

## أثر التداول الخوارزمي و الجرائم الالكترونية على استقرار الأسواق المالية The Impact Of Algorithmic Trading And Cybercrime On The Stability Of Financial Markets

د. إيمان خياري<sup>1</sup>، د. بن عودة علام<sup>2</sup>

<sup>1</sup>جامعة عبد الحميد مهري – قسنطينة 2 - ، ( الجزائر )، imen.khiari@univ-constantine2.dz

<sup>2</sup>جامعة أحمد بن أحمد – وهران 2 - ، ( الجزائر )، allam.benaouda@univ-oran2.dz

تاريخ النشر: /.../.....

تاريخ قبول النشر: /.../.....

تاريخ الإستلام: /.../.....

ملخص: تبحث هذه الدراسة في آثار التكنولوجيا المالية على أنشطة الأسواق المالية من خلال التركيز على موضوعي التداول الخوارزمي (AT) والجرائم الالكترونية. حيث تركز الورقة على اختبار كفاءة التسعير في سوق الأوراق المالية التركي قبل و بعد تبني برنامج التحول التكنولوجي BISTECH، لهذا الغرض اعتمدت الدراسة على نموذج ( FIGARCH – BBM ) (  $d, 1, 1$  ) بالإضافة إلى إحصائية Rescaled Range (R/S) الكلاسيكية، إحصائية Lo، إحصائية GPH، وإحصائية RH. حيث أظهرت نتائج الدراسة إلى أدلة ضعيفة لوجود خاصية الذاكرة الطويلة في مستوى عوائد سوق الأوراق المالية التركي بعد BISTECH وهذا على العكس من بالنسبة للقيمة المطلقة للعوائد ومرتع العوائد، مما يُشير إلى كفاءة هذا السوق عند المستوى الضعيف. في حين توجد أدلة قوية لوجود ذاكرة طويلة المدى في التقلب خاصة بعد BISTECH؛ مما يشير إلى الأثر طويل المدى والذي يُمكن أن تحققه أي صدمة في استقرار السوق.

الكلمات مفتاحية: التكنولوجيا المالية، منصات التداول الخوارزمي، كفاءة السوق، نموذج FIGARCH،

### Abstract:

This study examines the effects of financial technology on the activities of financial markets by focusing on the topics of algorithmic trading (AT) and cybercrime. Where the paper focuses on testing the pricing efficiency in the Turkish stock market before and after the adoption of the BISTECH technology transformation program. , GPH statistic, and RH statistic. Where the results of the study showed weak evidence for the existence of the long-memory feature in the level of returns of the Turkish stock market after BISTECH, and this is in contrast to the absolute value of returns and returns square, which indicates the efficiency of this market at the weak level. While there is strong evidence for long-term memory in fluctuating especially after BISTECH; This indicates the long-term impact that any shock can have on market stability.

**Keywords:** Financial Technology, Algorithmic Trading Platforms, Efficiency Market, FIGARCH Model.

يعتبر مصطلح التكنولوجيا المالية المفهوم الأكثر شمولاً لوصف التغيير نحو الرقمنة في معالجة مختلف القضايا المالية والاقتصادية، حيث يُشير هذا المفهوم عن ذلك التقاطع الذي حدث بين قطاع الخدمات المالية مع التقنيات التكنولوجية المستحدثة؛ حيث يقوم الفاعلون فيه بإنشاء حلول مبتكرة موجهة للمستخدمين في القطاع المالي. وفي حين كان التركيز في البداية على الاقتصاديات المتقدمة بفضل جاهزيتها التكنولوجية بداية من البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بما وصولاً إلى الأطر القانونية والتنظيمية، فإن آثاره كان لها امتداد عالمي وصل حتى للدول النامية بفضل ما يسمى بظاهرة الشمول المالي.

ومن بين أهم أمثلة الصناعات المالية المستحدثة في كل من البنوك والأسواق المالية والتي أنتجتها التكنولوجيا المالية عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي نجد: التداول الخوارزمي **Algorithmic Trading** والذي أصبح قوة مهيمنة في الأسواق المالية العالمية تُعرف أيضاً باسم "أنظمة التداول الآلي". هذا ويمكن تعريف التداول الخوارزمي على أنه نهج للتعلم الآلي الذي يتعلم بنية البيانات، ثم يحاول التنبؤ بالتغيرات المستقبلية.

يضمن التداول الخوارزمي الآن استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي المعقدة لاتخاذ قرارات تداول سريعة للغاية. تنتج أجهزة الكمبيوتر 50-70٪ من تداولات سوق الأسهم، و 60٪ من تداولات العقود الآجلة و 50٪ من سندات الخزانة كما تم تقدير حصة السوق لـ AT على أنها ستكون ستكون أقرب إلى 40٪ من القيمة الإجمالية.

تشمل مزايا استخدام التداول الخوارزمي AT على: (1) إمكانية تنفيذ الصفقات المالية بأفضل الأسعار الممكنة، (2) زيادة الدقة وتقليل احتمالية الأخطاء، (3) القدرة على القيام تلقائياً والتحقق في نفس الوقت من ظروف السوق المتعددة و (4) تفادي الأخطاء البشرية الناجمة عن العوامل النفسية (KPMG، 2022).

وعلى الرغم من أنّ التكنولوجيا قد جعلت الخدمات والعمليات المالية أكثر كفاءة وتمكيناً وأقلّ تكلفة، لكنها في المقابل خلقت تحديات للصناعة المالية والهيئات التنظيمية التابعة لها. حيث ظهرت العديد من الأخطار المفاجئة خاصة في مجال الأسواق المالية، مما أظهر أنّ العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي بما فيها التداول الخوارزمي ما زالت غير مستعدة بعد للعمل خاصة في فترات الضغط كالأزمات المالية على سبيل المثال، كما كانت هناك عدة حالات ظهرت فيها الخوارزميات التي تنفذها الشركات المالية وكأنها تتصرف بطرق غير متوقعة، مما أدى إلى حدوث أخطاء وتعطل سريع بما تجرعت

من خلاله الأسواق خسائر بملايين الدولارات لا سيما الانهيار المفاجئ للجنه بعد استفتاء خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي في عام 2016، والانهيار السريع لـ 6 ماي 2010 .

ففي حوالي العشرين دقيقة من يوم 6 ماي 2010، خسر المستثمرون في سوق الأسهم حوالي 862 مليار دولار. بعد ذلك بخمسة عشر دقيقة، عاد السوق للتعافي من جميع خسائره تقريباً، تم وصفه هذا الانهيار بأنه أول انهيار للسوق في عصر جديد من التداول الآلي الخوارزمي. قد يكون المستثمرون الأفراد الذين باعوا أسهمهم خلال أسوأ فترات الذعر خلال هذا اليوم قد خسروا أكثر من 200 مليون دولار مقارنة بسعر الإغلاق. ناهيك عن الانتهاكات التي تمس الأمن السيبراني.

