تحليل العلاقة الاقتصادية بين أسعار النفط وأسعار الذهب باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

ليث حليم الحجيمي
جامعة القادسية، laith.haleem@qu.edu.iq

الملخص: تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تحليل كمي ومنهجي دقيق لإعادة تقييم القدرة التفسيرية والتنبؤية لتقلبات أسعار النفط الخام على حركة أسعار الذهب العالمية. ولتجاوز القصور المنهجي الكامن في النماذج الاقتصادية القياسية التقليدية التي تفترض العلاقات الخطية بين المتغيرين، اعتمدت الدراسة على توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، وتحديداً نماذج التعلم الالي مثل الغابات العشوائية (RF) وآلة دعم المتجهات (SVR)، لمقارنة كفاءتها الإحصائية والتنبؤية مقابل نموذج الانحدار الخطي (LR). وقد أسفرت نتائج التحليل عن استنتاج جوهري يؤكد ضعف العلاقة الخطية المباشرة بين الأصلين، الأمر الذي يُبطل افتراضات النماذج التقليدية في بيئة أسواق السلع المتقلبة. وبالرغم من التفوق النسبي لنماذج الذكاء الاصطناعي في الكشف عن الأنساق السعرية اللاخطية، إلا أن النتائج أكدت أن القدرة التفسيرية لمتغير النفط كعامل منفرد تظل غير كافية. ويُستنتج أن ديناميكيات أسعار الذهب تتأثر بمصفوفة متعددة الأبعاد من المتغيرات الكلية، مما يفرض ضرورة دمج العوامل النقدية والجيوسياسية لبناء نماذج تنبؤ ذات موثوقية عالية.

Abstract: This paper aims to provide a high level of quantitative and methodological analysis to reevaluate the explanatory and predictive capacity of the crude oil price changes on the dynamics of global gold prices. In order to avoid the methodological shortcomings of the traditional linear type of econometric models, the study will use the latest form of the artificial intelligence algorithms in the form of machine learning models, namely the Random Forests (RF) and the Support Vector Regression (SVR) models, to compare the level of statistical and predictive performance with the traditional linear regression (LR) framework. The analysis comes up with an ultimate conclusion that validates the existence of significant erosion of the direct linear relationship between the two assets. The discovery nullifies the premise theory of traditional models applied in volatile commodity markets to a large extent. Regardless of the relative high performance of the AI models in identifying non-linear pricing patterns, the empirical evidence is constant in confirming that the explanatory power of oil as a single variable is inadequate. The dynamics of gold prices are then determined to be dependent on many-dimensional matrix of macroeconomic

variables, and therefore it is essential that key variables of monetary and geopolitical variables are integrated to draw prediction models that are truly highly reliable.

مقدمة:

يشهد الاقتصاد العالمي في العقدين الأخيرين تحولات هيكلية عميقة وتقلبات حادة فرضت تحديات غير مسبوقة أمام المستثمرين وصناع السياسات النقدية والمالية. وفي خضم هذه البيئة المضطربة يبرز كل من النفط الخام والذهب كأهم سلعتين استراتيجيتين تحكمان مفاصل الأسواق الدولية، فالنفط يُعد محركاً أساسياً للنشاط الصناعي ومؤشراً هامًا للتكاليف، بينما يتربع الذهب على عرش الملاذات الآمنة وأدوات التحوط ضد المخاطر المالية والاقتصادية. وتستند الأدبيات الاقتصادية في تفسير العلاقة بين هذين الأصلين إلى قنوات نظرية راسخة، أبرزها فرضية التحوط من التضخم التي تفترض انتقال صدمات أسعار الطاقة إلى المستوى العام للأسعار مما يعزز الطلب على الذهب، بالإضافة إلى تأثير سعر صرف الدولار الأمريكي الذي يلعب دوراً وسيطاً ومحورياً في تسعير كلتا السلعتين. وعلى الرغم من الزخم الكبير في الدراسات السابقة التي تناولت هذه العلاقة، إلا أن الغالبية العظمى منها اعتمدت على النماذج القياسية التقليدية والتي تفترض وجود علاقات خطية ثابتة، أو نماذج الانحدار الذاتي (VAR) التي قد تعجز عن التقاط التفاعلات الديناميكية المعقدة واللاخطية التي تتسم بها أسواق السلع ومنها النفط والذهب خاصة في أوقات الأزمات والتقلبات العالية. إن هذا القصور المنهجي في النماذج التقليدية وعدم قدرتها على استيعاب الأنماط الفوضوية والبيانات عالية التردد، أوجد فجوة بحثية تتطلب الانتقال نحو أدوات تحليلية أكثر تطوراً ومرونة. من هذا المنطلق، تأتي هذه الدراسة لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)، وتحديداً خوارزميات تعلم الآلة (Machine Learning)، في إعادة فحص وتقييم القدرة التفسيرية والتنبؤية لأسعار النفط تجاه أسعار الذهب. وتكتسب الدراسة أهميتها من كونها تتجاوز الافتراضات الخطية الصارمة، محاولةً استكشاف ما إذا كانت النماذج المتقدمة مثل الغابات العشوائية (Random Forests) أو آلة دعم المتجهات (SVR) قادرة على فك شفرة الارتباط المعقد بين السلعتين بشكل أدق من النماذج التقليدية.

مشكلة الدراسة: تكمن المشكلة البحثية في الغموض الذي يكتنف طبيعة العلاقة بين أسعار النفط والذهب في ظل التغيرات الجيوسياسية والاقتصادية الحديثة. فبينما تشير النظرية الاقتصادية إلى وجود ارتباط، تظهر البيانات الواقعية تشتتاً وتعقيداً قد لا تفسره النماذج الخطية البسيطة. وبناءً على ذلك، تتحدد مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس التالي: **إلى أي مدى يمكن لتقنيات الذكاء**

الاصطناعي تحسين دقة تفسير والتنبؤ بأسعار الذهب بالاعتماد على تقلبات أسعار النفط مقارنة بالنماذج القياسية التقليدية؟

أهداف الدراسة: تهدف هذه الورقة البحثية بشكل رئيسي إلى:

- تحليل طبيعة العلاقة الإحصائية والاقتصادية بين عوائد النفط والذهب خلال فترة الدراسة.
- الكشف عن الأنماط غير الخطية المحتملة في العلاقة بين السلعتين والتي تغفلها النماذج التقليدية.
- تقييم ومقارنة الأداء التنبؤي لنماذج الذكاء الاصطناعي (SVR, Random Forest) مقابل نموذج الانحدار الخطي التقليدي (Linear Regression) لتحديد النموذج الأمثل.

