

البيتكوين وأثره على البيئة خلال الفترة (2018/01 - 2022/12)

د. أحلام المسعي

amessai@kfu.edu.sa

زينب سمير إبراهيم القطيفي

Za.sameer.1997@gmail.com

قسم المالية - كلية إدارة الأعمال
جامعة الملك فيصل
المملكة العربية السعودية

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة ومعرفة أثر البيتكوين وتأثيرها على البيئة. بالإضافة لاستعراض الجانب النظري لعملية البيتكوين وأثر ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. كما تم الأخذ بالاعتبار عدة متغيرات لدراسة الأثر بشكل دقيق، خلال الفترة الزمنية من 2018-2022م بصورة شهرية. كما تطرقت الدراسة لقياس الأثر البيئي من خلال انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، بينما متغيرات الدراسة الأخرى في عدة عوامل كسعر البيتكوين، حجم البيتكوين، والتعدين، واستهلاك الكهرباء، ومؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ. حيث اعتمدت الدراسة على السلاسل الزمنية. كما إن الدراسة أتبعته منهجية الانحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة (ARDL) بالإضافة لسببية جرانجر (Granger Causality). توصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر سلبي للبيتكوين على البيئة من خلال وجود علاقة تكاملية بين المتغيرات. كما توجد علاقة سببية أحادية الاتجاه بينهما. علاوة على ذلك توضح الدراسة أهمية استبدال استهلاك الكهرباء بالطاقات المتجددة غير الضارة على البيئة لتقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينعكس بذلك سلباً على البيئة.

الكلمات المفتاحية: العملات الرقمية، البيئة، البيتكوين، التعدين، غاز ثاني أكسيد الكربون.

المقدمة

وصلت التكنولوجيا في العالم في الوقت الحالي إلى مستويات متقدمة مقارنةً بالأزمة السابقة. فظهر العديد من التغيرات والابتكارات لتسهيل عمليات الدفع. فالشركات والأفراد يسعون لاكتشاف المزيد من التقنيات الجديدة التي تسعى لتسهيل أي عملية في مختلف أنحاء العالم وجعل العالم مترابطاً وكأنك في قارة ومنطقة واحدة. كانت النقود في البداية بصورة بدائية جداً قائمة على مبدأ مقايضة السلع، العملات المعدنية، يلها الأوراق المالية، البطاقات الائتمانية، وأخيراً العملات الرقمية أو ما يسمى بالعملات المشفرة (Crypto-currency) وما زالت الابتكارات مستمرة.

أخذت العملات الرقمية اهتمام عالٍ في السنوات الأخيرة. وبالأخص عملة «البيتكوين» حيث إنها أشهر وأول عملة رقمية ظهرت. ونلاحظ من خلال عمليات تداول البيتكوين أنها حققت أرباحاً خيالية بسبب عمليات المضاربة. كما تمتاز بسرية التعامل وسرعة إتمام المعاملة، ويعود السبب كون العملات الرقمية لا مركزية وغير خاضعة للرقابة. فالعملات الرقمية تتوفر بصورة رقمية فقط ويتم الاحتفاظ بها من خلال محفظة رقمية متخصصة من خلال الهاتف المحمول أو الحاسب الآلي عن طريق برامج مخصصة للتداول. وعلى الرغم من توسع وانتشار العملات الرقمية إلا أنها غير متاحة كوسيلة دفع في جميع الدول والمتاجر. كما يتم التأكد من صحة المعلومات والبيانات ويتم إضافتها إلى السجل العام الشبيه بدفتر الأستاذ في المعاملات المحاسبية الذي عادةً يطلق عليه مسمى البلوكتشين (Blockchain) (عبي، 2021).

بينما البيتكوين لاقت شهرة كبيرة، إلا أنها واجهت انتقادات عديدة كونها تستهلك كمية طاقة هائلة لتتم عملية التعدين. وذلك عن طريق استخدام حاسب آلي متطور لفك الشفرة لحل المعادلات الرياضية التي تمثل عنصر الأمان للعملة لعدم اختراقها. وفقاً لدراسة (Egiyi et al., 2020) فإن البيتكوين يمكن أن تؤدي إلى كارثة بيئية. حيث إنها تستهلك



كمية طاقة عالية، فذلك يعني أنها تبعث كمية كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يضر البيئة ويؤثر على المناخ على المدى الطويل، حيث يتسبب في تغيير درجات الحرارة، مما يساهم في زيادة الاحتباس الحراري. حيث إن الزيادة في هذا الاحتباس ترفع من درجات الحرارة وتؤثر على مستويات سطح البحر، وتزيد في حرائق الغابات، والفيضانات، وغيرها من الكوارث الطبيعية (Othman et al., 2022).

يهتم هذا البحث بدراسة أثر البيتكوين على البيئة من خلال دراسة عدة متغيرات عن طريق النماذج الإحصائية لدراسة العلاقة فيما بينهما، بالإضافة للعلاقة السببية.

الإطار النظري

العملة الرقمية ونشأتها

تعتبر العملة الرقمية من الأشكال الحديثة للنقود، حيث لاقت انتشارًا واسعًا بين المستثمرين على مستوى العالم، وذلك لسهولة التداول فيها وانخفاض تكلفتها. كما إن عملية الدفع تتم بشكل مباشر دون الحاجة لوسيط. وبشكل عام لم يتوصل الأكاديميين لتعريف دقيق للعملات الرقمية. تنتسب العملات الرقمية بكثرة المصطلحات المطلقة عليها كالعملة المشفرة، العملة الإلكترونية، العملة الافتراضية.

تم تعريفها من قبل الهيئة المصرفية الأوروبية (EBA) على أنها تمثيل رقمي لا تصدر من بنك مصرفي ولا ترتبط بعملة نقدية تقليدية. كما إنها تلاقي قبول عالٍ من قبل المستثمرين لإمكانية تداولها أو تخزينها. بينما عرفها البنك الدولي بأنها تمثيل رقمي يتمتع بوحدة حساب خاصة بالاعتماد على أساليب التشفير، يمكن تداولها وتخزينها (بوعقل، 2020).

ظهرت العملة الرقمية رسميًا خلال عام 2008م من قبل شخص ياباني الجنسية يُدعى (Satoshi Nakamoto)، الذي قام بنشر ورقة مهمة حول أول عملة رقمية ظهرت، وهي البيتكوين التي أحدثت قفزة في مجال التشفير، وأوضح من خلال تلك الورقة طريقة تطوير عملة البيتكوين وكيفية حمايتها من الإنفاق المزدوج والتزييف التي قد تحدث في المعاملات المالية التقليدية. فعملة البيتكوين تعد من تقنيات «سلسلة الكتل» التي تعمل بتكنولوجيا الند للند. أي أنها تصدر بدون بنك مركزي، كما تستعمل كوسيلة دفع دون الحاجة لوسيط كالمؤسسات المالية، كذلك رسوم التحويل قليلة جدًا مقارنةً بتحويل النقود التقليدية بواسطة المصارف أو المؤسسات المالية. وفي عام 2009م تم إنتاج أول عملة بيتكوين من خلال التعدين بالإضافة لأول عملية تحويل للعملة. كما تم إنشاء قاعدة بيانات تسجل بها جميع معاملات البيتكوين السابقة. يطلق على هذه القاعدة ما يسمى Bitcoin Blockchain وغالبًا تمثل وظيفة دفتر الأستاذ الخاص بها (بوعقل، 2020) (فواتحية، 2021).

تحتل عملة البيتكوين المركز الأول في كمية التداول وأكثر العملات الرقمية إقبالاً. حيث إن قيمتها السوقية قدرت بحوالي 27,095 دولار وذلك في مايو 2023 كما إن سعر عملة البيتكوين يتحدد وفقاً للطلب والعرض (موقع Investing).

تعدين العملات الرقمية

لإمكانية الحصول على عملة بيتكوين جديدة لا بد من القيام بعملية التعدين (Mining)، فهي من الأركان الأساسية لاستمرار التداول بالعملة. كما إن مهمتهم الأولى إيجاد الصيغ المركبة وحل بعض الصيغ والمعادلات الرياضية. كما إن عملية التعدين تعني استخدام قوة هائلة في الحاسب الآلي لحل الصيغ والمعادلات الرياضية المعقدة، والهدف من ذلك الحفاظ على دفتر الأستاذ العام وإيجاد العملات الجديدة (بوعقل، 2020) (فوقه وآخرون، 2020).

تتطلب عمليات حل التشفير والمعادلات استخدام كمية عالية من الكهرباء. حيث إن الحواسيب العادية لا يمكنها القيام بعملية التعدين. فما إن قامت الحواسيب العادية بعملية التعدين فقد تستغرق سنتين لإمكانية وصولها للحل على خلاف الأجهزة المعقدة، التي قد تصل إلى الحل خلال 10 دقائق فقط. كلما زادت عدد كروت الشاشة ذات الفعالية العالية كلما أمكن المستثمر الحصول على المكافئة. يمكن لأكثر من مُعدِن الوصول للحل الأمثل في ذات الوقت، فهنا سوف يتقاسم المكافئة فيما بينهما (فوقه وآخرون، 2020).

وفقاً لارتفاع التكلفة وتعقيد عمليات التعدين قام مجموعة من المعدنين بالاعتماد على منصات يتم التعدين من خلالها مقابل نسب بسيطة قد لا تتجاوز 1%. حيث تتم مكافئة كل فرد بناء على مساهمته في عملية التعدين. عند القيام

بفك الشفرة يطلق عليها بالكتلة فتقوم بالاحتفاظ بسجل حسابات الإجراء للعملة وهو ما يطلق عليه باسم Blockchain. من مميزاتا انه لا يمكن تزوير العملة. من اجل تغيير ملكية وحدة يتطلب تغيير جميع السلسلة وهو أمر بالغ الصعوبة (فوقه وآخرون، 2020).

مع مرور الوقت فإن مقدار المكافئة ينخفض تدريجياً إلى أن يتم التوقف عن إصدار البيتكوين وتكون قائمة على عمليات التحويل فقط. استدلالاً بدراسة (فوقه وآخرون، 2020) خلال عام 2012-2009م كان مقدار مكافئة الحصول على 50 عملة بيتكوين عن كل عملية تعدين. ومن ثم تقلصت المكافئة خلال عام 2016-2013م وصل مقدار المكافئة إلى 25 عملة بيتكوين لكل عملية، فنلاحظ أن المكافئة انخفضت إلى النصف تمامًا. خلال عام 2020-2017م أصبحت مقدار المكافئة ما يعادل 12.5 عملة بيتكوين لكل عملية تعدين.

مزايا ومخاطر العملات الرقمية

تمتاز العملات الرقمية بالعديد من المزايا التي تتناسب مع المستثمرين، منها:

- انخفاض الرسوم المترتبة عليها سواء في حال الإصدار أو التداول.
- تعدد محافظ العملات الرقمية دون أن تكون مرتبطة بنفس الاسم أو العنوان.
- السرعة والسرية في التعامل.
- التوسع الجغرافي في عمليات التداول، حيث إنها لا ترتبط بمنطقة جغرافية معينة.
- الشفافية في التعامل، حيث يمكن للمستثمرين معرفة سير تداول العملة ما بين المحافظ دون معرفة هوية مالكيها.
- درجة الأمان عالية، حيث يصعب تزوير العملة.

فيما يتعلق بالعيوب المرتبطة بالعملات الرقمية فهي تترتب كالتالي:

- عدم القدرة على تحديد مصدر العملة، مما يمكن إساءة استخدامها في عمليات غسيل الأموال والمتاجرة بالممنوعات.
- قد تساهم في التهرب الضريبي أي عدم قدرة الجهات الحكومية في التحديد الدقيق للضرائب على صفقات العملات الرقمية.
- لا تخضع للحماية القانونية، أي أن العملات الرقمية لا تصدر من قبل جهة رسمية أو بنك مركزي، مما لا يمكن تعويض المتداولين عن الخسائر.
- لا تخضع لسلطة مركزية وبنية تحتية، فهي تعمل في بيئة غير واضحة، مما يساهم في التقلب المستمر للأسعار. بما أن العملات الرقمية لا تخضع لسلطة مركزية فهي معرضة لديناميكية السوق، أي تتأثر بواسطة المستثمرين، كما لا توجد رقابة على كميات التداول والأسعار التي قد تحد من تلك التقلبات (العمراوي وآخرون، 2022).

