

استخدام الذكاء الاصطناعي لدراسة علاقة أسعار النفط، الصرف، الذهب بالتضخم والتنبؤ به في الفترة الممتدة من (جوان-2006 أفريل 2020)

سامية بوضياف *

فيصل بملولي **

تاريخ الوصول: 2020/10/15 / تاريخ القبول: 2022/01/20 / تاريخ النشر: 2023/02/20

المؤلف المراسل: بوضياف سامية s.boudiaf@univ-blida2.dz

ملخص

تلخص بحثنا في دراسة العلاقة بين أسعار كل من الذهب، الصرف، النفط و التضخم والتنبؤ به بأخذنا بيانات شهرية من جوان 2006 إلى غاية أفريل 2020 باستعمال الذكاء الاصطناعي، بالضبط تعلم الآلة كآلية جديدة في الإحصاء، وتعتمد على برمجيات وتكنولوجيات خاصة تنافس العقل البشري، وقد توصلنا إلى وجود علاقة بين المتغيرات المستقلة والتابع بأحسن نموذج حقق معامل تحديد $R^2 = 70\%$ وهو نموذج adaboost وبأقل متوسط مربع خطأ، بالإضافة تم اختباره من أجل التنبؤ وأعطى نتائج جيدة، كما أمكننا من تتبع كيفية تأثير المتغيرات المستقلة على معدلات التضخم من خلال شجرة القرار.

كلمات مفتاحية: الذكاء الاصطناعي، معدل التضخم، تعلم الآلة، التنبؤ

تصنيف جال: E31, E37, O14

* جامعة البليدة 02 - s.boudiaf@univ-blida2.dz - الجزائر

L'UTILISATION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR ÉTUDIER ET PRÉDIRE LA RELATION ENTRE LES PRIX DU PÉTROLE, TAUX DE CHANGE ET L'OR AVEC L'INFLATION POUR LA PÉRIODE (JUIN 2006-AVRIL 2020)

RÉSUMÉ

Notre recherche se résume à l'étude de la relation entre les prix de l'or, taux de change, pétrole et l'inflation, et sa prédiction, en prenant des données mensuelles de juin 2006 à avril 2020 en utilisant l'intelligence artificielle, et précisément learning automatique comme nouveau mécanisme dans les statistiques, et cela dépend des logiciels spéciaux et des technologies qui rivalisent avec l'esprit humain. Nous avons trouvé une relation entre les variables indépendantes et dépendantes avec le meilleur modèle qui a atteint un facteur de détermination $R^2 = 70\%$, qui est le modèle adaboost, et avec la moindre erreur quadratique moyenne. De plus, il a été testé pour la prédiction et a donné de bons résultats. Nous avons également pu suivre comment les variables indépendantes affectent les taux d'inflation à travers l'arbre de décision.

MOTS CLÉS : intelligence artificielle, taux d'inflation, la machine Learning, prévision

USING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO STUDY AND PREDICT THE RELATIONSHIP BETWEEN OIL PRICES, EXCHANGE RATES AND GOLD WITH INFLATION FOR THE PERIOD (JUNE 2006-APRIL2020)

ABSTRACT

Our research is ummarized in studying the relationship between the prices of gold, exchange, oil and inflation and its prediction by taking monthly data from June 2006 to April 2020 using artificial intelligence, exactly machine learning as a new mechanism in statistics, and it depends on special software and technologies that compete with the human mind. We found a relationship between the independent and dependent variables with the best model that achieved a determination factor of $R^2 = 70\%$, which is the adaboost model, and with the least mean square error. In addition, it was tested for prediction and gave good results. We were also able to track how the independent variables affect inflation rates through the decision tree.

KEYWORDS: Artificial intelligence, inflation rate, machine learning, prevision

مقدمة

ساعدت التطورات الهائلة في اقتصاديات الدول وأنظمتها على ظهور سلع عالمية متعارف عليها دوليا تسهل التعاملات والمبادلات كأسعار الصرف، الذهب، وأخرى طاقوية تستعمل في جميع المجالات الإنتاجية، الصناعية... الخ، فالتبادلات التجارية الدولية ساعدت كثيرا في التأثير على قانون العرض والطلب لهذه السلع، مما ساهم في تقلب أسعارها، بالمقابل فإن كل دول العالم على حد سواء متقدمة كانت أو ناشئة تعاني من ظاهرة التضخم ولكن بنسب متفاوتة وهي الأخرى متقلبة، مما يدعوا إلى دراسة العلاقة.

جرت العادة أن نستعمل الإحصاء الحسابي لدراسة العلاقات بين المتغيرات واستخراج النماذج مع إجراء العديد من الاختبارات لقبوله، إلا أنه ظهر حديثاً ما يسمى بالذكاء الاصطناعي والذي من فروعه تعلم الآلة، التي من مجالاتها القيام بالدراسات القياسية لكن باستعمالها لبرمجيات وخوارزميات تجعل من الكمبيوتر يحاكي العقل البشري بنماذجه الإحصائية وأساليبه.

ومن هنا يمكن طرح الإشكالية التالية:

ما هي علاقة التضخم بأسعار الذهب، الصرف، النفط والتنبؤ به باستخدام الذكاء الاصطناعي؟

ومن هنا يمكن وضع الأسئلة الفرعية التالية:

- هل هناك علاقة بين أسعار الصرف، الذهب، النفط والتضخم؟
- أي النماذج الإحصائية التي تعطي نتائج مقبولة إحصائياً؟
- ما طبيعة العلاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة؟
- وللإجابة عن هذه التساؤلات تم وضع الفرضيات التالية:
- توجد علاقة بين أسعار الذهب، الصرف، النفط والتضخم.
- يعطي النموذج الخطي نتائج مقبولة إحصائياً عند مستوى معنوية 5 %.
- توجد علاقة عكسية بين أسعار الصرف والتضخم وإيجابية بين كل من أسعار الذهب، النفط والتضخم.

1- الدراسات السابقة

تناول العديد من الباحثين ظاهرة التضخم والتي تم ربطها بعدة متغيرات اقتصادية كسعر الصرف، أسعار الفائدة إلخ، وسنركز في دراستنا على الدراسات القريبة من موضوعنا في النقاط التالية:

- دراسة) الهبتي وآخرون، : (2010 حيث قام الباحثون بعرض النظريات الاقتصادية والعلاقات المطروحة بين المتغيرات لتفسير الظواهر، وأرادوا إثبات هذه النظريات بإجراء دراسة قياسية بأخذ الرقم القياسي لأسعار المستهلك كمتغير تابع لأنه يعكس حالة التضخم، وأخذ المتغيرات المستقلة كالتالي: سعر الصرف، سعر الفائدة، عجز وفائض الميزانية على الناتج المحلي الإجمالي، إجمالي الدين الخارجي على الناتج المحلي الإجمالي، عجز وفائض ميزان المدفوعات، حالة عدم الاستقرار والفساد والتي تم الاعتماد على مؤشر إدراك الفساد الصادر عن هيئة الشفافية الدولية من سنة 1980 إلى غاية 2002 ، حيث خلصت الدراسة إلى أنّ سعر الصرف الحقيقي يؤثر عكسا على التضخم و وعجز الميزانية وعجز ميزان المدفوعات، وكذا مؤشر إدراك الفساد، ولم تظهر أي معنوية لباقي المتغيرات حيث كانت القوة التفسيرية للنموذج % 84 مع وجود علاقة سببية.

- دراسة (Y. L Chueh and Y.S Wang, 2013): إذ قامت الباحثتان بدراسة العلاقات الديناميكية بين كل من معدل الفائدة، سعر البترول، سعر الذهب وسعر صرف الدولار، وقد اعتمدت الدراسة على تقنية التكامل المتزامن للتعينات المقترحة من طرف Granger و Enders سنة 1998 بسبب العلاقات اللاخطية بين المتغيرات الثلاث وذلك للفترة بين جانفي 1989 وديسمبر 2007. معطيات يومية، ودلت النتائج على وجود علاقة طردية إيجابية بين كل من سعر النفط وسعر الذهب في المدى القصير، كما أكدت الدراسة على أن سعر النفط يزيد من معدل التضخم الذي من شأنه الرفع من قيمة كل الأسعار بما فيها سعر الذهب في الأسواق العالمية.