فرضية الدراسة: استناداً إلى الإطار النظري والدراسات السابقة، تختبر الدراسة الفرضيات التالية:

- **الفرضية الأولى:** توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين أسعار النفط وأسعار الذهب.
- **الفرضية الثانية:** تتفوق نماذج الذكاء الاصطناعي في قدرتها التفسيرية والتنبؤية لسعر الذهب مقارنة بنماذج الانحدار الخطي التقليدية.
- **الفرضية الثالثة:** يُعد سعر النفط متغيراً توضيحياً كافياً للتنبؤ باتجاهات أسعار الذهب في الأسواق العالمية.

1. الدراسات السابقة: مراجعة الأدبيات المنهجية

تناولت العديد من الدراسات الاقتصادية القياسية العلاقة بين أسعار النفط والذهب باستخدام نماذج الانحدار الخطي والقياسي التقليدية. ورغم أهميتها في تأسيس الخلفية المعرفية إلا أنها واجهت قصوراً منهجياً دفع بالباحثين للبحث عن أدوات تحليلية أكثر تطوراً.

1.1. الدراسات السابقة حول العلاقة بين أسعار النفط والذهب

شكلت العلاقة بين أسعار النفط والذهب محور اهتمام العديد من الدراسات الاقتصادية القياسية، التي انطلقت في بدايتها من فرضية التحوط من التضخم (Inflation Hedge Hypothesis) والتي تفترض وجود علاقة طردية بين السلعتين. ففي هذا السياق، أكدت دراسة Baur & McDermott (2010) على دور الذهب كملاذ آمن ضد تقلبات الأسهم، مشيرة إلى أنه أظهر ارتباطاً إيجابياً مع أسعار النفط في فترات معينة رغم أن تركيزها الأساسي كان على سوق الأسهم. وفي ذات التوجه، أكدت دراسة غراية وآخرون (2013) وجود علاقة متبادلة قوية بين

أسعار النفط الخام وأسعار الذهب الدولية، مدعومة بأدلة على علاقة سببية ثنائية الاتجاه في الأجل الطويل. وقد عززت دراسات أخرى هذه النتائج، حيث استخدمت دراسة Simakova (2014) نموذج تصحيح الخطأ المتجه (VEC) لتأكيد وجود علاقة تكامل مشترك (Cointegration) بين السلسلتين الزمنيتين، مما يشير إلى وجود توازن طويل الأجل بينهما، بينما خلصت دراسة سلمان (2014) إلى أن سعر صرف الدولار يلعب دوراً وسيطاً هاماً في العلاقة السببية قصيرة وطويلة الأجل بين سعر النفط والذهب. وقد لخصت دراسة Shahbaz et al. (2017) هذه النتائج مؤكدة أن العلاقة بين أسعار الذهب والنفط كانت إيجابية في أكثر من 80% من الوقت خلال الخمسين عاماً الماضية، مما يدعم بقوة فرضية التحوط من التضخم. ومع ذلك، بدأت هذه الدراسات التقليدية تواجه قصوراً منهجياً يتمثل في عدم قدرتها على التقاط التعقيدات اللاخطية التي تتسم بها أسواق السلع خاصة في أوقات التقلبات العالية والأزمات العالمية. هذا القصور دفع الباحثين إلى التوجه نحو النماذج الأكثر مرونة التي تتجاوز فرضية الخطية الصارمة. ففي هذا التحول، أظهرت دراسة Coronado (2015) وجود علاقة سببية لاخطية أحادية الاتجاه تنتقل من تغيرات أسعار النفط إلى أسعار الذهب، مما يشير إلى أن النفط هو المحرك الأساسي في هذه العلاقة اللاخطية. وفي خطوة أكثر تقدماً استخدمت دراسة Bildirici & Türkmen (2015) نموذج الانحدار الذاتي الموزع غير الخطي (NARDL) لتحليل العلاقة بين عوائد النفط وعوائد المعادن الثمينة، وخلصت إلى وجود علاقة فوضوية وغير متماثلة، وهو ما أكدته دراسة Kumar (2017) التي أظهرت دليلاً قوياً على وجود علاقة سببية لاخطية ثنائية الاتجاه بين أسعار النفط والذهب. وفي الآونة الأخيرة، تزايد التركيز على نمذجة التأثيرات غير المتماثلة (Asymmetry) وتأثير الأزمات على ديناميكيات العلاقة. فقد أظهرت دراسة Mishra (2022)، باستخدام اختبارات السببية غير المتماثلة، أن الصدمات السلبية والإيجابية في أسعار النفط تؤثر بشكل مختلف على أسعار الذهب، والعكس صحيح، مما يؤكد أن العلاقة ليست ثابتة وتتغير بتغير طبيعة الصدمة. وفي سياق الأزمات، أظهرت دراسة Huang (2021) وجود تأثيرات غير متماثلة لتدفقات التقلب بين النفط والذهب، خاصة خلال أزمة كوفيد-19، مما يؤكد أن العلاقة ليست ثابتة وتتغير بتغير الظروف الاقتصادية والجيوسياسية. كما أكدت دراسة Mensi (2020) أن أسعار الذهب والنفط تظهر سلوكيات لاخطية وتوزيعات ذات ذيول سميكة (Leptokurtic)، مما يشير إلى وجود "تعدد كسوري" (Multifractality) في ديناميكياتهما. وفيما يتعلق بالتقلبات السعرية فقد حللت دراسة Li

2024)) الروابط غير المتماثلة في التقلبات بين أسعار النفط والذهب، مؤكدة أن تقلبات أسعار النفط تؤثر بشكل كبير على تقلبات أسعار الذهب.