مع وجود العديد من الاتجاهات التي تعمل معاً لدفع كل المتعاملين الاقتصاديين لإعادة تصوّر ما تعنيه الخدمات المالية وكيف على الأرجح سيبدو عليه قطاع التمويل في السنوات القادمة. ومع وضع في عين الاعتبار الاتجاهات السابقة وأثرها على الأسواق المالية العالمية؛ فيمكننا القول أنّ ثورة التكنولوجيا المالية قد أحدثت تغييرات جذرية من العملات إلى طرق وأدوات التعامل في الأسواق المالية من أبرزها ما يسمّى بالتداول الخوارزمي والجرائم الالكترونية المرافقة له ؛ حيث يحدث التداول الآن في أطر زمنية بالميكروثانية، كما تظهر المخاطر بشكل أسرع وبحجم أكبر من أي وقت مضى.

بناءً على ما سبق، يمكن تلخيص إشكالية البحث في الشكل التالي :

### كيف أثرت التكنولوجيا المالية على البيئة التقليدية للأسواق المالية ؟

يعتمد البحث في معالجته للتساؤلات المطروحة على الاختبار القياسي لمدى صحة الفرضية التالية :

- لقد عمل تبني برنامج التحول التكنولوجي BISTECH على تحسين كفاءة سوق الأوراق المالية التركي .

كما تهدف الدراسة إلى :

- التعرف بالتداول الخوارزمي والتركيز على ما أحدثه من تغيير على عمليات بيع وشراء الأوراق المالية ؛

- إبراز أهم الآثار الإيجابية والسلبية للتكنولوجيا المالية على أداء الأسواق المالية خاصة الجرائم الالكترونية؛

- الوقوف على مدى تأثير استخدام التداول الخوارزمي على كفاءة السوق المالي التركي .

كما يقتبس هذا البحث أهميته من أهمية تقييم أثر منصات التداول الخوارزمي والجرائم الالكترونية على أداء الأسواق المالية عموماً، وسوق الأوراق المالية التركي بشكل أكثر تخصيصاً، من خلال اختبار أثر التداول الخوارزمي على كفاءة السوق، لما له أهمية بالغة بالنسبة للمستثمرين ومسيري المحافظ وغيرهم من المهتمين بأمور السوق لاتخاذ قراراتهم الاستثمارية على أسس واضحة في ظل المتغيرات التي أحدثتها التكنولوجيا المالية في العقدين الأخيرين من الزمن .

وتوخياً منّا لاختبار الفرضيات السابقة، فقد تم تقسيم هذه الدراسة إلى ثلاثة محاور رئيسية: تناول المحور الأول علاقة التكنولوجيا المالية بمخاطر الجرائم الالكترونية في الأسواق المالية، بينما اختص المحور الثاني على بيان منهجية الدراسة القياسية المطبقة من واقع بيانات والنموذج القياسي المستخدم، أما المحور الأخير فتركز الاهتمام فيه على استخلاص وتحليل نتائج الدراسة.

## 2. التكنولوجيا المالية ومخاطر الجرائم الالكترونية في الأسواق المالية

في الإصدار الثالث عشر من تقريره عن المخاطر العالمية في عام 2018، صنف المنتدى الاقتصادي العالمي المخاطر الالكترونية ضمن المخاطر الخمسة الرئيسية من حيث احتمال حدوثها، إلى جانب المخاطر البيئية مثل الكوارث الطبيعية والظروف المناخية القاسية ومخاطر تغير المناخ، وفي المرتبة السادسة من حيث الشدة بعد أسلحة الدمار الشامل، والمخاطر البيئية وأزمات نقص المياه. وفي هذا الإطار كانت التكنولوجيا المالية سلاحاً ذو حدين فرغم أنّها سهلت عمليات القرصنة وانتهاك الأمن السيبراني بفعل رقمنة مختلف المعاملات المالية، إلا أنّ خوارزميات الذكاء الاصطناعي تمكنت من تحليل ملايين نقاط البيانات لاكتشاف المعاملات الاحتمالية التي تميل إلى المرور دون أن يلاحظها أحد .

لعدة سنوات ، كانت الجرائم الإلكترونية من بين أهم المخاطر الرئيسية في القطاع المالي. فوفقاً لـ FCA The UK Financial Conduct Authority، تنفق البنوك البريطانية 5 مليارات جنيه إسترليني سنوياً في مكافحة الجرائم المالية. حيث أنه بين عامي 2015 و 2016 كانت هناك زيادة بنسبة 66% في عدد حالات الاحتيال المتعلقة بالمدفوعات المبلغ عنها في المملكة المتحدة. كم تنفق البنوك الأمريكية أكثر من 70 مليار دولار على الامتثال كل عام. تم فرض غرامات ضخمة على العديد من البنوك الكبيرة بسبب فشلها في وقف التمويل غير القانوني.

كما تطور العديد من شركات الخدمات المالية بدائل منع الاحتيال القائمة على الذكاء الاصطناعي. حيث أطلقت ماستركارد تقنية Decision Intelligence DI ونهجها بسيط نسبياً. بدلاً من البقاء مقيداً بمجموعة محددة مسبقاً من القواعد ، تستمد DI أنماطاً من التسوق التاريخي وسلوك الإنفاق لعملاء ماستركارد لإنشاء خط أساس. مقابل هذا الأساس تقوم ماستركارد بمقارنة كل معاملة عميل جديد وتسجيلها. يعد هذا تحسناً كبيراً على تقنيات منع الاحتيال التقليدية ، والتي تعتمد على نموذج عام لتقييم جميع المعاملات.

رغم الجهود السابقة، فالاحتيال متغير كامن، مما يعني أنه لا يمكن ملاحظته بشكل مباشر ولكن يجب استنتاجه من البيانات. نتيجة لذلك ، يكون من الصعب على خوارزميات تعلم الآلة إجراء تنبؤات دقيقة للاحتيال المحتمل من قرارات التسوق ، كما . توجد تحديات إضافية. يمكن أن ينشأ الهدف المدمر للذات من رفض المعاملات بقوة شديدة من أجل منع الاحتيال. لكن في المقابل فالمعاملات تم رفضها بشكل خاطئ بسبب الاحتيال المشتبه به - المعروف باسم "الإيجابية الخاطئة" - قد تمثل تهديداً كبيراً لصناعة الخدمات المالية. يعمل

هذا ضد المصدر لأن المعاملة المرفوضة يمكن أن تؤدي إلى تآكل ولاء العميل. فنحو 39٪ من حاملي البطاقات الذين تم رفض معاملاتهم أفادوا أنهم تخلوا عن بطاقتهم. (Buchanan, 2019)

لم تسلم الأسواق المالية من الهجمات الالكترونية خاصة في أسواق الأسهم الجديدة عن طريق التداول من الداخل و اختراق المعلومات السرية ، ونشر معلومات مالية كاذبة تؤثر على سعر سهم الشركات المدرجة عن طريق إنشاء مواقع ويب "مزيفة" أو اطلاق شائعات على وسائل التواصل الاجتماعي ، والتلاعب في أسعار الأدوات المالية عن طريق اختراق منصات التداول ،. لذلك كان من الضروري محاولة تقديم لمحة عامة عن الجريمة الإلكترونية في سوق الأوراق المالية .

