

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

Algerian real effective exchange rate forecast: autoregressive distributed lag model versus artificial neural networks model

حادة مدوري*، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان (الجزائر)،
محمد مكيديش، المركز الجامعي مغنية (الجزائر)

تاريخ الاستلام : 2021/08/01 ؛ تاريخ المراجعة : 2021/11/30 ؛ تاريخ النشر : 2021/12/31

ملخص : تبحث هذه الدراسة في إمكانية وجود نمط دقيق لحركة سعر الصرف من خلال إجراء تحقيق تجريبي في مدى قدرة النماذج الاقتصادية متعددة المتغيرات على تحسين إمكانية التنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري. سنستخدم نماذج الانحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة الخطية و نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية و نستخدم المتغيرات الأساسية للاقتصاد الكلي، بما في ذلك فرق الانتاجية بين الجزائر و الشركاء التجاريين، سعر البترول، درجة الانفتاح التجاري و نفقات الحكومة لفحص ما إذا كان لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية القدرة على التنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري الفعلي الحقيقي. أظهرت النتائج أن نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية متعددة المتغيرات أفضل و ذو كفاءة عالية في عملية التنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري.

الكلمات المفتاح : سعر الصرف الفعلي الحقيقي، نموذج ARDL، نموذج ANN، تنبؤ، احتلال.

تصنيف JEL : B23، C45، C53، F31

Abstract:

The purpose of this study is to conduct an experimental investigation into the ability of multivariate economic models. We will use the linear lagging autoregressive models approach and the artificial neural network approach and use fundamental macroeconomic variables, including productivity difference between Algeria and trading partners, oil price, degree of trade openness and government expenditures to examine whether the artificial neural network models have The ability to better predict the effectif real Algerian dinar exchange rate.

The results showed that the multivariate artificial neural network models are better and more efficient in the process of predicting the exchange rate of the Algerian dinar.

Keywords: : exchange rate, ARDL model, ANN model, Forecasting, misalignment.

Jel Classification Codes : B23, C45, C53, F31.

* المؤلف المرسل، hadda.madouri@yahoo.fr

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيع المتأخر مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

I- تمهيد :

يعتبر سعر الصرف من أهم المتغيرات المستخدمة كأداة للسياسة الاقتصادية التي تقوم عليه التجارة الخارجية، فهو يعمل على ضبط و تقويم عمليات التصدير و الاستيراد من خلال ربط الأسعار المحلية بالأسعار الخارجية و بذلك فإن سعر الصرف يعتبر المحرك الأساسي للعلاقات الاقتصادية بين البلدان. له أهمية كبيرة في إطار السياسة الاقتصادية، يلعب دورا هاما في وضعية ميزان المدفوعات و في معدلات التضخم و النمو الاقتصادي: فهو يعتبر أداة فعالة في تحقيق التوازن الداخلي و الخارجي بالنسبة لاقتصاد صغير مفتوح و أن تعديل سعر الصرف الحقيقي يساعد على تخفيف الصدمات التي تؤثر على شروط التبادل التجاري في اقتصاد أقل انفتاحا. و نظرا لهذه الأهمية البالغة لسعر الصرف، فمن المهم للغاية فهم الحركة المستمرة لسعر الصرف خصوصا بعد النمو المتزايد للروابط المالية بين البلدان المتقدمة و البلدان النامية، و بالتالي قام العديد من الباحثين الاقتصاديين باقتراح نماذج تفسر حركة سعر الصرف من بينها النهج السلوكي لسعر صرف التوازن (BEER) الذي اقترحه (MacDonald, 1998)، حيث يقوم هذا النهج على طرق الاقتصاد القياسي للسلاسل الزمنية بتقدير سعر الصرف الفعلي الحقيقي بعلاقة التكامل المشترك بينه و بين مجموعة من المتغيرات الأساسية التي تؤثر فيه بحيث يتم تقدير اختلال سعر الصرف الذي قد يؤدي إلى انخفاض في الكفاءة الاقتصادية و هروب رؤوس الأموال. و بالتالي يتوجب على صانعي السياسة الاقتصادية مراقبة مستمرة لأسعار الصرف و فهم العوامل المؤثرة فيها حتى يتمكنون من توقع الكيفية التي ستتغير بها تلك الأسعار، و من أجل تحقيق ذلك ارتكزت معظم المحاولات التقليدية للتنبؤ بسعر الصرف على تحليل السلاسل الزمنية أحادية المتغير التي لا تأخذ بعين الاعتبار تأثيرات العملات الأخرى التي قد تكون حاسمة أثناء تحديد القيمة المستقبلية لسعر الصرف.

