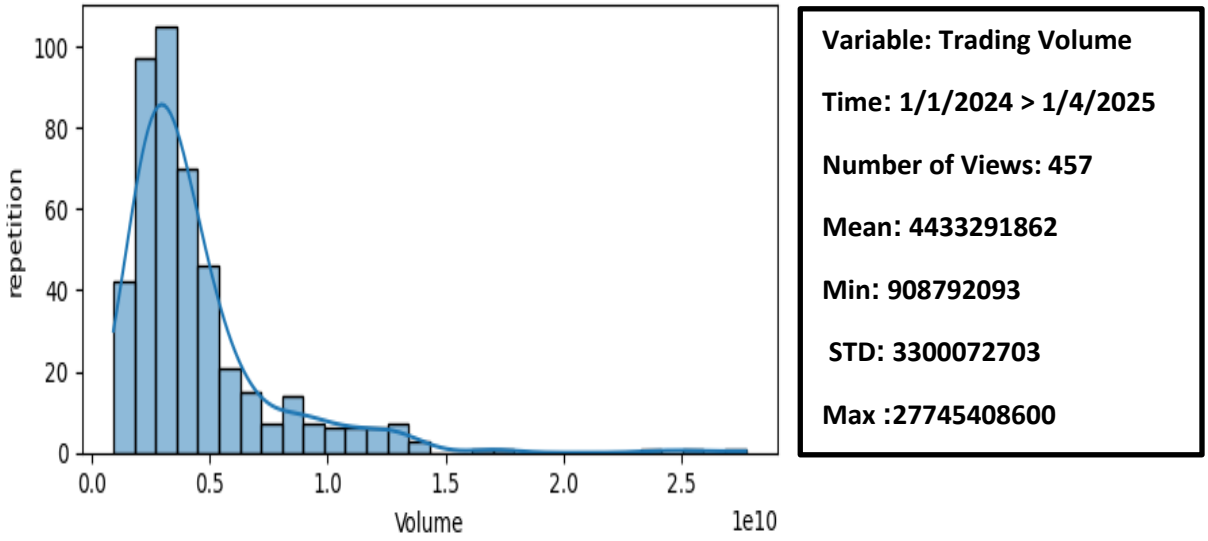
1- عرض نتائج التحليل الوصفي والقيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة

يتناول هذا العنصر عرض نتائج التحليل الوصفي والقيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة، بهدف إعطاء نظرة أولية حول خصائص البيانات وتوزيعها قبل الشروع في التحليل القياسي

1.1 عرض نتائج التحليل الوصفي للمتغير التابع

بعد الانتهاء من تبويب البيانات وتنظيفها ومعالجتها ، يتناول هذا العنصر عرض الخصائص الوصفية للمتغير التابع بهدف الوقوف على سلوك هذا المتغير خلال فترة الدراسة. ويشمل ذلك عرض أهم المقاييس الإحصائية مثل الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، الحدين الأدنى والأقصى، بالإضافة إلى رصد مدى تشتت البيانات. يساهم هذا التحليل في تكوين فهم أولي لطبيعة البيانات قبل الانتقال إلى النماذج القياسية.

الشكل رقم 10 : نتائج الدراسة الوصفية للمتغير التابع



المصدر: إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات pyrhon مكتبات Pandas وmatplotlib

يتضح من الشكل أن متغير حجم التداول خلال الفترة الممتدة من 2024/1/1 إلى 2025/4/1 قد تم تحليله وصفياً بناءً على 457 مشاهدة. ويُظهر التمثيل البياني أن توزيع حجم التداول يتسم بإنحراف إيجابي، حيث تتركز معظم القيم عند المستويات المنخفضة، مع وجود عدد قليل من القيم العالية جداً، كما يبيّن التحليل الإحصائي أن المتوسط الحسابي لحجم التداول بلغ 4,43 مليار، في حين أن الانحراف المعياري بلغ 3,30 مليار، مما يشير إلى تشتت ملحوظ في البيانات، أما القيمة الصغرى فبلغت 9.08 مليار، في حين وصلت القيمة العظمى إلى 27,74 مليار، وهو ما يعكس تفاوتاً كبيراً في أحجام التداول بين الفترات المختلفة.

2.1 عرض نتائج التحليل الوصفي للمتغيرات المستقلة

يوضح الجدول التالي التحليل الوصفي للمتغيرات المستقلة

الجدول رقم 12 : نتائج الدراسة الوصفية للمتغيرات المستقلة

Max	STD	Min	Mean	المتغير
11.99	2.58	1.25	5.55	**TVL**
110.90	12.15	1.86	13.30	**NetworkFees**
127785165817	19854297812	36111047577	74719039456	**MarketCap**
8819685	1952960.66	303054.00	2498494.22	**ActiveAddress**
4865.00	387.86	2142.00	2977.63	**TPS**
7.00	0.69	0.00	0.23	**dApps**
22457779	2378677.07	58637	1581848.28	**NFTs**
2020	219.00	1008	1365.33	**Validators**
3910000000000	565998836996	1630000000000	2643194748358	**MarketVolume**
109.96	2.14	98.28	104.40	**DXY**
94.00	18.55	10.00	60.59	**FearGreed**

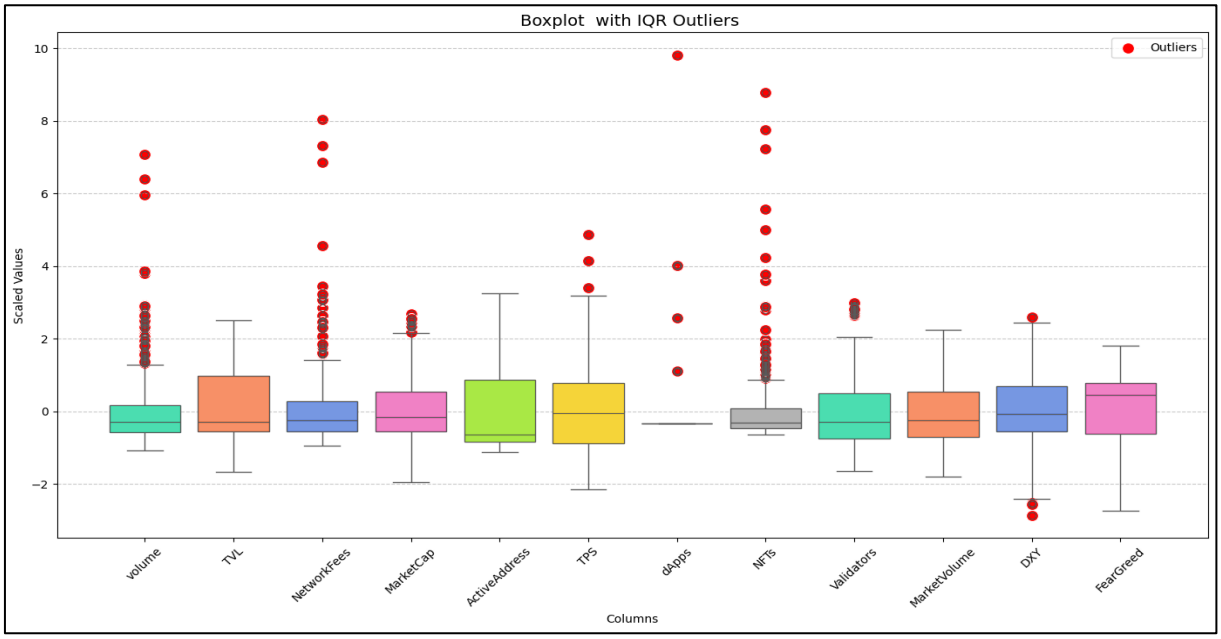
المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***Pandas***

يقدم الجدول ملخصاً إحصائياً للمتغيرات المستقلة، حيث أن متوسط إجمالي القيمة المقفلة TVL كان 5.55 مليار دولار، ومتوسط رسوم الشبكة اليومية NetworkFees حوالي 13.30 مليار دولار، ويظهر الجدول أيضاً تقلبات ملحوظة في قيم هذه المتغيرات، مثل المدى الواسع للقيمة السوقية MarketCap وعدد العناوين النشطة ActiveAddress، كما يشير الانحراف المعياري المرتفع لبعض المتغيرات مثل TPS وValidators إلى تباين كبير في هذه المتغيرات خلال فترة الدراسة.

3.1 عرض نتائج القيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة

تم إستخدام مخطط الصندوق Boxplot الذي يقدم نظرة سريعة على توزيع كل متغير، ويبرز بشكل واضح ما إذا كانت القيم متطرفة موجودة أم لا.

الشكل رقم 11: توزيع القيم المتطرفة لمتغيرات الدراسة



المصدر: مخرجات لغة pyrhon مكتبة matplotlib

يمثل الخط داخل الصندوق الوسيط (القيمة التي تقسم البيانات إلى نصفين)، بينما تمثل حافتا الصندوق الربيع الأول (Q1) والربيع الثالث (Q3) المدى بينهما هو المدى الربيعي (IQR) الذي يقيس تشتت منتصف البيانات، النقاط الحمراء تمثل القيم المتطرفة لكل متغير من متغيرات الدراسة.

ويُظهر المخطط وجود القيم المتطرفة في عدة متغيرات، خصوصاً في الجانب العلوي لها مثل حجم التداول Volume، رسوم الشبكة NetworkFees، الرموز غير القابلة للاستبدال NFTs، عدد المعاملات في الثانية TPS، والتطبيقات اللامركزية dApps، هذا طبيعي في هذا النوع من الدراسات التي تكون عواملها مرتبطة بالتداول وتقلبات الاسعار لكن وجب الانتباه عند القيام بالإختبارات اللاحقة.

2- دراسة إستقرارية متغيرات الدراسة

1.2 عرض نتائج إختبار ADF للثبات

تم استخدام اختبار ديكي-فولر الموسّع ADF للكشف عن مدى إستقرارية المتغيرات الداخلة في نموذج الدراسة، وذلك لضمان عدم وجود جذور الوحدة (Unit Root) التي قد تؤثر سلبًا على مصداقية النتائج الإحصائية. وقد طُبّق الاختبار على كل من المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، وقد تم الحصول على النتائج التالية :

الجدول رقم 13 : نتائج إختبار ADF

المتغير	ADF Statistic	p-value	ثابت عند 5%
Volume	**-3.245**	**0.0175**	نعم
TVL	**-1.375**	**0.594**	لا
NetworkFees	**-3.184**	**0.0209**	نعم
MarketCap	**-2.227**	**0.1966**	لا
ActiveAddress	**-1.279**	**0.6387**	لا
TPS	**-9.335**	0	نعم
DApps	**-5.033**	0	نعم
NFTs	**-6.476**	0	نعم
Validators	**-3.29**	**0.0153**	نعم
MarketVolume	**-1.876**	**0.3432**	لا
DXY	**-2.545**	**0.1048**	لا
FearGreed	**-2.596**	**0.0938**	لا

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

أظهرت نتائج الاختبار أن بعض المتغيرات ثابتة عند مستوى 5%، مما يعني أنها لا تحتوي على جذر وحدة ويمكن إستخدامها مباشرة في نماذج ARDL دون الحاجة إلى تحويل إضافي، وهذه المتغيرات كما وضحت في الجدول (volume, NetworkFees, TPS, dApps, NFTs, Validators).

أما (TVL, MarketCap, ActiveAddress, MarketVolume, DXY, FearGreed) هذه المتغيرات غير ثابتة، وليست مستقرة في المستوى (**p-value > 0.05**)، مما يعني أنها تحتوي على جذر وحدة وتحتاج إلى دراسة ما إذا لم تكن من الدرجة الثانية **I(2)**، مما يستدعي القيام بالتفاضل الأول (First Differencing).

2.2 عرض نتائج الفرق الأول للمتغيرات غير الثابتة

تم أخذ الفرق الأول للمتغيرات غير الثابتة (First Difference)، لمعرفة ما أذا كانت بقية المتغيرات التي تحتوي على جذر الوحدة هي من الدرجة الأولى أم من الدرجة الثانية، ثم تم إجراء إختبار ADF مرة أخرى.