- دراسة (عياد، 2016): حيث اعتمد الباحث على بيانات شهرية من جانفي 1999 إلى غاية سبتمبر 2016 لأسعار النفط والذهب، وسعر الصرف باستعمال نماذج الانحدار الذاتي ذات النظم الماركوفية MSVAR، وقد تسلسلت دراسته من خلال عرض السلاسل الزمنية للمتغيرات الثلاث، وكذا مصفوفة الارتباطات التي أوضحت العلاقة

القوية الموجبة بين سعر النفط وسعر الصرف فاقت 82% وسعر النفط والذهب 76% ، أما سعر الصرف وسعر الذهب فكانت متوسطة 59%، وفي الأخير تم تقدير نموذج MSVAR بالاعتماد على سعر النفط كمتغير تابع وكلا من سعر الصرف وسعر الذهب كمتغيرين مستقلين والذي توصل بعد القيام بعدة اختبارات إلى عدم وجود علاقة خطية بين المتغيرات الثلاث.

- دراسة (دقيش، جعفر هني، 2019): حيث تم الاعتماد على بيانات سنوية من 1970 إلى غاية 2017، واستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة غير خطي NARDL، وأخذ كل من أسعار النفط والناتج المحلي كمتغيرين مستقلين والتضخم كمتغير تابع وذلك قصد قياس التماثل والتأثير غير الخطي في المدى القصير والطويل لسعر النفط، حيث أكدت الدراسة وجود علاقة في المدى القصير والطويل بين أسعار النفط والتضخم، إذ يمكن لارتفاع أسعار النفط أن يؤدي إلى انخفاض التضخم في الجزائر والعكس.

2- تطور أسعار النفط، الذهب والصرف

يعتبر كل من الذهب والنفط من السلع العالمية الاستراتيجية نظراً للأهمية البالغة التي تكتسيها، إذ يعدّ النفط محرك الاقتصاديات لكثرة استعمالاته في ميدان الطاقة، ويتسم الذهب أولاً بالندرة وثانياً بكونه معدن نفيس ارتبط في تحديد قيمة العملات بواسطة قاعدة الذهب، إلا أن هذا النظام تلاشى وأصبحت العملات عائمة خاضعة للعرض والطلب.

1.2- أسعار النفط

يخضع النفط هو الآخر كجميع أنواع السلع الأخرى لتقلبات كبيرة مع مرور الوقت وخاصة تلك المرتبطة بدورة الأعمال التجارية، فعند زيادة الطلب بشكل يتجاوز القدرة

الإنتاجية فإن السعر سوف يرتفع بشكل حاد جدا والعكس، ومنه فإن النفط خاضع لقانون العرض والطلب، لهذا تم تحديد عدة عوامل مؤثرة على تذبذب سعره نوجزها في النقاط التالية:

1.1.2. العوامل المؤثرة على الطلب العالمي

ترتكز على عدة افتراضات نذكر منها (Martin, 2004):

- توجهات النمو الاقتصادي والسكاني.
- التقدم التكنولوجي في استعمال بدائل النفط.
- كفاءة استخدام أشكال الوقود المختلفة.
- السياسات البيئية والضريبية في الدول الرئيسية المستهلكة للنفط.
- السياسات العامة المتعلقة بتوفير الطاقة.

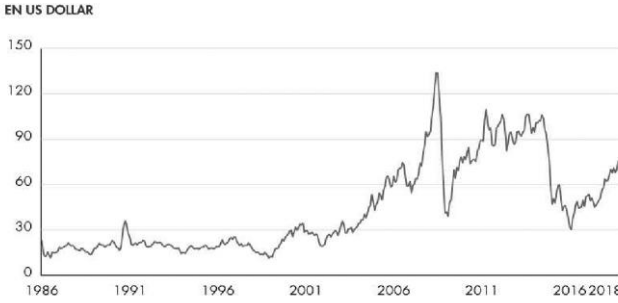
1.2.2. العوامل المؤثرة على العرض العالمي

وتتمثل أهم العوامل المؤثرة على العرض العالمي في (رائد، حميد، 2014):

- التغيرات في احتياطات النفط لدى الدول المصدرة والمستهلكة.
- التطور التقني والتكنولوجي لعمليات تكرير واستخراج النفط.
- السياسة النقدية في الدول المصدرة.
- وفي الآونة الأخيرة أصبح العامل السياسي يشكل أهم عامل من أجل التأثير على التزاعات الدولية والتحالفات.

والشكل التالي يوضح تطور أسعار النفط عالميا

شكل رقم 1: تطور أسعار النفط خلال 1986-2018



مصدر: <https://www.lafinancepourtous.com/2018/10/24/prix-du-petrole-qui-monte> تاريخ الاطلاع: 01/06/2020

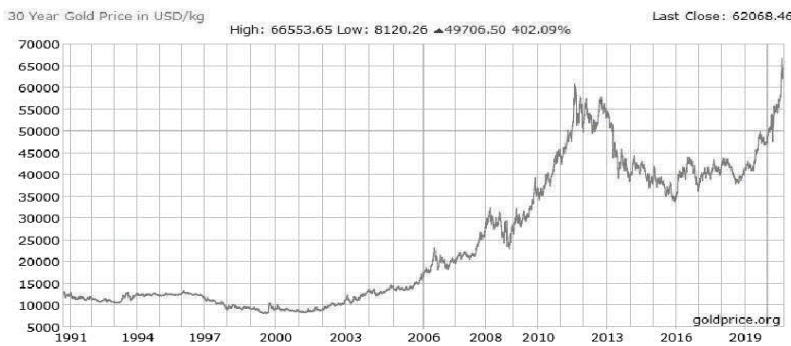
إن الملاحظ هو التذبذبات الحاصلة في أسعار النفط، لكن على العموم ارتفعت مقارنة بسنوات الثمانينيات، إذ عرف أكبر قيمة له عام 2008 لتشهد هبوطاً كبيراً في السنة الموالية، وهذا كان نتيجة الأزمة المالية العالمية للرهن العقاري (Shahriyar, Jeyhun and Fariz, 2019)، حيث شهد العالم ركوداً كبيراً في الاقتصاديات خاصة الدول المتقدمة الأكثر تضرراً نتيجة انخفاض الطلب (Umar, Lee, 2018)، إلا أنه سرعان ما عاود الارتفاع من سنة 2010 حتى 2015 ليعاود الانخفاض من جديد سنة 2016.

2.2- أسعار الذهب

كون الذهب معدناً نفيساً ويمتاز بالندرة هذا وحده يجعل أسعاره عالية، ومع ذلك فهو سلعة كباقي السلع يخضع للعرض والطلب، ومن خلال تتبع تاريخه قد تبين أسهامه في الاقتصاد كسلعة أساسية تستعمل كوسيلة للدفع في التعاملات التجارية، وكذا كقاعدة لقياس العملات (قاعدة الذهب) على الرغم من الاستغناء عنها، إلا أنه يبقى تأثيره في الاقتصاديات من خلال الاحتياطات، ومع ذلك فسعر الذهب يتغير حسب الطلب والعرض بتأثره بعدة عوامل نوجزها فيما يلي:

- معدل الفائدة الرئيسي الذي يقره البنك المركزي إما برفع قيمته أو خفضها حسب حالة الاقتصاد، ففي حالة الركود تنتهج الدولة سياسة نقدية توسعية عن طريق زيادة كمية النقود وتخفيض معدل الفائدة، مما يزيد من سعر الذهب والعكس في حالة التضخم، وفي حالة أزمة عالمية يرتفع السعر لأن الذهب يعتبر الاستثمار الآمن.
- قيمة الدولار الأمريكي: هناك علاقة عكسية قوية بين سعر صرف الدولار والذهب.
- كمية الإنتاج: إن صعوبة استخراج الذهب والمناخ والتكلفة العالية والكمية القليلة تجعل من السعر مرتفع.
- كمية الطلب: من الطبيعي أن ارتفاع الطلب على سلعة ما يزيد من سعرها، وهذا ما يحدث في العديد من الأسواق مثل الهند والصين.
- تحسن الظروف المعيشية.