1.I- الاشكالية:

أسلط الضوء في هذه الدراسة على فعالية التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري في إطار نموذج متعدد المتغيرات من خلال طرح الاشكالية التالية:
هل أداء نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية أفضل في التعبير عن سلوك سعر صرف الدينار الجزائري خلال الفترة 1985-2020 مقارنة بنماذج الانحدار الذاتي ذو الفجوات المتأخرة الخطية ؟

2.I- الأسئلة الفرعية:

تندرج ضمن الإشكالية طرح سؤالين فرعيين كما يلي:

- ما مدى ملائمة نموذج ARDL لتمثيل سعر صرف الدينار الجزائري الحقيقي خلال الفترة من 1985-2020 ؟
- بالاعتماد على نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية ما هي أفضل شبكة عصبية للتنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري الحقيقي خلال سنتي 2019 و 2020؟

3.I- الفرضيات:

- لكي يتم الاجابة على الاشكالية و هذين السؤالين نطرح الفرضيتين التاليتين:
- يوجد علاقة قوية و طويلة الأمد بين سعر صرف الدينار الجزائري الحقيقي و المتغيرات الاقتصادية التالية:
سعر البرميل الواحد للبتروال الخام، النفقات العامة ، درجة الانفتاح التجاري و فرق الانتاجية خلال الفترة من 1985 إلى 2018.
- تعتبر نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية أكثر كفاءة في تمثيل سلسلة سعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري.

4.I-هدف الدراسة:

يهدف هذا البحث إلى تقييم قدرة و كفاءة النماذج الاقتصادية القياسية المعلمية (ARDL) و غير المعلمية (ANN) على التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري من أجل تقدير اختلاله خلال الفترة من 1985-2020.

5.I-أهمية الدراسة:

نظراً لأهمية تحركات أسعار الصرف في الاقتصاد الدولي، مثل التحوط المالي والاستثمار في الخارج. نبحت من خلال هذه الدراسة في إمكانية تطوير نماذج تجريبية قادرة على وصف و التنبؤ بتحركات سعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري.

II- الدراسات التجريبية السابقة

لقد تم إجراء العديد من الدراسات حول نماذج الاقتصاد القياسي القادرة على تحليل و إدراك التغير الزمني لظاهرة التقلب، وبالتالي فهي أدوات مفيدة لفهم اللاخطية لتغيرات سعر الصرف التي قد تكون ناتجة عن عدم تجانس الآراء حول سوق الصرف الأجنبي (Kilian, 2003,p85-107) من عمليات تدخل البنوك المركزية (Taylor A. M, 2004,) و بالتالي يعد اعتماد الديناميكيات غير الخطية في تعديل سعر الصرف الحقيقي طريقة جيدة لحل أغاز تعادل القوة الشرائية (Taylor M. P, 2004,p1-12). كما يقترح (Gradojevic, 2000,p1-23) أن تغيرات أسعار الصرف لا تعتمد بشكل كبير على الشكل الخطي (Hsieh, 1989,p68-339)، وبالتالي لا يمكن توقع أسعار الصرف خطياً (MassimoTivegna, 1989, p385-387) ، من وجهة نظر الأصول المالية من المرجح أن تحتوي أسعار الصرف على عوامل غير خطية كبيرة (Pippenger, 1998, p157-170) بالإضافة إلى بيانات السلاسل الزمنية الاقتصادية والمالية الأخرى.