زيادة على ذلك فموضوع انتهاك الأمن السيبراني للأسواق المالية مثير للاهتمام لثلاثة أسباب. أولاً ، يؤكد الأثر الكبير للتكنولوجيا المالية على الأسواق المالية ثانياً ، تتمثل إحدى طرق التقدير الأكثر استخداماً لتقدير هذه التكلفة في التأثير على سعر سهم الشركات المدرجة بسبب حدث إلكتروني (هجوم أو فقدان بيانات) ، والذي يعد بحد ذاته موضوعاً مهماً للغاية بالنسبة لسوق الأوراق المالية. منظم. أخيراً ، توفر حالات عدم اليقين المرتبطة بهذا الحساب فهماً للأرقام التي لا تعد ولا تحصى والتي غالباً ما تكون مختلفة جداً عن بعضها البعض.

عدم اليقين على عكس المخاطر الأخرى أو الأشكال الأخرى للجريمة التي يمكن قياسها بسهولة أكبر ، فإن قياس التكلفة الدقيقة لحدث إلكتروني (هجوم أو فقدان بيانات) لشركة متأثرة (والأكثر من ذلك تكلفة الجريمة الإلكترونية ككل) هو إشكالية لعدة أسباب منها ما يلي: ندرة البيانات المتاحة. حيث لم تظهر هذه الظاهرة إلا مؤخراً نسبياً مع التطورات التكنولوجية والظاهرة الشمول المالي فغالباً ما اختارت العديد من الشركات التي كانت ضحية للهجمات الإلكترونية عدم الكشف عنها أو الكشف عنها في تاريخ لاحق خوفاً على أسعار أسهمهم . ومع ذلك ، ، لا يمكن قياس هذه التكاليف الا بعد عدة سنوات فقط. وفقاً لدراسة صادرة عن صندوق النقد الدولي نُشرت في عام 2017 ، فإن أكثر من 90٪ من التكلفة الإجمالية لحدث إلكتروني يأتي من التكاليف غير المباشرة ، بما في ذلك ما يقرب من 75٪ من خسائر الإيرادات طويلة الأجل المتعلقة بفقدان العملاء.

وفقاً لآخر دراسة أجراها McAfee و CSIS في عام 2018 ، ارتفع النطاق الإجمالي لتكلفة الجريمة الإلكترونية العالمية من 345 إلى 445 مليار دولار في 2014 (أو 0.45٪ إلى 0.6٪ من الناتج المحلي الإجمالي العالمي المقدّر بـ 74.1 مليار دولار) إلى ما بين 445 و 600 مليار دولار (أو 0.6٪ إلى 0.8٪ من الناتج المحلي الإجمالي العالمي المقدّر بنحو 75.8 تريليون دولار) في عام 2017. من المنير للاهتمام ملاحظة أن هذه التكلفة كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي الإقليمي أعلى ومتطابقة تقريباً في المناطق المتقدمة (أمريكا الشمالية بنسبة 0.69٪ إلى 0.87٪ من الناتج المحلي الإجمالي ، أوروبا وآسيا الوسطى 0.79٪ إلى 0.89٪ من الناتج المحلي الإجمالي ، الشرق الأقصى والمحيط الهادئ 0.53٪ إلى 0.89٪ من الناتج المحلي الإجمالي) ، والتي تمثل أكثر من 80٪ من الناتج المحلي الإجمالي العالمي ، وأقل بكثير في المناطق الأخرى (جنوب آسيا وأمريكا

اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي والشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأفريقيا جنوب الصحراء). وفقاً لدراسة 2018 المذكورة أعلاه بعنوان "تكلفة النشاط السيبراني الضار على الاقتصاد الأمريكي" ، تقدر تكلفة الجريمة الإلكترونية في الولايات المتحدة بما يتراوح بين 57 و 109 مليار دولار ، أو 0.31% إلى 0.58% من الناتج المحلي الإجمالي (Serbulova، 2021).

### 3. منهجية الدراسة القياسية

على الرغم من هذه الزيادة السريعة في أنشطة AT، فإن معرفتنا بتأثيرها على الأسواق المالية محدودة. تشير بعض الدراسات على أنّ أن هذه التطورات لها فوائد مثل كفاءة اكتشاف الأسعار ، بينما يشير آخرون إلى أنها قد تؤدي إلى زيادة التقلبات. على الرغم من استمرار هذه المناقشات وعدم الفصل النهائي في نتائجها ، إلا أن هذا التحول التكنولوجي ، الذي بدأ في الولايات المتحدة في التسعينيات ، انتشر بسرعة إلى الأسواق الناشئة في السنوات الأخيرة. بالتوازي مع هذه التطورات ، وقعت بورصة اسطنبول وناسداك اتفاقية تعاون استراتيجي في عام 2014. وتسمى المرحلة الأولى من "Technology Transformation Program" برنامج التحول التكنولوجي "BISTECH" ، وهو نظام معاملات سوق الأوراق المالية الذي تم تشغيله في عام 2015 ، جنباً إلى جنب مع برنامج Genium INET والمكونات التكنولوجية الأخرى. تم تنفيذ المرحلة الأولى من BISTECH ، والتي تتكون من العديد من البرامج واسعة النطاق وطويلة الأمد ، في 30 نوفمبر 2015. أعلنت بورصة اسطنبول وناسداك أن بورصة اسطنبول بدأت في استخدام تسعة تقنيات رائدة ، بما في ذلك أنظمة المعاملات ، توزيع البيانات ، وحساب المؤشر ، ومراقبة السوق ، وإعداد التقارير ، وإدارة المخاطر قبل وبعد المعاملات. مع مشروع BISTECH ، زادت بورصة اسطنبول من عدد الطلبات التي تمت معالجتها من 4000 رسالة إلى 100000 رسالة في الثانية ، وانخفضت سرعة إرسال الطلبات من 1 مللي ثانية إلى 100 ميكرو ثانية. ووفقاً لصانعي السياسات ، من المتوقع أن تؤدي هذه التحولات إلى نظام موثوق وعالي الأداء و الذي يتوافق مع المعايير الدولية من حيث الميزات التقنية. لكن تبقى آثار مثل هذه الأنظمة على السوق مجهولة خاصة من ناحية الكفاءة التقلب واستقرار أسعار السوق والتي ستكون موضوع اختبار في هذه المرحلة من البحث، عبر الاعتماد على نموذج FIGARCH – BBM ومجموعة من الاختبارات الإحصائية.