الجدول رقم 14 : نتائج إختبار ADF (بعد الفرق الأول)

المتغير بعد الفرق	ADF Statistic	p-value	ثابت عند 5%
TVL	-8.851	0	نعم
MarketCap	-22.742	0	نعم
ActiveAddress	-5.638	0	نعم
MarketVolume	-22.417	0	نعم
DXY	-15.952	0	نعم
FearGreed	-14.697	0	نعم

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

جميع المتغيرات غير الثابتة أصبحت ثابتة بعد أخذ الفرق الأول، حيث أن p-value = 0 (أقل بكثير من 0.05)، وهذا يعني أنه لا توجد متغيرات تحتوي على جذر الوحدة من الدرجة الثانية، ويمكن الآن إستخدام هذه المتغيرات في نموذج ARDL.

3- تحديد فترة الابطاء المثلى

قبل تقدير العلاقة في الأجلين القصير والطويل وفق منهجية ARDL بين متغيرات الدراسة، لابد من معرفة فترات الإبطاء المثلى لهذه المتغيرات وبناء النموذج الامثل.

في البداية تم بتحديد صيغة النموذج الأولي بناءً على متغيرات الدراسة، حيث تم تحديد أعلى قيمة إبطاء بإستعمال إختبار PACF الذي أعطى نتيجة lag*y=2 حيث أن هبوط القيمة الثالثة 0.05- والقيم ما بعدها أكد أن النموذج المناسب هو النموذج الخاص بالقيمة الثانية وفق هذه النتيجة :

PACF volume:{1/0.72/0.28/-0.05/0.03/-0.01/-0.02/0.01/**0.00**/ 0.00}

أما بالنسبة لإختبارات AIC وBIC وHQIC، كانت نتائجها غير مرضية لأنها أظهرت قيمًا عالية جدا، فهذه المشكلة يمكن أن تجعل نتائج إختيار فترات الإبطاء غير موثوقة، والأهم من ذلك، ستجعل معاملات نموذج ARDL النهائي غير مستقرة وذات تباين عالٍ جدًا، مما يُصعّب تفسير التأثيرات للمتغيرات.

AIC	BIC	HQ
20517.535	20562.455	20517.535

الحل يتضمن تحويل المتغيرات لوغاريتميا لتقليل التباين، زيادة عدد الإبطاءات، وأيضا النظر في أي متغيرات تحتوي على قيم صفرية وحذفها، وكذلك دراسة الإرتباط الخطي وذلك بفحص المتغيرات المسببة للمشكلة بإستعمال معامل التضخم التبايني VIF وتحليل الارتباط بإستخدام خريطة Heatmap، ومعالجة كل منهما.

1.3 التحويل اللوغارتمي لمتغيرات الدراسة

نظرًا لطبيعة السلسلة المدروسة، والتي تتصف بالتذبذب وعدم الثبات في القيم الخاصة بها، فقد تم تحويل القيم الأصلية إلى اللوغاريتم الطبيعي بهدف تقليل التباين العالي وتسهيل تفسير العلاقات بين المتغيرات، كما أن هذا التحويل يساعد في تقريب السلاسل من الحالة المستقرة دون فقدان المعلومات الجوهرية.

2.3 تحليل العلاقات بين المتغيرات

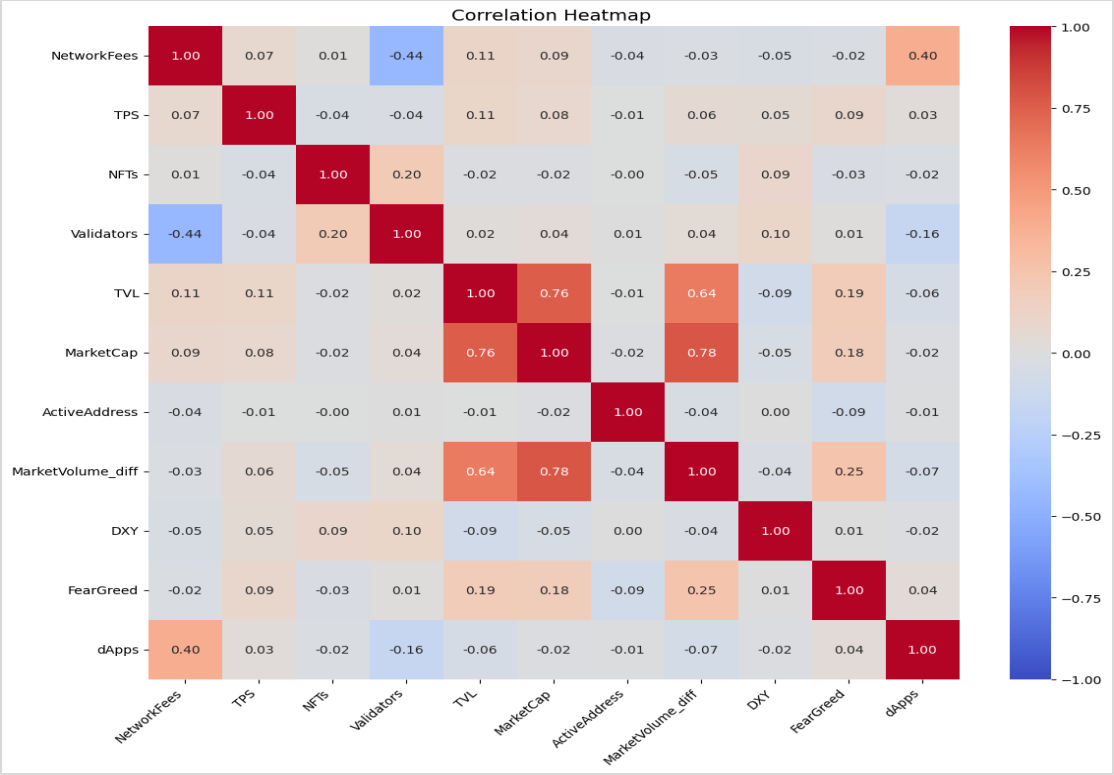
تهدف هذه الخطوة إلى فهم العلاقات بين المتغيرات المستقلة وتقييم ملاءمتها للإستخدام في نموذج ARDL، من خلال تحليل إستكشافي وكمي للتأكد من أن المتغيرات المستقلة مناسبة للإستخدام في النموذج دون تأثير تعدد خطي.

تم إستخدام البيانات بعد أخذ الفرق الأول للمتغيرات غير الثابتة (بناءً على اختبار ADF)، لضمان الاستقرار الزمني، حيث يساعد هذا النهج في تقديم صورة دقيقة عن توزيع المتغيرات ومعالجة القيم المتطرفة.

1.2.3 عرض نتائج تحليل الارتباط

تم إستخدام **Correlation Heatmap** لتصور العلاقات الخطية بين المتغيرات المستقلة وتقدير قوتها الكمية بإستخدام معاملات الارتباط لبيرسون، وذلك لإكتشاف الأنماط والعلاقات القوية بين المتغيرات. تقدم هذه الخريطة إنطباعًا بصريًا دقيقًا قبل تحليل للتعدد الخطي

الشكل رقم 12: تحليل الارتباط بإستخدام Heatmap



المصدر: مخرجات لغة pyrhon مكتبة matplotlib

الخريطة الحرارية أظهرت أن هناك :

- إرتباطات إيجابية قوية (قريبة من +1)

- ✓ بين MarketCap وTVL: معامل الارتباط =0.76 يشير هذا إلى أنه كلما زادت القيمة السوقية، زاد إجمالي القيمة المقفلة للزيادة، والعكس صحيح.
- ✓ بين MarketCap وMarketVolume: معامل الارتباط =0.78 علاقة قوية مماثلة، تشير إلى أن القيمة السوقية وحجم التداول يتحركان معا.

- ✓ بين TVL وMarketVolume: معامل الارتباط =0.64 ارتباط إيجابي معتدل إلى قوي.

- إرتباطات إيجابية معتدلة

- ✓ بين NetworkFees وValidators : معامل الارتباط =0.44- يشير هذا إلى وجود علاقة عكسية؛ ربما زيادة عدد المدققين قد تؤدي إلى انخفاض رسوم الشبكة (نتيجة زيادة كفاءة الشبكة) أو العكس.

- إرتباطات ضعيفة

- ✓ معظم الأزواج الأخرى من المتغيرات تظهر إرتباطات ضعيفة (قريبة من الصفر).

تشير هذه النتائج إلى إحتمال وجود مشكلة إرتباط خطي متعدد بين MarketCap, TVL وMarketVolume.

2.2.3 معامل التضخم التبايني VIF

يقيس VIF مدى زيادة التباين المقدر للمتغيرات بسبب وجود تعددية خطية لهذه المتغيرات المستقلة في النموذج بشكل عام، وكانت النتيجة كالتالي :

الجدول رقم 15: نتائج إختبار VIF

المتغير	VIF
NetworkFees	2.972082
TPS	31.115661
NFTs	1.537938
Validators	27.627417
DApps	1.343968
TVL	2.527574
MarketCap	3.803926
ActiveAddress	1.012505
MarketVolume	2.796746
DXY	1.020406
FearGreed	1.093328

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

3.3 فترة الابطاء المثلى

بعد إجراء تحويل لوغاريتمي للمتغيرات وحذف متغير (DApps) الذي يحتوي على العديد من القيم الصفرية وزيادة الحد الأعلى للإبطاءات، وبعدها إعادة تقدير فترة الإبطاء المثلى، تم الإبقاء على المتغيرات ذات الارتباط العالي داخل النموذج، نظرًا لأن الحلول السابقة ساعدت فعليًا في حل المشاكل.

كما أن النتائج الإحصائية للنموذج أظهرت إستقرارًا ودقة في قيم AIC، BIC وHQIC حيث أن النتائج كانت في أدنى مستوياتها، مما يدعم صلاحية النموذج والإحتفاظ بالمتغيرات دون الحاجة إلى حذف أي منها.

AIC	BIC	HQ
0.633843	0.806763	0.701985

وعليه إن فترة الأبطاء المثلى كالتالي:

ARDL (3,0,1,0,0,2,0,0,2,0,0)

وذلك بالترتيب التالي :

Volume, Validators, TVL, TPS, NFTs, NetworkFees, MarketVolume, MarketCap, ActiveAddress, DXY, FearGreed

ثانيا: تحديد نموذج ARDL

سنتطرق في هذا العنصر إلى قياس النموذج عن طريق إختبار الحدود Bounds Test وكذا معرفة العلاقة في الاجلين القصير والطويل بين متغيرات الدراسة.

1- عرض نتائج اختيار التكامل المشترك وفق اختبار الحدود Bounds Test

تم إختبار التكامل المشترك بإستخدام إختبار الحدود الذي يرتكز على إحصائية فيشر - F Statistics كما هو موضح في الجدول أدناه.

الجدول رقم 16 : نتائج إختبار التكامل المشترك للنموذج وفق إختبار الحدود

ARDL Bounds Test Date : 04/05/25 Time: 03.49 pm Sample : 1/1/2024 1/3/2025 Included observations: 457		
Test Statistic	Value	K
F-statistic	15.42851	10
Bounds Value Critical		
Significance	I(0) Bound	I(1) Bound
10%	1.76	2.77
5%	1.98	3.04
2.5%	2.18	3.28
1%	2.41	3.61

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

أظهرت نتائج إختبار الحدود للتكامل المشترك وفق نموذج ARDL كما هو موضح في الجدول، أن قيمة إحصائية **F** بلغت 15.42851، وعند مقارنتها بالقيم الحرجة لحدود F عند مستويات الدلالة المختلفة (10%، 5%، 2.5%، 1%)، يتبين أن قيمة **F** المحسوبة تفوق الحد الأعلى I(1) لجميع مستويات الدلالة، مما يعني رفض فرضية العدم (H0) وقبول الفرضية البديلة (H1)، التي تقر بوجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات التفسيرية في النموذج، أي وجود علاقة توازنية طويلة الأجل.