من جهة أخرى، حاولت بعض الدراسات نمذجة أسعار الصرف من أجل تحديد قيمه التنبؤية، باستخدام نماذج متعدد المتغيرات حيث هدفت دراسة (Ronald, 1998,p117-153) إلى تقدير سعر الصرف الحقيقي التوازني للين الياباني، مارك الالماني و الدولار الأمريكي باستخدام بيانات ربع سنوية من 1975T1 إلى 1987T2، بالتركيز على المحددات الأساسية المتمثلة في: النسبة بين معدلات نمو الناتج الحقيقي للتصنيع المرحح للتجارة إلى مؤشر أسعار الاستهلاك المرحح للتجارة، العجز المالي المعبر عنه بالنسبة المثوية للصيد المالي المحلي إلى الناتج المحلي الاجمالي بالنسبة إلى المجموع المرحح للبلدان الشريكة، نسبة وضعية صافي الأصول الأجنبية للبلد المحلي إلى الناتج المحلي الاجمالي، مؤشر التجارة الخارجية المعبر عنه بنسبة قيمة وحدة التصدير إلى قيمة وحدة الاستيراد، السعر الحقيقي للنفط و نسبة سعر الفائدة الحقيقي طويل الأجل إلى سعر الفائدة الحقيقي قصير الأجل (البيانات مأخوذة من صندوق النقد الدولي). و من خلال اختبار جوهانسن للتكامل المشترك تم تقدير نموذج تصحيح الخطأ VECM حيث توصلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات الاقتصادية المدروسة و سعر الصرف الحقيقي التوازني للعملة الثلاثة الين، المارك و الدولار الأمريكي، و أن الأساسيات لها تأثير مهم و هام على تحديد أسعار الصرف طويلة و قصيرة الأجل.

أما بالنسبة لعملية التنبؤ بالقيم المستقبلية لسعر الصرف الحقيقي، أظهرت النتائج أن نماذج تصحيح الخطأ الديناميكي تغلبت على السير العشوائي في المدى القصير.

أيضا هدفت دراسة صندوق النقد الدولي (IMF, 2013,p47-48) إلى نمذجة و تقدير التكامل المشترك طويل الأجل لسعر الصرف الحقيقي التوازني للدینار الجزائري EREER خلال الفترة 1970- 2011 و التنبؤ بقيمه المستقبلية من 2012- 2017، و تحديده من خلال شروط التجارة الجزائرية (ToT)، و فرق الإنتاجية لكل عامل في الجزائر مقارنة بشركائها التجاريين (prod) و للإتفاق الحكومي كنسبة مثوية من الناتج المحلي الإجمالي (G) استنادا إلى نهج CGER والتقدير البديل المستند إلى نهج توازن الاقتصاد الكلي (MBA) و كانت نتائج التقدير حسب العلاقة التالية:

$$\ln(EREER) = -0.38 + 0.17 \ln(TOT) + 1.85 \ln(prod) + 1.2 \ln(G)$$

حيث أشارت نتائج عملية التنبؤ للقيم المستقبلية لسعر الصرف الفعلي الحقيقي من 2012 إلى 2017 إلى أن قيمة EREER ستخضع في المدى المتوسط، و هذا سيؤدي إلى تراجع الإنفاق العام كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي وتدهور معدلات التبادل التجاري بسبب انخفاض أسعار النفط، و التي من شأنها أن تعوض إلى حد كبير التضيق الطفيف لفجوة الإنتاجية في الجزائر مقارنة بشركائها التجاريين. كما أشار تحليل EREER إلى المبالغة في تقييم سعر الصرف الفعلي الحقيقي إلى نحو 3.3% في عام 2017.

كما استخدم (Tamal Datta Chaudhuri, 2016, p92-123) طريقتين مختلفتين، هما: طريقة لامعلمية تتمثل في نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) المتمثلة في الشبكات العصبية الأمامية ذات التغذية المتعددة الطبقات (MLFFNN) و نماذج الانحدار الذاتي غير الخطي مع طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (NARX)، و طريقة معلمية تتمثل في نماذج السلاسل الزمنية الاقتصادية القياسية (GARCH) و (EGARCH) من أجل التنبؤ بسعر صرف الروبية/ الدولار من 2009/1/1 إلى 2016/4/8 (1783 مشاهدة). و من أبرز نتائجه أنه على الرغم من أن الطريقتين تتسمان بالكفاءة في التنبؤ بسعر الصرف، إلا أن MLFNN و NARX الأكثر كفاءة .