1.2. القصور المنهجي في الدراسات السابقة

على الرغم من التطور المنهجي في الدراسات السابقة، إلا أن هناك قصوراً منهجياً مشتركاً يبرر ضرورة الانتقال والاعتماد على تقنيات أكثر تقدماً مثل تقنيات الذكاء الاصطناعي:

جدول (1): مبررات استخدام التقنيات التحليلية المتقدمة

الموضوع	الوصف
الافتراضات الخطية الصارمة	**تفترض النماذج التقليدية علاقات خطية، وهو ما يتنافى مع الطبيعة غير الخطية والمعقدة لأسواق السلع التي تتأثر بعوامل نفسية وسلوكية غير قابلة للنمذجة الخطية البسيطة. هذا القصور يقلل من دقة التنبؤ في فترات التحول الاقتصادي.**
صعوبة نمذجة التقلبات	**على الرغم من وجود نماذج مثل GARCH و EGARCH التي تتعامل مع تقلبات السلاسل الزمنية، إلا أنها تجد صعوبة في نمذجة التقلبات الحادة والارتباطات الديناميكية التي تتغير بتغير الظروف الاقتصادية والجيوسياسية بشكل مفاجئ.**
التعامل مع البيانات الضخمة	**لا تستطيع النماذج التقليدية استيعاب وتحليل الكميات الهائلة من البيانات المتاحة (البيانات عالية التردد أو البيانات البديلة) التي يمكن أن توفر رؤى أعمق. وتعتمد النماذج التقليدية غالباً على بيانات شهرية أو ربع سنوية، مما يفقدها القدرة على التقاط التغيرات اللحظية.**
التحيز في التقديرات	**قد يؤدي الاعتماد على عدد محدود من المتغيرات إلى تحيز في تقدير المعلمات، بينما تتطلب أسعار السلع إدخال عدد كبير من المتغيرات الاقتصادية والمالية والجيوسياسية.**

2. الإطار النظري: تحليل العلاقة بين أسعار النفط وأسعار الذهب باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

2.1. الأسس النظرية للعلاقة بين أسعار النفط وأسعار الذهب

تُعد العلاقة بين أسعار النفط والذهب من العلاقات الاقتصادية المعقدة التي تستند إلى مجموعة من القنوات الاقتصادية والمالية المترابطة. إن فهم هذه الأسس النظرية يشكل نقطة الانطلاق لأي تحليل اقتصادي، سواء كان باستخدام الوسائل التقليدية أو بالاعتماد على التقنيات التحليلية المتقدمة كتقنيات الذكاء الاصطناعي.

2.2. النفط كمؤشر للتضخم والتكاليف (Inflation Hedge Hypothesis)

يُعدّ النفط من أهم العناصر المؤثرة في النشاط الاقتصادي العالمي، نظرًا لكونه مدخلاً أساسياً في معظم سلاسل الإنتاج والإمداد. ومن هذا المنطلق فإن أي تغير في أسعار النفط وبخاصة الارتفاعات الحادة، ينعكس مباشرة على تكاليف الإنتاج والنقل، مما يؤدي إلى انتقال هذه الزيادة إلى المستوى العام للأسعار، وبالتالي إلى ارتفاع معدلات التضخم. وفي هذا السياق، يتزايد الاهتمام بالذهب كأداة تحوّط تقليدية ضد التضخم، إذ يميل المستثمرون إلى اقتنائه لحماية ثرواتهم من تآكل القوة الشرائية الناجم عن ارتفاع الأسعار. وتفسّر الأدبيات الاقتصادية العلاقة الإيجابية بين أسعار النفط والذهب عبر ما يُعرف بقناة التضخم، إذ يؤدي ارتفاع أسعار النفط إلى تعزيز توقعات التضخم، الأمر الذي يرفع الطلب على الذهب باعتباره أصلاً مادياً يحتفظ بقيمته الحقيقية في مواجهة تراجع القيمة الفعلية للعملات الورقية (بوضياف وبهلولي، 2023). وتُعرف هذه العلاقة بفرضية التحوّط من التضخم والتي تفترض وجود علاقة طردية طويلة الأجل بين أسعار النفط وأسعار الذهب. فاستمرار ارتفاع أسعار النفط يُتوقع أن يضعف القدرة الشرائية للنقود، مما يدفع المستثمرين نحو الأصول الحقيقية كوسيلة لحماية القيمة. ويستند هذا السلوك إلى طبيعة الذهب الاستثمارية، إذ يُعتبر أصلاً غير منتج للدخل لكنه يتمتع بقدرة عالية على الحفاظ على قيمته في ظل الظروف التضخمية، مما يجعله خياراً مثالياً للتحوّط في أوقات ارتفاع الأسعار. وبهذا يمكن النظر إلى التفاعل بين النفط والذهب على أنه انعكاس للتوازن بين ضغوط التكلفة الناتجة عن الطاقة، وسعي المستثمرين إلى حماية الأصول من آثار التضخم، وهو ما يرسّخ دور الذهب كأداة تحوّط فعّالة في مواجهة الصدمات التضخمية التي تنشأ عن تقلبات أسواق النفط العالمية (Baur & McDermott, 2010).

2.3. الذهب كملاذ آمن ومؤشر للمخاطر الجيوسياسية (Safe Haven Hypothesis)

تلعب المخاطر الجيوسياسية وعدم الاستقرار السياسي والاقتصادي دوراً محورياً في تشكيل حركة أسعار النفط والذهب، إذ تميل هاتان السلعتان إلى الاستجابة بصورة متقاربة للصدمات العالمية الكبرى. ففي فترات الاضطراب يتزايد توجه المستثمرين نحو الذهب بوصفه ملاذاً آمناً يوفر حماية من تقلبات الأسواق وارتفاع مستويات عدم اليقين، وهو ما يؤدي عادةً إلى ارتفاع سعره. وفي الوقت نفسه، تترك الاضطرابات الجيوسياسية آثاراً مباشرة على سوق النفط سواء من خلال تهديدات تطال تدفقات الإمداد أو عبر زيادة الطلب لأغراض استراتيجية الأمر الذي يدفع أسعاره للصعود هو الآخر (Triki & Maatoug, 2021). وتشير الأدبيات الحديثة كما جاء في دراسة Liang وآخرين (2024)، إلى أنّ المخاطر الجيوسياسية تعمل كعامل مشترك

يدفع أسعار النفط والذهب في الاتجاه نفسه ما يعزّز الارتباط الإيجابي بينهما ولا سيما خلال فترات التوترات الاقتصادية والاجتماعية. وتُبرز فرضية الملاذ الآمن هذا التفاعل، إذ توضّح أن الذهب يُظهر خصائص مستقرة في مواجهة الصدمات الكبرى بينما تتحدد استجابة النفط وفق طبيعة تلك الصدمات. فصدمات العرض مثلاً تدفع بأسعاره للارتفاع بالتوازي مع الذهب، في حين قد تكون الاستجابة أقل وضوحاً في حالات الصدمات المتعلقة بالطلب العالمي. ونتيجة لذلك، تُعدّ البيئة الجيوسياسية عاملاً رئيساً في فهم ديناميكيات العلاقة بين السلعتين وفي تفسير أنماط الارتباط التي تظهر خلال فترات عدم اليقين الاقتصادي على مستوى العالم.