الشكل رقم 2: تطور أسعار الذهب خلال الفترة 1991-2019



مصدر: <https://goldprice.org/fr/gold-price-history.html> تاريخ الاطلاع 15/07/2020

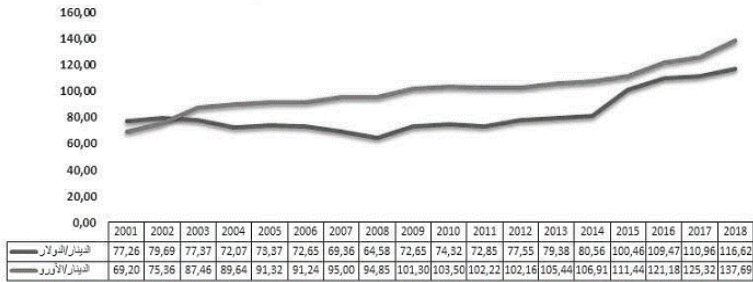
وشهدت أسعار الذهب ارتفاعا كبيرا من سنة 1991 إلى غاية 2019، إلا أنه خلال هذه الفترة عرفت تقلبات أكبرها كان عام 2014، وكان نتيجة ارتفاع سعر صرف الدولار الأمريكي كونه يشكل علاقة عكسية، وهذا ناتج عن انخفاض الاستثمار في مجال الذهب، بالإضافة إلى قلة الطلب خاصة السوق الهندي الذي اتبع سياسة التقليل من الواردات.

3.2- سعر صرف الدينار الجزائري

على غرار السلعتين السابقتين النفط والذهب، فالعملة هي الأخرى خاضعة لقانون العرض والطلب لتحديد قيمتها مقابل عملة أخرى، على الرغم من أنها وسيلة دفع، وهذا ناتج عن التطور الهائل في المعاملات التجارية وكبرها وتوسعها على مستوى النطاق الجغرافي، مما أسهم في ظهور نظامين لأسعار الصرف الثابتة والمرنة (Yahia, 2014) كل له مزاياه وعيوبه، والدولة هي المخولة لتحديد نظام الصرف الخاص بها، إلا أن هناك عدة عوامل تؤثر عليه نذكر منها:

- حجم الواردات والصادرات.
 - معدلات التضخم.
 - حجم الاحتياطيات من الذهب والعملات الأجنبية.
 - مدى انتشار السوق الموازي.
 - الارتفاع أو الانخفاض في معدلات النمو الاقتصادي.
- ولقد عرف سعر صرف الدينار الجزائري تراجعاً مقابل العملات الأجنبية في السنوات الأخيرة، والشكل التالي يبين تطور أسعار الدينار الجزائري مقابل الدولار الأمريكي واليورو.

الشكل رقم 03. تطور سعر الدينار الجزائري



المصدر : البنك الجزائري

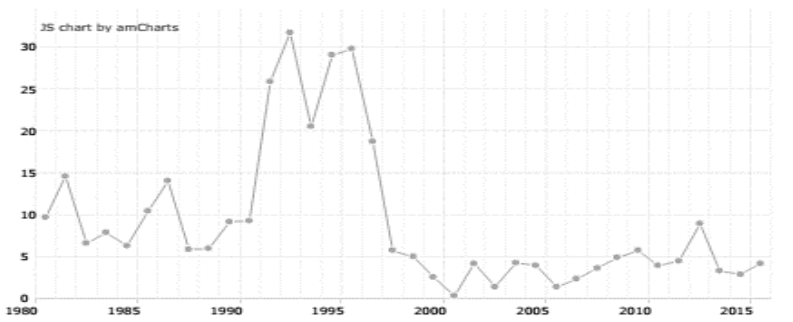
مصدر: البنك الجزائري

3- واقع التضخم في الجزائر

ارتبطت ظاهرة التضخم بأسعار الاستهلاك فأَي زيادة في هذه الأسعار يرفع معدلات التضخم، إذ يعتبرها العديد من الاقتصاديين أنها ظاهرة نقدية المتسبب فيها هي الكتلة النقدية المتداولة في السوق، وينحدر هذا التفسير من منطلق النظريات الاقتصادية التي عبرت عنه بعدة معاني، كارتفاع الأسعار غير العادي، أو كارتفاع المداخل النقدية للأفراد، أو كالزيادة الكبيرة والمستمرة في النقود المتداولة... الخ.

إلا أن الكل اتفق على أنه هو الزيادة في الأموال دون وجود مقابل إنتاجي، ومن هنا اتضح نوعين للتضخم، التضخم المحلي وهو المرتبط بالعوامل الداخلية، إذ أن الاختلال في الهيكل الاقتصادي قد تتبعه تغيرات على مستوى الأسعار (Kin, Progress and Genuis, 2015)، والتضخم المستورد والذي يكون ناتجا عن العلاقات الاقتصادية المتبادلة بين أقطار العالم وخصوصا بين الدول الصناعية والدول النامية، وعلى الرغم من وجود عدة صيغ لحساب معدل التضخم كصيغة فيشر، باش، لاسبير، إلا أن أسعار الاستهلاك تعبر هي الأخرى عن التضخم كونه هو العنصر الأساسي لحسابه.

الشكل رقم 4: تطورات التضخم في الجزائر



مصدر: <https://ar.actualitix.com/country/dza/ar-algeria-inflation-rate.php>, تاريخ الاطلاع :

15/07/2020

وشهدت الجزائر تغيرات كبيرة في معدلات التضخم إذ فاقت 20% في التسعينيات من القرن الماضي، لتحسن في متوسط العقد الأول من هذا القرن، لتتخللها تقلبات بال صعود والتزلزل لكن بتغيرات صغيرة وذلك نتيجة اهتمام سلطة السياسة النقدية به واستهدافه من خلال أدائها (جمال، CVBV محمد، 2019)، وعلى الرغم من أن ظاهرة التضخم نقدية، إلا أنها تتأثر بمتغيرات اقتصادية أخرى سواء كانت داخلية أو خارجية كأسعار الصرف وأسعار البترول، والذهب... الخ.

1.3- أثر سعر الصرف على التضخم نظريا

يظهر الأثر من خلال نموذج IS-LM-BP للاقتصاد الكلي وحيث التغير في معدلات الفائدة يكون ناتج عن انتقال منحنى LM نتيجة تطبيق سياسة نقدية، أو تحرك منحنى IS نتيجة اتباع سياسة مالية، كما يلعب في هذه النظرية نوع نظام الصرف دورا في إزاحة منحنى IS-LM، عند انخفاض أسعار الصرف، أي انخفاض العملة المحلية مقابل العملة الأجنبية، مما يقلل من القدرة الشرائية وبالتالي تزيد معدلات التضخم (أحمد، الشيخ، 2018).

2.3- أسعار الذهب والتضخم

كانت النقود قديما مستخرجة أصلا من الذهب وبالتالي العرض النقدي كان متحكم فيه، ويمكن تعداد سبب ندرة هذا المعدن النفيس، مما كان يساهم في الحد من ظاهرة التضخم، لكن مع استخدام معادن أخرى أصبحت الظاهرة في التفشي والانتشار، وهذا ما أكده الاقتصادي المقيزي (769هـ - 845هـ)، ومع استخدام قاعدة الذهب في تحديد قيمة العملات أصبح تأثيره غير مباشر على التضخم لوجود وسيط أسعار الصرف، والتخلي على هذه القاعدة، إلا أن الذهب لا يمكن الاستغناء عنه، إذ أصبحت الحكومات تستعمله كاحتياطات صرف لتغطية عمالاتها خاصة مع نظام صرف الثابت هذا من جهة،

ومن جهة أخرى أصبح الافراد يستثمرون في حالة انخفاض العملات أو حالات التضخم كونه أكثر أمنا.

4- الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence

1.4- مفهوم الذكاء الاصطناعي

يعدّ الذكاء الاصطناعي أحد فروع علم الكمبيوتر التي تقوم عليها صناعة التكنولوجيا، ظهر أول مرة عام 1950، عندما نجح العالم Alan Turing باختبار لتغيير جهاز الكمبيوتر وقدرته على محاكاة العقل البشري ، مما دفع علماء آخرين بإنشاء برامج تستخدم الذكاء الاصطناعي في مجال الألعاب الالكترونية، لتتوالى إنشاء برامج في جميع المجالات، مما دفع العلماء لقياس قدرة الكمبيوتر على التعلم والذي اطلق عليها بتعلم الآلة Machine Learning، ولكن الذكاء الاصطناعي لم يلق تقديما على مدى أربعة عقود من الزمن حتى سنة 1997، حيث تمكن أول جهاز كمبيوتر من التغلب على المنافس البشري في لعبة الشطرنج، وبالتالي يمكن أن نُعرّف الذكاء الاصطناعي على أنه قدرة الآلة والكمبيوتر الرقمي على القيام بمهام معينة تحاكي وتشابه تلك التي تقوم بها الكائنات الذكية التي أصبحت متواجدة بكثرة في حياتنا اليومية كقيادة السيارات الذاتية، و البرامج التي تتعرف على الكلام والصور، وهذا ما يعرف بالذكاء الاصطناعي المحدود narrowal، إلا أنه يمكن أن يتعدى ذلك باستعمال قدرة تشبه قدرة الإنسان من حيث التفكير والتخطيط من تلقاء نفسها، وهذا ما يهدف العلم إليه وتبقى مجرد دراسات تتحدث عنه حيث يعتمد على طريقة الشبكة العصبية Neural Network من أجل إنتاج نظام شبكات عصبية لآلة مشاهة لتلك التي يحتويها الجسم البشري، وهذا ما يطلق عليها بالذكاء الاصطناعي العام.

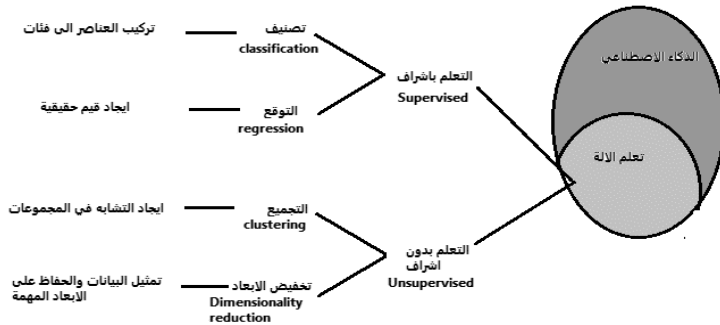
ولدى الذكاء الاصطناعي عدة حقول فرعية وهي:

- تعلم الآلة Machine Learning: طرح هذا المصطلح لأول مرة عام 1959 من طرف العالم Arthur Samuel وهي الأكثر استعمالا، والتي تهم بجعل الكمبيوتر قادرا على التعلم من تلقاء نفسه من تجارب سابقة، مما يجعله قادرا على التنبؤ واتخاذ القرار المناسب من خلال استخدام الخوارزميات.
- التنقيب على البيانات Data Mining: وهي البحث والتنقيب عن بيانات محددة ضمن مجموعة كبيرة بواسطة برامج الحاسوب.
- استرجاع المعلومات والويب الدلالي **information Retrieval and semantic web**: هي إجراء عملية البحث عن البيانات ومستندات مهما كان نوعها تكون موجودة على web، حيث يحولها إلى قاعدة بيانات علمية.
- تمثيل المعرفة **wledge data base**: هو المجال الذي يهتم بتمكين الآلة واتخاذ القرار المناسب.
- التفكير المنطقي والتفكير الاحتمالي **logical reasoning and probabilistic**: التفكير المنطقي في الذكاء الاصطناعي هو استنتاج واستنباط الحقائق من البيانات المتوفرة والذي يقابله التفكير الاحتمالي.

2-4. الذكاء الاصطناعي والإحصاء

غزى الذكاء الاصطناعي جميع المجالات الصحية، الصناعية، التسويقية، تكنولوجيا المعلومات... الخ، كما استعمل الإحصاء هو الآخر الذكاء الاصطناعي من خلال فرعه تعلم الآلة باستخدام عدة خوارزميات تعتمد على تقنيتين، الأولى التعلم المراقب أو التعلم بإشراف supervised، هنا يقوم الإنسان بتزويد عدد كبير من الإدخالات من أجل التنبؤ، والثانية غير مراقب unsupervised، وهنا يستخدم نهجا تكراريا يدعى التعلم العميق، الذي يعتمد على الشبكة العصبية، والشكل التالي يلخص كل ما جاء من قبل.

الشكل رقم 5: تقنيات تعلم الآلة



مصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على معلومات سابقة

ويمكن ذكر أهم الخوارزميات للنماذج الإحصائية الموجودة في تعلم الآلة في النقاط

التالية:

- المنحنى الخطي Linear Regression: وهو يعتمد على التعلم بإشراف - توقع - وهي خوارزمية تبني أفضل خط انحدار يشمل جميع النقاط، والذي يتم استخدامه لتقدير القيم الحقيقية وصيغته تكون من الشكل $Y = a.x + b$.
- المنحنى اللوجستي Logistic Regression: يعتمد على التعلم بإشراف (تصنيف) هو نموذج إحصائي يُستخدم للتنبؤ باحتمالية وقوع حدث ما، وذلك بملائمة البيانات على منحنى لوجستي أين تقاس النتيجة بمتغير ثنائي التفرع (نتيحتان محتملتان).
- الشبكات العصبية Neural Network: تعتمد على التعلم بإشراف وبدون إشراف، وهي تقنيات مصممة لمحاكاة الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة، وذلك عن طريق معالجة بيانات ضخمة، وتعتمد هذه الخوارزمية على الأوزان من أجل تمريرها إلى الطبقات الأخرى. (سنا، 2019)

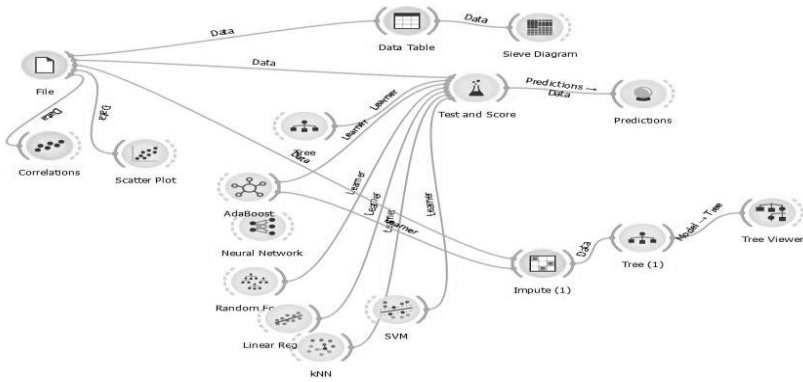
- شجرة القرار Decision Tree: تعتمد على تقنية التعلم بإشراف -توقع- تصنيف- وهي نوع من الخوارزميات التي يمكنها استخدام أي نوع من البيانات التي تقسمها إلى مجموعتين أو أكثر على حسب السمات والمتغيرات المستقلة لجعلها مجموعات مميزة قدر الإمكان (Loris et al, 2019).
- شعاع الدعم الآلي (suppot vector machine(svm): تعتمد على تقنية التعلم بإشراف -توقع- تصنيف- وهي خوارزمية يتم رسم كل عنصر البيانات كنقطة في فضاء الأبعاد، حيث n عدد الميزات التي لديك، وكل ميزة لديها إحداثية وشعاع الدعم الآلي هو الحد الأقصى الذي يعزل صنف معين عن الأصناف الأخرى ومنه يسهل إيجاداه (Ruihu, 2012).
- المصنفات Naive Bayes: يعمل على تقنية التعلم بإشراف - تصنيف- يستند على نظرية بايز الإحصائية، ويفترض وجود ميزة معينة في صنف معين غير مرتبط بوجود أي ميزة أخرى.
- التحليل الأساسي للعناصر Principle component analysis: يعتمد على التعلم بدون إشراف، والعمل الأساسي لهذه الخوارزمية هي تقليل الأبعاد من مجموعة كبيرة إلى مجموعة صغيرة تبقى تحتوي على معظم معلومات المجموعة الكبيرة، وإلغاء المتغيرات بالكامل الأقل قدرة على التفسير (ندى، 2019).
- الجار الأقرب K-Nearest Neighbors (KNN): يعتمد على التعلم بإشراف - توقع- تصنيف- يمكن استخدامه لكل مشاكل التوقع والتصنيف، وهو خوارزمية بسيطة تخزن كل الحالات المتاحة وتصنف حالات جديدة التي تقيس أقرب الجيران بمعامل K بواسطة وظيفة المسافة.