و حاولا الباحثان (Manav Kaushik, 2020, p1-10) اقتراح نهج السلاسل الزمنية متعددة المتغيرات للتنبؤ بسعر الصرف (USD / INR) مع مقارنة أداء ثلاثة طرق: نموذج متجه الانحدار الذاتي (VAR)، ونموذج آلة المتجهات الداعمة (SVM)، والشبكات العصبية التراجعية (LSTM)RNN و باستخدام البيانات التاريخية الشهرية للعديد من متغيرات الاقتصاد الكلي من أبريل 1994 إلى ديسمبر

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيع المتأخر مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

2018 بالنسبة للولايات المتحدة والهند، حيث أظهرت النتائج أن تقنيات LSTM)RNN (توفر أقصى دقة (97.83%)، يليها نموذج SVM (97.17%) و نموذج VAR (96.31%).

و كذلك هدفت دراسة (Muhammad ASADULLAH, 2021, p221-229) إلى التنبؤ أثناء جائحة Covid-19 بسعر صرف اليوان الصيني مقابل الدولار الأمريكي من خلال مجموعة من النماذج المختلفة على النحو الذي اقترحه Poon and Granger 2003، من خلال تضمين ثلاثة نماذج لسلاسل زمنية أحادية المتغير، ARIMA و Naïve و Exponential Smoothing ونموذج واحد متعدد المتغيرات NARDL، و باستخدام البيانات الشهرية من يناير 2011 إلى الشهر الأخير من عام 2019. للتنبؤ بقيمه من M1 2020 إلى M12 2020.

أشارت النتائج إلى أن Naïve تفوق في الأداء على جميع نماذج السلاسل الزمنية، يليه نموذج NARDL & Naïve. و أن سعر صرف اليوان الصيني مقابل الدولار الأمريكي يعتمد على الملاحظات الأخيرة للسلسلة الزمنية.

1. II أوجه الاتفاق و الاختلاف بين الدراسات السابقة:

اتفقت الدراسات السابقة على هدف مشترك و هو نمذجة سعر الصرف من أجل تحديد قيمه التنبؤية، و استخدمت أداة المصادر في جمع البيانات وفق منهج مقارن كمي بين الأسلوب القياسي المعلمي و اللامعلمي بالجانب التطبيقي ما عدا دراسة صندوق النقد الدولي (منهج كمي) و ذلك باستخدام نماذج متعددة المتغيرات ما عدا دراسة Muhammad ASADULLAH, 2021 أضاف نماذج أحادية المتغير، بالاعتماد على أساسيات الاقتصاد الكلي باستثناء دراسة Tama Datta chaudhuri, 2016 التي استخدمت متغيرات مالية. كما اتفقت في عينتها حيث تم تطبيقها على دولة واحدة ما عدا دراسة (Ronald, 1998) الذي طبقها على 3 دول.

اختلفت الدراسات السابقة في حجم العينة و جاءت متنوعة من يومية، شهرية، ربع سنوية إلى سنوية، كما طبقت نماذج قياسية مختلفة.

توصلت نتائج الدراسات السابقة إلى أنّ الطرق غير المعلمية هي الأفضل في عملية التنبؤ بسعر الصرف.

من خلال استعراض أوجه الاتفاق و الاختلاف بين الدراسات السابقة الأجنبية، نشير أن الدراسة الحالية تتفق معها في موضوعها الرئيسي و هدفها العام، بحيث يتم التطرق إلى نمذجة سلوك سعر الصرف الفعلي الحقيقي من أجل تحديد قيمه التنبؤية و تحديد درجة الاختلال باستخدام نموذج متعدد المتغيرات قائما على المتغيرات الأساسية للاقتصاد الكلي الذي يأخذ بعين الاعتبار الانكسار الهيكلي و كذلك السلوك غير الخطي المحتمل (على حسب علمنا و بعد الاطلاع على العديد من الدراسات حول سعر صرف الدينار الجزائري، لم نجد دراسات محلية جزائرية تطرقت إلى التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي باستخدام نماذج متعددة المتغيرات و باستخدام منهج مقارن كمي).