2- عرض نتائج تقدير معلمات النموذج في الأجل الطويل

بعد التأكد من وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات من خلال إختبار التكامل المشترك، أصبح من الضروري الانتقال إلى المرحلة التالية والمتمثلة في تقدير معلمات الأجل الطويل. يهدف هذا التقدير إلى تحديد مدى تأثير كل متغير مستقل على المتغير التابع في المدى البعيد، مما يسمح بفهم طبيعة العلاقة البنيوية بين المتغيرات داخل النموذج. ويُعد هذا التقدير خطوة أساسية لفهم التفاعلات الاقتصادية أو المالية محل الدراسة، كما يُمهّد لتحليل الأجل القصير من خلال نموذج تصحيح الخطأ.

الجدول رقم 17 : تقدير المعلمات في الأجل الطويل

Long-Run Coefficients **Date:** 04/05/25 **Time:** 03.49 **pm** **Sample: 1/1/2024 1/3/2025** **Volume :Dependent variable** **Included observations: 457**				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.**
VAL IDATORS	-1.738959	0.798802	-2.176959	0.0300
TVL	-19.11699	9.252567	-2.066129	0.0394
TPS	0.497765	0.832381	0.598002	0.5502
NFTS	0.142469	0.111816	1.274139	0.2033
NETWORKFEES	8.759009	2.279258	3.842921	0.0001
MARKETVOLUME	-22.19840	8.439607	-2.630265	0.0088
MARKETCAP	17 26134	6.338997	2.723040	0.0067
ACTIVEADDRESS	4.640348	1.988275	2.333856	0.0201
FearGreed	-0.007 108	0.016760	-0.424107	0.6717
DXY	-0.233527	0.255905	-0.912556	0.3620
C	28.64441	8.442237	3.392988	0
CointEq Equation				
CointEq = VOLUME- (-1.7390* VALIDATORS -19.1170* TVL + 0.4978* TPS+ 0.1425* NFTS +8.7590* NETWORKFEES -22.1984*MARKETVOLUME + 17.2613* MARKETCAP + 4.6403* ACTIVEADDRESS -0.0071*FEARGREED -0.2335*DXY + 28.6444)				

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

بناءً على الجدول نلاحظ أن بعض المتغيرات تحمل معاملات ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5%، ما يشير إلى وجود علاقة طويلة الأجل بينها وبين المتغير التابع Volume، بينما متغيرات أخرى لم تظهر دلالة معنوية، مما ينفي وجود علاقة مستقرة معها على المدى الطويل. متغير VALIDATORS يحمل إشارة سالبة وقيمة معنوية

(P=0.0300)، مما يدل على وجود علاقة عكسية في المدى الطويل،. متغير TVL أيضًا له دلالة إحصائية (P=0.0394) ومعامل سالب (-19.11699)، ما يشير إلى علاقة عكسية مع حجم التداول.

أما MARKETVOLUME وMARKETCAP وACTIVEADDRESS جميعها تمتلك معاملات موجبة ودلالات إحصائية قوية (P < 0.01)، ما يدل على علاقات طردية بين هذه المتغيرات وحجم التداول.

بينما متغيرات مثل TPS، NFTs، FearGreed وDXY لم تظهر دلالة إحصائية (P > 0.05)، ما يعني عدم وجود علاقة مستقرة طويلة الأجل لها مع حجم التداول في هذا النموذج.

وبناءً عليه تمت صياغة المعادلة طويلة الأجل لحجم التداول كما يلي:

CointEq = VOLUME- (-1.7390* VALIDATORS -19.1170* TVL+ 0.4978* TPS+ 0.1425* NFTS +8.7590* NETWORKFEES -22.1984*MARKETVOLUME + 17.2613* MARKETCAP + 4.6403* ACTIVEADDRESS- 0.0071*FEARGREED -0.2335*DXY + 28.6444)

بالتالي، فإن النموذج يُظهر وجود علاقات طردية وعكسية بين حجم التداول وعدد من المتغيرات ذات التأثير الطويل الأجل، مما يساهم في فهم محددات السوق الرقمية بشكل أفضل.

3- عرض نتائج تقدير معلمات النموذج في الأجل القصير

بعد تقدير معلمات الأجل الطويل وتحديد العلاقة التوازنية بين المتغيرات، يتم الانتقال إلى تقدير معلمات الأجل القصير من خلال نموذج تصحيح الخطأ (ECM). يهدف هذا التقدير إلى قياس سرعة تعديل المتغيرات نحو التوازن بعد حدوث أي صدمة قصيرة الأجل، بالإضافة إلى تحديد طبيعة العلاقة الديناميكية بين المتغيرات على المدى القصير. وتكمن أهمية هذا التحليل في قدرته على إبراز مدى استجابة المتغير التابع للتغيرات اللحظية في المتغيرات المستقلة، مما يعزز من دقة التفسير الكمي للنموذج ويوفر مؤشرات مهمة لصانعي القرار.

الجدول رقم 18 : تقدير نموذج تصحيح الخطأ ECM في المدى القصير

Short-Run Coefficients (ECM) **Date:** 04/05/25 **Time:** 03.49 **pm** **Sample: 1/1/2024 1/3/2025** **Included observations: 457**				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.**
Volume (-1)	-0.147917	0.033311	-4.440501	0
Validators	-0.257221	0.129481	-1.986553	0.0476
TVL	-2.827724	1.125434	-2.512563	0.0123
TPS	0.073628	0.121882	0.604090	0.5461
NFTs	0.021073	0.017039	1.236747	0.2169
NetworkFees	1.295604	0.146830	8.823855	0
MarketVolume	-3.283517	1.001774	-3.277701	0.0011
MarketCap	2.553243	0.700612	3.644303	0.0003
ActiveAddress	0.686385	0.233345	2.941501	0.0034
FEARGREED *	-0.001051	0.002478	-0.424365	0.67 15
DXY **	-0.034543	0.037 176	-0.929159	0.3533
D. VOLUME (-1)	-0.273405	0.048058	-5.689095	0
D.VOLUME (-2)	-0.240635	0.044570	-5.399016	0
D.TVL	-1.829657	0.952549	-1.920802	0.0554
D.NETWORKFEEs (-1)	0.597852	0.065787	9.087684	0
D.NETWORKFEEs (-1)	-0.303357	0.070762	-4.286982	0
D.ACTIVEADDRES (-1)	0.072363	0.099805	0.725038	0.4688
D.ACTIVEADDRES (-**2**)	-0.206546	0.104092	-1.984264	0.0479
C	4.236989	1.638546	2.585822	0.0100

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

من خلال الجدول، نلاحظ أن إحصائية (t-Statistic) وقيم الاحتمال (.Prob) تشير إلى أن بعض المتغيرات تمتلك معنوية إحصائية عند مستوى 5%، في حين أن متغيرات أخرى ليست معنوية إحصائيًا. على سبيل المثال، متغير Volume**(-1)** يحمل معاملًا سالبًا (-0.147917) وهو معنوي إحصائيًا عند مستوى 5% (P=0.000)، مما يدل على

وجود علاقة عكسية قصيرة الأجل بين هذا المتغير والمتغيرات الأخرى في النموذج، مع وجود إمكانية لتصحيح الخطأ نحو التوازن طويل الأجل، الأمر نفسه ينطبق على متغير Validators عند (P=0.0476)، و(P=0.0123) TVL، واللذان أيضًا معنويان إحصائيًا. أما باقي المتغيرات مثل TPS وNFTs، فإنها غير معنوية إحصائيًا عند مستوى 5%، مما يعني عدم وجود علاقة ديناميكية قصيرة الأجل بين هذه المتغيرات والمتغير التابع.

فيما يتعلق NetworkFees يحمل معنوية إحصائية عالية جدًا (P=0.000)وكذلك متغيرات مثل MarketVolume، MarketCap، وActiveAddress، مما يشير إلى الدور الفعال لهذه المتغيرات في تفسير التغيرات قصيرة الأجل. بينما متغير DXY ليس معنويًا (P=0.3533)، وهو ما يضعف إمكانية الاعتماد عليه في تفسير التقلبات في الأجل القصير.

وأخيرًا، تشير القيم السالبة لبعض المعاملات إلى إتجاه تصحيحي نحو التوازن طويل الأجل، وهو ما يعزز فكرة وجود نموذج **ECM** فعال في الربط بين الحركتين القصيرة والطويلة الأجل، كما أن معامل الثابت **(C)** معنوي إحصائيًا، مما يعزز مصداقية النموذج، بالتالي يمكننا القول أن بعض المتغيرات تظهر تأثيرًا واضحًا في المدى القصير، بينما تفتقر متغيرات أخرى إلى هذه العلاقة، وهو ما يدعم جزئياً وجود علاقة قصيرة الأجل في دراستنا الحالية .

ثالثا: الاختبارات البَعدية

1- عرض نتائج الاختبارات التشخيصية للنموذج

للتأكد من جودة النموذج، يستلزم التطرق إلى الإختبارات التشخيصية كما هي موضحة تاليا.

1.1 اختبار الإرتباط التسلسلي للبواقي Breusch-Godfrey Serial Correlation

يُستخدم إختبار الإرتباط التسلسلي **Breusch-Godfrey** للتحقق من وجود إرتباط ذاتي بين بواقي النموذج.

الجدول رقم 19: مضاعف لاغرنج LM للإرتباط التسلسلي للبواقي

LM Test			
F - Statistique	3.160060	**Prob. F (2,432)**	0.6839
Obs* R -Squared	3.151971	**Prob. Chi-Square (2)**	0.6716

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

يلاحظ من خلال الجدول أن القيمة الإحصائية المحتسبة لفيشر لاختبار الارتباط التسلسلي للبواقي بلغت (3.160060) بقيمة احتمالية 0.6839، وعليه نقبل فرضية العدم القائلة بخلو النموذج المقدر من مشكلة الارتباط التسلسلي.

2.1 اختبار عدم ثبات تباين الأخطاء Heteroskedasticity Test

يستخدم إختبار عدم ثبات تباين الأخطاء **Heteroskedasticity Test** للتحقق مما إذا كان تباين الأخطاء (البواقي) ثابتاً أم متغيراً.

الجدول رقم 20: إختبار التغاير الشرطي ARCH لثبات التباين

ARCH Test			
F - Statistique	3.160060	**Prob. F (1,450)**	0.0761
Obs* R -Squared	3.151971	**Prob. Chi-Square (1)**	0.0758

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

يلاحظ من الجدول أن القيمة الإحصائية المحتسبة لفيشر لاختبار عدم ثبات التباين بلغت (3.160060) بقيمة احتمالية0.0761، وعليه نقبل فرضية العدم القائلة بثبات التباين في النموذج المقدر.

3.1اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية Normality Test

يُستخدم إختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية **Normality Test** للتحقق مما إذا كانت بواقي النموذج تتبع التوزيع الطبيعي.

الجدول رقم 21: إختبار جارك- بيرا Jarque-Bera للتوزيع الطبيعي

Jarque-Bera Test			
Jarque-Bera	4.131051	**Prob**	0.126752

المصدر: *إعداد الطالب بالإعتماد على مخرجات* ***pyrhon*** *مكتبة* ***statsmodels***

يلاحظ من الجدول أن القيمة الإحصائية المحتسبة لفيشر لاختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية قد بلغت (4.131051) بقيمة إحتمالية0.126752، وعليه نقبل فرضية العدم القائلة بأن الأخطاء العشوائية تتوزع توزيعاً طبيعياً.