رغم مساوئ البيتكوين العديدة، إلا أن لها مزايا كذلك، فتقنية البلوكتشين (Blockchain) ممكن أن تكون مستدامة بشكل افضل في جميع القطاعات والأنشطة. حيث أوضحت دراسة (Badea et al., 2021) أن من الممكن استبدال العملات الورقية بالعملات الرقمية في المستقبل بسبب ازدياد الاعتماد على التطور التكنولوجي، كذلك يساهم في إنقاذ الغابات من إزالة ما يقارب مليار شجرة خصوصاً أن الأشجار تساهم في امتصاص وتقليل مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون.

تقدير الأثار البيئية

كل ما ينتج من المشروعات في جميع مراحلها قد يؤثر على البيئة، كالكمامات والتكنولوجيا والبناء وغيرها. كذلك قد تؤثر المشاريع على الإنسان والبيئة وجميع المخلوقات الحية. العديد من المؤسسات والهيئات التي تسعى للحفاظ على البيئة كالإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) وهي وكالة علمية تابعة لوزارة التجارة الأمريكية مختصة في المحيطات والغلاف الجوي تأسست عام 1970م. خلال الآونة الأخيرة زاد الجدل والاهتمام بالجانب البيئي. حيث إن هناك العديد من المعارضين والمؤيدين للعملات الرقمية وتفاوت الآراء فيما يخص خطورتها وضررها على البيئة (موقع NOAA).

أثر غاز ثاني أكسيد الكربون على البيئة

يشير تغير المناخ إلى زيادة في درجات الحرارة الذي يطلق عليها بالاحتباس الحراري. يقصد به التذبذب أو تقلب حالة الطقس خلال المدى الطويل. ويساهم هذا في التغير في ارتفاع مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. في الوقت

الراهن يتغير المناخ بشكل سريع مقارنةً بالأزمة السابقة وذلك ناتجاً عن الأعمال والأنشطة البشرية. حيث مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى من قدرة الطبيعة على إزالته مما يؤدي لحدوث مخزون طويل المدى في الغلاف مما يساهم في جعل المناخ في حالة دئي أعلى. كما يؤثر ارتفاع ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي سلباً على البشرية، حيث يساهم في انخفاض مستوى الأكسجين في الغلاف الجوي، ويؤدي إلى صعوبة في التنفس وظهور أعراض صحية كالصداع وغيرها (منصور، 2023) (محيريق وآخرون، 2022).

أثر البيتكوين على البيئة

عند النظر لحقيقة العملات الرقمية نجد أنها نقد إلكتروني يسمح بعمليات التحويل والمدفوعات عبر الإنترنت من طرف لآخر بشكل مباشر دون الحاجة لمؤسسة مالية. أي سهولة الحصول على العملة الرقمية ولضمان العملية ورفع مستوى الأمان لكي لا تحدث عمليات تزوير واختراق فيتم رفع مستوى تعقيد للمسائل الرياضية، وتؤدي زيادة مستوى التعقيد إلى استهلاك كمية كهرباء عالية مما يساهم في انبعاثات غازات دافئة التي تؤثر على الغلاف الجوي وزيادة ظاهرة الاحتباس الحراري (Badea et al., 2021).

وأوضحت دراسة (Badea et al., 2021) أن استهلاك الكهرباء في عمليات التعدين يساوي استهلاك بعض الدول المتقدمة للكهرباء كإيرلندا والنمسا. حيث إنه يستهلك ما بين 15.47-50.24 تيراواط /ساعة سنوياً. كنا أوضحت جامعة كامبريدج أن معظم عمليات التعدين تتم في الصين بنسبة 58%، يليها الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 16%. ونلاحظ أن نسبة التعدين في دولة الصين أعلى، ويعود ذلك إلى انخفاض تكلفة الكهرباء وفي الغالب تعتمد الصين على الفحم لتدني السعر والتكلفة.

العملات الرقمية قد تشكل خطراً في زيادة الغازات الدافئة التي تؤدي لزيادة الاحتباس الحراري ما يزيد عن درجتين مئويتين. حيث إن العملات الرقمية تساهم في التأثير على البيئة من خلال استهلاك طاقة كمبيوتر عالية مما يعني استهلاك كهرباء عالٍ جداً. كذلك تنتج عنها مخلفات تكنولوجية عندما تتقادم أجهزة الحاسوب فتنتهي جدواها. وحسب دراسة (Badea et al., 2021) فإن حجم النفايات الإلكترونية التي تنتجها عملة البيتكوين على الخصوص ما يقارب 12 كيلو طن لكل سنة ونصف.

يؤثر تلوث الهواء بالتأكيد على الغلاف الجوي مما يؤدي لضرر على البيئة، حيث ينعكس ذلك على الاقتصاد من خلال زيادة التكاليف لمحاولة حماية البيئة بالإضافة لخسائر في الأرواح البشرية. حسب تقدير هذه الدراسة فإن تغير المناخ بالتلوث يساهم في وفاة 3 مليون شخص في مختلف أنحاء العالم.

الدراسات السابقة

دراسة (Sinan et al., 2022)، التي تطرقت إلى أسعار العملات الرقمية ومنها البيتكوين والإيثريم والريبيل وعلاقتها بانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يقيس الأثر الناجمة عن البيئة. كما استخدم الباحثون المنهج التحليلي والمنهج الوصفي لدراسة العلاقة ما بين المتغيرات. توصل الباحثون من خلال استخدام مجموعة من الاختبارات السببية المتماثلة والغير متماثلة. وفقاً لنتائج اختبار السببية المتماثلة فإن الطلب على العملات الرقمية له آثار سببية على التدهور البيئي، كذلك نتائج الاختبار السببية غير المتماثلة توصلت إلى وجود تأثير سببية غير متماثلة من طلب العملة (سعر العملات الرقمية) إلى التدهور البيئي. أوصى الباحثون بضرورة تنفيذ السياسات في أسواق العملات الرقمية، والتحكم في الآثار البيئية من خلال فرض الضريبة البيئية على المعاملات والإيرادات من العملات الرقمية، كذلك يمكن لصانعي السياسات إضفاء الطابع الرسمي على المعاملات الرقمية. فاستناداً للسابق يجب المساهمة بعمل البدائل الخضراء من خلال تحسين كفاءة استهلاك الكهرباء وتقليل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

دراسة (Christophe et al., 2019)، التي تطرقت إلى العلاقة بين حجم تداول البيتكوين والعملات الرقمية الأخرى واستهلاك الطاقة حيث توصلت نتائج الدراسة لوجود علاقة إيجابية بين حجم العملات الرقمية واستهلاك الكهرباء مما يؤثر سلباً على البيئة. كما إن المتغيران لهما تكامل مشترك على المدى الطويل.

دراسة (بوعقل، 2020)، التي تفيد بأن التعدين له آثار سلبية على البيئة. الباحث قام بدراسة عدة متغيرات باستخدام المنهج الوصفي والتحليلي، فكانت المتغيرات هم استهلاك الكهرباء، انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، تعدين البيتكوين، أسعار البيتكوين. توصل الباحث أن تعدين العملات الرقمية يؤدي إلى إضرار بيئية.

دراسة (Kabaklarli, 2022)، التي درست عدة متغيرات لمعرفة أثرها على البيئة وهي استهلاك الكهرباء، دخل المناجم، مؤشر استهلاك الطاقة الخاص بالبيتكوين، إيرادات عمال المناجم، الأسعار اليومية للبيتكوين وحجم التداول. كما إنها تطرقت للمنهج التحليلي والوصفي وبالأخص منهجية الانحدار الذاتي المشروط غير متجانس (DSS-GARCH). توصلت الباحثة لوجود علاقة إيجابية بين عائدات عمال المناجم ومؤشر استهلاك الكهرباء. كذلك علاقة إيجابية بين البيتكوين واستهلاك الكهرباء. أوصت الباحثة بتحويل الطاقة المستخدمة لعمليات التعدين إلى طاقات أخرى نظيفة لا تساهم في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون كطاقة الرياح، طاقة المياه وغيرها. كذلك دراسة (Ofoegbu et al, 2020) درست العلاقة بين استهلاك الكهرباء في العملات الرقمية وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من خلال استخدام المنهج التحليلي. توصل الباحثون إلى إن العملات الرقمية تحتاج كمية هائلة من الطاقة للقيام بعملية التعدين. حيث إن المشكلة تنبع من الطاقة المستخدمة في العمليات وليس العملات الرقمية بحد ذاتها.

دراسة (Brain et al., 2021)، والتي استخدم فيها الباحثون المنهج التحليلي والوصفي لدراسة عدة متغيرات وهم سياسة UCRY Price، UCRY، GlobalEPU، BCO، GTU، IP، ICEA، Bitcoin price. أهم النتائج التي توصل لها الباحثون أن المتعاملون الأكثر اهتماماً باستهلاك الطاقة للأصول المالية المبتكرة هم صانعو السياسات البيئية. كما قامت الدراسة بتحليل المتغيرات وعلاقة بعضها ببعض. توصل الباحثون لوجود تأثير إيجابي كبير على سياسة UCRY Price، UCRY، Bitcoin Price، BCO. أما ICEA له تأثير سلبي على سياسة UCRY، GTU. بينما ICEA له تأثير إيجابي كبير على IP في المدى القصير كذلك له تأثير سلبي على المدى الطويل لكن التأثير الإيجابي هو الرائد. وفقاً لنموذج المربعات الصغرى وجدت علاقة إيجابية ما بين ICEA و Bitcoin Price و UCRY Index. قام الباحثون بتطبيق اختبار الارتباط بيرسون ما بين Bitcoin Price و UCRY Index و UCRY Price، ICEA فكانت النتيجة وجود ارتباط عالي.

دراسة (Othman et al., 2022)، التي ركزت على العلاقة بين انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الكهرباء لعملة البيتكوين. حيث تمثلت نتائج الدراسة في وجود ارتباط بين المتغيرات ما قبيل عام 2013م، لكن بعد ذلك بدأ هذا الارتباط في التلاشي. (وجود ارتباط على المدى القصير فقط).

مشكلة الدراسة

يسعى العالم إلى تقليل معدلات التلوث للحفاظ على البيئة. فالإشكالية الرئيسية هي ما مدى تأثير البيتكوين على البيئة؟ ومن هذا المنطلق تندرج عدة تساؤلات فرعية كالتالي:

- 1- هل هناك تأثير على البيئة من خلال عمليات التعدين؟
- 2- هل البيتكوين ضاره على البيئة؟
- 3- هل توجد علاقة سببية ما بين البيتكوين والبيئة؟

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة لفحص تأثير البيتكوين على البيئة. حيث إن أهداف الدراسة تتركز في التالي:

- 1- معرفة حول العملات الرقمية.
- 2- معرفة حول البيئة.
- 3- إيضاح علاقة تأثير البيتكوين على البيئة من خلال النماذج الإحصائية.

أهمية الدراسة

يكن أهمية الدراسة من الآراء العديدة حول البيتكوين وضررها الفائق على البيئة. خلال هذه الأونة هناك العديد من المؤيدين والمعارضين للعملات الرقمية. كما إن هذه الدراسة تعتبر استكمالاً للدراسات السابقة التي تطرقت لمعرفة أثر العملات الرقمية على البيئة، حيث إننا سنركز على أشهر العملات الرقمية وأقدمها وهي البيتكوين.

فرضية الدراسة

- تسعى الدراسة لاختبار الفرضيات لمعرفة هل سيتم تأكيدها أم رفضها. حيث إن فرضيات الدراسة كالتالي:
- 1- من المتوقع أن تعددين البيتكوين له تأثير على زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون.
 - 2- من المتوقع أن البيتكوين له تأثير على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.
 - 3- من المتوقع أن وجود علاقة سببية ما بين البيتكوين وغاز ثاني أكسيد الكربون.