III - الطريقة والأدوات:

III. 1- بناء النموذج:

تماشيا مع الأدبيات و الدراسات السابقة يتم بناء نموذج قياسي بجانب الاقتصاد الحقيقي المؤثر في سعر الصرف الفعلي الحقيقي، إذ يتكون النموذج الذي وُضِع لتحديد المتغيرات المؤثرة في سعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري من معادلة تصف سلوك سعر الصرف الحقيقي، بناءً على النهج السلوكي لسعر صرف التوازن (BEER) الذي يأخذ المتغيرات الأساسية للاقتصاد المتمثلة في: (شروط التبادل، إنتاجية العمل، أسعار البترول، الإنفاق الحكومي،...)، التي تؤثر على سعر الصرف الحقيقي في المدى الطويل.

في هذه الدراسة تم اختيار لمواصفات النموذج المتغيرات الأساسية في الاقتصاد الجزائري المعمول بها من

طرف بنك الجزائر في تحديد سعر صرف الدينار الجزائري و هي: سعر النفط (OIL) سنة الأساس 2005 الذي يؤثر على سعر الصرف من خلال شروط التجارة و صافي الأصول الأجنبية (V. Coudert , V. Mignon and A Penot, 2008, p5-6)، درجة الانفتاح

(DO) (سنة الأساس 2010)؛ كبديل للسياسات التجارية التي قد تؤثر على توازن ميزان الحساب الجاري، فروق في الإنتاجية (DPIBH) (سنة الأساس 2010)؛ المعبر عنها بأحد مؤشرات المتتمثلة في الفرق بين نصيب الفرد من الناتج الداخلي الخام للبلد

المحلي والقيمة المرجحة هندسيا لنصيب الفرد من الناتج الداخلي لأهم المتعاملين التجاريين الأجانب و هو يمثل أثر بلاسا في الدول المتقدمة و الذي يؤكد على العلاقة الطردية بينه و بين سعر الصرف الحقيقي، أما يؤكد العكس بالنسبة لاقتصاد مفتوح صغير، و للانفاق

الحكومي (DEP) (سنة الأساس 2010)؛ المعبر عنه بالنسبة المئوية للإنفاق الحكومي إلى الناتج الداخلي الخام، حيث يعتبر (Galstyan, 2009, 1233-1249) أنّ تأثير نفقات الحكومة على سعر الصرف يختلف باختلاف مكوناتها. هذه المتغيرات مأخوذة

باللوغاريتم النيبيري.

$$LREER=f(DPIBH, LOIL, LDO, LDEP)$$

تم تأسيس الدراسة على بيانات سنوية للفترة ما بين 1985-2018، إحصاءاتها مأخوذة من قاعدة بيانات البنك العالمي، ما عدا بيانات سعر البرميل الواحد من النفط عند التصدير في الجزائر بالقيمة الاسمية فهي مأخوذة من بيانات صندوق النقد الدولي (IMF Statistics) ومعامل التكميش لسعر النفط من قاعدة بيانات المؤسسة الدولية للإحصائيات المالية (IFS).

III. 2- نموذج ARDL :

تتميز منهجية نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الزمني الموزع بأنها لا تتطلب تكامل السلاسل الزمنية من نفس الدرجة، حيث أن اختبار الحدود في إطار (ARDL) يمكن اعتماده فقط في حالة كون السلاسل الزمنية مستقرة عند المستوى $I(0)$ أو مستقرة عند الفرق الأول $I(1)$ أو خليط بينهما، بالإضافة إلى ذلك فإن منهجية ARDL لها مميزات أفضل في حالة الدراسات التي تحتوي على عدد قليل من المشاهدات (من 30 إلى 80 مشاهدة) (Narayan, 2004)، (Narayan P. K., 2007) كما أنّ نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الزمني الموزع (ARDL)، يمكن من تحديد العلاقة بين المتغير التابع و المتغيرات المستقلة في المديين الطويل و القصير في نفس المعادلة، كما يقدم تقديراً غير متحيز وذي كفاءة.

كما يمكن تلخيص خطوات منهجية نموذج ARDL كما يلي:

- التأكد من أن السلاسل الزمنية للمتغيرات المستقلة مستقرة من الدرجة 0 أو الدرجة الأولى ماعدا الدرجة الثانية $I(2)$ و كذلك التأكد من أنّ المتغير التابع مستقر عند الفرق الأول.