### 1.3. البيانات المستخدمة

للإجابة عن إشكالية البحث وتحقيقاً لأهدافه، تم الاعتماد على السلسلة الزمنية لأسعار الإغلاق اليومية لمؤشر بورصة اسطنبول BIST 100 من الفترة 2021/01/30 إلى 2019 / 09 / 30 بواقع 2000 مشاهدة يومية، قسمت الفترة الى نصفين متساويين بواقع 1000 مشاهدة يومية ، يتخللهما تاريخ 11 / 30 / 2015 وهو بداية استخدام مشروع BISTECH . وكإجراء هدف إلى توحيد عدد هذه المشاهدات بين فترتي الدراسة تم استخدام سعر الإغلاق لآخر يوم تداول؛ وهذا نظراً للاختلافات المتفرقة المسجلة في أيام التداول )

عطل رسمية). كما تجدر الإشارة كذلك، إلى أن جميع هذه البيانات قد أُخِذت بالعملة المحلية ؛ وذلك تجنباً لأي تشويه ناتج عن أي تغيير محتمل قد تعرضت له قيمة العملات أثناء فترة الدراسة ( انخفاض أو ارتفاع ) ( Nikkinen, Piljak, & Äijö, 2011, p. 7). أما بخصوص نتائج الحسابات المبيّنة في الجداول من البحث والموثقة في قسم الملاحق فقد تم الحصول عليها بالاعتماد على مخرجات كل من برنامجي Eviews 9 و OxMetrics 6 (حزمة المعلومات G@RCH لـ S. Laurent, 2000 – 2009). وحزمة المعلومات PcGive). زيادة على ذلك وللكشف عن خصائص العائد والمخاطرة في مؤشر سوق الأوراق المالية التركي فقد استعملت الدراسة العوائد اليومية للأسعار كمُتغيّر داخلي، والتي تم حسابها بناءً على المعادلة البسيطة التالية :

$$R_t = Ln(p_t) - Ln(p_{t-1})$$

حيث يُمثل  $R_t$  عائد السوق في الفترة  $t$ ،  $p_t$  هو سعر الإغلاق في الفترة  $t$  و  $p_{t-1}$  سعر الإغلاق في الفترة  $t - 1$ .

### 2.3. قياس كفاءة أسواق الأوراق المالية باستخدام نماذج GARCH

لقد كانت نماذج الاقتصاد القياسي الكلاسيكية تفترض أن تباين الأخطاء ثابت، لكن في سنة 1982 اقترح Engle نماذج أُطلق عليها اسم نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباين الأخطاء ARCH (Engle R.). تتميز هذه النماذج بأن لها متوسط معدوم وهي غير مرتبطة وتبايناتها غير ثابتة و مشروطة بالماضي، كما أن لها تبايناً غير مشروط وثابت (زيطاري، 2004، الصفحات 198-199). ويُمكن وصف الشكل البسيط لهذا النموذج كما يلي :

$$y_t = b x_t + \varepsilon_t \dots \dots (1)$$

$$h_t = \sigma_t^2 = v(\varepsilon_t/\varepsilon_t) = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 \dots \dots (2)$$

$$y_t \rightarrow N(x_t \beta, h_t) \quad \varepsilon_t \rightarrow N(0, h_t) \dots \dots (3)$$

حيث :  $y_t$  يمثل العائد في الزمن  $t$ ،  $h_t$  التباين المشروط في الزمن  $t$ ،  $\varepsilon_{t-1}^2$  مربع الأخطاء في الزمن  $t-1$

،  $a_0 > 0$  و  $a_1 \geq 0$ . نرسم لهذا النموذج وتُسمى المعادلة ( 1 ) بمعادلة المتوسط (mean equation)، وهي عبارة عن دالة للمتغيرات الخارجية  $x$  وخطأ عشوائي  $\varepsilon_t$ . أما المعادلة ( 2 ) فهي معادلة التباين المشروط أي أن تباين الخطأ يكون مشروطاً بمعلومات متوفرة في الزمن  $t$ ، وقد تم التوصل إلى أنه من الأفضل التعبير عن هذا التباين كدالة لأخطاء الفترات السابقة، ويُمكن تعميم هذه المعادلة كما يلي، حيث تسمى  $p$  رتبة النموذج ويرمز له بـ ARCH (p) :

$$h_t = \sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_p \varepsilon_{t-1}^2 \dots \dots (4)$$

هذا وقبل تقدير نموذج ARCH لابد من التأكد أولاً أن تباين البواقي غير ثابت عبر الزمن وهذا عبر

الاستعانة باختبار ARCH وهو يشبه إلى حد كبير اختبار مضروب لاغرانج Lagrange Multiplier

(LM) للارتباط الذاتي. وعبر اختبار الفرضية الصفرية  $H_0$  التي تفترض ثبات التباين، مقابل الفرضية البديلة  $H_1$  والتي تفترض سيرورة من نوع ARCH (p) للسلسلة محل الدراسة :

$$H_0 : a_1 = a_2 = \dots a_p = 0 \dots \dots (5)$$

$$H_1 : a_1 \neq 0, a_2 \neq 0, \dots a_p \neq 0 \dots \dots (6)$$

لقد بينت العديد من الدراسات أن التوسع في قيم p حسب المعادلة رقم (4) قد تتولد عنه قيم سالبة لـ  $a$ ، وهو ما يناقض فرضيات النموذج؛ لذلك اقترح (Bollerslev T. , 1986) نموذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباين الأخطاء المعمم أو ما يعرف بنموذج (GARCH) بالإضافة إلى ذلك ومن الناحية الإحصائية فنموذج GARCH يخلصنا من المعلمات الكثيرة التي يتطلبها نموذج ARCH لوصف ملائم لعملية تقلب عوائد الأصول. زيادة على ذلك فهو يأخذ بعين الاعتبار سماكة الذيلين في التوزيع ( leptokurtosis )، أو ما يُعرف بالتوزيع المذبذب، عدم التناظر (skewness) والتقلب العنقودي ( volatility clustering ) الذي يعتبر أن التغيرات الكبيرة في التقلب تتبعها تغيرات كبيرة والتغيرات الصغيرة تتبعها تغيرات صغيرة، مما يدل على استمرار أثر الصدمات الماضية على التقلب الحالي.

حيث أن فئة كبيرة من القيم المطلقة للعوائد تميل إلى الظهور في شكل مجموعات - عناقيد - عند التمثيل البياني للسلسلة الزمنية، الشيء الذي لا يتعارض مع خاصية ثبات التباين Homoscedastic والتوزيع الهامشي للعوائد Marginal Distribution. كما يجدر التأكيد كذلك على خاصية شُك ذبول التوزيع في هذه السلاسل؛ حيث أن التمثيل البياني للعوائد يُمكننا بسهولة من ملاحظة عدم التوزيع الطبيعي Gaussian Distribution لها.

### 1.2.3. نموذج GARCH :

تتكون نماذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباين الأخطاء المعمم ذات المتغير الوحيد GARCH من معادلتين : الأولى هي معادلة المتوسط The Mean Equation والتي تعتبر المشاهدات المرصودة باعتبارها دالة من المتغيرات الأخرى بالإضافة إلى الخطأ العشوائي، أما الثانية فهي معادلة التباين The Variance Equation والتي تُرافق تطور التباين المشروط للخطأ بوصفه وظيفة من الفروق الشرطية الماضية (Hentschel, L., 1995, p. 74). كما يتم تقدير معلمات مجموع هذه النماذج في أغلب الحالات باستخدام منهجية الإمكان الأعظم Maximum Likelihood .