تصميم الدراسة

منهجية الدراسة

تعتمد الدراسة على البيانات الإحصائية الشهرية بالإضافة لبرمجية EViews لدراسة وتحليل الأثر. حيث إن الدراسة تطبق منهجية الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع (ARDL) لدراسة التكامل المشترك ما بين المتغيرات في المدى الطويل والقصير وذلك خلال الفترة الزمنية (12/2022 - 01/2018)، لدراسة أثر البيتكوين ومدى تأثيرها على البيئة بالإضافة لسببية جرانجر لاختبار فرضيات الدراسة.

مجتمع وعينة الدراسة

تسعى هذه الدراسة لمعرفة أثر البيتكوين على البيئة كونها أشهر العملات الرقمية واقدمها. يحتوي مجتمع الدراسة على العملات الرقمية. بينما العينة هي عملة البيتكوين خلال الفترة (12/2022 - 01/2018) بصورة شهرية.

جدول رقم (1)

متغيرات الدراسة

م	اسم المتغير	رمز المتغير
المتغيرات المستقلة		
1	سعر البيتكوين	PRICE
2	حجم البيتكوين	VOLUME
3	التعدين	MINING
المتغيرات الضابطة		
1	استهلاك الكهرباء	ELECTRICITY
2	مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ	CPUI
المتغير التابع		
1	غاز ثاني أكسيد الكربون	CO2

المصدر: إعداد الباحثين.

متغيرات الدراسة

في هذه الدراسة سنحاول التعرف على أثر البيتكوين على البيئة، وذلك من خلال دراسة المتغيرات التالية سعر البيتكوين، حجم البيتكوين، التعدين، استهلاك الكهرباء، ومؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ. بينما المتغير التابع يتمثل في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون ليقاس الأثر على البيئة. يوضح الجدول رقم (1) متغيرات الدراسة.

أداة جمع البيانات

تم الاعتماد على عدة مواقع لتجميع بيانات المتغيرات المستقلة، المتغيرات الضابطة، والمتغير التابع. حيث تم تجميع البيانات بشكل يدوي.

أولاً - المتغيرات المستقلة

تم جمعها عن طريق التالي:

- 1- الاعتماد على موقع Investing لجمع بيانات سعر البيتكوين (PRICE) وحجم البيتكوين (VOLUME).
- 2- بيانات التعدين (MINING) تم التطرق لها من خلال موقع DIGICONOMIST، حيث إنه مؤشر لاستهلاك الطاقة الخاص بالبيتكوين تم إعداده من قبل شركة DIGICONOMIST.

ثانياً - المتغيرات الضابطة

تم جمعها من خلال التالي:

- 1- بيانات استهلاك الكهرباء (ELECTRICITY) من خلال موقع البنك الدولي.
- 2- مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ (CPUI) من خلال موقع Economic Policy Uncertainty.

ثالثاً - المتغير التابع

وهو انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) من خلال (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

نموذج الدراسة

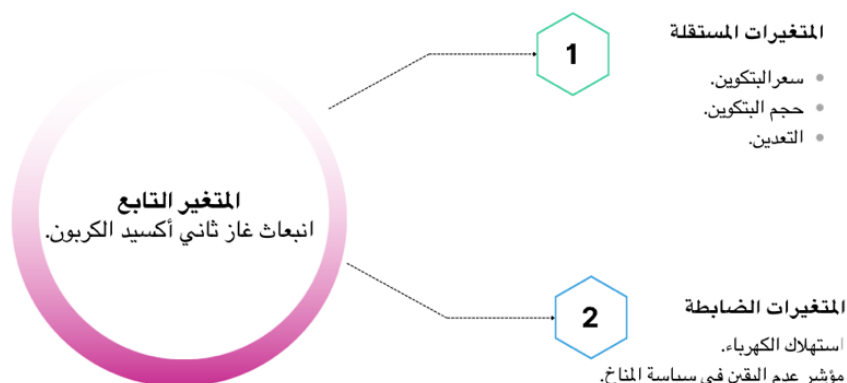
كما هو شائع في الأبحاث يتم إدخال صيغة لوغاريتم على جميع المتغيرات، حيث إنها الطريقة المناسبة لدراسة النموذج بشكل صحيح. ووفقاً للنموذج المراد دراسته للتأكد من مدى صحة فرضيات الدراسة سنقوم باستخدام منهجية ARDL من خلال التالي:

$$\Delta LCO2(t) = C + \sum_{i=1}^p \alpha 1i \Delta LCO2(t-i) + \sum_{i=0}^q \alpha 2 \Delta LPRICE(t-1) + \sum_{i=0}^q \alpha 3 \Delta LVOLUME(t-1) + \sum_{i=0}^q \alpha 4 \Delta LMINING(t-1) + \sum_{i=0}^q \alpha 5 \Delta LELECTRICITY(t-1) + \sum_{i=0}^q \alpha 6 \Delta LCPU(t-1) + \beta 1 LCO2(t-1) + \beta 2 LPRICE(t-1) + \beta 3 LVOLUME(t-1) + \beta 4 LMINING(t-1) + \beta 5 LELECTRICITY(t-1) + \beta 6 LCPU(t-1) + \varepsilon(t)$$

حيث إن:

- LCO2: لوغاريتم انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.
- C: الثابت.
- E: الخطأ العشوائي.
- LPRICE: لوغاريتم سعر البيتكوين.
- LVOLUME: لوغاريتم حجم البيتكوين.
- LMINING: لوغاريتم التعدين.
- LELECTRCITY: لوغاريتم استهلاك الكهرباء.
- LCPU: لوغاريتم مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ.
- α : ارتباط قصير المدى.
- β : ارتباط طويل المدى.
- T: الزمن.
- C: العنصر الثابت.

إطار الدراسة



المصدر: إعداد الباحثين.

شكل (1): العلاقة ما بين متغيرات الدراسة

أساليب تحليل البيانات

نعرض في هذا الجانب الأساليب الإحصائية المستخدمة لدراسة أثر البيتكوين على البيئة. أولاً التحليل الوصفي للمتغيرات. ثانياً دراسة التكامل المشترك من خلال منهجية ARDL (نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع). حيث ندرس التكامل على المدى القصير والطويل. وأخيراً سنتطرق لسببية جرانجر (Granger causality).

جدول رقم (2)
نتائج التحليل الوصفي

Variable	Mean	Median	S.D.	Min	Max
CO2	6.0287	6.0281	0.0076	6.0131	6.0426
PRICE	9.7665	9.8123	0.8210	8.1424	11.0236
VOLUME	16.5023	16.3008	2.1062	14.4143	24.5006
MINING	4.5731	4.3539	0.4529	3.8487	5.3205
ELECTRICITY	1.8983	1.9231	0.3201	1.1068	2.3674
CPU	5.3128	5.3377	0.3196	4.5489	6.0192

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

التحليل الوصفي

يوضح الجدول رقم (2) التحليل الوصفي لمتغيرات الدراسة، كما تتضمن الوسط الحسابي، الوسيط، الانحراف المعياري، أعلى قيمة، أدنى قيمة.

نلاحظ من جدول رقم (2) أن الوسط الحسابي لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) بلغ 6.03، حيث كانت أدنى قيمة 6.01 وأعلى قيمة 6.04 أما الانحراف المعياري فقدر 0.01

بينما متوسط سعر البيتكوين (PRICE) فُدر 9.77 والتي تتراوح ما بين (11.02,8.14) المتمثلة بين أدنى وأعلى قيمة. كذلك الانحراف المعياري بلغ 0.82

أما متوسط حجم البيتكوين (VOLUME) بلغ 16.50 وقيمه تتراوح ما بين أدنى وأعلى قيمة بالتوالي (24.50,14.41). بينما الانحراف المعياري 2.11

متوسط التعدين (MINING) فُدر 4.57 كما إن أدنى قيمه تساوي 3.85 وأعلى قيمه 5.32 أما الانحراف المعياري بمقدار 0.45

كذلك يوضح الجدول رقم (2) متوسط استهلاك الكهرباء (ELECTRICITY) الذي بلغ 1.90 حيث تتراوح قيمته ما بين (2.37,1.11). بينما قيمة الانحراف المعياري فُدر 0.32

فيما يخص مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ (CPU) فقد بلغ متوسطه 5.31 في حين بلغت أدنى قيمه 4.55 وأعلى قيمة 6.02 بينما قيمة الانحراف المعياري تساوي 0.32

اختبار استقرار السلاسل الزمنية

من أجل التحقق من صحة الدراسة لابد من إيجاد الاستقرار في المتغيرات المراد دراستها من خلال اختبار جذور الوحدة وفقاً لاختبار ديكي فولر الموسع (ADF) فيوضح التالي:

- الفرضية الصفرية (H0): أكبر من 5% فيدل على وجود جذر الوحدة، أي أن السلسلة الزمنية غير مستقرة.
- الفرضية البديلة (H1): أصغر من 5% فيدل على عدم وجود جذر الوحدة، أي أن السلسلة الزمنية مستقرة.

يوضح الجدول رقم (3) أعلاه نتائج اختبار ديكي فولر الموسع لجميع متغيرات الدراسة التي تم احتسابها (بوجود ثابت، بوجود ثابت واتجاه عام) عند جميع مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). حيث نقارن القيمة الإحصائية المطلقة بالقيم الحرجة لتوزيع ماك كينون، بالإضافة لنسبة الاحتمالية لجميع

جدول رقم (3)
نتائج اختبار ديكي فولر الموسع

ملاحظات	الاحتمالية	القيم الحرجة			إحصائية T	المتغيرات
		10%	5%	1%		
المتغيرات المستقلة						
سعر البيتكوين PRICE						
فروق من الدرجة الأولى	0.0001	-2.6014	-2.9266	-3.5811	-5.1336	وجود ثابت
فروق من الدرجة الأولى	0.0002	-3.1855	-3.5107	-4.1705	-5.4853	وجود ثابت واتجاه عام
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-1.6123	-1.9481	-2.6162	-5.1063	بدون ثابت واتجاه عام
حجم البيتكوين VOLUME						
فروق من الدرجة صفر	0.0133	-2.6006	-2.9251	-3.5777	-3.4678	وجود ثابت
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-3.1882	-3.5155	-4.1809	-6.1815	وجود ثابت واتجاه عام
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-1.6121	-1.9484	-2.6185	-6.3302	بدون ثابت واتجاه عام
التعدين MINING						
فروق من الدرجة الأولى	0.0027	-2.6014	-2.9266	-3.5811	-4.0578	وجود ثابت
فروق من الدرجة الأولى	0.0039	-3.1855	-3.5107	-4.1705	-4.5179	وجود ثابت واتجاه عام
فروق من الدرجة الأولى	0.0001	-1.6123	-1.9481	-2.6162	-4.1472	بدون ثابت واتجاه عام
استهلاك الكهرباء ELECTRICITY						
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-2.6014	-2.9266	-3.5811	-5.8490	وجود ثابت
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-3.1855	-3.5107	-4.1705	-6.0253	وجود ثابت واتجاه عام
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-1.6123	-1.9481	-2.6162	-5.7999	بدون ثابت واتجاه عام
مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ CPU						
فروق من الدرجة صفر	0.0001	-2.6006	-2.9251	-3.5777	-5.0780	وجود ثابت
فروق من الدرجة صفر	0.0004	-3.1842	-3.5085	-4.1657	-5.3219	وجود ثابت واتجاه عام
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-1.6123	-1.9481	-2.6162	-10.3198	بدون ثابت واتجاه عام
المتغير التابع						
غاز ثاني أكسيد الكربون CO2						
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-2.6102	-2.9434	-3.6210	-7.0802	وجود ثابت
فروق من الدرجة صفر	0.0000	-3.1946	-3.5266	-4.2050	-7.4631	وجود ثابت واتجاه عام
فروق من الدرجة الأولى	0.0000	-1.6121	-1.9484	-2.6185	-4.9393	بدون ثابت واتجاه عام

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

المستويات المعنوية (1%، 5%، 10%)، كما إن فترات الإبطاء تم اختيارها بطريقة أوتوماتيكية من خلال معيار (SIC). نلاحظ السلاسل الزمنية مستقرة من الدرجة صفر (I(0) والبعض من الدرجة الأولى (I(1)). وهذا يتوافق مع نموذج ARDL المستخدم في هذه الدراسة وهو التأكد من أن جميع المتغيرات مستقرة وأنه لا يوجد سلسلة مستقرة من الدرجة الثانية (I(2)).