- اختبار وجود انكسار هيكلية (Gregory, 1996, p99-126) في التكامل المشترك، الذي يعتبر امتداد متعدد المتغيرات

للاختبارات أحادية المتغير لـ (Perron, 1989, p1361-1401) و (Zivot and Andrews, 1992, p251-270).

- التأكد من وجود العلاقة في اتجاه واحد أي من المتغيرات المستقلة إلى المتغير التابع؛ فإنّ نهج ARDL لا يعترف بالعلاقات التبادلية لأنه يرفض فكرة endogeneity ويعتبر أن المتغيرات المستقلة weakly exogenous أي أنّ اتجاه العلاقة أحادي من المتغيرات

المستقلة نحو المتغير التابع وليس العكس (M. Hashem, Richard J, & Yongcheol, 2001, p293-294).

- تحديد فترة الإبطاء المناسبة (Pesaran & p390, 1999, p390).

- تكوين إختبار الحدود (bounds test) لمعرفة ما إذا كانت هناك علاقة توازنية طويلة الأجل. (Philips, 2017, p5)

- إذا كانت النتائج إيجابية، أي وجود علاقة توازنية في الأجل الطويل يتم فصل نموذج تصحيح الخطأ ECM لمعرفة ديناميكية المدى القصير بين المتغيرات.

- اختبار جودة النموذج.

- التنبؤ.

III. 3- نماذج ANN:

تم تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بسعر الصرف للدينار الجزائري باستخدام برنامج حاسوبي STATISTICA 13.5 بدون معالجة عدم الاستقرار و ذلك وفق تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية القياسية (ANN) التي تحاول محاكاة الطبيعة الوظيفية للدماغ البشري لاستخراج النمط المخفي بين مجموعة من المدخلات والمخرجات (Haykin, 1999, p390). يتكون الدماغ البشري من الخلايا العصبية. وبالمثل، يتم تنظيمها و توصيلها بطريقة هرمية في بنية متعددة الطبقات لـ ANN. هناك ثلاث طبقات مترابطة متميزة في بنية ANN النموذجية، وهي طبقة واحدة إدخال أو أكثر، وطبقة مخفية واحدة أو أكثر، وطبقة إخراج. إنّها متصلة عبر الخلايا العصبية ويتم تمثيل قوة كل اتصال فعلياً بقيمة وزن رقمية. بالنسبة لمهام التنبؤ، يتم تقدير قيم الوزن المقابلة لحد القرار بشكل أساسي باستخدام خوارزميات التحسين المختلفة على مجموعة بيانات التدريب. بمجرد تثبيت القيم المقدرة بعد التحقق من الصحة، يتم اختبار ANN المدربة مقابل مجموعة بيانات الاختبار لتقييم قدرتها التنبؤية. تكون الشبكة العصبية متعددة الطبقات للتغذية الأمامية (MLP) أيضاً من طبقة أو طبقات إدخال وطبقة مخفية واحدة أو أكثر و طبقة إخراج.

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيع المتأخر مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

تتكون طبقة الإدخال من وحدات إدخال يتم تغذيتها في وقت واحد. يتم تغذية المدخلات الموزونة لاحقاً في الطبقة المخفية. تعمل المخرجات الموزونة للطبقة (الطبقات) المخفية كمدخلات لطبقة المخرجات وتمثل تنبؤ الشبكة. نظراً لعدم دوران أي من الأوزان مرة أخرى إلى وحدة إدخال أو إلى وحدة إخراج طبقة سابقة وهناك ثلاث طبقات مميزة على الأقل ، فإن هيكل الشبكة هذا يسمى شبكة تغذية متعددة الطبقات.