هذا ويأخذ التقلب المشروط أو ما يعرف بالتباين المشروط لمختلف نماذج GARCH نفس شكل المعادلة (15) مع إضافة مربعات القيم السابقة ، ويُمكن وصف نموذج GARCH ( p, q ) بالمعادلتين التاليتين :

$$y_t = b x_t + \varepsilon_t$$

$$h_t = \sigma_t^2 = v (\varepsilon_t / \varepsilon_t) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_p \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-1}^2 \dots \dots (7)$$

$$h_t = a_0 + a(L) + \varepsilon_t^2 + \beta(L) \sigma_t^2 \dots \dots (8)$$

حيث :  $a_0 > 0$  ،  $a_i \geq 0$  ،  $\beta_j \geq 0$  هي الشروط الكافية لضمان أن التباين المشروط  $h_t$  موجب تماماً، نلاحظ أن معادلة التباين المشروط (7) مفسرة بدلالة المتوسط  $a_0$  (المعامل الثابت في معادلة التباين) ، مربعات البواقي المتأخرة من معادلة المتوسط  $\varepsilon_{t-1}^2$  ، مربعات القيم السابقة للتباين المشروط  $h_{t-1}^2$  ،  $a(L) = a_1 L + a_2 L^2 \dots a_p L^p$  ،  $B(L) = B_1 L + B_2 L^2 \dots B_q L^q$

من المزايا التجريبية المهمة في السلاسل الزمنية لمؤشرات الأسهم وجود الذاكرة الطويلة بها، حيث تشير العديد من الدراسات (لمزيد من التفصيل أنظر : (Ding, Granger, & Engle, 1993)، (Bollerslev & Mikkelsen, 1996)) في أسواق الأوراق المالية أن التقلب الشرطي في عوائد أسعار الأصول يُثبت وجود ذاكرة طويلة Long Memory أو استمرارية طويلة المدى في التقلب Long-Range .Persistence

يؤول التفسير الإحصائي للنتائج السابقة إلى وجود أشكال غير خطية من التبعية والترابط Nonlinear Forms Of Dependence بين مشاهدات هذه السلاسل، ويظهر ذلك من خلال الاضمحلال البطيء للارتباط الذاتي في بيانات السلسلة الزمنية ليصل مداه إلى فترات زمنية طويلة ( في بعض الحالات إلى مالانهاية ). أما من الناحية الاقتصادية فهذا يعني إمكانية كبيرة للتنبؤ بعوائد الأصول المالية المتداولة في سوق معين اعتماداً على العوائد السابقة لها - خاصة في بعض الفترات - ، وبالتالي عدم كفاءة التسعير في ذلك السوق.

قُدمت نماذج الذاكرة الطويلة في الأدب القياسي لأول مرة من طرف Hurst (1951، 1956) \* لتستعمل في مجالات عديدة (الصور الطبيعية الحيوية، التنبؤات الجوية، البيانات المالية). كما عمل العديد من الاقتصاديين إلى تطوير هذه الرؤية والبحث عن نتائج أكثر دقة، نذكر على سبيل المثال دراسة Grange (1980)، Granger and Joyeux (1980) و Hosking (1981) وتطويرهم لنموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة الكسرية ARFIMA : Autoregressive (Fractionally Integrated Moving Average).

\* في هذه الدراسة أوضح Hurst أن متطلبات التخزين والمياه المتراكمة على المدى الطويل في نهر النيل لا يعتمد فقط على تدفق المياه في السنوات الأخيرة، ولكن أيضاً على تدفق في السنوات الكثيرة السابقة.

هذا ويُمكن التحقق من خاصية الذاكرة الطويلة باستعمال عدد من التمثيلات البيانية كرسم دالة الارتباط الذاتي ACF، رسم التباين ورسم دالة الكثافة الطيفية Spectral Density Function Plot. أو عبر الاستعانة ببعض الاختبارات الإحصائية كمعامل هورست Hurst exponent، طريقة التباين المجمعة Aggregated Variance Method، طريقة العزوم Aggregated Absolute Value/Moment Method، طريقة تباين البواقي Variance of Residuals Method، تحليل R/S. الاختبارات الإحصائية. أو عبر بعض النماذج المستحدثة كنماذج الذاكرة الطويلة من GARCH والتي تعتبر الأهم في المجال.

### 2.2.3. نموذج FIGARCH :

أولى النماذج التي عملت على تقدير الذاكرة الطويلة حسب نماذج GARCH هو نموذج Fractionally Integrated FIGARCH المقدم من طرف (Baillie, BBM (Bollerslev, & Mikkelsen, 1996) والذي يعمل على تعميم نموذج IGARCH عبر تغيير المعامل  $(1 - L)$  بالمعامل  $(1 - L)^d$ ، حيث  $d$  هو معلمة الذاكرة.

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \phi(L)[(1 - a) + a(1 - L)^d] \varepsilon_t^2 \\ &= a_0 + [1 - \beta(L)](1 - L)(\varepsilon_t^2 - \delta_t^2) \dots \dots (9) \end{aligned}$$

يمكننا كذلك كتابة التباين الشرطي لنموذج FIGARCH باستخدام مربعات البواقي بالشكل

التالي :

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \frac{a_0}{[1 - \beta(L)]} \\ &+ \{1 - \phi(L)(1 - L)^d[1 - \beta(L)]^{-1}\} \varepsilon_{t-1}^2 \dots \dots (10) \end{aligned}$$

وعلى النقيض من نموذج ARFIMA فمعلمة الذاكرة  $d$  تكون محصورة بين  $-0.5 < d < 0.5$

+05 بينما تنحصر في نموذج FIGARCH بين  $0 < d < 1$ . لمزيد من التفصيل حول نموذج

ARFIMA أنظر (Kanga & Yoonb, 2007).

#### 4. نتائج الدراسة

للتعرف على إمكانية وفعالية تطبيق مختلف نماذج GARCH بالإضافة إلى التوزيع المناسب لذلك من المزمع علينا في بداية التعرف على بعض الخصائص الإحصائية للعوائد اليومية لسلسلتي الدراسة، وذلك عبر الاستعانة بعدد من الاختبارات؛ خاصة اختبار عدم ثبات التباين وجذر الوحدة، بالإضافة إلى الإحصاءات الوصفية للبيانات كالتالي :

#### 1.4. الإحصاءات الوصفية للبيانات

نلاحظ من خلال الجدول رقم 01 الملخص للخواص الإحصائية للفترتين محل الدراسة أن أعلى مستوى للعوائد تم تسجيلها هي 0.062378 ، بينما أقل نسبة تم تسجيلها فهي -0.110637 . أما بالنسبة لمستويات التقلب فقد كان في أقل مستوى له بعد تبني مشروع BISTECH بأقل معدل للانحراف المعياري قُدِّر بـ 0.012486 مما يدل على انخفاض المخاطرة في هذه الفترة.