القيمة الإحصائية لسعر البيتكوين (PRICE) عند جميع المستويات بوجود ثابت، بوجود ثابت واتجاه عام، بدون ثابت واتجاه عام بالتوالي (-5.11)(-5.49)(-5.13) أصغر من القيم الحرجة لتوزيع ماك كينون عند كل مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). كما أن الاحتمالية في جميع المستويات أقل من 5% مما يدل على قبول الفرضية البديلة التي تنص على استقرار السلسلة الزمنية من الدرجة الأولى (I(1)).

كذلك القيمة الإحصائية لحجم البيتكوين (VOLUME) عند جميع المستويات (-6.33)(-6.18)(-3.47) أقل من القيم الحرجة لتوزيع ماك كينون لجميع مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). كذلك الاحتمالية أقل من 5% أي تدل على استقرار السلسلة الزمنية. حيث إن السلسلة الزمنية مستقرة من الدرجة صفر (I(0) بوجود الثابت، أما بوجود ثابت واتجاه عام وبدون ثابت واتجاه عام فهما مستقرتان عند الدرجة الأولى (I(1)).

بينما التعدين (MINING) فقد بلغ قيمته الإحصائية عند جميع المستويات بوجود الثابت، بوجود ثابت واتجاه عام، وبدون ثابت واتجاه عام بالتوالي (-4.15)(-4.52)(-4.06) أقل من القيم الحرجة لتوزيع ماك كينون لجميع مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). بالإضافة أن الاحتمالية أصغر من 5% مما يدل أنها لا تحتوي على جذر وحدة وأنها مستقرة عند جميع المستويات عند الدرجة الأولى (I(1)).

كذلك القيمة الإحصائية لاستهلاك الكهرباء (ELECTRICITY) التي توضحها الجدول رقم (3) لجميع المستويات بالتوالي (-5.80)(-6.03)(-5.85) أصغر من القيم الحرجة لتوزيع ماك كينون لجميع مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). والاحتمالية أصغر من 5% مما يدل على استقرار السلسلة الزمنية من الدرجة الأولى (I(1) في جميع المستويات.

فيما يخص متغير مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ (CPU) فإن القيمة الإحصائية على التوالي (-5.32)(-5.08) أصغر من القيم الحرجة لتوزيع ماك كينون لجميع مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). كذلك الاحتمالية أقل من 5% أي قبول الفرضية البديلة التي تنص على عدم وجود جذر الوحدة أي استقرار السلسلة الزمنية. حيث إن السلسلة الزمنية بوجود ثابت وبوجود ثابت واتجاه عام مستقرة من الدرجة صفر (I(0) بينما بدون ثابت واتجاه عام مستقرة من الدرجة الأولى (I(1)).

أما القيمة الإحصائية للمتغير التابع وهو انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) بوجود ثابت، بوجود ثابت واتجاه عام، بدون ثابت واتجاه عام على التوالي (-4.94)(-7.46)(-7.08) أقل من القيم الحرجة لتوزيع ماك كينون لجميع مستويات المعنوية (1%، 5%، 10%). كذلك الاحتمالية أصغر من 5% في جميع المستويات مما يدل على استقرار السلسلة الزمنية. حيث إن السلسلة الزمنية بوجود ثابت وبدون ثابت واتجاه عام مستقران من الدرجة الأولى (I(1) بينما السلسلة الزمنية بوجود ثابت واتجاه عام مستقرة من الدرجة صفر (I(0)).

تم التأكد من خلال النتائج السابقة خلو السلاسل الزمنية من جذور الوحدة، وبالتالي جميع المتغيرات مستقرة مما سيمكننا من تطبيق الانحدار.

جدول رقم (4)

اختبار VIF

Variable	VIF
PRICE	6.01
VOLUME	1.27
MINING	4.13
ELECTRICITY	4.43
CPU	1.18

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برنامج EViews.

الكشف عن مشكلة الارتباط الذاتي

قبل البدء بتقدير العلاقة في الأجل القصير والطويل لا بد من التأكد من خلو مشكلة الارتباط الذاتي حتى يمكن قبول النموذج بالشكل الصحيح. حيث تم استخدام اختبار VIF (Variance Inflation Factor) للكشف عن مشكلة الارتباط الذاتي. عندما تكون قيمة VIF مساوية أو أكبر من 10 فذلك دلالة على وجود ارتباط ذاتي والعكس صحيح.

تشير نتائج اختبار VIF أن جميع القيم لمتغيرات الدراسة أقل من 10 مما تدل على عدم وجود ارتباط ذاتي ما بين المتغيرات. بناء على ذلك فإن النموذج مقبول.

الكشف عن مشكلة اختلاف التباين

جدول رقم (5)

اختبار عدم ثبات التباين Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.81	Prob F(5,42)	0.55
Obs*-R squared	4.21	Prob Chi-square(5)	0.52
Scaled explained SS	2.75	Prob Chi-square(5)	0.74

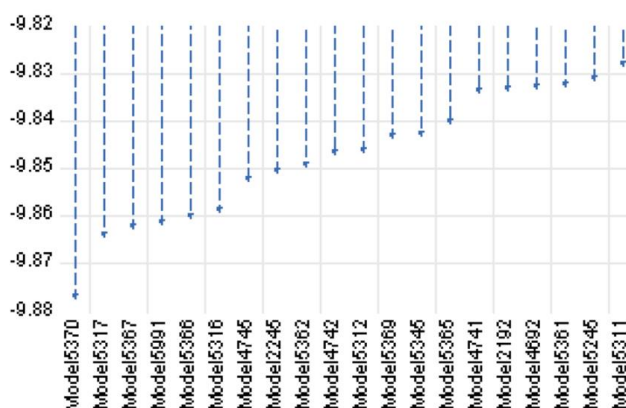
المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

جدول رقم (6)

اختبار منهج الحدود

Test Statistic	Value	K
F-statistic	3.42	5
Critical Value Bounds		
Significance	I(0) Bounds	I(1) Bounds
%10	2.08	3
%5	2.39	3.38
%2.5	2.7	3.73
%1	3.06	4.15

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.



Model5370: ARDL(3, 1, 2, 0, 1, 0)	Model5312: ARDL(3, 1, 2, 2, 2, 3)
Model5317: ARDL(3, 1, 2, 2, 1, 3)	Model5359: ARDL(3, 1, 2, 0, 1, 1)
Model5357: ARDL(3, 1, 2, 0, 1, 3)	Model5345: ARDL(3, 1, 2, 1, 1, 0)
Model5991: ARDL(3, 0, 2, 0, 1, 4)	Model5355: ARDL(3, 1, 2, 0, 2, 0)
Model5366: ARDL(3, 1, 2, 0, 1, 4)	Model4741: ARDL(3, 2, 2, 0, 1, 4)
Model5316: ARDL(3, 1, 2, 2, 1, 4)	Model2192: ARDL(4, 1, 2, 2, 1, 3)
Model4745: ARDL(3, 2, 2, 0, 1, 0)	Model4392: ARDL(3, 2, 2, 2, 1, 3)
Model2245: ARDL(4, 1, 2, 0, 1, 0)	Model5351: ARDL(3, 1, 2, 0, 2, 4)
Model5352: ARDL(3, 1, 2, 0, 2, 3)	Model5245: ARDL(3, 1, 3, 0, 1, 0)
Model4742: ARDL(3, 2, 2, 0, 1, 3)	

المصدر: إعداد الطالبة اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

شكل (2): التأخيرات المثلى

جدول رقم (7)

تقدير المتغيرات في الأجل الطويل

Variable	Coefficient	Std. Error	T-Statistic	Prob.
PRICE	-0.0095	0.0074	-1.2923	0.2055
VOLUME	-0.0004	0.0011	-0.3838	0.7037
MINING	0.0071	0.0068	1.0490	0.3020
ELECTRICITY	0.0396	0.0179	2.2132	0.0341
CPU1	-0.0087	0.0055	-1.5808	0.1238
C	6.0673	0.0604	100.3918	0.0000

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

نلاحظ من جدول رقم (5) أن P-VALUE لإحصائية Fisher

تساوي 0.55 وهي أكبر من 5% مما يدل على قبول الفرضية الصفرية التي تنص على عدم ثبات التباين ورفض الفرضية البديلة.

اختبار علاقة التكامل المشترك ما بين المتغيرات

تم اختيار منهجية ARDL (Auto Regressive Distributed Lag) للكشف

عن وجود تكامل مشترك ما بين متغيرات الدراسة، تمتاز المنهجية باستقرار السلسلة الزمنية من الدرجة صفر I(0) والدرجة الأولى I(1)، لكن لا بد من خلو أي متغير مستقر من الدرجة الثانية I(2).

كما لاحظنا سابقاً أن جميع متغيرات الدراسة كانت مستقرة من درجتى صفر والأولى I(1) I(1) فبتالي يمكن استخدام نموذج منهج الحدود لاختبار التكامل المشترك (ARDL).

اختبار منهج الحدود للنموذج

يوضح الجدول رقم (6) أن قيمة F المقدره 3.42 أكبر من الحد الأعلى للقيم الحرجة عند المستويات التالية (10%، 5%، 2.5%). مما يدل على وجود علاقة توازنه طويلة الأجل ما بين متغيرات الدراسة. أي قبول الفرضية البديلة ورفض الفرضية الصفرية التي تنص على عدم وجود علاقة طويلة المدى.

تقدير العلاقة التوازنية في المدى الطويل

بعد القيام باختبار منهج الحدود والتأكد من وجود علاقة طويلة المدى، تكون الخطوة التالية هي تقدير متغيرات الدراسة في الأجل الطويل. حيث سيتم اختبار فترات التباطؤ وفقاً لمعيار (AIC) بصورة أوتوماتيكية. يوضح الشكل رقم (2) أن فترات الإبطاء المثلى كالتالي ARDL(3,1,2,0,1,0)، يفسر أن فترة الإبطاء للمتغير التابع انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون 3، أما سعر البيتكوين فترة الإبطاء المثلى عند 1، بالنسبة لحجم البيتكوين عند 2، والتعدين عند 0، فيما يخص استهلاك الكهرباء فترة الإبطاء المثلى عند 1، بينما مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ لفترة الإبطاء المثلى كانت عند 0.

تقدير المتغيرات في الأجل الطويل

وفقاً لنتائج الاختبارات السابقة من استقرار السلسلة

الزمنية عند المستوى صفر I(0) والمستوى الأول I(1). واختبار الارتباط الذاتي، اختبار عدم ثبات التباين، واختبار منهج الحدود للنموذج يمكننا من تقدير المتغيرات في الأجل الطويل كما هو موضح في الجدول رقم (7):

يفسر الجدول رقم (7) وجود علاقة طردية ومعنوية بين استهلاك الكهرباء وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل. يدل ذلك على زيادة 1% من غاز ثاني أكسيد الكربون يؤدي لزيادة 0.0396 من استهلاك الكهرباء.

تقدير المتغيرات في الأجل القصير

لكي يتم تقدير المتغيرات في الأجل القصير لا بد من إجراء نموذج تصحيح الخطأ. حيث إن الجدول رقم (8) يوضح نتائج الاختبار.

خلال نتائج الجدول رقم (8) نلاحظ أن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وسعر البيتكوين له معنوية عند مستوى 5% كذلك حجم البيتكوين عند تأخير (-1) له معنوية مما يدل على تأثير المتغيرات معاً على المدى القصير. فيما يتعلق بمعامل تصحيح الخطأ (-1) قدر (-0.1840) كما لديه معنوية إحصائية مما يؤكد دقة وصحة العلاقة التوازنية في المدى الطويل. حيث يقاس معامل تصحيح الخطأ سرعة العودة لوضع التوازن في المدى الطويل والتي تساوي 18.40% سنوياً.