تعتبر كل وحدة إخراج في طبقة معينة من MLP المجموع المرجح للمخرجات من الطبقة السابقة كمدخلات، ثم يطبق وظيفة غير خطية على المدخلات المستلمة ويعيد توجيهها إلى الطبقة التالية. ترتبط كل إشارة إدخال (x_i) بوزن (w_i). المدخلات الإجمالية I إلى وحدة المعالجة هي دالة لجميع المدخلات الموزونة .

$$I = f\left(\sum w_i x_i\right)$$

حالة تنشيط وحدة المعالجة (A) في أي وقت هي وظيفة (عادةً غير خطية) لـ I

$$A = g(I)$$

بشكل عام، إذا تم استخدام الوظيفة logistic or sigmoid كوظيفة التنشيط. إذاً فإن صافي الإدخال إلى الوحدة j هو I_j ، فيمكن حساب الإخراج (O_j) للوحدة j على النحو التالي:

$$O_j = \frac{1}{1 + e^{-I_j}}$$

و يتم تحديد الإخراج y من وحدة المعالجة بواسطة وظيفة النقل h

$$y = h(A) = h(g(I)) = h\left(g\left(f\left(\sum w_i x_i\right)\right)\right) = \theta\left(\sum w_i x_i\right)$$

بالنظر إلى عينة بيانات التدريب، يمكن لـ MLP تقدير قيم الوزن وإجراء الانحدار غير الخطي. بمجرد تثبيت القيم المقدرة بعد التحقق من الصحة، يمكن استخدام MLP المدربة للتنبؤ بمجموعة بيانات الاختبار. تم استخدام خوارزمية الانتشار العكسي كخوارزمية تدريب لـ MLP لتقدير المعلمات لالتقاط النمط غير الخطي بين مجموعة المخرجات والمدخلات للنموذج التنبؤية.

IV- النتائج ومناقشتها :

1.IV- الكشف عن الخصائص الاحصائية للسلاسل الزمنية موضوع الدراسة:

قبل نمذجة سعر الصرف الفعلي الحقيقي يتم أولاً الكشف عن الخصائص العشوائية للسلاسل الزمنية موضوع الدراسة من خلال نتائج اختبار ديكي فولر المعزز و اختبار (Gregory, 1996, p99-126) الذي يأخذ في الاعتبار وجود انكسار هيكلية عند اختبار التكامل المشترك بين المتغيرات، ثم بعد ذلك اختبار السببية (Toda & Yamamoto, 1995, p225-250) و بناءً على نتائج هذه الاختبارات التي أدلت على أنّ السلاسل الزمنية قيد الدراسة مستقرة عند الفرق الأول (كما هو مبين في جدول 1) و أنّه يوجد انكسار هيكلية في المستوى و الاتجاه العام بين المتغير التابع (سعر الصرف) و المتغيرات المستقلة (فرق الانتاجية، سعر النفط، درجة الانفتاح التجاري و الانفاق الحكومي) كما هو مبين في الجدول 2 أنّ المتغيرات المستقلة المذكورة سابقاً تسبب سعر الصرف الفعلي الحقيقي في المدى الطويل حسب نتائج اختبار السببية المبينة في جدول 3 في الملحق، و بناءً على هذه النتائج تم تطبيق نموذج ARDL .

جدول 1: نتائج اختبار ADF لجذور الوحدة على السلاسل الزمنية LREER, DPIBH, LOIL, LDO, LDEP عند المستوى و

الفرق الاول

المتغيرات	يوجد ثابت	يوجد ثابت و اتجاه عام	بدون ثابت و اتجاه عام
LREER	[-3.579]**	[-2.93]no	[-1.895]*
DPIBH	[-1.754]no	[-2.215]no	[-0.329]no
LOIL	[-3.099]**	[-4.058]**	[0.241]no
LDO	[2.156]no	[1.03]no	[-1.14]no
LDEP	[-1.64]no	[-2.43]no	[0.686]no
اختبار ADF عند الفرق الاول			
D(LREER)	[-4.389]**	[-5.014]**	[-3.977]**
D(DPIBH)	[-4.892]**	[-4.855]**	[-4.967]**
D(LOIL)	[-6.487]**	[-6.332]**	[-6.194]**
D(LDO)	[-5.39]**	[-5.83]**	[-5.21]**
D(LDEP)	[-5.321]**	[-5.221]**	[-5.331]**

*** و ** و * تشير إلى المعنوية الاحصائية للمعاملات عند 1% و 5% و 10% على التوالي.

المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام مخرجات برنامج Eviews.10

جدول 2: نتائج اختبار Gregory-Hansen للتكامل المشترك بوجود انكسار هيكل عند المستوى و الاتجاه العام بين LREER و DPIBH, LOIL, LDO, LDEP من 1985-2018 و