الجدول رقم 1: الخواص الإحصائية لفترتي الدراسة بين سنتي 2012 و 2019

الوسط الحسابي	الوسيط	القيمة العظمى	القيمة الدنيا	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل التفرطح	
0.000279	0.000208	0.062378	-0.110637	0.014173	-0.590007	8.587172	قبل
0.000286	5.36E-06	0.040677	-0.073480	0.012486	-0.436815	5.314757	بعد

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

#### 2.4. اختبارات جذر الوحدة

للكشف عن استقرار سلسلة العوائد للأسواق محل الدراسة بوصفها أولى الخطوات في تطبيق النماذج المختلفة من GARCH، اعتمد تحليلنا على كل من اختبار ديكي فولر المطور (ADF (Augmented Dickey-Fuller)، اختبار (Phillips-Perron) PP واختبار (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) KPSS، كما يوضح الجدول رقم 01 بأكثر تفصيل. كما ولاختبار التناظر والتوزيع الطبيعي في سلاسل العوائد اعتمدت الدراسة على كل من معامل الالتواء والتفلطح كما هو موضح في الجدول رقم 02، حيث بينت النتائج أن معامل الالتواء في كل العوائد يختلف عن الصفر ويحمل قيمة سالبة خلافاً لما هو عليه في التوزيع الطبيعي مما يدل على أن توزيع العوائد في هذا السوق له ذيل طويل جهة اليسار. زيادة على ذلك، فقد عرفت كلا السلسلتين الزمنيتين معاملاً للتفلطح يختلف عن القيمة 3 المميزة للتوزيع الطبيعي؛ إذ تراوحت القيم بين 5 و 9 مما يدل على أن التوزيع في هذا السوق له أطراف سميكّة، وعلى هذا الأساس سيعتمد البحث على توزيع GED في تقدير نموذج الدراسة.

الجدول رقم 2: مختلف اختبارات جذر الوحدة لفترتي الدراسة بين سنتي 2012 و 2019

KPSS	PP	ADF	
0.039289 [0.21600]	-33.43779 [0.0000]	-33.49390 [0.0000]	قبل
0.062146 [0.21600]	-30.47618 [0.0000]	-30.49379 [0.0000]	بعد

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

يبين الجدول السابق أن القيم الحرجة لكل من اختبائي ADF و PP كانت أقل من 5 % في كلا الفترتين مما يدعونا إلى رفض فرضية العدم  $H_0$  بوجود جذر وحدة وقبول الفرضية البديلة أي أن كلا السلسلتين

مستقرة عند المستوى (0) I وذلك بثابت واتجاه عام، وهذا عند مستوى معنوية 1 % . كذلك يؤكد اختبار KPSS ما جاء في اختبائي ADF و PP، حيث أن إحصائية هذا الاختبار كانت أقل من القيم الحرجة لكلا الفترتين في حالة اختبار بثابت واتجاه عام وذلك عند مستوى معنوية 1 %؛ مما يجعلنا نقبل فرضية العدم  $H_0$  وبالتالي التأكد من استقرارية السلسلتين الزمنيّتين لعوائد سوق تركيا للأوراق المالية.

### 3.4. اختبار الارتباط الذاتي وعدم ثبات التباين

بعد معرفة الخصائص الإحصائية المميزة لعوائد مؤشر بورصة اسطنبول والتأكد من استقرارها، سنقوم كمرحلة ثانية باختبار الارتباط الذاتي المتسلسل للعوائد واختبار حالة عدم ثبات التباين أي عدم تجانس تباين الأخطاء، باعتبارهما خطوة في غاية الأهمية ومن الشروط الأساسية التي تمكّننا من المرور إلى تقدير نماذج الدراسة. لهذا الغرض سنقوم بتقدير معادلة العائد على الثابت كما يلي :

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

على هذا الأساس نحاول فحص الارتباط الذاتي في بواقي تقدير المعادلة السابقة  $e_t$  عن طريق حساب معامل الارتباط الذاتي لها، وذلك اعتماداً على إحصائية Ljung - Box، حيث تمكّننا هذه الإحصائية من اختبار فرضية العدم  $H_0$  والمتمثلة في عدم وجود ارتباط ذاتي للأخطاء مقابل وجود ارتباط ذاتي فيها وذلك لفترات تأخر (إبطاء) 5، 10، 15، 20، 25 و30. إلى جانب ذلك تم استخدام اختبار ARCH LM لنفس الغرض وعند نفس فترات الإبطاء السابقة الذكر؛ وهو اختبار يُمكننا من معرفة ما إذا كانت الأخطاء تتبع عملية ARCH. حيث تتمثل فرضية العدم فيه  $H_0$  بأنّ الأخطاء متجانسة أي أن الأخطاء السابقة لا تؤثر على الخطأ الحالي وبالتالي لا يوجد أثر ARCH.

الجدول رقم 3: إحصائية Ljung-Box (Q) لفترتي الدراسة بين سنتي 2012 و2019

الوسط الحسابي	الوسيط	القيمة العظمى	القيمة الدنيا	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل التفرطح	
0.000279	0.000208	0.062378	-0.110637	0.014173	-0.590007	8.587172	قبل
0.000286	5.36E-06	0.040677	-0.073480	0.012486	-0.436815	5.314757	بعد

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

تُشير نتائج الجدول رقم 03 ورقم 04 إلى رفض فرضية العدم لاختبار Ljung - Box و ARCH LM وذلك في كل الأسواق محل الدراسة عند مستوى معنوية يتراوح بين 1 % و 5 %؛ أي أن بواقي تقدير معادلة العائد على الثابت لفترتي الدراسة تتميز بوجود ارتباط ذاتي لها ؛ وبالتالي وجود أثر ARCH، وذلك لفترات تأخر (إبطاء) 5، 10، 15، 20، 25 و30.