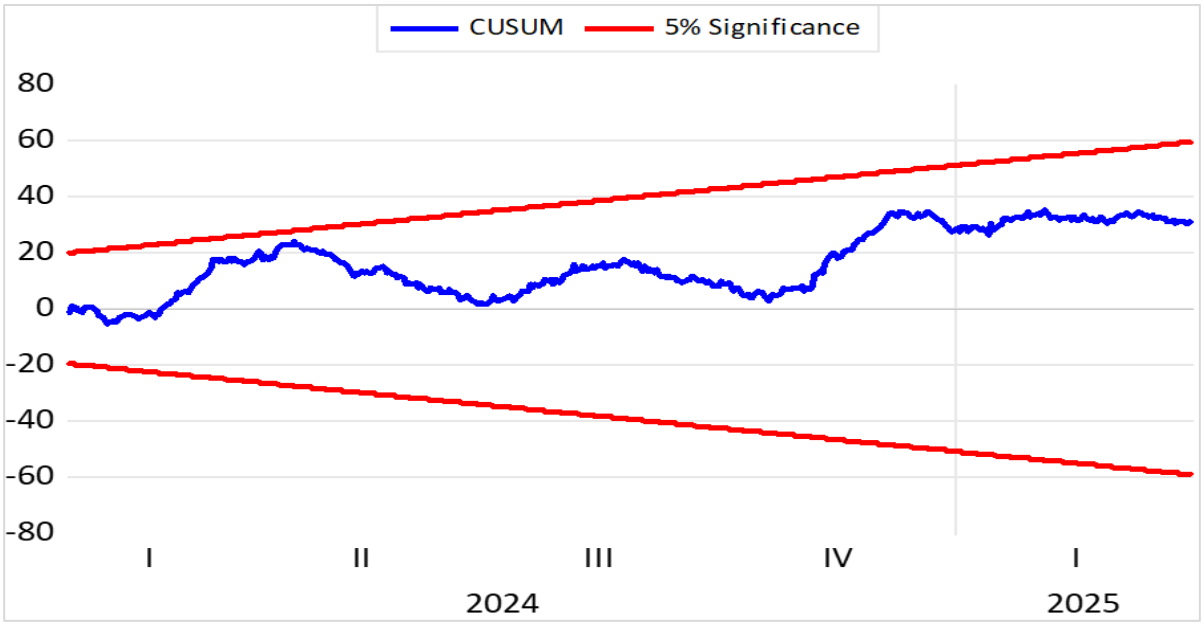
2- عرض نتائج اختبارات الإستقرار الهيكلي للنموذج

تستخدم هذه الإختبارات للتحقق ما إذا كانت العلاقة بين المتغيرات لا تتغير خلال فترة الدراسة أو أن النموذج يوضح نتائج صحيحة.

1.2 إختبار CUSUM

يُستخدم إختبار **CUSUM** للتحقق من إستقرار معاملات النموذج.

الشكل رقم 13: إختبار CUSUM للإستقرار



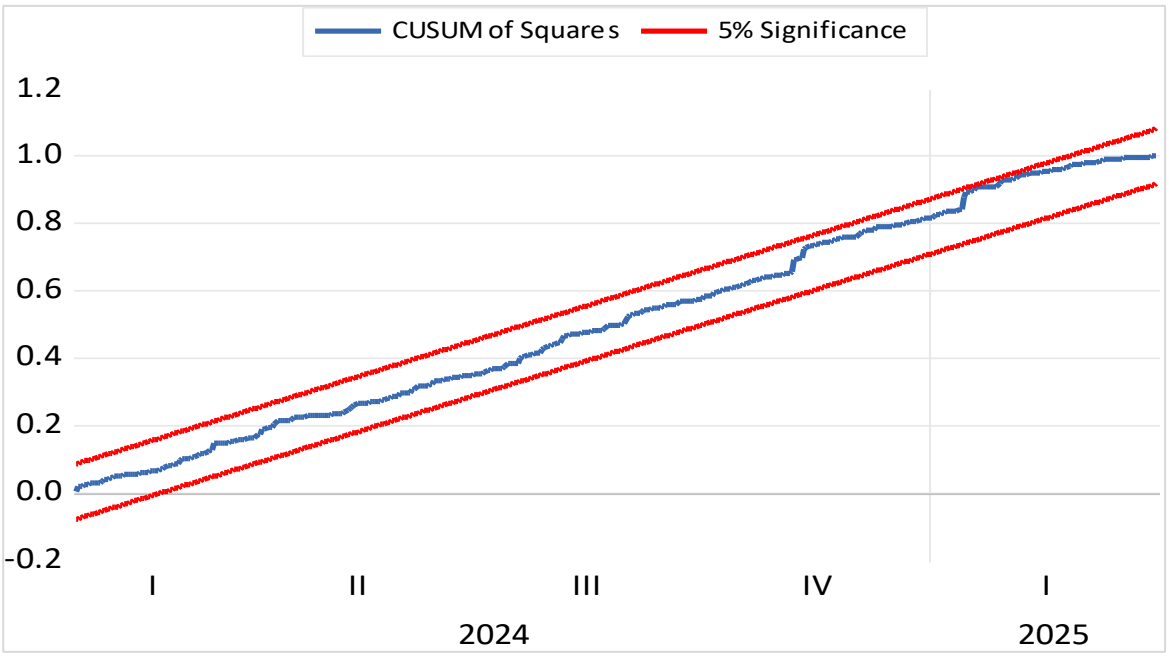
المصدر: مخرجات لغة pyrhon مكتبة matplotlib

تظهر نتائج إختبار **CUSUM** من خلال الشكل السابق أن خط الإحصائية المحسوبة يقع ضمن حدود الثقة عند مستوى 5% طوال فترة الدراسة. هذا يدل على إستقرار معاملات النموذج.

2.2 إختبار CUSUM of squares

يستخدم إختبار **CUSUM of squares** للتحقق من أن الأخطاء لا تتغير بشكل مفاجئ.

الشكل رقم 14: إختبار CUSUMSQ للإستقرار



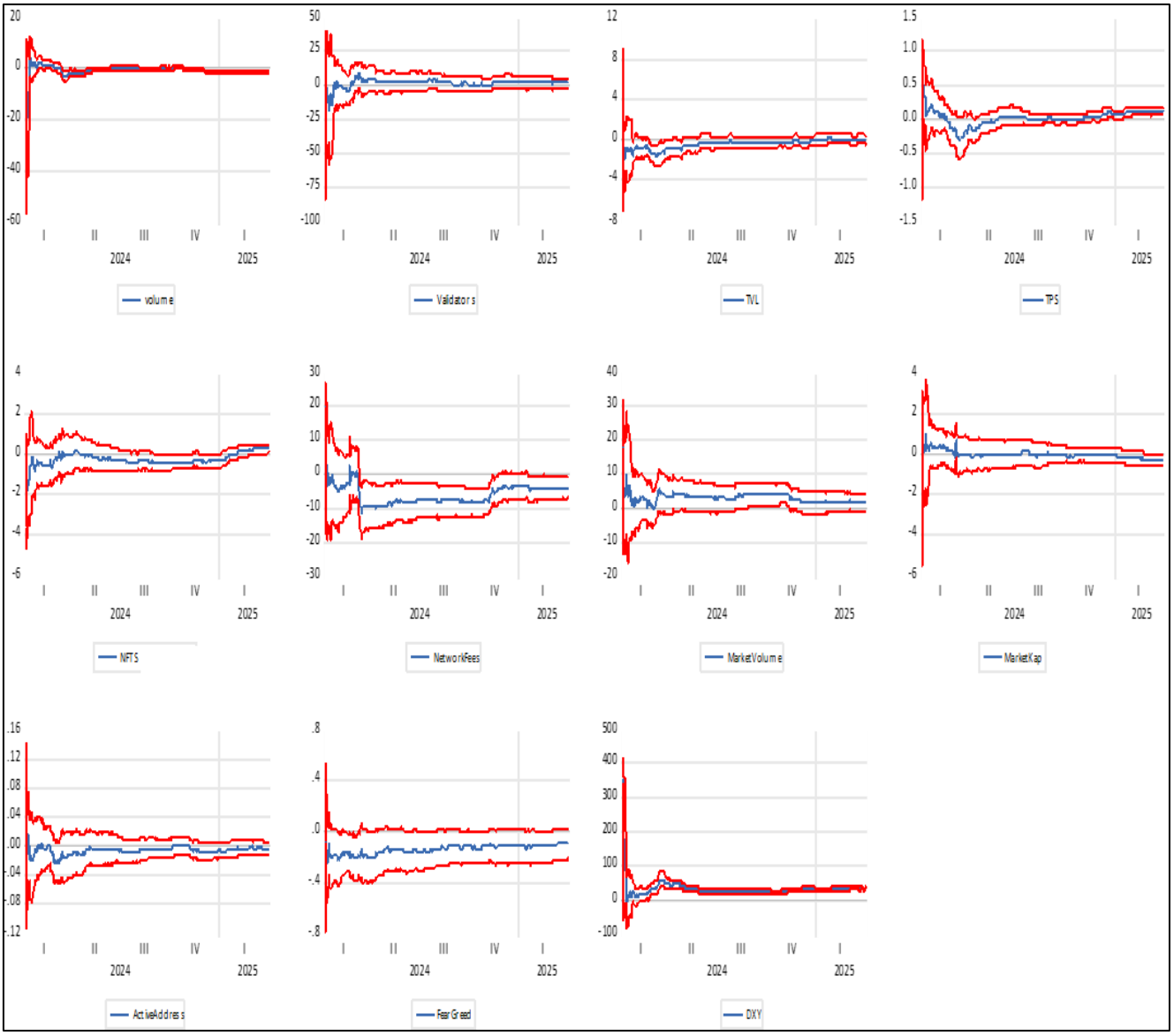
المصدر: مخرجات لغة pyrhon مكتبة matplotlib

تظهر نتائج إختبار **CUSUM of Squares** من خلال الشكل السابق أن خط الإحصائية المحسوبة يقع ضمن حدود الثقة عند مستوى 5% طوال فترة الدراسة، هذا يدل على عدم وجود تغيرات هيكلية مفاجئة في العلاقة بين المتغيرات أو في تباين الأخطاء.

3- عرض نتائج إختبار إستقرار المعاملات الزمنية Recursive Estimates Test

يستخدم إختبار إستقرار المعاملات الزمنية **Recursive Estimates Test** للتأكد من أن معملات المتغيرات مستقرة عبر الزمن .

الشكل رقم 15: إختبار إستقرار المعاملات الزمنية



المصدر:** مخرجات لغة **pyrhon** مكتبة **matplotlib

يؤكد إختبار إستقرار المعاملات الزمنية كما هو موضح في الشكل الفارط نتيجة الإختبارات التي تسبقه، حيث تظهر معاملات المتغيرات المختلفة إستقراراً نسبياً وتبقى ضمن نطاقات الثقة عبر الزمن.

وتشير هذه الاختبارات مجتمعة إلى أن النموذج مستقر وموثوق به خلال فترة الدراسة.

المطلب الثاني: تحليل ومناقشة النتائج

في هذا المطلب تم تحليل ومناقشة النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة التطبيقية لأثر تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة والتي تكشف على مجموعة من النتائج التي يمكن أن تثبت أو تنفي فرضيات البحث، وذلك بالاعتماد على التحليل الإحصائي الذي يعتبر أداة التحليل الأنسب لذلك.

أولا: تحليل ومناقشة نتائج التحليل الوصفي

1- تحليل ومناقشة نتائج التحليل الوصفي للمتغير التابع

تشير نتائج التحليل الوصفي للمتغير التابع التي يوضحها الشكل رقم (10) إلى أن متوسط حجم التداول والانحراف المعياري الكبيرين يبينان وجود تفاوتات جوهرية بين الفترات الزمنية المدروسة، ما يعكس تأثر هذا المتغير بعدد من العوامل يمكن أن تكون هذه العوامل هي المتغيرات المستقلة المذكورة سلفا، ومن خلال ملاحظة التوزيع غير المتماثل والمنحرف نحو اليمين في الشكل، يمكن إستنتاج أن السوق شهد فترات من النشاط المرتفع بشكل غير إعتيادي.

وتشير بعض من الدراسات السابقة تشير إلى أن إرتفاع حجم التداول يعد مؤشراً على تبني أوسع للبلوكتشين وزيادة السيولة، فدراسة (Ali & Salman, 2023) وجدت أن الارتفاع المستمر في حجم التداول يُعد مؤشرًا غير مباشر على نضج تبني البلوكتشين في الأسواق المالية، كما أن دراسة (Nasser & Al-Taie, 2022) أشارت إلى أن إعتماد تقنية البلوكتشين يزيد من سيولة الأصول الرقمية، مما يحفز مزيدًا من التداولات اليومية، التقلبات الكبيرة الملاحظة في حجم تداول سولانا تتسق أيضاً مع ما ذكرته دراسة (Sabah & Younis, 2022) بأن أداء البلوكتشين (إستقراره أو عدمه) يؤثر بشكل مباشر على إستقرار السيولة والتقلب السعري.