جدول رقم (8)

تقدير المتغيرات في الأجل القصير

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(CO2(-1))	0.8292	0.1004	8.2580	0.0000
D(CO2(-2))	-0.2924	0.1033	-2.8294	0.0080
D(PRICE)	0.0027	0.0011	2.3385	0.0258
D(VOLUME)	-0.0002	0.0001	-1.8137	0.0791
D(VOLUME(-1))	0.0005	0.0001	3.8909	0.0005
D(ELECTRICITY)	0.0023	0.0019	1.2173	0.2324
CointEq(-1)*	-0.1840	0.0345	-5.3300	0.0000

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

جدول رقم (9)

اختبار سببية جرانجر

VARIABLE	F-Statistic	Prob
PRICE – CO2	4.7018	0.0145
CO2 – PRICE	0.1874	0.8298
VOLUME – CO2	4.3114	0.0200
CO2 – VOLUME	0.2199	0.8035
MINING – CO2	6.3149	0.0041
CO2 – MINING	0.6695	0.5175
ELECTRICITY – CO2	9.6843	0.0004
CO2 – ELECTRICITY	0.4493	0.6412
CPI – CO2	3.3373	0.0454
CO2 – CPI	0.2219	0.8020
VOLUME – PRICE	2.2051	0.1231
PRICE – VOLUME	0.3049	0.7388
MINING – PRICE	1.6626	0.2022
PRICE – MINING	3.1460	0.0536
ELECTRICITY – PRICE	2.2146	0.1221
PRICE – ELECTRICITY	10.1414	0.0003
CPI – PRICE	0.2189	0.8043
PRICE – CPI	1.5532	0.2238
MINING – VOLUME	0.1368	0.8725
VOLUME – MINING	1.9439	0.1561
ELECTRICITY – VOLUME	0.3384	0.7149
VOLUME – ELECTRICITY	1.3377	0.2737
CPI – VOLUME	0.0505	0.9508
VOLUME – CPI	0.1969	0.8221
ELECTRICITY – MINING	0.0049	0.9950
MINING – ELECTRICITY	3.2062	0.0508
CPI – MINING	0.6887	0.5079
MINING – CPI	3.0240	0.0596
CPI – ELECTRICITY	1.1300	0.3329
ELECTRICITY – CPI	1.6639	0.2019

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

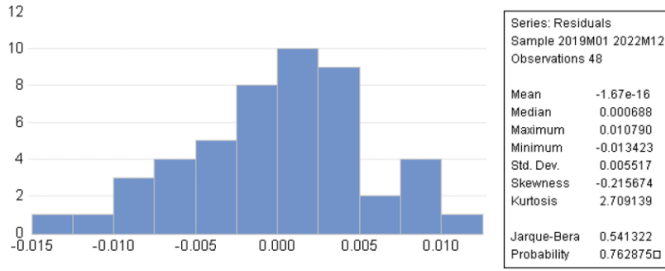
سببية جرانجر Granger Causality

هو أهم الاختبارات التي تساعد في معرفة العلاقة السببية ما بين المتغيرات. يستخدم اختبار سببية جرانجر لمعرفة اتجاه

العلاقة ما بين المتغيرات، كذلك معرفة ما أن العلاقة السببية تتجه من أحدهما للآخر أم علاقة تبادلية تؤثر كل منهما على الآخر. حيث إن الفرضية الصفرية تنص على عدم وجود علاقة سببية ما بين المتغيرين وتكون أكبر من 5%، أما الفرضية البديلة تنص على العكس تماماً وهي وجود علاقة سببية ما بين المتغيرين ويكون احتمالهما أقل من 5%. يتضح من خلال جدول رقم (9) نتائج اختبار سببية جرانجر حيث تم اختيار فترة الإبطاء بشكل أوتوماتيكي كالتالي:

نستنتج من الجدول رقم (9) النقاط التالية:

- سعر البيتكوين (PRICE) يسبب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) عند مستوى معنوية 5%.
- حجم البيتكوين (VOLUME) يسبب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) عند مستوى معنوية 5%.
- التعدين (MINING) يسبب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) عند مستوى معنوية 5%.
- استهلاك الكهرباء (ELECTRICITY) كذلك تؤثر على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) عند مستوى معنوية 5%.
- مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ (CPI) لها تأثير على البيئة في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) عند مستوى معنوية 5%.
- سعر البيتكوين (PRICE) يؤثر على استهلاك الكهرباء (ELECTRICITY) عند مستوى معنوية 5%.
- التعدين (MINING) يؤثر على استهلاك الكهرباء (ELECTRICITY) وذلك عند مستوى معنوية 5%.



المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

شكل (3): اختبار التوزيع الطبيعي Jarque-Bera

نلاحظ من نتائج الاختبار أن جميع متغيرات الدراسة لها تأثير على البيئة، حيث توجد علاقة سببية أحادية الاتجاه في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والذي يؤثر على الغلاف الجوي.

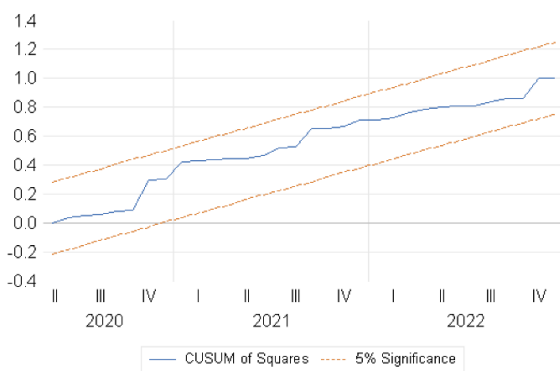
اختبارات تعزز متانة الدراسة الكشف عن التوزيع الطبيعي

نلاحظ من مخرجات اختبار Jarque-Bera أن

قيمة الاحتمال أكبر من 5% مما يدل أن السلسلة الزمنية تتوزع بشكل طبيعي.

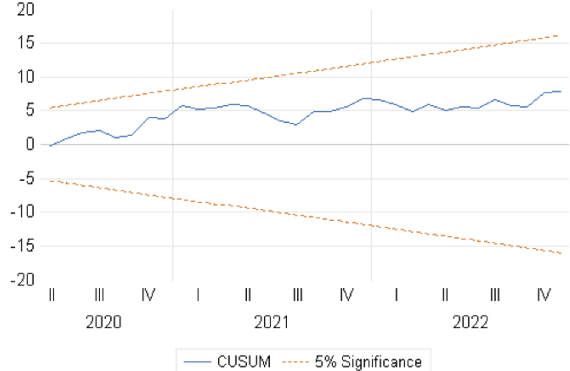
اختبار استقرار الهيكلية

لضمان الدراسة من عدم وجود أي تغيرات هيكلية لا بد من تطبيق اختبار المجموع التراكمي للبواقي (CUSUM)، بالإضافة لمجموع التراكمي لمربعات البواقي (CUSUM of Squares). يفيد الاختباران بمعرفة مدى استقرار وانسجام المتغيرات في المدى الطويل وال المدى القصير.



المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

شكل (5): اختبار CUSUM of Squares



المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برمجية EViews.

شكل (4): اختبار CUSUM

نلاحظ من الشكلين رقم (4) ورقم (5) أن نتائج الاختباران يدلان على استقرار النموذج. حيث إن الرسم البياني داخل حدود المنطقة الحرجة أي عند حدود المعنوية 5%. من خلال النتائج يمكن القول أن هناك استقرار وانسجام في النموذج بين نتائج الأجل الطويل والأجل القصير.

مناقشة نتائج الدراسة

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على البيئة أي تساهم في زيادة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. حيث إن الدراسة تتيح لنا معرفة مدى تأثير البيتكوين على البيئة. النتائج التي توصلت لها الدراسة كالتالي:

يوضح جدول رقم (7) وجود علاقة طويلة المدى ما بين استهلاك الكهرباء وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث استهلاك الكهرباء 3.9% يؤدي لزيادة 1% من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. أي أن تعدين البيتكوين تحتاج لطاقة كهرباء هائلة لحل الشفرات وإمكانية إنتاج عملة بيتكوين جديدة، وهذا ما يتوافق مع فرضية الدراسة الأولى.

- بينما جدول رقم (8) يوضح العلاقة على المدى القصير فإن سعر البيتكوين وحجم البيتكوين لهم تأثير في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى القصير، كما إن معامل التصحيح قُدر (-0.1840) أي أن الانحراف عن العلاقة التوازنية في المدى الطويل يتم تصحيحها بنسبة 18.40% سنوياً.

- من خلال النتائج وجودنا علاقة تكاملية مشتركة بين المتغيرات.

- نلاحظ من خلال جدول رقم (9) نتائج اختبار سببية جرانجر أن جميع المتغيرات الدراسة لها تأثير في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. بالإضافة إلى ذلك هناك علاقة سببية بين سعر البيتكوين واستهلاك الكهرباء، كذلك علاقة بين التعدين واستهلاك الكهرباء.

حيث يمكن تفسير السببية بين سعر البيتكوين وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في حال زيادة الإقبال على البيتكوين (زيادة الطلب) يؤدي لارتفاع السعر، وذلك يحفز المعدنين على زيادة إصدار البيتكوين وعند التعدين تستهلك هذه العملة الرقمية كمية كبيرة من الطاقة مما يساهم في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. كذلك ينطبق على حجم البيتكوين فعندما يتحفز المعدنين في إصدار عملة بيتكوين جديدة لزيادة الحجم لكي يتوافق الطلب مع العرض، فإن استهلاك كمية كبيرة من الكهرباء يساهم في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يؤثر سلباً على البيئة. كلاهما يتوافقان مع فرضية الثانية للدراسة التي تنص على أن البيتكوين لها تأثير على البيئة.

التعدين واستهلاك الكهرباء لا يختلف عن السعر وحجم البيتكوين، لإتمام عملية التعدين لا بد من استخدام أجهزة حاسوبية متقدمة كذلك تستهلك كمية هائلة من الكهرباء. بالإضافة لاستهلاك كهرباء عالية فإنها تخلف نفايات إلكترونية ناتجة عن تقادم الأجهزة وفقدان جدواها خلال فترة زمنية، وكل ذلك يؤثر سلباً على البيئة مما يساهم في انبعاث الغاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الضارة الأخرى. وفقاً لدراسة (Kamshad, 2021) فإن تعدين عملة البيتكوين لوحدها تنتج ما بين 8-12 ألف طن من النفايات التكنولوجية. كما إنها تتوافق مع فرضية الدراسة الأولى التي تنص على إن تعدين البيتكوين يؤثر على البيئة.

بينما مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ هو مقياس لمستوى غاز ثاني أكسيد الكربون بالإضافة للغازات الأخرى التي قد تساهم في تغير المناخ. فكلما زادت عمليات التعدين زاد استهلاك الكهرباء مما يؤدي لزيادة البصمة الكربونية في الغلاف الجوي.

فيما يتعلق بالسببية بين سعر البيتكوين واستهلاك الكهرباء، كما ذكرنا أعلاه عند ارتفاع سعر البيتكوين يتحفز المعدنين في إنتاج عملات بيتكوين جديدة، حيث يتم رفع مستوى الأمان من خلال تعقيد المشكلات الرياضية مما يؤدي لاستهلاك كهرباء بشكل أكبر. أيضاً سببية التعدين واستهلاك الكهرباء لا تختلف عن سعر البيتكوين واستهلاك الكهرباء، فالتعدين كما ذكرنا تحتاج لكمية هائلة من الكهرباء والطاقة لتمكين من إنتاج عملات بيتكوين جديدة.