- K Means: يعتمد على التعلم بدون إشراف، دوره التجميع، إذ يتم تجميع مجموعات داخل مجموعة البيانات المقدمة، وتعمل بشكل تكراري لتعيين كل نقطة بيانات إلى إحدى المجموعات المعنية.
- الغابة العشوائية Random Forest: تعتمد على التعلم بإشراف – توقع – وتصنيف – فهي مجموعة من أشجار القرار بدلا من واحدة.
- الكتلة المكانية القائمة على الكثافة DBSCAN: التعلم بدون إشراف – التجميع – تقوم الخوارزمية بتجميع البيانات ويتم تجميع النقاط القريبة من بعضها البعض بناءً على قياس المسافة والقيم المتطرفة ذات الكثافة المنخفضة.
- التعزيز المتدرج GBM: التعلم بإشراف – توقع – تصنيف – هي خوارزمية تعزيزية، وهو يعمل على جمع عدة نماذج تكون ضعيفة للخروج بنموذج واحد قوي له قدرة عالية على التنبؤ.
- Light GBM: يعمل بتقنية التعلم بإشراف – توقع – تصنيف – هو يستخدم الخوارزميات المستندة إلى الشجرة لتعزيز التدرج.
- XG boost: يعمل بتقنية التعلم بإشراف – توقع – تصنيف – يشبه كثيرا خوارزميات التعزيز الأخرى يمتاز بالسرعة والدقة.
- يعمل بتقنية التعلم بإشراف – توقع تصنيف هو الآخر نوع من أنواع نماذج التعزيز.
- Adaboost: اسمه الكامل Adaptive Boosting، تم اقتراحه من طرف Y. Freund و R.E.Schapire عام 1995 هو الآخر نموذج للتعزيز من خلال الجمع بين النماذج الضعيفة لاستخراج نموذج واحد أقوى على التنبؤ (المبرمج العربي، 2020).

5- استعمال تعلم الآلة (الذكاء الاصطناعي) لدراسة علاقة التضخم مع كل من أسعار الصرف، الذهب، البترول

بما أنّ الذكاء الاصطناعي بصفة عامة يعتمد بالدرجة الأولى على البرمجة الالكترونية وإعداد الخوارزميات وحسن استخدامها وبالأخص على لغة بايثون python، إلا أننا سندستعمل برنامج orange المستخلص من برنامج python، حيث أنّ الخوارزميات مكتوبة ومخزنة من قبل لا تستدعي إعدادها، تم تطويره في جامعة ليوبليانا سلوفينيا وهو يستعمل لتصنيف البيانات والانحدار وحتى التنبؤ سواء على البيانات الرقمية أو الكيفية. إذ اعتمدنا في دراستنا على البيانات الرقمية، وقدر حجم العينة 167 مشاهدة شهرية من جوان 2006 إلى غاية أبريل 2020، وتم تحديد المتغيرات المستقلة ورموزها كالتالي: سعر البترول petrol، سعر الذهب I_or، تم الحصول عليه من موقع fr.statista.com، سعر الصرف prixDZ، تم الحصول عليه من موقع knoema.fr. أما المتغير التابع لمعدلات التضخم inflation، فقد تم الحصول عليه من بنك الجزائر وكذا موقع knoema.fr. حيث تم بناء مسار التدفق Workflow في برنامج orange في الشكل التالي لاستخراج المعلومات:

الشكل رقم 6: مسار التدفق للعمل في برنامج

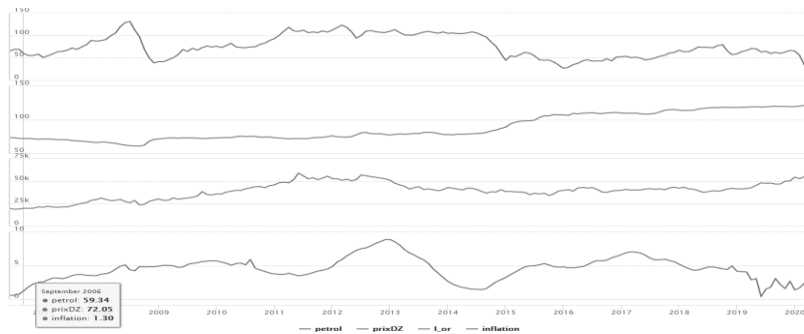


مصدر: من اعداد الباحثين ومستخرج من برنامج orange

1.5- السلاسل الزمنية

يوضح الشكل التالي تطور أسعار النفط، الذهب، الصرف، ومعدلات التضخم للفترة قيد الدراسة، ومن الملاحظ أن المنحنيات الأربعة لها نفس الاتجاه، وتقريبا نفس التغيرات في الصعود والتزول، إلا أنه ابتداء من سنة 2015 عرفت أسعار الصرف ارتفاعا في حين المنحنيات الثلاثة الأخرى شهدت تقلبات بالصعود والتزول.

الشكل رقم 7: السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة



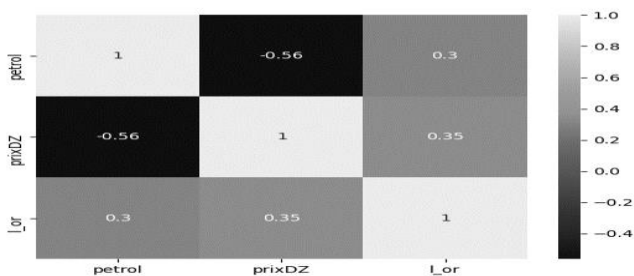
مصدر: من مستخرجات برنامج orange

2.5- مصفوفة الارتباط ومنحنى التشتت

1.2.5. مصفوفة الارتباط

قبل البدء في الدراسة نعرض أولاً على مصفوفة الارتباطات لأخذ فكرة مسبقة على اتجاه وقوة العلاقات بين المتغيرات المستقلة قيد الدراسة، والشكل التالي يوضح ذلك.

الجدول رقم 1: مصفوفة الارتباط



مصدر: بمن اعداد الباحثين مستخرج من برنامج orange

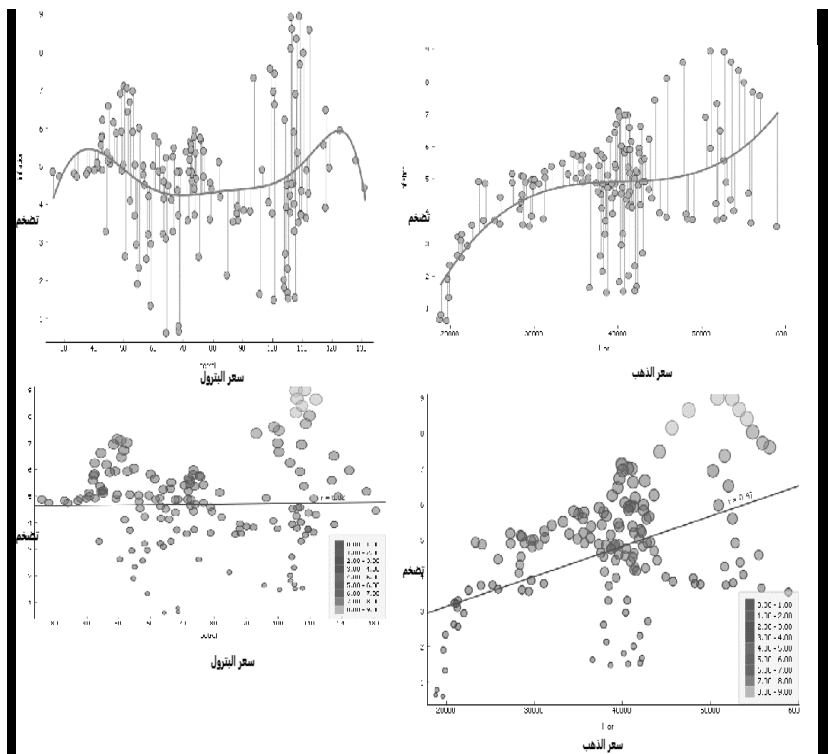
نلاحظ من خلال الجدول السابق أنّ علاقة سعر البترول ضعيفة مع سعر الذهب وموجبة، أما مع سعر الصرف فهي متوسطة وسالبة قدرت بـ 56%، في حين أنّ سعر الصرف مع سعر الذهب ضعيفة وموجبة قدرت بـ 35%، ومن هنا يمكن القول لا يوجد ارتباط بين المتغيرات المستقلة.