2.4. العلاقة مع سعر صرف الدولار الأمريكي (US Dollar Effect)

يُشكّل الدولار الأمريكي محوراً أساسياً في تفسير التفاعل بين أسعار النفط والذهب بالنظر لكونهما يُسعّران عالمياً بهذه العملة. وبناءً على ذلك، فإن أي تغير في قيمة الدولار يؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في أسعار هاتين السلعتين الاستراتيجيتين. فعندما تضعف قيمة الدولار الأمريكي تنخفض قوته الشرائية بالنسبة إلى العملات الأخرى، مما يجعل السلع المقوَّمة به كالنفط والذهب أقل تكلفة نسبياً للمستثمرين الأجانب. ويؤدي هذا الانخفاض إلى ارتفاع الطلب العالمي على تلك السلع ومن ثم إلى زيادة أسعارها في الأسواق الدولية. وعلى العكس من ذلك، فإن قوة الدولار تعني ارتفاع قيمته النسبية مما يجعل السلع المسعّرة به أكثر تكلفة في الخارج، فينخفض الطلب وتتراجع الأسعار (Arfaoui & Ben, 2017). ويمثل هذا النمط من التفاعل ما يُعرف بالارتباط العكسي بين الدولار وأسعار السلع، إذ تتحرك أسعار النفط والذهب غالباً في اتجاه معاكس لقيمة الدولار. وقد أوضحت الدراسات التجريبية، مثل دراسة سلمان (2014)، أن العلاقة بين النفط والذهب ليست علاقة مباشرة فحسب، بل تتوسطها قوة الدولار الأمريكي بوصفه متغيراً نقدياً مؤثراً في ديناميكيات الأسعار العالمية. وتكمن أهمية هذا التأثير في كونه قناة نقدية رئيسة تفسر التقلبات المشتركة بين أسواق السلع مما يفرض ضرورة تضمين سعر صرف الدولار كعنصر أساسي في النماذج التحليلية والتنبؤية لاسيما تلك التي تعتمد على التقنيات المتقدمة كنماذج الذكاء الاصطناعي. فإهمال هذا العامل قد يؤدي إلى نتائج متحيزة أو غير دقيقة بالنظر لدوره المركزي في تحديد الاتجاهات السعرية لكلٍّ من النفط والذهب على المدى القصير والطويل.

2.5. الذهب كأداة تحوط ضد تقلبات أسعار النفط (Hedging Against Oil Volatility)

تُظهر الأسواق المالية المعاصرة أن تقلبات أسعار النفط تمثل مصدراً رئيسياً لعدم اليقين بالنسبة للمستثمرين، نظراً لطبيعة النفط كسلعة أساسية تتأثر بالتغيرات المفاجئة في العرض والطلب، إضافة إلى ارتباطه الوثيق بالمتغيرات الجيوسياسية والدورات الاقتصادية العالمية. وفي ضوء هذه التقلبات، يميل بعض المستثمرين إلى استخدام الذهب كأداة لتحييد المخاطر الناشئة عن عدم استقرار أسواق النفط. ويستند هذا التوجه إلى خصائص الذهب كأصل يتمتع بدرجة من الاستقلال النسبي عن تقلبات الطاقة، إذ لا يخضع الذهب للعوامل التشغيلية أو اللوجستية نفسها التي تحكم سوق النفط (Liu et al., 2019). لذلك يُستخدم الذهب داخل المحافظ الاستثمارية لتقليل أثر التذبذبات النفطية على العائد الكلي، من خلال تعويض الخسائر المحتملة الناتجة عن تحركات النفط الحادة بعوائد مستقرة أو أقل تذبذبًا للذهب. كما أن الطبيعة طويلة الأجل للقيمة الحقيقية للذهب تمنح المستثمرين وسيلة لتثبيت جزء من ثرواتهم عند حدوث صدمات نفطية غير متوقعة، خصوصاً في الفترات التي تتسع فيها فجوة المخاطر ويزداد عدم اليقين في أسواق الطاقة. ومن منظور إدارة المحافظ، يساهم الجمع بين الذهب والنفط في تحقيق مزيج أكثر توازناً بين الأصول، إذ يحدّ الذهب من تركز المخاطر المرتبطة بتقلب أسعار النفط، وبالتالي يدعم استقرار العوائد على المدى المتوسط والطويل (Morema & Bonga-Bonga, 2020). ومن هذا المنطلق، يُنظر إلى الذهب كأداة تحوّط فعّالة ضد تقلبات سوق النفط، سواء في البيئات الاقتصادية المضطربة أو في الحالات التي تتضخم فيها المخاطر المرتبطة بالطاقة، مما يعزز دوره كعنصر استراتيجي في بناء محافظ تسعى إلى توزيع المخاطر على نحو أكثر كفاءة.

3. تقنيات الذكاء الاصطناعي وقدرتها التحليلية والتنبؤية

يمثل الذكاء الاصطناعي نقلة نوعية في مجال التحليل الاقتصادي والمالي، إذ يوفر الأدوات اللازمة لتجاوز القصور المنهجي للنماذج التقليدية، خاصة في مهام التنبؤ واكتشاف الأنماط المعقدة في العلاقة بين أسعار النفط والذهب. وتُعزى هذه الفعالية إلى قدرة الخوارزميات المتقدمة كالشبكات العصبية على معالجة البيانات غير الخطية وفهم الديناميكيات المتبادلة بين السلع بدقة تتفوق على النماذج القياسية (Alameer et al., 2019). وتتميز تقنيات الذكاء الاصطناعي بمجموعة من المزايا التي تجعلها تتفوق على النماذج التقليدية في تحليل أسعار السلع والأصول في الأسواق المالية:

- **القدرة على النمذجة اللاخطية:** تمكن خوارزميات التعلم العميق (أحد تقنيات الذكاء الاصطناعي) من التقاط العلاقات غير الخطية المعقدة بين أسعار النفط والذهب والمتغيرات

الاقتصادية الأخرى، مما يزيد من دقة النمذجة والتنبؤ في بيئات السوق المعقدة (Kibria et al., 2018).