نلاحظ من خلال نتائج الدراسة أن البيتكوين لها علاقة سببية في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وهذا يتوافق مع الفرضية الأخيرة. لكن مثل ما تم ذكره سابقاً أن عملية التصحيح تقوم سريعاً بمقدار 18.40% بصورة سنوية. أي من الممكن جعل العملات الرقمية صديقة للبيئة من خلال تقليل استهلاك الكهرباء الذي له تأثير على المدى الطويل. حيث إن تعدين العملات الرقمية تحتاج لكم هائل من الطاقة لإنتاجها وفك الشفرة وحل المعادلات. نستبدل الطاقات بالطاقات النظيفة المصاحبة للبيئة كطاقة المياه وطاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرها من الطاقات التي لا تسبب في زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ولا تؤدي للضرر على المدى الطويل.

تعتبر الدراسة الحالية امتداداً للدراسات السابقة، فعند النظر إلى النتيجة الحالية مقارنةً بنتائج الدراسات السابقة نلاحظ أن النتائج متقاربة نوعاً ما. حيث إن النتائج توافقت مع دراسة (Sinan et al., 2022) التي ركزت على أثر العملات الرقمية على البيئة. بالإضافة لدراسة (Christophe et al., 2019) حيث توصل الباحثون لوجود علاقة إيجابية ما بين العملات الرقمية واستهلاك الكهرباء الذي يؤثر سلباً على البيئة، كذلك وجود علاقة تكاملية طويلة المدى فيما بينهما. إضافةً لدراسة (بوعقل، 2020) التي أثبتت أن للعملات الرقمية أثر سلبي على البيئة. كما توضح دراسة (Ka-Baklarli, 2022) وجود علاقة إيجابية ما بين التعدين واستهلاك الكهرباء، أي أن تعدين العملات الرقمية يحتاج لكم هائل من الطاقة مما يؤثر ذلك سلباً على البيئة. بينما دراسة (Ofoegbu et al., 2021) توصلت إلى أن العملات الرقمية ليست ضارة بحد ذاتها لكن عمليات التعدين والطاقة المستخدمة من خلالها هي من تؤثر سلباً على البيئة. وهذا يتعارض نوعاً ما مع نتائج دراستنا الحالية، حيث توصلت النتائج لوجود علاقة سببية ما بين سعر البيتكوين والحجم في زيادة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، فعند زيادة سعر البيتكوين والحجم فذلك يعني زيادة تعقيد المسائل الرياضية مما يؤدي لزيادة الطاقات المستخدمة لفك هذه الشفرات. بينما في دراسة (Othman et al., 2022) تعارضت النتائج مع نتائج دراستنا الحالية، حيث توصل الباحثون لوجود ارتباط ما بين استهلاك الكهرباء وعملة البيتكوين وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون إلى عام 2013م ومن بعدها بدأ يتلاشى هذا الارتباط تدريجياً فيما بينهما.

توصيات الدراسة

- استبدال عمليات التعدين إلى مصادر طاقات متجددة تحمي البيئة.
- مراعاة عنصر الأمان وتقليل درجة التعقيد الذي يتطلب درجة عالية من التشفير مما يساهم في استهلاك طاقة عالية.
- وضع ضوابط وقوانين للتعامل بالعملات الرقمية للتحكم في مستوى التذبذب والمخاطر المترتبة عليها.
- فرض الضرائب على العملات الرقمية حتى لا يتمكن للمستثمرين من التهرب الضريبي.
- الصرامة في الضرائب البيئية خصوصاً في الدول المتقدمة.

حدود الدراسة

- اهتمت الدراسة بأثر البيتكوين على البيئة وبالأخص انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. وبعد مناقشة أهم نتائج الدراسة فإن حدود الدراسة التي واجهتنا عند دراسة البحث كانت كالتالي:
- قلة الدراسات العربية المرتبطة بالعملات الرقمية وبالأخص علاقتها مع البيئة.
- صعوبة الحصول على البيانات.
- لتطوير الدراسة نقترح البحث عن أثر العملات الرقمية الأخرى بخلاف البيتكوين وأثرها على البيئة، كذلك دراسة علاقة دخل عمال المناجم وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وسعر البيتكوين وحجم تداوله. يمكن التوسع من خلال إضافة متغيرات أخرى كالضرائب البيئية لمعرفة الأثر بشكل أوسع وأدق. وأخيراً يجب السعي إلى معالجة وتعديل سياسة العمل للعملات الرقمية، من خلال وضع إطار تشريعي وقانوني بدلاً من جعلها مجهولة الهوية بالإضافة لتعدين العملات بما يتوافق مع البيئة من خلال الطاقات المتجددة.

الخاتمة

تطورت الأنظمة المالية بشكل واضح وصريح خلال الأزمنة مما ساهم في ظهور عديد من أنواع العملات الرقمية. وسعت الدراسة لمعرفة أثر البيتكوين على البيئة، وتوصلت الدراسة لوجود علاقة تكاملية بين المتغيرات بالإضافة لوجود علاقة سببية أحادية الاتجاه بين كلاً من (سعر البيتكوين، حجم البيتكوين، التعدين، استهلاك الكهرباء، مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ) مع غاز ثاني أكسيد الكربون. كذلك علاقة سببية بين سعر البيتكوين واستهلاك الكهرباء، والتعدين واستهلاك الكهرباء. وقد تتحول البيتكوين إلى كارثة ما لم يوجد لها بديل في عمليات التعدين بسبب استهلاك كميات هائلة من الكهرباء والتسبب في وجود نفايات تكنولوجية. لا بد من استبدال طاقة الكهرباء بطاقات متجددة صديقة للبيئة لا تؤدي للضرر. لإمكانية تحويل البيتكوين لعملة أكثر استدامة من خلال تقليل التلوث البيئي وجعل الضرائب البيئية أكثر صرامة خصوصاً في الدول المتقدمة.

الملاحق

نتائج اختبار (ADF) سعر البتكوين بوجود الثابت

Null Hypothesis: D(LPRICE) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.133674	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LPRICE,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 01:33
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPRICE(-1))	-0.749170	0.145932	-5.133674	0.0000
C	0.023106	0.031138	0.742053	0.4620
R-squared	0.374597	Mean dependent var	-0.003084	
Adjusted R-squared	0.360393	S.D. dependent var	0.260499	
S.E. of regression	0.208337	Akaike info criterion	-0.256816	
Sum squared resid	1.909787	Schwarz criterion	-0.177310	
Log likelihood	7.906774	Hannan-Quinn criter.	-0.227033	
F-statistic	26.35461	Durbin-Watson stat	1.963876	
Prob(F-statistic)	0.000006			

نتائج اختبار (ADF) سعر البتكوين بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LPRICE) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.106312	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LPRICE,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 01:46
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPRICE(-1))	-0.731427	0.143240	-5.106312	0.0000
R-squared	0.366770	Mean dependent var	-0.003084	
Adjusted R-squared	0.366770	S.D. dependent var	0.260499	
S.E. of regression	0.207294	Akaike info criterion	-0.287858	
Sum squared resid	1.933687	Schwarz criterion	-0.248104	
Log likelihood	7.620724	Hannan-Quinn criter.	-0.272966	
Durbin-Watson stat	1.972595			

مخرجات التحليل الوصفي

	LCO2	LPRICE	LVOLUME	LESTIMATED	LELECTRICITY	LCPUI
Mean	6.028796	9.768594	16.50234	4.573186	1.898395	5.312811
Median	6.028122	9.812388	16.30084	4.353912	1.923145	5.337701
Maximum	6.042609	11.02369	24.50061	5.320546	2.367464	6.019296
Minimum	6.013104	8.142412	14.41435	3.848712	1.106845	4.548914
Std. Dev.	0.007660	0.821053	2.106236	0.452934	0.342016	0.319696
Skewness	-0.119169	-0.104033	2.149087	0.411944	-0.485624	-0.450832
Kurtosis	2.206029	1.852556	8.192272	1.850534	2.487252	3.297518
Jarque-Bera	1.374390	2.719839	90.86799	4.000125	2.412468	1.803032
Probability	0.502985	0.256681	0.000000	0.135327	0.299322	0.405954
Sum	289.3822	468.7960	792.1123	219.5129	91.12250	255.0149
Sum Sq. Dev.	0.002758	31.68401	208.5029	9.642024	5.497831	4.803650
Observations	48	48	48	48	48	48

نتائج اختبار (ADF) سعر البتكوين بوجود الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LPRICE) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.485345	0.0002
Test critical values:		
1% level	-4.170583	
5% level	-3.510740	
10% level	-3.185512	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LPRICE,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 01:42
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPRICE(-1))	-0.823367	0.150103	-5.485345	0.0000
C	0.121689	0.067226	1.810142	0.0773
@TREND("2019M01")	-0.003918	0.002380	-1.646239	0.1070
R-squared	0.411676	Mean dependent var	-0.003084	
Adjusted R-squared	0.384312	S.D. dependent var	0.260499	
S.E. of regression	0.204403	Akaike info criterion	-0.274457	
Sum squared resid	1.796557	Schwarz criterion	-0.155198	
Log likelihood	9.312517	Hannan-Quinn criter.	-0.229782	
F-statistic	15.04451	Durbin-Watson stat	1.950792	
Prob(F-statistic)	0.000011			

نتائج اختبار (ADF) حجم البتكوين بوجود الثابت

Null Hypothesis: LVOLUME has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.467872	0.0133
Test critical values:		
1% level	-3.577723	
5% level	-2.925169	
10% level	-2.600658	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LVOLUME)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 01:49
Sample (adjusted): 2019M02 2022M12
Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LVOLUME(-1)	-0.423325	0.122070	-3.467872	0.0012
C	6.974603	2.032795	3.431041	0.0013
R-squared	0.210888	Mean dependent var	-0.018433	
Adjusted R-squared	0.193352	S.D. dependent var	1.959502	
S.E. of regression	1.759899	Akaike info criterion	4.010011	
Sum squared resid	139.3760	Schwarz criterion	4.088741	
Log likelihood	-92.23526	Hannan-Quinn criter.	4.039638	
F-statistic	12.02614	Durbin-Watson stat	1.825155	
Prob(F-statistic)	0.001166			

نتائج اختبار (ADF) حجم البتكوين بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LVOLUME) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.181522	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.180911	
5% level	-3.515523	
10% level	-3.188259	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LVOLUME,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 12:20
Sample (adjusted): 2019M05 2022M12
Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LVOLUME(-1))	-1.819555	0.261999	-6.181522	0.0000
D(LVOLUME(-1),2)	0.515782	0.209603	2.460753	0.0184
D(LVOLUME(-2),2)	0.459493	0.141308	3.251717	0.0024
C	-0.105796	0.632108	-0.167370	0.8679
@TREND("2019M01")	0.001884	0.022184	0.084919	0.9328
R-squared	0.644435	Mean dependent var	-0.000705	
Adjusted R-squared	0.607967	S.D. dependent var	2.983242	
S.E. of regression	1.867883	Akaike info criterion	4.194133	
Sum squared resid	136.0705	Schwarz criterion	4.396882	
Log likelihood	-87.27093	Hannan-Quinn criter.	4.269322	
F-statistic	17.67118	Durbin-Watson stat	2.042407	
Prob(F-statistic)	0.000000			

نتائج اختبار (ADF) التعدين بوجود الثابت

Null Hypothesis: D(LESTIMATED) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.057822	0.0027
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LESTIMATED,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 12:29
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LESTIMATED(-1))	-0.742319	0.182935	-4.057822	0.0002
C	0.002337	0.019596	0.119283	0.9056
R-squared	0.272317	Mean dependent var	-0.011756	
Adjusted R-squared	0.255779	S.D. dependent var	0.151625	
S.E. of regression	0.130804	Akaike info criterion	-1.187731	
Sum squared resid	0.752825	Schwarz criterion	-1.108225	
Log likelihood	29.31781	Hannan-Quinn criter.	-1.157947	
F-statistic	16.46592	Durbin-Watson stat	1.783105	
Prob(F-statistic)	0.000200			