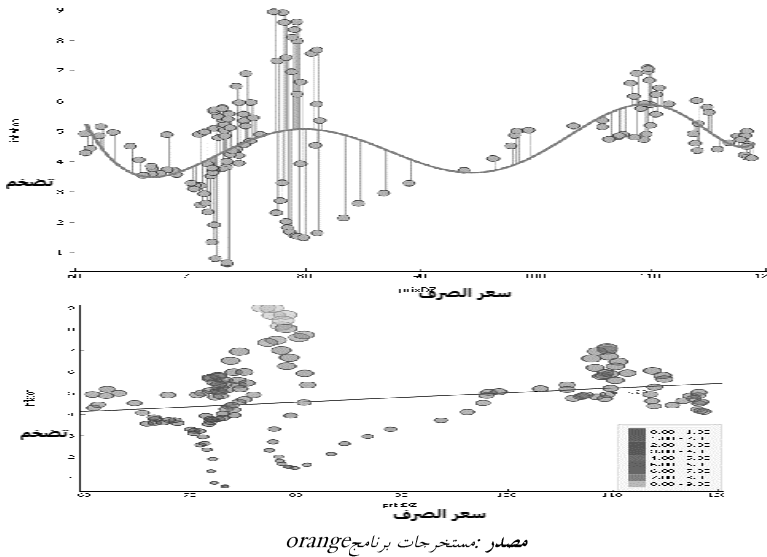
2.2.5. منحنى التشتت

وحتى ندرس هذه العلاقة خطية أو غير خطية سنعرض منحنى التشتت الموجود في أسفل كل صورة (3.7، 4.7، 6.7) ومنحنى الانحدار متعدد الحدود (polynomial regression) في الشكل الموالي، إذ أنّ جميع العلاقات تبين عدم وجود علاقة خطية كون النقاط ليست على خط مستقيم، فمعظمها تقع أعلى أو أسفل الخط، لذا تم اللجوء إلى منحنى الانحدار متعدد الحدود، حيث علاقة سعر الذهب بالتضخم وجدنا معادلة من

الدرجة الثالثة التي أعطت أقل مربع أخطاء وأكبر عدد نقاط فوق المنحني، أما علاقة سعر البترول مع التضخم لها نفس الملاحظة غير المعادلة التي أعطت أقل مربع أخطاء كانت من الدرجة السابعة، أما علاقة سعر الصرف بالتضخم كشفت عن علاقة غير خطية، والمعادلة التي أعطت أقل مربع أخطاء كانت من الدرجة التاسعة، ونوع العلاقة تم تأكيدها في العديد من الدراسات السابقة على أنها ليست خطية.

الشكل رقم 7: منحنيات التشتت لعلاقة أسعار النفط والذهب، الصرف بالتضخم





53- معنوية المتغيرات باستعمال اختبار ستودنت t-test

تم اللجوء إلى أيقونة python script التي تسمح بكتابة برنامج للاختبارات، بمساعدة مكتبة تسمى scipy مختصة في الإحصاء وهي مكتوبة بلغة بايثون، لذا تم اللجوء إليها وإعادة ضبطها وفق المعطيات الموجودة لحساب نتائج هذا الاختبار.

الجدول رقم 2. نتائج اختبار ستودنت

	t-statistic	Prob
Petrol	35.918	0.000
prixDZ	55.010	0.000
L_or	53.799	0.000

مصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مستخرجات برنامج orange

يتضح من خلال الجدول أن قيمة t المحسوبة أكبر من الجدولة لجميع المتغيرات المستقلة، وأن prob أصغر من 5%، مما يدل على وجود علاقة سببية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، وأما ذات معنوية إحصائية.

4.5- اختبار النماذج

سيتم في هذه المرحلة تحديد أفضل نموذج وذلك بعد التجريب للنماذج الموجودة في تعلم الآلة، حيث كانت النتائج بالضغط على الأيقونة test and score التي ضبطت على cross validation الأكثر استعمالاً في الوقت الراهن، وهو يعمل على مبدأ اختيار رقم من بين (2,3,5,10,20)، التي تمثل عدد الملفات حتى نقسم عليه حجم العينة في حالتنا اخترنا 10 ملفات وبالتالي $167/10 = 17$ ، لا بد أن يكون عدد صحيح في كل ملف من 10 المنشأة، ويتم وضع البيانات كلها لكن يتم نزع 17 الأولى من أجل اختبار النموذج والباقي أي 150 بينة تدعى مجموعة التدريب، التي يُبنى بواسطتها النموذج هذا في الملف الأول، ثم الملف الثاني يأخذ 17 بينة الثانية والباقي يستعمل في بناء النموذج وهكذا حتى ينتهي من 10 ملفات، ومن ثم يحسب المتوسط لإعطائنا النتيجة النهائية، مع العلم يوجد طرق أخرى من أجل ضبط الأيقونة، وقد أظهرت النتائج التالية:

الجدول رقم 3: نتائج اختبار النموذج

Model	Scores			
	MSE	RMSE	MAE	R2
AdaBoost	0,92397005	0,961233613	0,59760479	0,69988672
Random Forest	1,24302629	1,114910891	0,75914036	0,59625456
Tree	1,65832334	1,287759041	0,85672155	0,46136257
SVM	1,99553158	1,412632856	1,01902104	0,35183448
Linear Regression	2,89507802	1,701492882	1,37736145	0,05965404
kNN	3,16042044	1,777757138	1,31712371	-0,02653125

مصدر: مستخرج من برنامج orange

إن الملاحظ هو تأكيد النتيجة أن العلاقة ليست خطية، لأن معامل التحديد R^2 للنموذج الخطي 5%، والذي يفسر نسبة التباين بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، وأن نموذج adaboost أعطى أفضل النتائج بمعامل تحديد 70%، بالإضافة إلى معايير أخرى مثل متوسط الخطأ التربيعي MSE (Mean squared error) وهو ضعيف جداً 0.92، مما يعني أن خطأ التنبؤ ضعيف، ومعيار جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE (Root

MAE (mean squared error) الذي له نفس التفسير، ومعيار متوسط المطلق للخطأ (Mean Absolute error).

يفسر كل من سعر الصرف، الذهب، النفط حسب نموذج adaboost التضخم — 70%، حيث أن هذا البرنامج يعتبر تعزيزي للبرامج الضعيفة في الذكاء الاصطناعي (تعلم الآلة)، ومن مبادئه تحسين دقة نموذج واحد من خلال الجمع بين عدة نماذج تتكون من خوارزميات معينة (Kishor, Rajiv and Vilas, 2016)، تعديل الوزن وزيادة وزن العينات المصنفة بشكل خاطئ وتقليل وزن العينات المصنفة بشكل صحيح*، وكذا زيادة وزن المصنفات الضعيفة بمعدل خطأ صغير وتقليل الأخطاء الكبيرة (Tu, Liu and Xu, 2017)، وهو يعمل بشجرة قرارات.