- **التعامل مع البيانات الضخمة:** تمتلك نماذج الذكاء الاصطناعي القدرة على معالجة وتحليل مجموعات بيانات كبيرة وعالية التردد من مصادر متعددة، مما يزيد من دقة التنبؤ بالعلاقة الديناميكية ويسمح بدمج بيانات المشاعر والبيانات الجيوسياسية إلى جانب البيانات التاريخية للأسعار (Kibria et al., 2018).
- **خاصية التعلم التكييفي:** يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي لاسيما الشبكات العصبية أن تتكيف وتتعلم من الأنماط المتغيرة في الأسواق المالية، مما يحسن من أدائها التنبؤي مع مرور الوقت وهو أمر حيوي في أسواق السلع التي تشهد تقلبات متسمرة (Colchester et al., 2017).
- **اكتشاف الأنماط المخفية:** تستطيع نماذج الذكاء الاصطناعي بكفاءة تحديد المتغيرات المؤثرة على البيانات واكتشاف الأنماط المخفية التي قد لا تكون واضحة للنماذج التقليدية (Colchester et al., 2017).

3.1. أبرز تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مجالات التنبؤ والتحليل

تتركز الدراسات الحديثة على تقنيات الذكاء الاصطناعي ولاسيما نماذج التعلم العميق (Deep Learning) لقدرتها الفائقة على التعامل مع السلاسل الزمنية المعقدة، وفهم الديناميكيات غير الخطية والفوضوية (Chaotic Dynamics) التي تميز أسواق الطاقة والمعادن والأصول، ومن أهم هذه التقنيات:

3.1.1. الشبكات العصبية المتكررة (RNNs)

تُعد هذه الشبكات الأكثر شيوعاً لتحليل السلاسل الزمنية، لقدرتها على معالجة البيانات المتسلسلة والاحتفاظ بالذاكرة لفترات أطوال مقارنة بالشبكات العصبية الاعتيادية، ومن أهمها:

- **شبكات الذاكرة طويلة المدى القصيرة (LSTM):** وتُعد نموذج فعال بشكل خاص في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ بها عبر استخدام بوابات (نسيان، إدخال، إخراج) للتحكم في تدفق المعلومات، مما يمكنها من الاحتفاظ بالمعلومات لفترات طويلة، وهو ما يجعلها مثالية لنمذجة التبعية الزمنية في أسعار النفط والذهب (Foroutan & Lahmiri, 2024). وتتفوق هذه الآلية على الشبكات التقليدية في حل مشكلة "اختفاء التدرج" التي تعيق تعلم الارتباطات

طويلة الأمد المهمة في تحليل السلاسل الزمنية (Hochreiter & Schmidhuber, 1997).

- **الوحدات المتكررة المغلقة (GRU):** وهي نموذج بديل لشبكات الذاكرة الطويلة وغالباً ما تكون أسرع وأكثر كفاءة حوسبياً نظراً لهيكليتها المبسطة التي تدمج بوابتي "التحديث" و"إعادة الضبط" وتستغني عن بوابة الإخراج. وتُستخدم لنمذجة البيانات المتسلسلة، حيث أظهرت بعض الدراسات تفوق هذا النموذج في استغلال السياق الزمني (الماضي والمستقبل) للتنبؤ بأسعار الذهب بدقة عالية (Cheng et al., 2019; Foroutan & Lahmiri, 2024).

3.1.2. النماذج الهجينة (Hybrid Models)

لتحقيق أقصى درجات الدقة التنبؤية، خاصة بعد فشل الشبكات العصبية لوحدها في نمذجة البيانات، يدمج الباحثون النماذج التقليدية مع الذكاء الاصطناعي، مثل دمج نماذج GARCH مع الشبكات العصبية (ANN-GARCH). تهدف هذه المنهجية إلى استغلال قدرة GARCH على نمذجة تباين الخطأ المشروط (Heteroscedasticity) والتقلبات التي تحدث في المسار الزمني، بينما تتولى الشبكات العصبية معالجة البواقي غير الخطية التي تعجز النماذج القياسية عن تفسيرها (Kristjanpoller & Minutolo, 2015).

4. الإطار العملي لتحليل العلاقة بين أسعار النفط وأسعار الذهب

4.1. منهجية الدراسة (Methodology)

اعتمدت الدراسة في تحليل العلاقة بين أسعار النفط وأسعار الذهب على منهجية كمية متكاملة، تبدأ بالتحليل الإحصائي الوصفي لمتغيرات الدراسة، مروراً باختبارات العلاقة السببية والتكامل المشترك، وصولاً إلى بناء نماذج متقدمة للذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالعوائد. وقد تم جمع البيانات اليومية لأسعار الإغلاق لعقود الذهب الآجلة وعقود النفط الخام من منصة Yahoo Finance للفترة الممتدة من 1 يناير 2010 إلى 1 نوفمبر 2025 بواقع 3981 مشاهدة يومية. فيما تم تحويل الأسعار إلى عوائد لوغاريتمية يومية لضمان استقرار السلاسل الزمنية (Stationarity) وهو شرط أساسي لمعظم الاختبارات الإحصائية المتقدمة.

4.2. الإحصاءات الوصفية والمتغيرات الديناميكية

تمثل الخطوة الأولى في التحليل بفحص الخصائص الإحصائية الأساسية لسلاسل أسعار وعوائد الذهب والنفط. يوضح الجدول رقم (2) الملخص الإحصائي الوصفي للمتغيرات الأربعة الرئيسية.