نتائج اختبار (ADF) حجم البتكوين بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LVOLUME) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.330238	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.618579	
5% level	-1.948495	
10% level	-1.612135	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LVOLUME,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 12:24
Sample (adjusted): 2019M05 2022M12
Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LVOLUME(-1))	-1.618008	0.255600	-6.330238	0.0000
D(LVOLUME(-1),2)	0.515286	0.204535	2.519311	0.0158
D(LVOLUME(-2),2)	0.459404	0.137900	3.331419	0.0018
R-squared	0.643987	Mean dependent var	-0.000705	
Adjusted R-squared	0.626620	S.D. dependent var	2.983242	
S.E. of regression	1.822905	Akaike info criterion	4.104486	
Sum squared resid	136.2423	Schwarz criterion	4.226135	
Log likelihood	-87.29868	Hannan-Quinn criter.	4.149599	
Durbin-Watson stat	2.041917			

نتائج اختبار (ADF) التعدين بوجود الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LESTIMATED) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.517930	0.0039
Test critical values:		
1% level	-4.170583	
5% level	-3.510740	
10% level	-3.185512	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LESTIMATED,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 12:33
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LESTIMATED(-1))	-0.819734	0.181440	-4.517930	0.0000
C	0.073623	0.040735	1.807370	0.0777
@TREND("2019M01")	-0.002850	0.001441	-1.977752	0.0544
R-squared	0.332992	Mean dependent var	-0.011756	
Adjusted R-squared	0.301968	S.D. dependent var	0.151625	
S.E. of regression	0.126680	Akaike info criterion	-1.231315	
Sum squared resid	0.690054	Schwarz criterion	-1.112056	
Log likelihood	31.32025	Hannan-Quinn criter.	-1.186640	
F-statistic	10.73349	Durbin-Watson stat	1.789280	
Prob(F-statistic)	0.000166			

نتائج اختبار (ADF) التعمدين بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LESTIMATED) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.147295	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LESTIMATED,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 12:38
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LESTIMATED(-1))	-0.738451	0.178056	-4.147295	0.0001
R-squared	0.272082	Mean dependent var	-0.011756	
Adjusted R-squared	0.272082	S.D. dependent var	0.151625	
S.E. of regression	0.129363	Akaike info criterion	-1.230886	
Sum squared resid	0.753068	Schwarz criterion	-1.191133	
Log likelihood	29.31037	Hannan-Quinn criter.	-1.215994	
Durbin-Watson stat	1.789870			

نتائج اختبار (ADF) استهلاك الكهرباء بوجود الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LELECTRICITY) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.025346	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.170583	
5% level	-3.510740	
10% level	-3.185512	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LELECTRICITY,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:17
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LELECTRICITY(-1))	-0.901647	0.149642	-6.025346	0.0000
C	0.064605	0.041517	1.556122	0.1270
@TREND("2019M01")	-0.001914	0.001477	-1.296331	0.2018
R-squared	0.458581	Mean dependent var	0.000800	
Adjusted R-squared	0.433398	S.D. dependent var	0.174382	
S.E. of regression	0.131262	Akaike info criterion	-1.160246	
Sum squared resid	0.740880	Schwarz criterion	-1.040987	
Log likelihood	29.68566	Hannan-Quinn criter.	-1.115571	
F-statistic	18.21045	Durbin-Watson stat	1.946906	
Prob(F-statistic)	0.000002			

نتائج اختبار (ADF) استهلاك الكهرباء بوجود الثابت

Null Hypothesis: D(LELECTRICITY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.849045	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.581152	
5% level	-2.926622	
10% level	-2.601424	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LELECTRICITY,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 12:41
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LELECTRICITY(-1))	-0.870741	0.148869	-5.849045	0.0000
C	0.017127	0.019701	0.869315	0.3894
R-squared	0.437422	Mean dependent var	0.000800	
Adjusted R-squared	0.424636	S.D. dependent var	0.174382	
S.E. of regression	0.132273	Akaike info criterion	-1.165388	
Sum squared resid	0.769834	Schwarz criterion	-1.085882	
Log likelihood	28.80392	Hannan-Quinn criter.	-1.135605	
F-statistic	34.21133	Durbin-Watson stat	1.934978	
Prob(F-statistic)	0.000001			

نتائج اختبار (ADF) استهلاك الكهرباء بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LELECTRICITY) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.799994	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LELECTRICITY,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:21
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LELECTRICITY(-1))	-0.852406	0.146967	-5.799994	0.0000
R-squared	0.427759	Mean dependent var	0.000800	
Adjusted R-squared	0.427759	S.D. dependent var	0.174382	
S.E. of regression	0.131914	Akaike info criterion	-1.191837	
Sum squared resid	0.783056	Schwarz criterion	-1.152084	
Log likelihood	28.41225	Hannan-Quinn criter.	-1.176945	
Durbin-Watson stat	1.939180			

نتائج اختبار (ADF) مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ بوجود الثابت

Null Hypothesis: LCPUI has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.078015	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.577723	
5% level	-2.925169	
10% level	-2.600658	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LCPUI)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:26
Sample (adjusted): 2019M02 2022M12
Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LCPUI(-1)	-0.728447	0.143451	-5.078015	0.0000
C	3.869122	0.763575	5.067115	0.0000
R-squared	0.364283	Mean dependent var	-0.001324	
Adjusted R-squared	0.350156	S.D. dependent var	0.389998	
S.E. of regression	0.314389	Akaike info criterion	0.565250	
Sum squared resid	4.447820	Schwarz criterion	0.643980	
Log likelihood	-11.28337	Hannan-Quinn criter.	0.594876	
F-statistic	25.78624	Durbin-Watson stat	2.021722	
Prob(F-statistic)	0.000007			

نتائج اختبار (ADF) مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LCPUI) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.31986	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LCPUI,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:35
Sample (adjusted): 2019M03 2022M12
Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LCPUI(-1))	-1.403190	0.135970	-10.31986	0.0000
R-squared	0.702934	Mean dependent var	-0.007090	
Adjusted R-squared	0.702934	S.D. dependent var	0.659360	
S.E. of regression	0.359376	Akaike info criterion	0.812604	
Sum squared resid	5.811798	Schwarz criterion	0.852357	
Log likelihood	-17.68989	Hannan-Quinn criter.	0.827496	
Durbin-Watson stat	2.081346			

نتائج اختبار (ADF) مؤشر عدم اليقين في سياسة المناخ بوجود الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: LCPUI has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.321991	0.0004
Test critical values:		
1% level	-4.165756	
5% level	-3.508508	
10% level	-3.184230	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LCPUI)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:31
Sample (adjusted): 2019M02 2022M12
Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LCPUI(-1)	-0.782521	0.147035	-5.321991	0.0000
C	4.039482	0.765067	5.279904	0.0000
@TREND("2019M01")	0.004873	0.003465	1.406222	0.1667
R-squared	0.391625	Mean dependent var	-0.001324	
Adjusted R-squared	0.363972	S.D. dependent var	0.389998	
S.E. of regression	0.311029	Akaike info criterion	0.563841	
Sum squared resid	4.256522	Schwarz criterion	0.681936	
Log likelihood	-10.25027	Hannan-Quinn criter.	0.608281	
F-statistic	14.16190	Durbin-Watson stat	1.998549	
Prob(F-statistic)	0.000018			

نتائج اختبار (ADF) غاز ثاني أكسيد الكربون بوجود الثابت

Null Hypothesis: D(LCO2) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.080247	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.621023	
5% level	-2.943427	
10% level	-2.610263	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LCO2,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:45
Sample (adjusted): 2019M12 2022M12
Included observations: 37 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LCO2(-1))	-5.738669	0.810518	-7.080247	0.0000
D(LCO2(-1),2)	4.335928	0.659994	6.569644	0.0000
D(LCO2(-2),2)	4.010535	0.590867	6.787547	0.0000
D(LCO2(-3),2)	3.505194	0.559204	6.268187	0.0000
D(LCO2(-4),2)	2.993556	0.497233	6.020430	0.0000
D(LCO2(-5),2)	2.457871	0.411046	5.979556	0.0000
D(LCO2(-6),2)	1.963331	0.327691	5.991405	0.0000
D(LCO2(-7),2)	1.645578	0.269577	6.104295	0.0000
D(LCO2(-8),2)	1.117588	0.229678	4.865896	0.0000
D(LCO2(-9),2)	0.520155	0.188513	2.759257	0.0105
C	0.002633	0.000416	6.331200	0.0000
R-squared	0.874524	Mean dependent var	-2.11E-05	
Adjusted R-squared	0.826265	S.D. dependent var	0.002540	
S.E. of regression	0.001059	Akaike info criterion	-10.62141	
Sum squared resid	2.92E-05	Schwarz criterion	-10.14249	
Log likelihood	207.4961	Hannan-Quinn criter.	-10.45257	
F-statistic	18.12117	Durbin-Watson stat	2.286139	
Prob(F-statistic)	0.000000			

نتائج اختبار (ADF) غاز ثاني أكسيد الكربون بوجود الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: LCO2 has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 7 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.463198	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.205004	
5% level	-3.526609	
10% level	-3.194611	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LCO2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:55
Sample (adjusted): 2019M09 2022M12
Included observations: 40 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LCO2(-1)	-1.858388	0.249007	-7.463198	0.0000
D(LCO2(-1))	1.507833	0.154044	9.788300	0.0000
D(LCO2(-2))	1.255426	0.218791	5.738018	0.0000
D(LCO2(-3))	0.891198	0.201864	4.414854	0.0001
D(LCO2(-4))	0.770908	0.175626	4.389492	0.0001
D(LCO2(-5))	0.609303	0.146144	4.169184	0.0002
D(LCO2(-6))	0.538348	0.131304	4.100021	0.0003
D(LCO2(-7))	0.485770	0.157077	3.092558	0.0043
C	11.18087	1.498033	7.463698	0.0000
@TREND("2019M01")	0.000847	0.000115	7.359446	0.0000

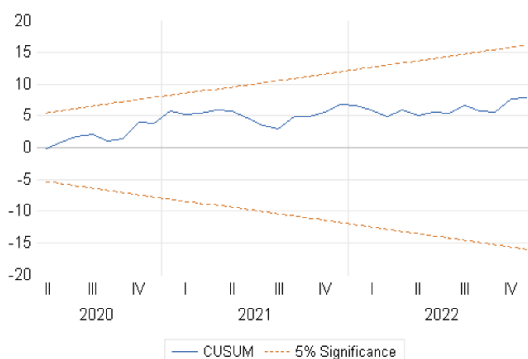
R-squared	0.904235	Mean dependent var	0.000529
Adjusted R-squared	0.875506	S.D. dependent var	0.003169
S.E. of regression	0.001118	Akaike info criterion	-10.54224
Sum squared resid	3.75E-05	Schwarz criterion	-10.12002
Log likelihood	220.8447	Hannan-Quinn criter.	-10.38957
F-statistic	31.47414	Durbin-Watson stat	1.952555
Prob(F-statistic)	0.000000		

مخرجات عامل تضخم التباين (VIF)

Variance Inflation Factors
Date: 06/26/23 Time: 18:22
Sample: 2019M01 2022M12
Included observations: 48

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
LPRICE	6.46E-06	874.6164	6.010853
LVOLUME	2.07E-07	80.71767	1.267289
LESTIMATED	1.46E-05	434.2687	4.131392
LELECTRICITY	2.74E-05	143.7369	4.427533
LCPUI	8.40E-06	335.3932	1.184946
C	0.000584	822.7422	NA

نتائج اختبار مجموع التراكمي للبواقي (CUSUM)



نتائج اختبار (ADF) غاز ثاني أكسيد الكربون بدون الثابت واتجاه عام

Null Hypothesis: D(LCO2) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.939327	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.618579	
5% level	-1.948495	
10% level	-1.612135	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LCO2,2)
Method: Least Squares
Date: 06/21/23 Time: 13:59
Sample (adjusted): 2019M05 2022M12
Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LCO2(-1))	-0.629458	0.127438	-4.939327	0.0000
D(LCO2(-1),2)	0.505189	0.130410	3.873848	0.0004
D(LCO2(-2),2)	0.274637	0.149443	1.837737	0.0734