5.5- التنبؤ

من أجل اختبار النموذج لابد من اللجوء إلى التنبؤ لملاحظة دقته وذلك باستخدام أيقونة predictions، علماً أن هذه القيم استعملت في العينة (مجموعة اختبار النموذج) وهذا ما يظهر في الجدول التالي:

الجدول رقم 4: اختبار نموذج adaboost (مجموعة الاختبار)

	inflation	date	Tree	AdaBoost	Random Forest
1	3,69	2007-09-01	4,515	3,68	4,52646
2	3,73	2008-01-01	5,005	3,81	3,6818
3	5,12	2008-06-01	4,5	4,4	4,63244
4	4,85	2008-11-01	5,42	4,86	5,28782
5	4,94	2009-01-01	5,07	4,86	5,06312
6	5,74	2009-12-01	5,40667	5,54	5,37266
7	3,73	2011-02-01	4,16333	3,88	4,23753
8	4,86	2012-01-01	8,59667	8,56	7,30151
9	8,89	2012-12-01	8,06	8,07	7,07152
10	7,4	2013-04-01	6,39	6,19	5,66268
11	1,45	2014-08-01	4,30667	3,89	4,20421

*المزيد يمكنكم الاطلاع على الموقع بالعربي :

<https://arabi.cprogrammer.com/article/200595103/>

بالإنجليزي: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/adaboost-classifier-python>

12	2,58	2014-11-01	4,63	2,92	4,82691
13	3,67	2015-02-01	6,795	4,69	5,9076
14	4,06	2015-03-01	6,795	4,83	6,03885
15	4,97	2015-06-01	4,63	4,83	4,89974
16	5	2015-07-01	5,42	5,14	6,06973
17	6,55	2017-06-01	4,79	5,77	5,00637
18	3,17	2007-03-01	3,12	2,59	2,68326
19	3,25	2007-06-01	3,12	3,18	2,82193

الجدول رقم 4: (تابع)

	Linear Regression	KNN	SVM	Fold
1	3,84315	4,14164	3,90339	1
2	4,14766	4,94176	4,45581	1
3	3,5599	4,32055	4,24032	1
4	4,2416	4,32193	4,41915	1
5	4,45444	4,53207	4,76174	1
6	4,43019	5,15967	5,20441	1
7	5,15829	3,03039	3,97578	1
8	5,31355	3,75736	4,67669	1
9	5,31318	4,54918	4,66785	1
10	4,76315	4,62745	4,02878	1
11	4,31979	4,66516	3,87867	1
12	4,42858	4,81806	5,07536	1
13	4,51539	4,37635	5,57797	1
14	4,45107	4,6239	5,57836	1
15	4,11231	5,31103	5,39248	1
16	4,26027	4,42814	5,55474	1
17	4,53884	4,72721	5,2827	1
18	3,70869	2,702	2,72327	2
19	3,64535	2,70067	2,82192	2

مصدر: من مستخرجات برنامج orange

يبين الجدول السابق في العمود الأول من جهة اليمين سار معدلات التضمين التي تم إدخالها في البرنامج أي الحقيقية، والباقي عبارة عن نتائج النماذج المختبرة، والملاحظ أن نموذج ababoost هو الذي أعطى التقدير القريب جداً أو يساوي الحقيقي، وبالتالي يمكن الاعتماد عليه للتنبؤ في المستقبل بإدخال قيم المتغيرات المستقلة.

إلا أننا حاولنا التنبؤ بالتضخم من خلال عينة لم نجدها أصلاً في العينة وفي الأشهر الأربعة، ماي، جوان، جويلية وأوت عام 2020، مع ضرورة إدخال قيم المتغيرات المستقلة وكانت النتائج كالتالي:

الجدول رقم 5. التنبؤ بالتضخم

الأشهر 2020	التضخم الفعلي	AdaBoost			
ماي	2.6	2.90	30.38	128.71	1715.697
جوان	2.9	2.90	39.64	128.71	1734.032
جويلية	2.25	2.90	42.00	128.37	1840.807
اوت	2.2	2.90	44.74	129.29	1976.610

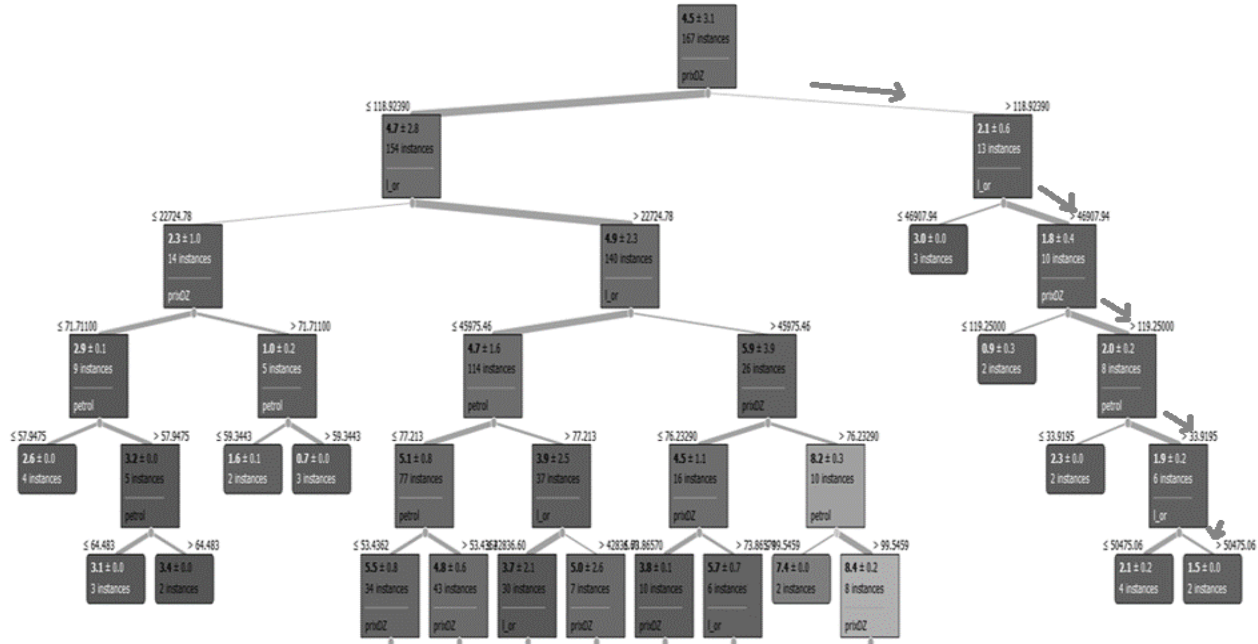
مصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج orange

يتضح لنا أن التنبؤ جيد بمقارنة القيم الفعلية مع قيم تنبؤ adaboost، على الرغم من أنه أعطى قيمة ثابتة لجميع الأشهر، وذلك راجع إلى أن قيم المتغيرات المستقلة لم تعرف تغيراً ملحوظاً ونسبة الخطأ كانت ضعيفة نوعاً ما.

6.5- شجرة قرار adaboost

تعني هذه الشجرة تتبع كيفية اتخاذ القرار فيما يخص التضخم وعلاقته بالمتغيرات المستقلة (أسعار الصرف، النفط، الذهب)، حيث تم ضبط الأيقونة tree viewer على 6 مستويات* كما يبينها الشكل التالي

الشكل رقم 8: شجرة قرار النموذج



المصدر: مستخرج من برنامج orange

من أجل شرح شجرة القرار التي لا يمكن متابعتها كلها لتشابكها، تم وضع الأسهم الحمراء واختيار طريق واحد بتوصيل الفكرة، الأرقام المكتوبة في أعلى كل مربع هو مجال قيم التضخم 3.1 ± 4.5 ويعني [1.4, 7.6]، والرقم الذي أسفله مباشرة هو عدد المشاهدات، والكلمة في أسفل كل مربع هي أحد المتغيرات المستقلة وتأثيرها في التضخم، والآن سنتبع السهم الأحمر عندنا 167 مشاهدة، معدل التضخم محسور في المجال [1.4, 7.6] ليؤثر سعر الصرف عليه، فإذا كان هذا الأخير أكبر من 118.92، ينحصر التضخم في المجال [1.5, 2.7] ليجد 13 مشاهدة فقط ليؤثر بعد ذلك سعر الذهب، فإذا كان هذا الأخير أكبر من 46907.92 دولار للكيلو ينحصر التضخم [1.4, 2.2]، لنجد 10 مشاهدات (الملاحظ أن مجال التضخم يضيق حتى يصل قيمة محددة)، وبعدها يؤثر سعر الصرف مرة أخرى، فإذا كان هذا الأخير أكبر من 119.25 دج نجد 8 مشاهدات (أكيد في ظل الشروط السابقة لسعر الذهب وسعر الصرف) لينحصر معدل التضخم [1.8, 2.2]، وبعدها يؤثر سعر البترول، فإذا كان هذا الأخير أكبر من 33.91 دولار للبرميل ينحصر معدل التضخم إلى [1.7, 2.1]، وبعدها يؤثر الذهب من جديد، فإذا كان أكبر من 50475.06 دولار للكيلو أصبحت قيمة معدل التضخم 1.5 ووجد 2 مشاهدة، وهكذا لبقية التشابكات.