2-تحليل ومناقشة نتائج التحليل الوصفي للمتغيرات المستقلة

يُظهر الجدول رقم (12) الخاص بالدراسة الوصفية للمتغيرات المستقلة، والجداول (9) و(10) و(11) تفاصيل هذه المتغيرات.

شهدت المتغيرات المستقلة المدروسة والموضحة في الجداول المذكورة تباينًا ملحوظًا من حيث القيم الوسطية والانحرافات المعيارية، ما يعكس إختلاف مستويات التأثير المحتمل لكل متغير. بلغ متوسط إجمالي القيمة المقفلة (TVL) نحو 5.55 مليار دولار، وهو ما يشير إلى حجم السيولة المقفلة في البروتوكولات اللامركزية خلال فترة الدراسة.

كما بلغ متوسط رسوم الشبكة اليومية (NetworkFees) حوالي 13.30 دولار، ما يعكس مستوى النشاط والتفاعل على الشبكة، من جهة أخرى يظهر أن القيمة السوقية (MarketCap) سجلت متوسطًا مرتفعًا جدًا بلغ حوالي 7.47 تريليون دولار، مع إنحراف معياري كبير، مما يدل على تذبذب واسع في هذه القيمة نتيجة لتغيرات السوق. كما لوحظ إرتفاع متوسط عدد العناوين النشطة (ActiveAddress) إلى حوالي 2.49 مليون عنوان، ما يعكس درجة تفاعل المستخدمين مع الشبكة، وفيما يتعلق بعدد المعاملات في الثانية (TPS) بلغ المتوسط نحو 2977.63، بينما سجل عدد التطبيقات اللامركزية (dApps) متوسطًا منخفضًا قدره 0.69 فقط، ما قد يشير إلى تركّز النشاط في عدد محدود من التطبيقات، أما بالنسبة للرموز غير القابلة للاستبدال (NFTs)، فقد بلغ متوسط عددها 1.58 مليون، في حين أن عدد المدققين (Validators) سجل متوسطًا بلغ 1365.33، وهو مؤشر على حجم المشاركة في آليات التحقق، كما بلغ متوسط حجم التداول في السوق (MarketVolume) قيمة ضخمة تُقدّر بـ 264.3 مليار دولار، ما يؤكد على النشاط المرتفع في الأسواق خلال فترة الدراسة، وأخيرًا تراوحت مؤشرات مثل مؤشر الدولار (DXY) ومؤشر الخوف والطمع (Fear & Greed) بين قيم مستقرة نسبيًا بمتوسطات بلغت 104.40 و60.59 على التوالي.

ثانيا: تحليل ومناقشة نتائج معلمات النموذج في الأجلين القصيروالطويل

1- تحليل ومناقشة نتائج معلمات النموذج في الاجل الطويل

بالاعتماد على نتائج تقدير النموذج في الأجل الطويل كما هو موضح في الجدول رقم (17)، يتضح أن هناك علاقة توازنية قوية ومستمرة بين حجم تداول عملة سولانا والمتغيرات المستقلة التي تمثل خصائص شبكة البلوكتشين وتفاعلاتها السوقية والعوامل السوقية الخارجية. فقد أظهرت عدة متغيرات دلالة إحصائية معنوية، من أبرزها NetworkFees وMarketVolume وMarketCap وActiveAddress والتي جاءت بإشارات منطقية ومتوافقة مع النظرية الاقتصادية، حيث كان تأثيرها إيجابيًا على حجم التداول. يشير ذلك إلى أن ارتفاع رسوم الشبكة أو حجم السوق أو القيمة السوقية والعناوين النشطة يعزز التداول في المدى الطويل، بما يعكس إتساع القاعدة السوقية وزيادة الثقة والطلب على العملة.

في المقابل أظهرت متغيرات مثل TVL وValidators أثراً سلبياً ومعنويًا على التداول طويل الأجل، وهو ما يمكن تفسيره بأن الارتفاع في عدد المدققين أو القيمة الإجمالية المقفلة قد يقلل من الحاجة للتحويلات، وبالتالي يخفض من حجم التداول. أما المتغيرات مثل TPS وNFTs وFearGreed وDXY، فقد جاءت معاملات بعضها غير معنوية، ما يشير إلى ضعف تأثيرها الهيكلي في تفسير سلوك التداول على المدى الطويل.

وتكتمل الصورة بنتيجة اختبار الحدود (Bounds Test) التي تم تناولها في جدول (16)، حيث كانت إحصائية F تساوي 15.42851، متجاوزة بوضوح القيمة الحرجة للحد الأعلى عند مستوى معنوية 5%، مما يؤكد وجود تكامل مشترك بين المتغيرات. هذا يدعم فرضية وجود علاقة توازنية طويلة الأجل ويضفي مصداقية أكبر على النتائج المستخلصة من نموذج الأجل الطويل.

2- تحليل ومناقشة نتائج معلمات النموذج في الاجل القصير

بناءً على نتائج نموذج تصحيح الخطأ (ECM) في الأجل القصير من الجدول رقم (18)، وفي ضوء الفرضية الفرعية الأولى التي تفترض وجود أثر معنوي لمتغيرات البلوكتشين على حجم التداول، يمكن القول إن هذه الفرضية قد تم تأكيدها جزئياً. أظهرت النتائج دلالة إحصائية قوية لعدد من المتغيرات المستقلة، ما يشير إلى وجود تأثيرات فورية وديناميكية على حجم التداول. إذ كان لـ Validators وTVL تأثير سلبي ومعنوي، ما يُفسر بأن الزيادة في عدد المدققين أو إرتفاع القيمة الإجمالية المقفلة قد تؤدي إلى إنخفاض التداول في المدى القصير، ربما نتيجة لتعزيز الثقة وتقليل الحاجة لنقل الأصول أو المضاربة عليها في الأجل القصير، في المقابل سجلت NetworkFees أثراً إيجابياً قوياً، وهو ما قد يعكس أن إرتفاع الرسوم يعبر عن زيادة النشاط على الشبكة، وبالتالي إرتفاع حجم التداول. أما MarketVolume فقد أظهر تأثيراً سلبياً، ربما بسبب إرتباطه بعمليات بيع جماعية، في حين أظهرت كل من MarketCap وActiveAddress تأثيرات إيجابية تدعم فرضية أن الزخم السعري ونشاط المستخدمين يسهمان في تحفيز التداول في المدى القصير.

من جهة أخرى فإن أهم نتائج المدى القصير تتمثل في معامل تصحيح الخطأ **(-1)**Volume، الذي بلغ 0.147917- وحقق دلالة إحصائية عالية (P = 0.0000). هذه القيمة السالبة والمعنوية تؤكد وجود آلية فعّالة لتصحيح الاختلالات قصيرة الأجل، حيث يتم تصحيح ما نسبته 14.79% من الانحرافات عن التوازن طويل الأجل في اليوم التالي، مما يعكس إستجابة سريعة نسبياً للتقلبات السوقية، بذلك يمكن القول إن النموذج يثبت وجود علاقة توازنية تربط بين المتغيرات في المدى الطويل، مع قدرة واضحة على تصحيح الانحرافات في الأجل القصير.

وبناءً على ما سبق، **تُقبل الفرضية الفرعية الأولى** والتي تقر **بإمكانية نمذجة العلاقة الديناميكية بين العوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين والممثلة بمتغيرات السيولة والنشاط، العوامل التقنية والخارجية كمتغيرات مستقلة وحجم تداول عملة سولانا كمتغير تابع، وذلك باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية (ARDL) للكشف عن العلاقة في الأجلين القصير والطويل**، كما **تُقبل الفرضية الفرعية الثانية** والتي تقر

بوجود علاقة توازنية بين متغيرات الدراسة وحجم تداول السولانا في المدى الطويل، مع قدرة واضحة على تصحيح الانحر افات في الأجل القصير، حيث أثبتت النتائج أن هناك أثرًا إجماليًا ومعنويًا للعوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين على حجم تداول عملة سولانا في المدى الطويل. ووجود تأثيرات معنوية لبعض متغيرات البلوكتشين على حجم التداول في الأجل القصير، مدعومة بوجود آلية تصحيح خطأ فعالة تعزز من كفاءة النموذج.

ثالثا: تحليل ومناقشة نتائج متغيرات الدراسة

1- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات السيولة والنشاط

تشمل مجموعة السيولة والنشاط كل من القيمة الإجمالية المقفلة TVL، رسوم الشبكة NetworkFees والقيمة السوقية MarketCap، العناوين النشطة ActiveAddress، وقد تم إختبار فرضية فرعية مفادها أن لمتغيرات السيولة والنشاط تأثير معنوي على حجم التداول في شبكة سولانا.

1.1 القيمة الإجمالية المقفلة (TVL)

أظهرت النتائج تأثيراً سلبياً ومعنوياً **(Coefficient = -19.11699, Prob = 0.0394)**، هذا يعني أنه على المدى الطويل، كل زيادة بنسبة 1% في TVL تؤدي إلى إنخفاض في حجم التداول بنسبة 19.12% تقريباً، مع بقاء العوامل الأخرى ثابتة، هذه النتيجة تتعارض مع التوقعات الأولية بأن زيادة TVL تعكس قوة النظام البيئي وتجذب التداول، قد يشير هذا إلى أن الأموال المقفلة في بروتوكولات DeFi على سولانا تُستخدم بشكل أساسي للرهن (Staking) أو توفير السيولة طويلة الأجل أو الإقراض، بدلاً من المساهمة المباشرة في التداول النشط لعملة **SOL**، وقد وجدت دراسة (Harir & Bel Mkaddem, 2025) أن زيادة TVL تؤدي لانخفاض الودائع المصرفية، مما قد يشير إلى تحول الأموال نحو إستخدامات DeFi طويلة الأجل، أما (Metelski & Sobieraj, 2022) أشاروا إلى أن العلاقة بين TVL وتقييم البروتوكولات ليست سببية بالكامل، مما يدعم فكرة وجود عوامل أخرى مؤثرة.

2.1 رسوم الشبكة (NetworkFees)

أظهرت تأثيراً إيجابياً ومعنوياً قوياً **(Coefficient = 8.759009, Prob = 0.0001)**، حيث أن زيادة رسوم الشبكة بنسبة 1% تؤدي لزيادة حجم التداول بنسبة 8.76%، هذا يتسق مع التوقعات بأن إرتفاع إجمالي الرسوم يعكس زيادة في نشاط وإستخدام الشبكة، وهو ما يرتبط إيجابياً بحجم التداول. وهذا ما يتماشى مع دراسة (Pierro

& Tonelli, 2022) التي أشارت إلى إنخفاض رسوم معاملات سولانا مقارنة بغيرها، مما قد يشجع على حجم معاملات أكبر، وبالتالي زيادة إجمالي الرسوم عند تزايد النشاط.

3.1 القيمة السوقية (MarketCap)

أظهرت تأثيراً إيجابياً ومعنوياً **(**Coefficient = 17.26134, Prob = 0.0067**)**، أي أن زيادة القيمة السوقية بنسبة 1% تؤدي لزيادة حجم التداول بنسبة 17.26%، هذا متوقع حيث أن إرتفاع القيمة السوقية يعكس زيادة ثقة المستثمرين والاهتمام بالعملة، مما يؤدي لزيادة نشاط التداول وحجمه.

4.1 العناوين النشطة (ActiveAddress)

أظهرت تأثيراً إيجابياً ومعنوياً (Coefficient = 4.640348, Prob = 0.0201)، زيادة عدد العناوين النشطة بنسبة 1% تؤدي لزيادة حجم التداول بنسبة 4.64%، يتسق هذا مع المنطق بأن زيادة عدد المستخدمين الفعليين للشبكة يؤدي إلى زيادة المعاملات وحجم التداول، وقد وجدت دراسة **al** **(**Moncada et. 2024) أن التقلبات السعرية للعملات المشفرة تؤثر سلبًا على نشاط المستخدمين، حيث تؤدي زيادة التقلبات بنسبة 10% إلى إنخفاض في العناوين النشطة بنسبة تتراوح بين 3.96% و5.88%.