R-squared	0.418836	Mean dependent var	3.39E-06
Adjusted R-squared	0.390487	S.D. dependent var	0.002645
S.E. of regression	0.002065	Akaike info criterion	-9.461815
Sum squared resid	0.000175	Schwarz criterion	-9.340165
Log likelihood	211.1599	Hannan-Quinn criter.	-9.416701
Durbin-Watson stat	2.082888		

مخرجات اختبار عدم ثبات التباين

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.807595	Prob. F(5,42)	0.5508
Obs*R-squared	4.210064	Prob. Chi-Square(5)	0.5196
Scaled explained SS	2.754559	Prob. Chi-Square(5)	0.7378

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 06/26/23 Time: 18:23
Sample: 2019M01 2022M12
Included observations: 48

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000243	0.000165	1.475410	0.1476
LPRICE	-2.90E-05	1.73E-05	-1.674725	0.1014
LVOLUME	-3.61E-06	3.10E-06	-1.163791	0.2511
LESTIMATED	5.35E-05	2.60E-05	2.05453	0.8382
LELECTRICITY	4.91E-05	3.57E-05	1.376525	0.1760
LCPUI	2.26E-06	1.98E-05	0.114497	0.9094

R-squared	0.087710	Mean dependent var	2.98E-05
Adjusted R-squared	-0.020896	S.D. dependent var	3.94E-05
S.E. of regression	3.98E-05	Akaike info criterion	-17.30986
Sum squared resid	6.65E-08	Schwarz criterion	-17.07576
Log likelihood	421.4318	Hannan-Quinn criter.	-17.22127
F-statistic	0.807595	Durbin-Watson stat	0.962067
Prob(F-statistic)	0.550818		

تقدير المتغيرات في الأجل القصير

ARDL Error Correction Regression
Dependent Variable: D(LCO2)
Selected Model: ARDL(3, 1, 2, 0, 1, 0)
Case 2: Restricted Constant and No Trend
Date: 07/18/23 Time: 07:51
Sample: 2019M01 2022M12
Included observations: 45

ECM Regression Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LCO2(-1))	0.829199	0.100412	8.257952	0.0000
D(LCO2(-2))	-0.292395	0.103341	-2.829407	0.0080
D(LPRICE)	0.002670	0.001142	2.338470	0.0258
D(LVOLUME)	-0.000213	0.000117	-1.813687	0.0791
D(LVOLUME(-1))	0.000455	0.000117	3.890927	0.0005
D(LELECTRICITY)	0.002270	0.001865	1.217256	0.2324
CointEq(-1)*	-0.183989	0.034519	-5.330028	0.0000

نتائج اختبار سببية جرانجر

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 08/02/23 Time: 16:55
Sample: 2019M01 2022M12
Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LPRICE does not Granger Cause LCO2	46	4.70176	0.0145
LCO2 does not Granger Cause LPRICE		0.18742	0.8298
LVOLUME does not Granger Cause LCO2	46	4.31141	0.0200
LCO2 does not Granger Cause LVOLUME		0.21993	0.8035
LESTIMATED does not Granger Cause LCO2	46	6.31486	0.0041
LCO2 does not Granger Cause LESTIMATED		0.66948	0.5175
LELECTRICITY does not Granger Cause LCO2	46	9.68432	0.0004
LCO2 does not Granger Cause LELECTRICITY		0.44926	0.6412
LCPUI does not Granger Cause LCO2	46	3.33728	0.0454
LCO2 does not Granger Cause LCPUI		0.22189	0.8020
LVOLUME does not Granger Cause LPRICE	46	2.20508	0.1231
LPRICE does not Granger Cause LVOLUME		0.30499	0.7388
LESTIMATED does not Granger Cause LPRICE	46	1.66255	0.2022
LPRICE does not Granger Cause LESTIMATED		3.14601	0.0536
LELECTRICITY does not Granger Cause LPRICE	46	2.21458	0.1221
LPRICE does not Granger Cause LELECTRICITY		10.1414	0.0003
LCPUI does not Granger Cause LPRICE	46	0.21893	0.8043
LPRICE does not Granger Cause LCPUI		1.55318	0.2238
LESTIMATED does not Granger Cause LVOLUME	46	0.13683	0.8725
LVOLUME does not Granger Cause LESTIMATED		1.94386	0.1561
LELECTRICITY does not Granger Cause LVOLUME	46	0.33835	0.7149
LVOLUME does not Granger Cause LELECTRICITY		1.33766	0.2737
LCPUI does not Granger Cause LVOLUME	46	0.05051	0.9508
LVOLUME does not Granger Cause LCPUI		0.19689	0.8221
LELECTRICITY does not Granger Cause LESTIMATED	46	0.00497	0.9950
LESTIMATED does not Granger Cause LELECTRICITY		3.20621	0.0508
LCPUI does not Granger Cause LESTIMATED	46	0.68871	0.5079
LESTIMATED does not Granger Cause LCPUI		3.02402	0.0596
LCPUI does not Granger Cause LELECTRICITY	46	1.13000	0.3329
LELECTRICITY does not Granger Cause LCPUI		1.66390	0.2019

نتائج اختبار منهج الحدود للنموذج

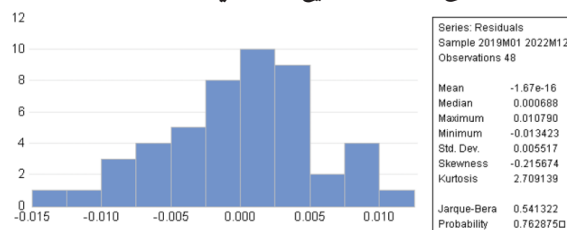
F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	3.417647	10%	2.08	3
k	5	5%	2.39	3.38
		2.5%	2.7	3.73
		1%	3.06	4.15
Actual Sample Size	45	Finite Sample: n=45		
		10%	2.276	3.297
		5%	2.694	3.829
		1%	3.674	5.019

تقدير المتغيرات في الأجل الطويل

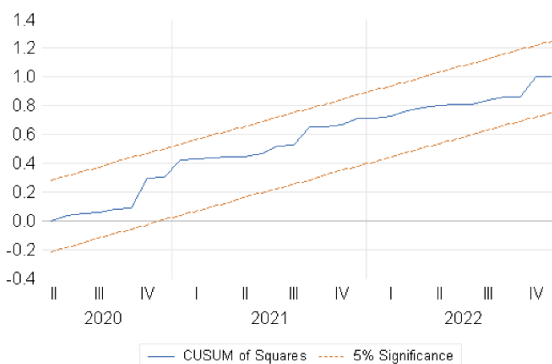
Levels Equation Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPRICE	-0.009516	0.007363	-1.292262	0.2055
LVOLUME	-0.000441	0.001148	-0.383799	0.7037
LESTIMATED	0.007096	0.006764	1.049043	0.3020
LELECTRICITY	0.039558	0.017874	2.213223	0.0341
LCPUI	-0.008699	0.005503	-1.580761	0.1238
C	6.067348	0.060437	100.3918	0.0000

$$EC = LCO2 - (-0.0095*LPRICE - 0.0004*LVOLUME + 0.0071*LESTIMATED + 0.0396*LELECTRICITY - 0.0087*LCPUI + 6.0673)$$

نتائج اختبار التوزيع الطبيعي Jarque-Bera



نتائج اختبار مجموع التراكمي لمربعات البواقي (CUSUM of Squares)



المراجع

أولاً - مراجع باللغة العربية:

- العمرابي، سليم؛ بن لحرش، صراح. (2022). *العملات الرقمية: التحديات، الفرص والمخاطر*. كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.
- بوعقل، مصطفى. (2020). *تقدير الأثار البيئية لتعدين العملات المشفرة: دراسة حالة البيتكوين*. *مجلة الاقتصاد والبيئة*، 03 (02)، 102-125.
- عي، مريم. (2021). *العملات الرقمية*. كلية العدالة الجنائية.
- فواتحية، إيمان. (2021). *العملات الرقمية ودورها في تعزيز التجارة الإلكترونية: دراسة حالة الجزائر*. كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير.
- فوقة، فاطمة؛ تقوروت، محمد؛ مرقوم، كلثوم. (2020). *انعكاس العملات الرقمية المشفرة على شركات التكنولوجيا المالية، مجلة الإدارة والتنمية للبحوث والدراسات*. (01) 09، 145-127.
- محيريق، عدنان؛ ونيسي، أسماء. (2022). *العملات الرقمية المشفرة التقليدية والعملات الرقمية الخضراء: دراسة مقارنة من وجهة نظر تكاليف الإنتاج البيئية*. كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.
- منصور، علي. (2023). *تغير المناخ والاحتباس الحراري وتأثيرهما على البيئة*. *مجلة جامعة المنارة*، 03 (01).

ثانياً - مراجع باللغة الأجنبية:

- Badea, Liana & Mungiu-pupazan, Mariana. (2021). The Economic and Environmental Impact of Bitcoin. *IEEE Journal*. 9. 48091-48104.
- Christophe, Schinckus; Canh, Nguyen & Felicia, Ling. (2020). Crypto-currencies Trading and Energy Consumption. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 10(03), 335-364.
- Digiconomist. (2023). *Bitcoin Energy Consumption Index*, <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>.
- Economic Policy Uncertainty. (2023). *Climate Policy Uncertainty Index* [https, //www.policyuncertainty.com/climate_uncertainty.html](https://www.policyuncertainty.com/climate_uncertainty.html).
- Egiyi, Amaka & Ofoegbu, Nyereugwu. (2020). Cryptocurrency and Climate Change: An Overview. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 11 (03), 15-22.
- Investing. (2023): <https://sa.investing.com/crypto/bitcoin/historical-data>.
- Kabaklarli, Esra. (2022). *Green Fintech: Sustainability of Bitcoin*. Digital Finance.
- Kamshad, Mohsin. (2021). Cryptocurrency and Its Impact on Environment. *International Journal of Cryptocurrency Research*. 1 (1), 1-4.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023): https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2/co2_mm_mlo.txt.
- Othman, Anwar & Ben Dob, Ali. (2022). *Bitcoin Mining's Energy Consumption and Global Carbon Dioxide Emissions: Wavelet Coherence Analysis*. Arab Money Fund. 100.
- Sinan, Erdogan; Maruf, Ahmed & Samuel, Sarkodie. (2022). *Analyzing asymmetric of cryptocurrency demand on environmental sustainability*. Environmental Science and Pollution Research.
- The World Bank. (2023). *Access to electricity (% of population)* <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS>.
- Yizhi, Wang; Brian, Lucey, Samuel, Vigne & Larisa, Yarovaya. (2021). An Index of Cryptocurrency Environmental Attention (ICEA). *China Finance Review International*. 12 (03), 378-414.

The Effect of Bitcoin on Environment during the Period (01/2018 – 12/2022)

Zainab AlQatifi

Finance Department
College of Business Administration
King Faisal University
Kingdom of Saudi Arabia
Za.sameer.1997@gmail.com

Dr. Ahlem Messai

Finance Department
College of Business Administration
King Faisal University
Kingdom of Saudi Arabia
amessai@kfu.edu.sa

ABSTRACT

This research aims to study and know the impact of Bitcoin and its impact on the environment. In addition to reviewing the theoretical aspect of Bitcoin and the impact of carbon dioxide in the atmosphere. Several variables were also taken into consideration to study the impact accurately, during a period 2018-2022 monthly.

The study also touched on measuring the environmental impact through the emission of carbon dioxide into the atmosphere, while the other study variables included several factors such as the price of Bitcoin, the size of Bitcoin, mining, electricity consumption, and the climate policy uncertainty index.

The study relied on time series. The study also followed the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) methodology, in addition to Granger causality. The results of the study concluded that there is a negative impact of Bitcoin on the environment through the existence of a complementary relationship between the variables. There is also a unidirectional causal relationship between them.

In addition, the study highlights the importance of replacing electricity consumption with renewable energies that are not harmful to the environment to reduce carbon dioxide emissions, which thus negatively affects the environment.

Keywords: *Cryptocurrencies, Environment, Bitcoin, Mining, CO2.*