خاتمة

إن استعمالنا لتعلم الآلة في مجال الإحصاء التي تحاكي العقل البشري من خلال استخدام البرمجة بلغة python، ساعد كثيرا لإيجاد نماذج وعلاقات جديدة بين متغيرات لم يتوصل إليها الإحصاء المتداول، والتي سبق وأن عرضناها في الجانب النظري، وهذا تم استخدامه في دراستنا للبحث عن العلاقة بين المتغيرات المستقلة (أسعار الذهب، النفط، الصرف) والمتغير التابع معدلات التضخم.

اختبار الفرضيات

الفرضية الأولى صحيحة، ولقد أثبتت الدراسة وجود علاقة بين المتغيرات المستقلة (أسعار الذهب، الصرف، النفط) والمتغير التابع التضخم.

الفرضية الثانية خاطئة، حيث أثبتت الدراسة عدم وجود علاقة خطية بل غير خطية وأفضل نموذج هو adaboost.

الفرضية الثالثة صحيحة، إذ أنه يوجد علاقة عكسية بين أسعار الصرف، الذهب والتضخم، وعلاقة إيجابية مع أسعار النفط.

نتائج الدراسة

بعد القيام بدراسة هذا الموضوع تم التوصل إلى النتائج التالية:

- أحسن نموذج يفسر العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع هو adaboost بنسبة 70%.
- النموذج معنوي كون المتغيرات معنوية عند مستوى 5% وهذا حسب اختبار ستودنت.
- لا يوجد ارتباط بين المتغيرات المستقلة وهذا ما تبين من مصفوفة الارتباط.
- الخطأ في التنبؤ ضعيف يقدر بـ 0.9 وهذا ما لوحظ من خلال MSE وكذا مجموعات الاختبار التي كانت تتزع من أجل تدريب النموذج.
- تبين من خلال شجرة القرار تشابك وتداخل من قبل المتغيرات المستقلة للتأثير على قيم معدلات التضخم التي أسفرت على النتائج التالية:
 - أن سعر الصرف هو الذي يؤثر أولاً، ثم سعر الذهب وأخيراً سعر البترول.
 - أن معدلات التضخم تنخفض عند ارتفاع أسعار الصرف، أي وجود علاقة عكسية وهذا مستنتج من المستوى الثاني من الأعلى.

- عند انخفاض معدل التضخم بسبب ارتفاع أسعار الصرف، تكون أسعار الذهب هي الأخرى في ارتفاع، وبالتالي ينخفض معدل التضخم أكثر، وبعد ارتفاع أسعار الذهب تزيد أسعار الصرف في الارتفاع، لينخفض معدل التضخم أكثر.
- ارتفاع أسعار الصرف مع ارتفاع أسعار الذهب يجعل أسعار البترول تنخفض، أي علاقة عكسية، وهذا ما يظهر في مصفوفة الارتباط مما يجعل معدلات التضخم أكثر انخفاضا.
- عندما نخفض أسعار الصرف من مستويات عليا ترتفع معدلات التضخم وترفع أسعار الذهب من مستويات دنيا يزيد التضخم كثيرا، لكن عند زيادة تخفيض أسعار الذهب تنخفض معدلات التضخم قليلا.
- عندما تكون أسعار البترول عالية ويكون سعر الصرف مع أسعار الذهب متوسطة أو نوعا ما منخفضة، يكون التضخم مرتفع نسبيا ما.
- لا تؤثر أسعار الذهب على معدلات التضخم عندما يكون سعر الصرف منخفض وأسعار البترول متوسطة.

قائمة المراجع

- بدر جراح ن.، (2019). " تقنيات الذكاء الاصطناعي لتطوير التعلم الآلي للإحصاء"، المحلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات، العراق، المجلد. 09، العدد. 03، ص. 49.
- بن العارية أ.، و ساوس ش.، (2018). " التنبؤ بأسعار صرف الدينار الجزائري باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية"، مجلة الاقتصاد وإدارة الأعمال، جامعة أحمد دراية، أدرار، الجزائر، المجلد. 2، العدد. 06، ص. 11.

جويد ر ف.، و خلف ح ح.، (2014). "الطلب العالمي على النفط في ضوء السياسات النفطية ودوافع التعاون الدولي للقطاعات النفطية – دراسة تحليلية"، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، بغداد، العراق، العدد الخاص بالمؤتمر العلمي الخامس، المجلد. 2014، العدد. 5، ص.209.

دقيش ج.، و جعفر م.، (2019). "أثر تقلبات أسعار النفط على التضخم في الجزائر دراسة قياسية باستخدام NARDL" مجلة الاستراتيجية والتنمية، جامعة عبد الحميد بن باديس، مستغانم، الجزائر، المجلد. 09 العدد. 03، ص.117.

مرابطي س.، (2019). "استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بأسعار البترول الخام برنت"، مجلة الدرر المالية والمحاسبية والإدارية، جامعة أم البواقي، الجزائر، المجلد. 06، العدد. 04، ص. 160.

موقع المبرمج العربي، (2020)، <https://arabicprogrammer.com> تاريخ الاطلاع: 2020/08/18

Schneider M., (2004). "The impact of oil price change on growth and inflation", in *Monetary policy and the economy*, Oesterreichische National bank (Austrian Central Bank), issue 2, p. 28.

Mukhtarov S., Mammadov J., and Ahmadov F., (2019), "The Impact of Oil Prices on Inflation: The Case of Azerbaijan", *International Journal of Energy Economics and Policy*, Azerbaijan, vol. 9, n° 4, p.98.

Bala U., Chin L., (2018), "Asymmetric Impacts of Oil Price on Inflation: An Empirical Study of African OPEC Member Countries", *energies journals*, Malaysia, vol. 11, issue 11, p.2

Boucheta Y., (2014), " Étude de facteurs déterminant du taux de change du dinar algérien ". Thèse de doctorat en finance, université de Tlemcen, Algérie, p.20.

Sibanda K., Hove P., and Murwirapachena G., (2015). "Oil Prices, Exchange Rates, And Inflation Expectations in South Africa",

International Business & Economics Research Journal, South Africa, vol. 14, n° 4, p. 711.

Foresti L., Sideris L.V., Nerini D., Beusch L., and Germann U., (2019). "Using a 10-Year Radar Archive for Nowcasting Precipitation Growth and Decay: A Probabilistic Machine Learning Approach", *American Meteorological Society journals: Weather and Forecasting*, vol. 34, Issue 5, p. 1553.

Wang R., (2012). "AdaBoost for Feature Selection, Classification and Its Relation with SVM, A Review", *Physics Procedia, (international Conference on Solid State Devices and Materials Science)*, vol. 25, p.804.

Walse K.H., Dharaskar R.V., and Thakare V.M., (2016). "A study of human activity recognition using adaboost classifiers on wisdm dataset", *the IIOAB journal*, India, vol. 7, n 2, p. 68.

Chengsheng T., Huacheng L., and Bing X., (2017). "adaboost typical algorithm and its application research", *3rd International Conference on Mechanical, Electronic and Information Technology Engineering (ICMITE)*, MATEC Web of Conferences, vol. 139, p. 01.