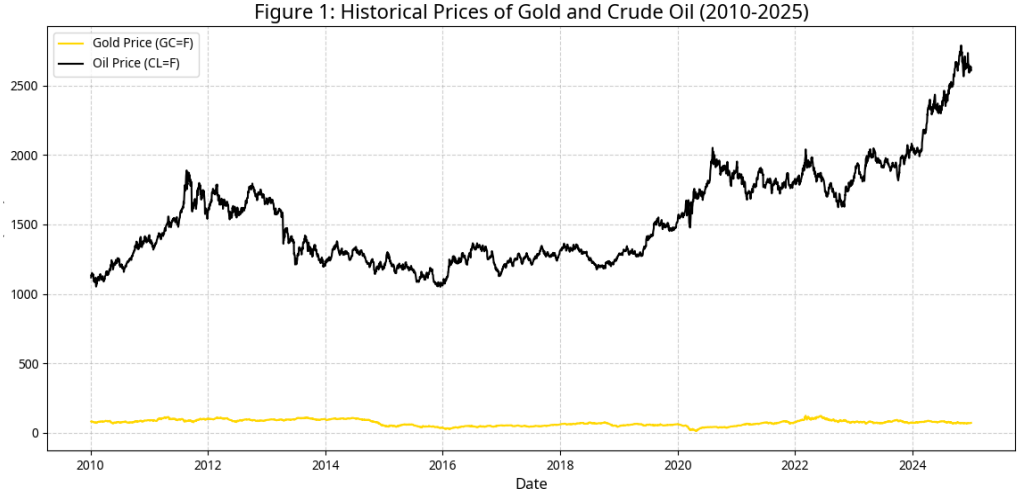
جدول (2): نتائج الإحصاءات الوصفية لأسعار وعوائد الذهب والنفط (2010-2025)

المتغير	عدد المشاهدات	المتوسط	الانحراف المعياري	القيمة الدنيا	القيمة القصوى	معامل الاختلاف (CV%)
سعر الذهب (دولار)	3981	1544.98	351.36	1050.80	2788.50	22.74
سعر النفط (دولار)	3981	72.00	21.36	-37.63	123.70	29.66

تُظهر نتائج التحليل الوصفي في الجدول (1) أن متوسط سعر الذهب خلال الفترة كان حوالي 1544.98 دولارًا للأونصة، بينما بلغ متوسط سعر النفط حوالي 72.00 دولارًا للبرميل. كما يشير الانحراف المعياري المرتفع لكلا الأصلين، والذي بلغ 351.36 للذهب و21.36 للنفط، إلى تقلبات سعرية كبيرة على مدى الخمسة عشر عامًا الماضية. هذه التقلبات تعكس تأثير الدورات الاقتصادية العالمية، والأزمات الجيوسياسية، والتغيرات في سياسات البنوك المركزية. ومن الملاحظ أن المدى السعري للذهب والذي يتراوح 1050.80 و2788.50 دولارًا أوسع بكثير من المدى السعري للنفط والذي يتراوح -37.63 و123.70 دولارًا، مع الإشارة إلى القيمة السالبة التي ظهرت في أسعار النفط الآجلة خلال جائحة كورونا، تؤكد الطبيعة المتقلبة وغير المستقرة لسوق السلع الأساسية وفي مقدمتها النفط الخام.

الشكل (1): الأسعار التاريخية للذهب والنفط الخام

Figure 1: Historical Prices of Gold and Crude Oil (2010-2025)



ويوضح الشكل (1) المسار التاريخي لأسعار الذهب والنفط، إذ يمكن ملاحظة أن أسعار الذهب أظهرت نمواً مطرداً نسبياً مع فترات تقلب، خاصة بعد عام 2020. في المقابل، أظهرت أسعار النفط تقلبات أكثر حدة، مع انخفاضات وارتفاعات كبيرة تعكس دورات الأعمال العالمية والصدمات الجيوسياسية المؤثرة.

4.3. تحليل الارتباط والدلالة الاحصائية

يُقدم الجدول (3) نتائج اختبار الارتباط بين أسعار الذهب وأسعار النفط، شاملاً معامل الارتباط وقيمة P-value المقابلة، وهو ما يُعد عنصراً حاسماً لتقييم الدلالة الإحصائية للعلاقة.

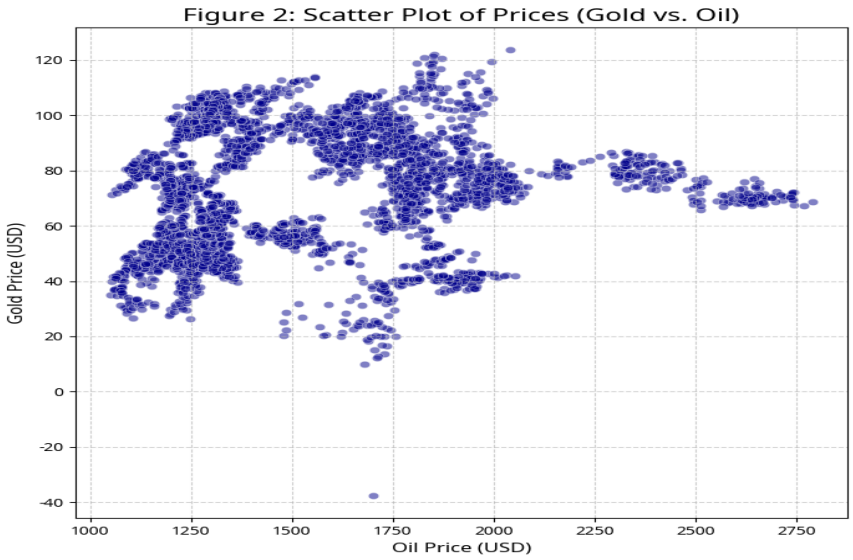
جدول (3): نتائج الإحصاءات الوصفية لأسعار وعوائد الذهب والنفط (2010-2025)

المتغيرات	Coefficient (*r*)	P-value	الدلالة (α=0.05)
Oil vs Gold	0.1969	0.0000	Sig**

تكشف نتائج تحليل الارتباط عن وجود علاقة طردية ضعيفة بين أسعار الذهب وأسعار النفط، إذ بلغ معامل الارتباط 0.1969، وهي قيمة تعكس محدودية الترابط الخطي وقدرته التفسيرية بين المتغيرين. ورغم أن هذا المستوى من الارتباط يبدو متواضعًا من الناحية الإحصائية، إلا أن نتائج الاختبار الدلالي تشير بوضوح إلى أن العلاقة ليست عشوائية، إذ بلغت قيمة P الاحتمالية صفرًا تقريبًا (P-value = 0.00)، وهو ما يقل بدرجة كبيرة عن مستوى الدلالة المعتمد ($\alpha = 0.05$). غير أن قبول الدلالة الإحصائية لا ينبغي أن يُفسر بوصفه دليلاً على وجود علاقة ذات تأثير جوهري ملموس، إذ إن حجم العينة الكبير يمكن أن يجعل حتى الارتباطات الضعيفة تظهر

بدلالة إحصائية عالية. وفي هذا الإطار، يشير معامل الارتباط المحدود إلى أن القدرة التفسيرية للعلاقة بين المتغيرين تبقى منخفضة، وأن الارتباط، وإن كان حقيقيًا من الناحية الإحصائية، لا يعكس بالضرورة قوة تأثير اقتصادية معتبرة.