الجدول رقم 4: إحصائية Ljung-Box (Q) لفترتي الدراسة بين سنتي 2012 و2019

أثر التداول الخوارزمي والجرائم الالكترونية على استقرار الأسواق المالية

30	25	20	15	10	5	فترات الدراسة
3.5615 [0.0000]	3.9576 [0.0000]	4.9096 [0.0000]	6.3338 [0.0000]	6.1129 [0.0000]	8.0043 [0.0000]	قبل
1.5292 [0.0350]	1.6747 [0.0205]	2.0266 [0.0049]	1.8667 [0.0229]	2.6853 [0.0030]	4.9631 [0.0002]	بعد

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

#### 4.4. اختبارات الذاكرة الطويلة

للتعرف على نوعية الذاكرة الموجودة في سلسلي العوائد والتقلب في سوق الأوراق المالية التركي، ستستخدم الدراسة كمرحلة أولى أربع إحصائيات أساسية هي: إحصائية Rescaled Range (R/S) الكلاسيكية ل (Hurst, Long-term storage of reservoirs: An experimental study, 1951) و (Mandelbrot, 1972) ، إحصائية Lo (Lo, 1991) ، إحصائية-GPH (Geweke & Porter, 1983) ، بالإضافة إلى إحصائية RH (Robinson & Henry, 1999) ، وذلك في ثلاث سلاسل أساسية: العوائد  $R_t$  ، القيمة المطلقة للعوائد  $|R_t|$  ، مربع العوائد  $R_t^2$ . تُوضح نتائجهم بالتفصيل في الجدول أسفله:

الجدول رقم 5: اختبارات الذاكرة الطويلة عبر مختلف الاختبارات الإحصائية

إحصائية RH	إحصائية GPH	إحصائية (q=1) Lo	إحصائية R/S	البيانات المستخدمة في الاختبار	
-0.0208574 (0.0223607) [0.3509]	-0.0147113 (0.0325865) [0.6517]	1.09728	1.06468	$R_t$	قبل
0.101973 (0.0223607) [0.0000]	0.144056 (0.0325865) [0.0000]	2.64544	2.75801	$R_t^2$	
0.102753 (0.0223607) [0.0000]	0.0964072 (0.0325865) [0.0031]	3.11292	3.22684	$ R_t $	
-0.0140521 (0.0223607) [0.5297]	0.0348786 (0.0325865) [0.2845]	1.15103	1.16996	$R_t$	بعد
0.0636992 (0.0223607) [0.0044]	0.0792809 (0.0325865) [0.0150]	2.37019	2.41259	$R_t^2$	
0.0729794 (0.0223607) [0.0011]	0.028001 (0.0325865) [0.3902]	2.79826	2.8665	$ R_t $	

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

حسب النتائج المبينة في الجدول، تُشير النتائج التقديرية لإحصائية R/S إلى رفض الفرضية الصفرية  $H_0$  بعدم وجود أي اعتمادية طويلة في سلاسل القيمة المطلقة للعوائد، والتقلب المقاس بمربع العوائد مع قبول فرضية وجود ذاكرة طويلة بهما، حيث أن القيمة المقدرة للإحصائية لم تقع ضمن منطقة القبول (90% : [0.861, 1.747]، 95% : [0.809, 1.862]، 99% : [0.721, 2.098])، وهذا على العكس من سلسلة العوائد والتي أشارت النتائج أنّها ذات ذاكرة قصيرة أو متوسطة. كما تؤكد إحصائية Lo ذلك عند فترة إبطاء واحدة 1.

حسب نفس الجدول وعبر فحص الفرضية الصفرية في كل من اختبار GPH و RH التي تشير إلى وجود ذاكرة قصيرة ( $H_0 : d = 0$ )، مقابل الفرضية البديلة والتي تشير إلى وجود ذاكرة طويلة ( $H_1 : d \neq 0$ )

نطاق Range Of Bandwidth (  $M = T^{0.50}$  ) \*، تفيد نتائج تقدير معلمة التفاضل الكسري (d) لـ The Fractional Differencing Parameter بالنسبة للقيمة المطلقة للعوائد  $|R_t|$  و مربع العوائد  $R_t^2$ . لفترتي الدراسة إلى وجود خاصية الذاكرة الطويلة في التقلب؛ تحت داعي رفض الفرضية الصفرية (  $d < 5\%$  ) (value)؛ لإحصائية GPH عند مستوى معنوية 1%. وهذا على العكس بالنسبة لسلسلي العوائد.

وعلى غرار الارتباطات الإيجابية طويلة المدى بين قيم القيم المطلقة للعوائد ومربع العوائد والتي أظهرت وجود خاصية الذاكرة الطويلة بها، تشير القيم السالبة لتقديرات كلا الاختبارين (GPH و RH) للعوائد ذاكرة قصيرة إلى متوسطة المدى مع ارتباطات سلبية، أو ما يعرف بمضادات الاستمرارية Anti-Persistent. والتي يجري تفسيرها بأن أسعار الأصول تميل إلى عكس اتجاهها في كثير من الأحيان، وبالتالي خلق فرص استثمارية قصيرة إلى متوسطة المدى Intermediate Memory.

كملخص لما سبق، تُفيد تقديرات الإحصائيات الأربعة الوصول إلى أدلة ضعيفة بوجود خاصية الذاكرة الطويلة في مستوى عوائد سوق الأوراق المالية التركي وهذا على العكس من بالنسبة للقيمة المطلقة للعوائد  $|R_t|$  و مربع العوائد  $R_t^2$ ، مما يُشير إلى عدم إمكانية للتنبؤ بالعوائد المستقبلية اعتماداً على العوائد الماضية، ومن كفاءتها عند المستوى الضعيف.

في حين توجد أدلة قوية لوجود ذاكرة طويلة المدى في التقلب (مربع العوائد) لكلا الفترتين؛ مما يشير إلى الأثر طويل المدى والذي يُمكن أن تحققه أي صدمة في هذا السوق مهما كانت صغيرة، والذي يُمكن أن يستمر مداه إلى الملائمة.

من جهة أخرى فقيمة معلمة التفاضل الكسري (d) كانت أكبر ما يكون في العوائد المطلقة مقارنة مع مربع العوائد (التقلب) حسب إحصائية RH؛ الشيء الذي يشير إلى أن خصائص الذاكرة الطويلة كانت أقوى في العوائد المطلقة منه في مربع العوائد، وهو ما يؤكد نتائج العديد من الدراسات في المجال مثل دراسة (Ding, Granger, & Engle, 1993) والتي أشارت أن العوائد المطلقة هي المؤشر الأنسب لتمثيل عمليات الذاكرة الطويلة في أسواق الأوراق المالية.

#### 5.4. تقدير نموذج FIGARCH – BBM (1, d, 1)

اعتماداً على توزيع GED قامت الدراسة بتقدير معاملات نموذج BBM - FIGARACH، باستخدام الرتبة (1, 1, d)، والتي آلت النتائج خلالهما إلى استقرار عملية التقدير Stability Of The Process، على اعتبار أن أغلبية المعاملات كانت معنوية، وأن معلمة التفاضل الكسري (d) كانت تتراوح بين قيمتي 0 و 1 ( $0 < d < 1$ )؛ وبالتالي رفض فرضية نموذج GARCH (d=0)، وفرضية نموذج

\* بحجم لعينة كانت التقدير نتائج 1468T/2: أي مشاهدة يومية.

IGARCH ( $d=1$ ) لكلا النموذجين. وبأكثر تفصيلاً، وكما هو ملاحظ في الجدول رقم 06، تسجل فترة ما بعد تبني مشروع BISTECH أقل قيمة للمعامل  $d$  بـ 0.201679 مقارنة بالفترة الأولى والمقدرة بـ 0.287663؛ مما يشير إلى وجود ذاكرة طويلة في هذه الفترة لكن مستويات التنبؤ بالعائد أقل ومنه كفاءة أحسن من الفترة الأولى؛ الشيء الذي لا ينفي وجود ذاكرة طويلة فيهما، لكنها أقل حجماً وتأثيراً في حالة حدوث صدمات من الفترة الأولى.