مما سبق؛ يمكن قبول **الفرضية الفرعية الثالثة**، التي تقر بأن **هناك تأثير معنوي لمتغيرات السيولة والنشاط على حجم تداول عملة سولانا**، حيث أظهرت جميع متغيرات السيولة والنشاط المدروسة تأثيراً معنوياً على حجم تداول سولانا في الأجل الطويل، ومع ذلك يجدر التنويه أن تأثير **TVL** كان سلبياً.

2- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات العوامل التقنية الدافعة للأداء

تشمل مجموعة السيولة والنشاط كل من عدد المدققين (Validators)، عدد المعاملات في الثانية (TPS)، عدد الرموز غير القابلة للاستبدال المصدرة (NFTs).

1.2 عدد المدققين (Validators)

أظهر تأثيراً سلبياً ومعنوياً (Coefficient = -1.738959, Prob = 0.0300)، حيث أن زيادة عدد المدققين بنسبة 1% تؤدي لانخفاض حجم التداول بنسبة 1.74%، هذه النتيجة غير متوقعة، حيث يفترض أن زيادة عدد المدققين تعزز الأمان واللامركزية وبالتالي الثقة والتداول. قد يعكس هذا تعقيدات في آلية الإجماع أو أن نوعية المدققين

وتوزيعهم أهم من عددهم، فقد أشارت دراسة (Phimmuang & Sripanidkulchai, 2024) لمحدودية لامركزية سولانا، وقد يكون هذا مرتبطاً بتركيز قوة التحقق حتى مع وجود عدد كبير من المدققين .

2.2 عدد المعاملات في الثانية (TPS)

لم يظهر تأثيراً معنوياً (Prob = 0.5502)، هذا مفاجئ نظراً لأن سرعة المعاملات العالية هي إحدى نقاط القوة الرئيسية لسولانا، وقد يعني هذا أن حجم التداول، بعد وصول TPS لمستوى معين من الكفاءة لا يتأثر بالتغيرات الإضافية بشكل كبير، وأن عدم معنوية هذا المتغير في التأثير على حجم التداول قد يشير إلى أن السوق يعتبر المستوى الحالي لـ TPS كافياً ولا يشكل عاملاً فارقاً إضافياً في قرارات التداول على المدى الطويل، أو أن تأثيره غير مباشر، وأبرز (Pierro & Tonelli, 2022) و(Duffy et al., 2021) أن TPS المرتفع لسولانا هو أحد أهم مزاياها.

3.2 عدد الرموز غير القابلة للاستبدال (NFTs)

لم يظهر تأثيراً معنوياً (Prob = 0.2033)، وقد يشير هذا إلى أن نشاط سوق NFTs على سولانا، رغم أهميته، لا يترجم مباشرة إلى زيادة أو نقصان في حجم تداول سولانا نفسها، أو أن تأثيره متذبذب وغير ثابت.

بناءا على الفرضيات الجزئية لهذه المجموعة يمكن **قبول الفرضية الفرعية الرابعة بشكل جزئي**، التي تقر بان **هناك تأثيراً معنوياً للعوامل التقنية المميزة لشبكة سولانا على حجم التداول** حيث أن عدد المدققين فقط أظهر تأثيراً معنوياً (وإن كان الأثر سلبياً)، بينما لم تظهر العوامل التقنية الأخرى (TPS وNFTs) تأثيراً معنوياً، هذا يشير إلى أن التأثير المباشر لبعض الجوانب التقنية البارزة لسولانا على حجم تداولها قد يكون أقل مما هو متوقع، أو أن تأثيرها يتجلى عبر نواحي أخرى.

3- تحليل ومناقشة نتائج متغيرات العوامل الخارجية

تشمل مجموعة السيولة والنشاط كل من عدد المدققين (Validators)، عدد المعاملات في الثانية (TPS)، عدد الرموز غير القابلة للاستبدال المصدرة (NFTs)، وقد تم إختبار الفرضية الفرعية التي تقول أن لمتغيرات متغيرات العوامل التقنية الدافعة للأداء تأثير معنوي على حجم التداول في شبكة سولانا.

1.3 حجم السوق الكلي للعملات المشفرة (MarketVolume)

أظهر تأثيراً سلبياً ومعنوياً (Coefficient = -22.19840, Prob = 0.0088)، أي أن زيادة حجم السوق الكلي بنسبة 1% تؤدي لانخفاض حجم تداول سولانا بنسبة 22.20%، قد يشير هذا إلى أن المستثمرين خلال فترة الدراسة قد ينظرون إلى سولانا كأصل بديل أو تحوطي، فيزيد الإقبال عليها عندما يضعف السوق العام، أو العكس، أو ربما يعكس تدفقات رؤوس الأموال بين العملات الكبرى والعملات البديلة (Altcoins) بطريقة غير متوقعة، فدراسة مثل (Hamad & Noor, 2023) أشارت إلى أن الأزمات الاقتصادية قد تزيد الاعتماد على العملات الرقمية ككل، ولكن هذه النتيجة تخص سلوك سولانا المحدد مقابل السوق.

2.3 مؤشر الدولار الأمريكي (DXY)

لم يظهر تأثيراً معنوياً (Prob = 0.3620)، ذلك يشير إلى أن قوة الدولار الأمريكي لم تكن عاملاً مؤثراً بشكل كبير ومباشر على حجم تداول سولانا خلال فترة الدراسة، لأنه لم يشهد تقلبات حادة خلال فترة الدراسة وبالتالي لم يظهر له تأثير واضح.

3.3 مؤشر الخوف والطمع (FearGreed)

لم يظهر تأثيراً معنوياً (Prob = 0.6717)، حيث يشير إلى أن معنويات السوق العامة لم يكن لها تأثير ثابت على حجم تداول سولانا، هذا راجع ربما إلى أن متداولي شبكة السولانا أقل حساسية للمشاعر العامة في السوق، وفي حين أشارت دراسة (Khalid & Rami, 2022) إلى أن التغطية الإعلامية تؤثر على سلوك المتداولين (والتي قد تنعكس في مؤشر الخوف والطمع)، فإن دراستنا لم تجد تأثيراً ثابتاً لهذا المؤشر على حجم تداول سولانا.

مما سبق؛ يمكن **قبول الفرضية الجزئية الخامسة بشكل جزئي** التي تقول بأن **هناك تأثيراً معنوياً للعوامل الخارجية على حجم تداول السولانا**، وذلك بناءا على الفرضيات الجزئية لهذه المجموعة، فقط حجم السوق الكلي أظهر تأثيراً معنوياً (حتى وإن كان سلبياً)، بينما لم تظهر العوامل الخارجية الأخرى (DXY وFearGreed) تأثيراً معنوياً في الأجل الطويل.

خلاصة الفصل الثاني

من خلال الفصل الثاني تم التركيز على الجوانب التطبيقية للدراسة والمتمثلة في الطريقة والأدوات المستخدمة، حيث تم في البداية التعريف بمجتمع الدراسة، والمتمثل في شبكات البلوكتشين العامة، مع التركيز على شبكة سولانا (Solana) كعينة للدراسة التطبيقية. تم بعد ذلك إستعراض الأدوات والأساليب الإحصائية والبرمجية التي تم الاعتماد عليها في جمع وتحليل البيانات، بما في ذلك إستخدام لغة البرمجة Python ومكتباتها المتخصصة، بالإضافة إلى لغة SQL للتعامل مع قواعد البيانات اللامركزية، وتم تحديد المتغير التابع للدراسة وهو حجم تداول عملة سولانا (**SOL**) خلال الفترة من 1 جانفي 2024 إلى 1 أفريل 2025، كما تم تحديد مجموعة من المتغيرات المستقلة التي تم تقسيمها إلى متغيرات السيولة، والعوامل التقنية الدافعة للأداء، بالإضافة إلى العوامل الخارجية.

بعد إجراء الإختبارات القبلية اللازمة مثل إختبار إستقرارية متغيرات الدراسة بإستخدام ADF وتحديد فترة الإبطاء المثلى للنموذج، ثم تقدير نموذج الإنحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة ARDL، حيث أكد إختبار الحدود (Bounds Test) وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، مما يشير إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل، وقد أظهرت نتائج تقدير معلمات النموذج في الأجل القصير وجود تأثيرات معنوية لبعض المتغيرات على حجم التداول، كما أشارت معلمة تصحيح الخطأ (ECM) إلى وجود آلية فعالة لتصحيح الإختلالات قصيرة الأجل نحو التوازن طويل الأجل.

وأخيراً أكدت الإختبارات التشخيصية للنموذج، بالإضافة إلى إختبارات الإستقرار الهيكلي على جودة النموذج المقدر وخلوه من المشاكل الإحصائية، مما يعزز موثوقية النتائج المستخلصة.

خاتمة عامة

خاتمة عامة

تعتبر تقنية البلوكتشين من أبرز الابتكارات التي أحدثت تحولاً جذرياً في العديد من القطاعات، وعلى رأسها القطاع المالي. فقد مهدت هذه التقنية الطريق لظهور وتطور العملات المشفرة، والتي أصبحت بدورها محط إهتمام المستثمرين والمتداولين والباحثين على حد سواء. سعت هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على العلاقة الديناميكية بين تقنية البلوكتشين وتداول العملات المشفرة، مع التركيز على شبكة سولانا (Solana) كحالة دراسية، بهدف فهم أعمق للعوامل والمتغيرات التي تحكم هذا السوق الناشئ والمتسم بالتقلبات العالية. وذلك من خلال بناء نموذج قياسي يحلل أثر الخصائص التقنية للشبكة وعوامل السوق المختلفة على حجم تداول عملتها الرقمية (SOL).

فقد إستهلت الدراسة بتقديم إطار نظري شامل إستعرض الأدبيات المتعلقة بتقنية البلوكتشين نشأتها، تطورها، خصائصها، آليات عملها المختلفة، وتطبيقاتها المتعددة في شتى المجالات، مع التركيز على دورها كبنية تحتية أساسية للعملات المشفرة. كما تم التطرق إلى مفهوم العملات المشفرة، أنواعها، تطورها التاريخي، والتحديات التي تواجهها، بالإضافة إلى إستعراض المواقف الدولية المتباينة تجاهها، وقد مهد هذا الفصل النظري الطريق لفهم أعمق للمتغيرات التي تم إختبارها في الجانب التطبيقي.

أما الفصل التطبيقي فقد خصص لدراسة حالة شبكة سولانا، حيث تم بناء نموذج قياسي بإستخدام منهجية الإنحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة (ARDL) لتحليل أثر مجموعة من المتغيرات الداخلية الخاصة بشبكة سولانا كمتغيرات السيولة والنشاط، والعوامل التقنية الدافعة للأداء والمتغيرات الخارجية على حجم تداول عملتها الرقمية (SOL) خلال الفترة الممتدة من بداية عام 2024 إلى مطلع أفريل 2025. وقد كشفت النتائج الإحصائية عن وجود علاقات معقدة ومتعددة الإتجاهات بين هذه المتغيرات وحجم التداول، سواء في الأجل القصير أو الطويل.

وبمقارنة تلك النتائج مع الدراسات السابقة المشار إليها في المبحث الثاني من الفصل الأول، إتضح أنها تصب في إتجاه وجود أثر معنوي للعوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة، وهذا يتفق مع نتائج دراساتنا، ولقد إختلفت دراستنا مع بعض الدراسات السابقة في التركيز على شبكة السولانا وتحليل عوامل محددة من متغيرات السيولة والنشاط والعوامل التقنية الدافعة للأداء والعوامل الخارجية وتأثيرها على حجم التداول، بالإضافة إلى الاختلافات في الحد الزماني والمنهجية القياسية المستعملة. وعلى الرغم من تباين النتائج المحددة لبعض المتغيرات مقارنة ببعض الدراسات السابقة أو التوقعات الأولية، إلا أن الأثر الإجمالي المعنوي الذي توصلت إليه دراستنا يؤكد أهمية هذه العوامل في تشكيل الأثر على التداول، وهو ما يتماشى مع التطور المتزايد في إستخدام تقنية البلوكتشين في الأسواق المالية الرقمية.