الشكل (2): مخطط الانتشار لأسعار الذهب والنفط الخام



ويؤكد مخطط الانتشار في الشكل (2) هذا الاستنتاج بصورة واضحة، إذ يظهر تشتت واسع للنقاط بعيدًا عن أي مسار خطي محتمل، مما يعكس ضعف قدرة سعر النفط على تفسير التغيرات في سعر الذهب. ويشير هذا التوزيع العشوائي نسبيًا إلى أن العلاقة الخطية المحدودة قد تخفي وراءها أنماطًا أكثر تعقيدًا لا يمكن للنماذج الخطية التقاطها. ومن ثم، تبرز الحاجة إلى استكشاف نماذج أكثر تقدمًا، بما في ذلك النماذج غير الخطية أو نماذج الذكاء الاصطناعي لتحليل العلاقات المحتملة بين المتغيرين.

5. تحليل العلاقة باستخدام نماذج الذكاء الاصطناعي

لتحليل العلاقة التفسيرية بين أسعار النفط وأسعار الذهب، فقد تم تطبيق ثلاثة نماذج مختلفة من نماذج الذكاء الاصطناعي. تم اختيار هذه النماذج لتمثيل مقاربات مختلفة: نموذج الانحدار الخطي (LR) كنموذج أساسي، ونموذج آلة المتجهات الداعمة للانحدار (SVR) كنموذج غير خطي، ونموذج الغابات العشوائية للانحدار (RFR) كنموذج قائم على أشجار القرار.

جدول (4): نتائج الإحصاءات الوصفية لأسعار وعوائد الذهب والنفط (2010-2025)

النموذج	R^2	RMSE
الانحدار الخطي (LR)	0.0388	20.93
آلة دعم المتجه (SVR)	0.0645	20.65
الغابات العشوائية (RF)	0.1986	19.11

تُظهر نتائج نماذج الذكاء الاصطناعي الواردة في الجدول (4) أن القدرة التفسيرية لأسعار النفط في تفسير التباين في أسعار الذهب تبقى محدودة إلى حد كبير في مختلف النماذج المستخدمة. فقد سجل نموذج الانحدار الخطي (LR) معامل تحديد منخفضًا للغاية بلغ ($R^2 = 0.0388$)، بما يعني أن سعر النفط يفسر أقل من 4% من تقلبات سعر الذهب، وهو ما يعكس ضعف صلاحية النموذج في تمثيل العلاقة. كما أن ارتفاع قيمة متوسط الجذر التربيعي للخطأ (RMSE = 20.93) يعزز هذا الضعف من حيث دقة التنبؤ. أما نموذج آلة دعم المتجه (SVR) فقد حقق تحسنًا طفيفًا في القدرة التفسيرية بمعامل تحديد بلغ ($R^2 = 0.0645$)، فيما بلغ متوسط الجذر التربيعي للخطأ (RMSE = 20.65)، وهو مستوى قريب من نموذج الانحدار الخطي، مما يشير إلى أن إدخال درجة معينة من اللاخطية لم يسهم في تعزيز دقة التنبؤ من الناحية العملية. وفي المقابل، أظهر نموذج الغابات العشوائية (RFR) أداءً أفضل نسبيًا، إذ بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.1986$)، فيما بلغ متوسط الجذر التربيعي للخطأ (RMSE = 19.11)، مما يوحي بإمكانية وجود أنماط غير خطية أو تفاعلات معقدة بين المتغيرين لا تستطيع النماذج التقليدية أو شبه الخطية تمثيلها بكفاءة. ومع ذلك، فإن معامل تحديد لا يتجاوز 20% يظل منخفضًا وفق معايير النمذجة الاقتصادية، ويؤكد أن القدرة التفسيرية لسعر النفط في تفسير سلوك سعر الذهب تبقى ضعيفة حتى في ظل نماذج أكثر تطورًا. وتدل هذه النتائج مجتمعة على أن العلاقة بين المتغيرين قد تكون متعددة الأبعاد وتعتمد على عوامل وسيطة أو متغيرات اقتصادية كلية أخرى، مما يجعل الاعتماد على أسعار النفط وحدها غير كافٍ لتفسير أو التنبؤ بالتغيرات في أسعار الذهب أو العكس.

6. الاستنتاجات والتوصيات

6.1. الاستنتاجات

- كشفت المخرجات الإحصائية عن تآكل في طبيعة الارتباط الخطي المباشر بين أسعار النفط وعوائد الذهب، مما يشير إلى فقدان خاصية الاقتران السعري (Price Co-Movement) تحت الظروف الاقتصادية والجيوسياسية الراهنة.
- أكدت النتائج التجريبية محدودية الفاعلية التفسيرية والقصور المنهجي لنماذج الانحدار الخطي التقليدية في التعامل مع التغيرات الهيكلية والتذبذبات اللاخطية التي تميز أسواق السلع الأساسية عالية التردد.
- برهنت خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تفوق نوعي في الكشف عن الأنساق السعرية الكامنة واللاخطية، مما يثبت أن جزءاً من التباين في أسعار الذهب يظل مرتبطاً بديناميكيات النفط ولكن من خلال آليات غير واضحة للنماذج القياسية.
- بينت النتائج التحليلية أن القدرة التفسيرية المنفردة لمتغير النفط تظل ضئيلة في تحليل أسعار الذهب، مما يؤكد أن سلوك الذهب يُحكم بمنظومة متكاملة من المتغيرات الاقتصادية الكلية.