الجدول رقم 6: تقدير نموذج BBM - FIGARCH لفترتي الدراسة بين سنتي 2012 و 2019

فترات الدراسة	$b$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\beta_1$	$d$
قبل	0.000774	0.186785	0.133681	0.393248	0.287663
	0.00041251	0.10196	0.099860	0.12981	0.10175
	1.876	1.832	1.339	3.029	2.827
	0.0610	0.0673	0.1810	0.0025	0.0048
بعد	0.000401	0.311988	0.094031	0.248004	0.201679
	0.00038413	0.17654	0.20168	0.21667	0.069074
	1.045	1.767	0.4662	1.145	2.920
	0.2963	0.0775	0.0411	0.0526	0.0036

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

من جهة أخرى وحسب نفس الجدول السابق، وبما أن قيمة P-value كانت أكبر من 5 % (  $P\text{-value} > 5\%$  ) لكل من اختباري Ljung – Box و ARCH LM، فيمكننا القول أن نموذج FIGARCH – BBM (1, d,1) قد استوعب أثر ARCH ولا يوجد أي ارتباط ذاتي بين الأخطاء (البواقي) ومربعات الأخطاء عند فترات إبطاء 10، 20 أو 30، وذلك عبر رفض الفرضية الصفرية لكل من الاختبارين السابقين.

الجدول رقم 7: تقدير نموذج BBM - FIGARCH لفترتي الدراسة بين سنتي 2012 و 2019

اختبار أثر ARCH			إحصائية Ljung-Box		
فترات التأخر			فترات التأخر		
30	20	10	30	20	10
[0.8964] 0.68805	0.60614	0.51657	20.1136	12.2653	5.09195
	[0.9105]	[0.8793]	[0.8602878]	[0.8332413]	[0.7477052]
[0.8321] 0.75049	0.83951	0.70858	22.4466	17.7298	7.73472
	[0.6659]	[0.7170]	[0.7602059]	[0.4735787]	[0.4598032]

المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج OxMetrics 6

لقد عملت هذه الدراسة على اختبار كفاءة سوق الأوراق المالية التركي عند المستوى الضعيف لذلك قبل وبعد تبني برنامج التحول التكنولوجي BISTECH ، عبر الكشف عن مدى وجود ارتباط ذاتي بين الملاحظات البعيدة، وإمكانية التنبؤ بالعوائد المستقبلية باستخدام العوائد الماضية لهذا السوق. وذلك للفترة الممتدة بين 2012 و 2019 بواقع 2000 مشاهدة يومية.

كملخص لما سبق، نُفيد تقديرات الإحصائيات الأربعة بالإضافة إلى نموذج الدراسة الوصول إلى أدلة ضعيفة بوجود خاصية الذاكرة الطويلة في مستوى عوائد سوق الأوراق المالية التركي وهذا على العكس بالنسبة للقيمة المطلقة للعوائد  $|R_t|$  و مربع العوائد  $R_t^2$  .، مما يُشير إلى عدم إمكانية التنبؤ بالعوائد المستقبلية اعتماداً على العوائد الماضية، ومن ثم كفاءتها عند المستوى الضعيف مع تحسن هذا المستوى بعد BISTECH . في حين توجد أدلة قوية لوجود ذاكرة طويلة المدى في التقلب ( مربع العوائد ) لكلا الفترتين؛ مما يشير إلى الأثر طويل المدى والذي يُمكن أن تحققه أي صدمة في هذا السوق مهما كانت صغيرة، والذي يُمكن أن يستمر مداه إلى الملائمة خاصة بعد BISTECH ، مما يثبت فرضية الدراسة.

تدعم النتائج السابقة العديد من الدراسات التي تم الاطلاع عليها والتي تشير إلى أن هناك تأثيرات إيجابية للتداول الخوارزمي على السوق ومن الحجج الداعمة مفادها أن AT يساعد في اكتشاف الأسعار وكفاءتها من خلال التداول كما يعمل هذا النوع من التداول على تحسين سيولة السوق. و يقلل من تكاليف التداول.

رغم ذلك لا يزال الكثير من المشككين، لا سيما مع المتداولين التقليديين الذين يشككون في نقص الشفافية وطبيعة "الصندوق الأسود" لخوارزميات الذكاء الاصطناعي. على أن الخوارزميات المستخدمة في الأسواق تمتلك "مخاطر نموذجية" أو خطر أن البرمجة الخوارزمية قد لا تمثل العالم بدقة كما هو. على أن أحد العيوب هو أن المتداولين ذوي الترددات العالية يقلدون ما يفعله المتداولون الآخرون دون استكشاف القيمة الأساسية للشركة التي يتم تداول أسهمها. يمكن أن تؤدي AT أيضاً إلى تجميد الأسواق وإحداث عدم استقرار عندما تتفاعل استراتيجيات التداول بطرق غير متوقعة ناهيك عن انتهاكات الأمن السيبراني .

## 6. قائمة المراجع:

- Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 74, 3–30.
- Buchanan, B. G. (2019). Artificial intelligence in finance. *PhD*. Hanken School of Economics , Department of Finance, Statistics and Economics, Helsinki, Finland.
- Ding, Z. ,., Granger, C., & Engle, R. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal Empirical Finance*, 83-106.
- Geweke, J., & Porter-Hudak, S. (1983). The estimation and application of long memory time series models. *Journal of Time Series Analysis* , 4, 221-238.

- Kanga, S., & Yoonb, S. (2007). Long memory properties in return and volatility: Evidence from the Korean stock market. *Physica A*, 385, 591–600.
- KPMG. (2022). *Pulse Fintech H2'21*.
- Serbulova, N. (2021). Fintech as a transformation driver of global financial markets . *E3S Web of Conferences*.
- Transactions of the* .Long-term storage of reservoirs: An experimental study .(1951) .H. E. Hurst .799-770 ، 116 ، *American Society of Civil Engineers*
- Hurst, H. E. (1951). Long-term storage of reservoirs: An experimental study. *Transactions of the American Society of Civil Engineers* , 116, 770-799.
- Lo, A. W. (1991). Long-term memory in stock market prices. *Econometrica* , 59 (5), 1279-1313.
- Mandelbrot, B. (1972). *Possible refinement of the lognormal hypothesis concerning the distribution of energy dissipation in intermittent turbulence*, In M. Rosenblatt & C. Van Atta (Eds.), *Statistical Models and Turbulence*. New York: Springer.
- Nikkinen, J., Piljak, V., & Äijö, J. (2011). Integration Of The European Frontier Emerging Stock Markets: Effects Of The 2008/2009 Financial Crisis. University of Vaasa, Finland.
- Robinson, P., & Henry, M. (1999). Long and short memory conditional heteroskedasticity in estimating the memory parameter of levels. *Econometric Theory* , 15, 299-336.