1- نتائج اختبار الفرضيات

سعت هذه الدراسة إلى اختبار مجموعة من الفرضيات المرتبطة بأثر تقنية البلوكتشين على تداول العملات المشفرة، مع التركيز على شبكة سولانا (SOL) كنموذج تطبيقي. وقد تم بناء الفرضيات على أسس نظرية وعملية، وتم اختبارها باستخدام أدوات التحليل الإحصائي، وتحديدا نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة(ARDL) ، وذلك لمعرفة **مدى تأثير تقنية البلوكتشين على حجم تداول عملة سولانا** (SOL). وقد تم التوصل إلى النتائج التالية:

أظهرت نتائج الدراسة أن نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة (ARDL) قابل للتطبيق ويمكن من خلاله الكشف عن العلاقة الديناميكية بين العوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين والممثلة بمتغيرات السيولة والنشاط، العوامل التقنية والخارجية كمتغيرات مستقلة وحجم تداول عملة سولانا كمتغير تابع في الأجلين القصير والطويل، **وهو ما يعني قبول الفرضية الأولى**. حيث أكد اختبار الحدود **Test** Bounds وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، كما أظهرت النتائج وجود آلية فعالة لتصحيح الخطأ في الأجل القصير تعزز من كفاءة النموذج؛

أثبتت نتائج الدراسة وجود علاقة توازنية تربط بين متغيرات الدراسة وحجم تداول عملة السولانا في المدى الطويل، مع قدرة واضحة على تصحيح الانحرافات في الأجل القصير، كما أثبتت النتائج أن هناك أثرًا معنويًا للعوامل المرتبطة بتقنية البلوكتشين على حجم تداول عملة سولانا في المدى الطويل. ووجود تأثيرات معنوية لبعض متغيرات البلوكتشين على حجم التداول في الأجل القصير، وهو ما يعني **صحة الفرضية الثانية**؛

أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير معنوي لمتغيرات السيولة والنشاط المرتبطة بشبكة سولانا كالقيمة الإجمالية المقفلة TVL، رسوم الشبكة NetworkFees، القيمة السوقية MarketCap، وعدد العناوين النشطة ActiveAddress على حجم تداول عملة سولانا في الأجل الطويل. فقد تبين أن لرسوم الشبكة، القيمة السوقية، وعدد العناوين النشطة تأثيراً إيجابياً ومعنوياً، بينما كان للقيمة الإجمالية المقفلة TVL تأثير سلبي ومعنوي، وهو ما يقودنا إلى **قبول الفرضية الثالثة**؛

أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثيراً معنوياً لبعض العوامل التقنية المميزة لشبكة سولانا على حجم تداول عملتها. حيث تبين أن لعدد المدققين Validators تأثيراً سلبياً ومعنوياً على حجم التداول في الأجل الطويل. في المقابل، لم يظهر كل من عدد المعاملات في الثانية TPS وعدد الرموز غير القابلة للاستبدال المصدرة (NFTs) تأثيراً معنوياً في النموذج المستخدم، وهو ما يقودنا إلى **قبول الفرضية الرابعة بشكل جزئي**؛

أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثيراً معنوياً لبعض العوامل الخارجية على حجم تداول عملة سولانا. فقد تبين أن لحجم السوق الكلي للعملات المشفرة MarketVolume تأثيراً سلبياً ومعنوياً على حجم تداول سولانا في الأجل

الطويل. بينما لم يظهر كل من مؤشر الدولار الأمريكي DXY ومؤشر الخوف والطمع FearGreed تأثيراً معنوياً في النموذج المستخدم، وهو ما يقودنا إلى **قبول الفرضية الخامسة بشكل جزئي**.

2- نتائج الدراسة

بعد الطرح الذي قمنا به يمكننا الخروج بالنتائج التالية :

- أن تقنية البلوكتشين لها القدرة على تعزيز كفاءة تداول العملات المشفرة.

-أن تقنية البلوكتشين تلعب دورًا محوريًا في تحسين كفاءة الأسواق الرقمية من خلال تعزيز الشفافية، تقليص التكاليف، وتسريع المعاملات.

- أن شبكة السولانا تتميز بقدرتها على التعامل مع عدد كبير من المعاملات في الثانية ،وهو ما يعزز مكانتها في سوق العملات المشفرة. وجود علاقة وثيقة بين تطور رسوم المعاملات، وعدد المحافظ النشطة، وحجم تداول عملة سولانا، مما يعكس أهمية البنية التحتية التقنية في التأثير على نشاط السوق.

-أن التداول في العملات المشفرة لا يتأثر فقط بالعوامل التقنية، بل يتأثر كذلك بالعوامل النفسية والسوقية مثل مؤشر الخوف والطمع، والتقلبات العالمية، ولو أن هذا التأثير قد يكون قليل وغير مباشر حتى.

-أن الجانب التشريعي والتنظيمي لا يزال يشكل تحديًا أمام إنتشار وتطور تقنية البلوكتشين في الدول النامية مثل الجزائر، مما يحد من الاستفادة الكاملة منها.

2-التوصيات

إنطلاقاً من النتائج المتوصل إليها، تقترح الدراسة مجموعة من التوصيات لمختلف الفاعلين في هذا المجال:

- المستثمرين والمتداولين: ضرورة إعتماد نهج تحليلي شامل يأخذ في الإعتبار العوامل التقنية الخاصة بالشبكة، متغيرات السيولة والنشاط داخلها، بالإضافة إلى العوامل الخارجية، وعدم الاقتصار على مؤشرات محدودة عند إتخاذ القرارات الاستثمارية.

- مطوري شبكة سولانا والقائمين عليها: العمل على تعزيز العوامل التي أظهرت تأثيراً إيجابياً على حجم التداول، مثل تسهيل زيادة العناوين النشطة، ودراسة أعمق لأسباب التأثير السلبي لمتغيرات مثل TVL وعدد المدققين على حجم التداول المباشر بهدف تحسين الشبكة.

- الباحثين والأكاديميين: مواصلة البحث لأستكشاف العلاقات المعقدة في أسواق العملات المشفرة، وتوسيع نطاق الدراسات لتشمل فترات زمنية أطول وشبكات بلوكتشين أخرى، مع إمكانية دمج متغيرات سلوكية ونفسية للمستثمرين.

- الجهات التنظيمية: السعي نحو فهم أعمق لهذه الأسواق الناشئة بهدف وضع أطر تنظيمية وتشريعية متوازنة تشجع على الإبتكار وتحمي المتداولين والمستثمرين، مع الأخذ في عين الإعتبار التأثيرات المحتملة لها على الاستقرار المالي.

3- الأفاق

فتحت هذه الدراسة آفاقاً واسعة لأبحاث مستقبلية يمكن أن تساهم في تعميق الفهم لأسواق العملات المشفرة وتقنية البلوكتشين. ومن بين هذه الآفاق:

- تحليل تأثير المتغيرات الاقتصادية الكلية بشكل معمق على أسعار وحجم تداول العملات المشفرة.

- الدراسات المقارنة بين منصات البلوكتشين المختلفة وتأثير خصائصها المتباينة على أداء عملاتها.

- دور العوامل السلوكية في إتخاذ القرار الاستثماري في أسواق العملات المشفرة.

- تأثير التطورات التنظيمية والتشريعية على تبني العملات المشفرة وإستقرار أسواقها.

- إستخدام نماذج متقدمة للتحليل والتنبؤ، مثل تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، في دراسة أسواق العملات المشفرة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

البنك المركزي الأردني. (2020). دراسة بعنوان العملات المشفرة. عمان: دائرة الإشراف والرقابة على نظام المدفوعات الوطني.

بدرالدين خليل موسى ، و الهادي آدم محمد إبراهيم. (2016). أثر التداول الإلكتروني على قرارات المتعاملين بسوق الخرطوم للأوراق المالية. مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية، 13(54).

وليد حفاف، و سمير بوعافية . (2024). دور تقنية سلاسل الكتل (البلوكتشين) في إدارة سلاسل الامداد: تجارب دول عربية. مجلة دراسات في الاقتصاد وإدارة الأعمال، 07(01)، 131-150.

Victor Suday. (14 8, 2024). التطور المثير التالي في تقنية دفتر الأستاذ الموزع. تاريخ الاسترداد 11 04, 2025، من MapMetrics: https://2u.pw/fj98y

أبو نرص بن حمد شخار. (2021). العمالت الرقمية - دراسة إقتصادية شرعية- (الإصدار الإصدار الأول). الجزائر: مؤسسة إنسان لأبحاث الفكر والمجتمع.

أشرف جابر. (2022). البلوكتشين والإثبات الرقمى فى مجال حق المؤلف. المجلة الدولية للقضاء والفقه والتشريع، 1(1)، 32-58.

المتداول العربي. (2024). ما الفرق بين شبكات البلوكشين العامة والخاصة؟ وما مميزاتهما؟ تاريخ الاسترداد 25 04, 2025، من موقع المتداول العربي: https://2u.pw/F5g7vLMz

آمال مرزوق. (2022). تقنية البلوكتشين وتطبيقاتها الاقتصادية. مجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية، 01(05)، 302–319.

أيمن علي. (14 04, 2024). ما هي لغة بايثون Python وخصائصها وتطبيقاتها. تاريخ الاسترداد 25 04, 2025، من الرابحون دوت كوم: https://2u.pw/9WUPy

إيهاب الأخضر. (2021). العملات المشفرة: النشأة والخصائص. مجلة أرصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية، 04(01)، 75-90.

باسم أحمد عامر. (2019). العملات الرقمية «البتكوين أنموذجاً» ومدى توافقها مع ضوابط النقود في الإسلام. مجلة جامعة الشارقة للعلوم الشرعية والدراسات الإسلامية، 16(01)، 246-290.

جهاد محمود عبد المبدي. (2023). مدى حجية تقنية البلوك تشين في الإثبات المدني، دراسة تحليلية. المجلة الدولية للفقه والقضاء والتشريع، 4(1)، 66-95.

حسام مسعودي. (2012). واقع التداول الإلكتروني في السوق المالية السعودية خلال الفترة 2000-2009"، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علوم التسيير (تخصص مالية الأسواق)، جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة.

خالد العطيفي. (9 10, 2024). ما هي إدارة المخاطر في التداول؟ تاريخ الاسترداد 30 4, 2025، من موقع يقين: https://2u.pw/wjXkX

ربيع بن حنيفة ، و نسرين كرمية. (2021). مهنة المحاسبة في ظل التكنولوجيا الرقمية- الفرص والتحديات -: البلوك تشين نموذجا. مجلة التنمية والإستشراف للبحوث والدراسات، 06(02)، 180-190.

رحاب أحمد السيد فايز. (2020). تقنية البلوك تشين وتوثيق الإنتاج الفكري العربي دراسة تحليلية تقييمية لمحرك"إيداع "مع وضع تصور لمنصة بلوك تشين للباحثين والمؤسسات الأكاديمية. مجلة المكتبات والمعلومات العربية، 40(02)، 72.

زهرة فاطمة جابري ، و الياس الهناني فراح. (2018). اثر تقلبات أسعار النفط على الإنفاق الحكومي في الجزائر-دراسة قياسية لنموذج (ARDL) خلال الفترة 1987-2013. مجلة اقتصاديات المال والأعمال، 381-465.

سفهان العميان، و دانة حابس . (2020). الإتجاهات نحو تطبيق تكنولوجيا سلسلة الكتل وأثرها على أداء سلسلة التوريد (دراسة ميدانية في قطاع الصناعات التعدينية في الاردن. جامعة الأردن، كلية الأعمال. عمان: قسم الإدارة والأعمال.

سومية تومي ، و شيماء بونعاس . (2022). إشكالية جباية العملات المشفرة (البتكوين نموذجا) – دراسة حالة بعض الدول الأنجلوساكسونية-. مجلة الإبتكار والتسويق، 09(01)، 403-424.

شبكة ناو. (09 04, 2024). لغة SQL الدليل الشامل. (LernWithNaw، المحرر) تاريخ الاسترداد 04, 2025، من https://2u.pw/Yn2mv

شريف حسان طاهر، محمد توغرت، و رضوان أسعد. (2019). دور نظم التداول الإلكتروني في تفعيل أداء الأسواق المالية العربية (دراسة حالة سوق الخرطوم للأوراق المالية). 15(1)، 119-136.