6.2. التوصيات

- إعادة تقييم جدوى استراتيجيات التحوط القائمة على التلازم التقليدي بين الأصلين من قبل المستثمرين وصنّاع القرار المالي والنظر إليهما كأصول ذات ديناميكيات سعرية متباينة ومنفصلة هيكلياً.
- ضرورة التخلي عن الافتراضات الخطية الصارمة والتوجه نحو تبني أدوات نمذجة متقدمة قادرة على استيعاب التعقيد واللاخطية المتأصلة في السلاسل الزمنية المالية.
- تكثيف الدراسات والبحوث المستقبلية المعتمدة على منهجيات التعلم العميق (Deep Learning) والطرق المجمعة (Ensemble Methods) لتعظيم القدرة على التقاط التفاعلات المعقدة وتحسين معيار الدقة التنبؤية.
- بناء نماذج تنبؤ شاملة ومتعددة المتغيرات تدمج المتغيرات المالية والنقدية الرئيسية (كالدولار وأسعار الفائدة) لضمان موثوقية أكبر في التقدير.

المصادر

1. بوضياف، سامية، بهلولي، فيصل. (2023). استخدام الذكاء الاصطناعي لدراسة علاقة أسعار النفط، الصرف، الذهب بالتضخم والتنبؤ به في الفترة (جوان 2006-أفريل 2020). CREADLes cahiers du CREAD, 39(1), 381-412، 39(1)، 381-412.
2. بوسنة. (2019). تحليل أثر تطور سعر البترول على سعر الذهب العالمي بإستخدام النموذج غير الخطي NARDL. مجلة الاستراتيجية والتنمية، 9(4)، 94-113.
3. محمد صالح سلمان. (2014). تحليل العلاقة السببية الطويلة والقصيرة الاجل بين سعر النفط الخام العالمي وسعر الذهب وسعر صرف الدولار. Journal of Economics and Administrative Sciences, 20(75), 332-332.
4. غراية، زهير، لقمان، معزوز. (2013). العلاقة المتبادلة بين أسعار النفط الخام وأسعار الذهب الدولية دراسة تجريبية خلال الفترة 1975-2011. مجلة الباحث الإقتصادي، 1(1)، 27-62.
5. Alameer, Z., Abd Elaziz, M., Ewees, A. A., Ye, H., & Jianhua, Z. (2019). Forecasting gold price fluctuations using improved multilayer perceptron neural network and whale optimization algorithm. Resources Policy, 61, 250-260.
6. Arfaoui, M., & Ben Rejeb, A. (2017). Oil, gold, US dollar and stock market interdependencies: a global analytical insight. European Journal of Management and Business Economics, 26(3), 278-293.
7. Bai, S., Kolter, J. Z., & Koltun, V. (2018). An empirical evaluation of generic convolutional and recurrent networks for sequence modeling. arXiv preprint arXiv:1803.01271.
8. Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. Journal of Banking & Finance, 34(8), 1886-1898.
9. Bildirici, M., & Türkmen, C. (2015). The chaotic relationship between oil return, gold, silver and copper returns in Turkey: Non-linear ARDL and augmented non-linear Granger causality. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 195, 1375–1384.
10. Cheng, J., Huang, Y., & Wu, P. (2019). Forecasting gold futures prices using a novel hybrid model with GRU. IEEE Access, 7, 162705-162715.
11. Colchester, K., Hagras, H., Alghazzawi, D., & Aldabbagh, G. (2017). A survey of artificial intelligence techniques employed for adaptive educational systems within e-learning platforms. Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research, 7(1), 47-64.
12. Coronado, S. (2015). An empirical analysis of the relationships between crude oil and gold prices. arXiv preprint arXiv:1510.07599.

13. Foroutan, P., & Lahmiri, S. (2024). Deep learning systems for forecasting the prices of crude oil and precious metals. Financial Innovation, 10(1), 111.

14. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural Computation, 9(8), 1735-1780.

15. Huang, W., & Wu, M. (2021). Are spillover effects between oil and gold prices asymmetric? Evidence from the COVID-19 pandemic. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 34(1), 2603–2620.

16. Kibria, M. G., Nguyen, K., Villardi, G. P., Zhao, O., Ishizu, K., & Kojima, F. (2018). Big data analytics, machine learning, and artificial intelligence in next-generation wireless networks. IEEE access, 6, 32328-32338.

17. Kristjanpoller, W., & Minutolo, M. C. (2015). Gold price volatility forecasting using Gray-GARCH models. Expert Systems with Applications, 42(1), 7245-7251.

18. Kumar, S. (2017). On the nonlinear relation between crude oil and gold. Resources Policy, 51, 198–205.

19. Li, Y., Wang, Y., & Chen, J. (2024). Oil price volatility and gold prices volatility asymmetric links with natural resources via financial market fluctuations: Implications for green recovery. Resources Policy, 88, 104446.

20. Liang, J., Ullah, I., & Khan, M. A. (2024). Analysis of crude oil and gold price volatility and their correlation during socio-economic crises. Resources Policy, 98, 105311.

21. Liu, Z., Ding, Z., Lv, T., Wu, J. S., & Qiang, W. (2019). Financial factors affecting oil price change and oil-stock interactions: a review and future perspectives. Natural Hazards, 95(1), 207-225.

22. Mensi, W., Hammoudeh, S., Shahzad, S. J. H., & Shahbaz, M. (2020). Impact of COVID-19 outbreak on asymmetric multifractality of gold and oil prices. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 557, 124909.

23. Mishra, A. K., & Sharma, G. D. (2022). Rolling, recursive evolving and asymmetric causality between crude oil and gold prices: evidence from an emerging market. Resources Policy, 75, 102482.

24. Morema, K., & Bonga-Bonga, L. (2020). The impact of oil and gold price fluctuations on the South African equity market: Volatility spillovers and financial policy implications. Resources Policy, 68, 101740.

25. Shahbaz, M., Naeem, M. A., & Arouri, M. (2017). The dynamic relationship between oil prices and gold prices: A wavelet approach. Energy Economics, 67, 22–34.

26. Simakova, J. (2014). Analysis of the relationship between oil and gold prices. European Scientific Journal, ESJ, 10(13).

27. Triki, M. B., & Maatoug, A. B. (2021). The GOLD market as a safe haven against the stock market uncertainty: Evidence from geopolitical risk. Resources Policy, 70, 101872.