صامويل أتكينز. (19 12, 2024). ما سول SOL. تاريخ الاسترداد 25 04, 2025، من أكاديمية إيتورو: https://2u.pw/XNer8

عادل محمد علي السيد . (2024). أثر العقود الذكية المبرمة عبر تقنية البلوك تشين على تطوير العقود الإدارية: دراسة تحليلية مقارنة. مجلة الشريعة والقانون، 44(44)، 2877-2975.

عبدالكريم زردالي، و أمينة بن جدو. (2021). الصكوك الذكية الخضراء باستخدام تكنولوجيا البلوك تشين. مجلة أبعاد إقتصادية، 11(1)، 274-296.

عبير هلال عبد العال محمد. (2023). سبل التكامل بين إدارة البيانات الضخمة وتقنية البلوك تشين: مع وضع تصور مقترح للرعاية الصحية. المجلة الدولية للمعلوماتية والإعلام وتكنولوجيا الاتصال (IJIMCT)، 05(02)، 73-131.

علي محمد الخوري. (2021). المدفوعات الإلكترونية والعملات الرقمية: دراسة حول المتغيرات التي فرضتها التكنولوجيات الحديثة على المفاهيم المرتبطة بالنقد ودور العملات الرقمية في تشكيل مستقبل الأسواق العالمية (الإصدار الطبعة الأولى). القاهرة: مجلس الوحدة الإقتصادية العربية.

عمر سلطان العلماء. (2023). دليل العملات للرقمية. أبوظبي: وزارة الذكاء الصناعي الإمراتية.

فادي عمروش. (2021). ثورة اللامركزية والبلوكتشين، (الإصدار الطبعة الأولى). نشر عبر الأنترنيت .

فضيلة هابط، و مصطفى بداوي . (2024). العملات الرقمية وانعكاساتها على مستقبل شركات التكنولوجيا المالية - دراسة عملة البيتكوين (2012-2024). مجلة الإبداع، 14(2)، 201-220.

لافي محمد درادكه. (2024). تحديات مواكبة التنظيم القانوني للتطور التكنولوجي للعمل المالي والمصرفي: البيتكوين (العملة الرقمية) أنموذجا على الاستخدام الآمن بضمانات تكنولوجية في غياب الضمانات القانونية. مجلة كلية القانون الكويتية العالمية(3)، 325-359.

محمد سعد الدين عبد العزيز. (2023). المنصات الرقمية لتداول العملات الأجنبية (الفوركس FOREX دراسة فقهية مقارنة). مجلة كلية الشريعة والقانون، 38(04).

مصطفى قمان ، عمر بوعزيز ، و حمزة غربي . (2021). دراسة تحليلية لطفرة البيتكوين خلال الفترة 2015-2021. مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية، 05(02)، 27-40.

ميخائيل هيبوف. (2024). ما هو التحليل الأساسي؟ تاريخ الاسترداد 30 3, 2025، من مدونة LiteFinance: https://2u.pw/BbZat

ندير طروبيا. (2020). تكنولوجيا البلوك تشين وتأثيراتها على المستقبل الرقمي للمعاملات الاقتصادية - الفرص والتحديات-. مجلة أبحاث إقتصادية معاصرة، 03(01)، 98-109.

نوران يوسف، و أيمن صالح. (2022). السجلات الموزعة وسلسلة الكتل. أبو ظبي: صندوق النقد العربي.

هاجر قرفي ، و عمار شلابي . (2022). العملات المشفرة بين محاذير الاستخدام وإمكانية الاعتماد في الجزائر. مجلة أرصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية، 05(02)، 107-118.

هدى بن محمد ، و إبتسام طوبال. (2021). تكنولوجيا البلوك تشين وتطبيقاتها الممكنة في قطاع الأعمال. مجلة دراسات إقتصادية، 05(01)، 41-62.

هشام عبد الحكيم طلعت، و عماد عبد الحسين دخيل. (2016). نظام التداول الالكترونى وانعكاسه في مؤشرات تداول سوق الأوراق المالية - دراسة تحليلية لسوق العراق للإوراق المالية. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، 22(92).

هناء علي الضحوي، و مدى عبداللطيف الرحيلي. (2020). تطوير قطاع الإيجار العقاري بما يتماشى مع التحول الرقمي للمملكة العربية السعودية: دراسة مقترحة لتطبيق تقنية البلوك تشين (Blockchain). مجلة دراسات المعلومات والتكنلوجيا، 1(5)، 36.

هيئة . (2022). نظرة عامة وفرص تبني تقنية سلسلة الكتل. الرياض: وزارة الإتصالات والتقنية والمعلومات السعودية، 23.

يونس وليد حمدي الحسيني. (2022). إطار مقترح لتطبيق سلاسل الكتل block chain على المعاملات المالية الحكومية بهدف تحسين جودة الخدمات المقدمة للمواطنين: دراسة حالة في قطاع الشهر العقاري. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، 3(1)، 874-922.

Abdullah, S., & Kareem, A. (2023). Blockchain Transparency and Investor Confidence in Crypto Markets. Journal of Financial Innovations, 5(1), 55–70.

Ahmed, T., & Hasan, L. (2023). Blockchain Adoption in Developing Economies : Technological Infrastructure Challenges. Journal of Global Digital Finance, 4(2), 88–101.

Agarwal, A. (2022). Technical Analysis : Getting Started. Babson College. USA : Stephen D. Cutler Center for Investments and Finance.

Andreina, S., Cloosters, T., Davi, L., Giesen, J.-R., Gutfleisch, M., Karame, G., Naiakshina, A., & Naji, H. (2024). Defying the odds : Solana's unexpected resilience in spite of the security challenges faced by developers. Proceedings of the 2024 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, 4226–4240.

Ali, R., & Salman, K. (2023). Blockchain Adoption and Trading Volume Dynamics in Digital Currency Markets. Journal of Crypto Economics, 4(1), 33–48.

Charles, D. (2018). A Practical Introduction to Day Trading, Cambridge Scholars Publishing.

Cui, S., Zhao, G., Gao, Y., Tavu, T., & Huang, J. (2022). VRust : Automated vulnerability detection for Solana smart contracts. Proceedings of the 2022 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, 639–652.

Committee on the Global Financial System. (2001). The Implications of Electronic Trading in Financial Markets. Basel : Bank for International Settlements.

CHAPOT, E. (2022). Les fonctions de contrôle face à la blockchain. Spécialisation en Management. Paris : NBA.

Duffy, F., Bendechache, M., & Tal, I. (2021). Can Solana's high throughput be an enabler for IoT ? *2021 21st International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C) *, 615–621.

European Banking Authority. (2013). Warning on virtual currencies. London : EBA.

Frolov, S., Ivasenko, M., Dykha, M., Shalyhina, I., Hrabar, V., & Fenyves, V. (2024). Interaction between decentralized financial services and the traditional banking system : A comparative analysis. Banks and Bank Systems, 19(2), 244-264.

Fung, B., Molico, M., & Stuber, G. (2014). Electronic Money and Payments : Recent Developments and Issues. Ottawa : bank of canada.

Gaweesh, K. M., Bassiony, H. E., & Abdallah, M. A. (2023). The Risks of Using Digital Currencies on Economic. Journal of the Advances in Agricultural Researches (JAAR), 28(3), 694-702.

Gramoli, V., Guerraoui, R., Lebedev, A., Natoli, C., & Voron, G. (2023). DIABLO: A benchmark suite for blockchains. Proceedings of the Eighteenth European Conference on Computer Systems, 540–556.

Harir, N., & Bel Mkaddem, Z. (2025). The impact of decentralized finance development on banks deposits variability: PVAR approach. Journal of Financial Regulation and Compliance, 33(2), 244-264.

Hamad, A., & Noor, F. (2023). Macroeconomic Crises and the Acceleration of Blockchain-based Digital Currencies. Economic Review of FinTech, 6(1), 67–80.

Jameel, M., & Hadi, S. (2023). Infrastructure Improvements in Blockchain and Their Impact on Market Liquidity. International Review of Financial Blockchain Systems, 6(2), 77–91.

Khalid, M., & Rami, S. (2022). Media Influence on Cryptocurrency Trading Behavior. International Journal of Financial Psychology, 5(3), 112–125.

Latipova , N., & Marisheva, L. (2023). Electronic Trading Platform and Data Flow. Journal of Advanced Zoology, 44(56).

Latif, T., & Kareem, A. (2023). Transparency and Trust as Determinants of Cryptocurrency Trading Volume. Middle East Journal of Financial Technologies, 5(3), 101–115.

Mark. (2024, 10 28). Solana — Key Milestones and Developmental Stages. Retrieved 04 25, 2025, from HelloCrypto: https://2u.pw/1jgxf

Metelski, D., & Sobieraj, J. (2022). Decentralized Finance (DeFi) Projects: A Study of Key Performance Indicators in Terms of DeFi Protocols' Valuations. International Journal of Financial Studies, 10(4), 108.

Moncada, R., Ferro, E., Fiaschetti, M., & Medda, F. (2024). Blockchain Tokens, Price Volatility, and Active User Base: An Empirical Analysis Based on Tokenomics. International Journal of Financial Studies, 12(4), 107.

Nasser, H., & Al-Taie, R. (2022). The Role of Blockchain Technology in Enhancing Cryptocurrency Liquidity. Review of Digital Asset Studies, 3(4), 56–70.

Othman, D., & Rashed, B. (2022). Cross-border Blockchain Challenges and International Regulation. Journal of Decentralized Economy, 3(4), 45–60.

Omar, A., & Abdulrahman, F. (2022). Environmental and Technical Barriers to Blockchain Adoption in Cryptocurrency Trading. Green Tech and Digital Finance, 7(1), 42–56.

Pierro, G. A., & Tonelli, R. (2022). Can Solana be the solution to the blockchain scalability problem? 2022 IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER), 1219–1226.

Phimmuang, K., & Sripanidkulchai, K. (2024). Measurement and analysis of blockchain peers. IEEE Access, 12, 135075–135088.

Peng, C., Jiang, M., Wu, L., & Zhou, Y. (2024). Toss a fault to BPFCHECKER: Revealing implementation flaws for eBPF runtimes with differential fuzzing. Proceedings of the 2024 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, 3928–3942.

Rashmi P , & others. (2021). Blockchain for Committing Peer-to-Peer Transactions Using Distributed Ledger Technologies." . International Journal of Computer Science and Engineering, 24(3), 1-13.

Rahman, M., & Jassim, L. (2022). Efficiency of Blockchain Consensus Mechanisms in Cryptocurrency Trading. International Journal of Blockchain Applications, 6(2), 88–102.

SEAR, M. (n.d.). AN INTRODUCTION TO TRADING WHAT YOU NEED TO KNOW. Inteligex.

SHAHANI, K. (2024). Module – 4: Public blockchain. Mumbai, india: Vivekanand Education Society's Institute of Technology.

Salih, N., & Qadir, H. (2022). Regulatory Frameworks and Their Effect on Blockchain Market Stability. Review of Blockchain Governance, 7(1), 51–65.

Sabah, F., & Younis, L. (2022). Technical Instability in Blockchain Networks and Its Effect on Trading Fluctuations. Journal of Applied Crypto Research, 2(2), 88–99.

Tripathi, A., & Dragosch , A. (2025). The investment case for Solana (SOL). Bitwise.

Tariq, N., & Hamza, R. (2023). Scalability in Blockchain-based Trading Platforms. Journal of Distributed Ledger Technologies, 3(4), 75–89.

Verma, A., Bhattacharya, P., Saraswat, D., Tanwar, S., Kumar, N., & Sharma, R. (2023). SanJeeVni: Secure UAV-envisioned massive vaccine distribution for COVID-19 underlying 6G network. IEEE Sensors Journal, 23(2), 955–968.

w3schools. (n.d.). Python Introduction. Retrieved 04 25, 2025, from Python Tutorial: https://2u.pw/7ktRu

Yassin, H., Ali, D., & Saeed, B. (2022). Cybersecurity Implications of Blockchain in Digital Finance. Journal of Information Security and Blockchain Systems, 4(3), 120–134.

الملاحق

بيانات الدراسة

dune

coinmarketcap

coingecko

flipsidecrypto

solana