الاختبار الاحصائي	التاريخ	القيم الحرجة المقارنة		
		10%	5%	1%
ADF	1990	-6.31	-5.83	-6.36
Z _t	1989	-5.96	-5.83	-6.36
Z _a	1989	-33.63	-65.44	-76.95

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Stata16

جدول 3: نتائج اختبار سببية Toda-Yamamoto بين LREER و DPIBH, LOIL, LDO, LDEP و

المتغيرات المفردة					المتغير التابع	d _{max}	K
LDEP	LDO	LOIL	DPIBH	LREER	LREER	1	3
[0.26]	[9.2**]	[11.42***]	[1.13]	-	[32.9***]		
(0.96)	(0.026)	(0.009)	(0.76)		(0.000)		
[3.73]	[8.88]	[0.879]	-	[3.62]	DPIBH		
(0.29)	(0.03)	(0.830)		(0.30)	[12.55]		
					(0.40)		
[10.99**]	[12.06***]	-	[1.885]	[0.539]	LOIL		
(0.01)	(0.007)		(0.596)	(0.91)	[20.96*]		
					(0.051)		
[4.19]	-	[5.09]	[0.47]	[0.40]	LDO		
(0.24)		(0.16)	(0.92)	(0.94)	[11.17]		
					(0.51)		
-	[5.30]	[3.40]	[0.65]	[0.63]	LDEP		
	(0.15)	(0.33)	(0.88)	(0.88)	[17.27*]		
					(0.139)		

(.) : احتمالية p value، [.] : القيمة الاحصائية لـ χ^2 * : تفسير معنوي عند درجة احتمال 1%، ** تفسير معنوي عند درجة احتمال 5%.

d_{max} : درجة التكامل الأقصى، k، درجة التأخر الأمثل var عند مستوى Sic.

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.10

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيع المتأخر مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

2.IV - تقدير نموذج ARDL

أظهرت نتائج اختبار الحدود (جدول 4) أنه يوجد تكامل مشترك بين المتغير التابع LREER والمتغيرات المستقلة DPIBH، LDEP، LDO و LOIL عند مستوى معنوية 1%، كما هو موضح في الجدول 4، وهذا يعني أنه يوجد علاقة طويلة المدى بينهما وبالتالي يتم تقدير سعر الصرف باستخدام نموذج ARDL مع الأخذ بعين الاعتبار الانكسار الهيكلية في سنة 1989 والاتجاه العام كما هو موضح في الجدول 5.

جدول 4 : نتائج اختبار الحدود للنموذج ARDL(3,0,1,2,0) case(4) بوجود انكسار هيكلية

إختبار الحدود F		الفرضية العدمية: لا يوجد أي علاقة على المدى الطويل عند المستويات المعنوية الحرجة		العينة النهائية: 30		حجم العينة الحالية: 31	
إحصائية الاختبار	القيمة	مستوى معنوية	I(0)	I(1)	إحصائية الاختبار	القيمة	مستوى معنوية
إحصائية F	10.836	10%	3.097	4.118			
K	4	5%	3.715	4.878			
		1%	5.205	6.64			
		p-value	0.001	0.007			
إحصائية t	-5.632	10%	-3.070	-4.07			
		5%	-3.463	-4.479			
		1%	-4.289	-5.449			
		p-value	0.001	0.007			

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.10, Stata.16

جدول 5: نتائج تقدير نموذج الانحدار الذاتي لتصحيح الخطأ و نموذج المدى الطويل

نموذج تصحيح الخطأ		نموذج المدى الطويل	
14.13314*** [3.067]	C	0.118119 [1.373] no	DPIBH
-0.011133* [-2.201]	@trend	-1.179066** [-2.436]	LOIL
-0.750169*** [-5.024]	LREER(-1)	-1.740548*** [-3.045]	LDO
0.088609 [1.207] no	DPIBH	-0.473918 [-1.235] no	LDEP
-0.884499** [-2.221]	LOIL(-1)	-0.014841*** [-2.684]	@trend
-1.305705** [-2.169]	LDO(-1)		
-0.355518 [-1.05] no	LDEP		
0.206410 [1.566] no	$\Delta(LREER(-1))$		
-0.304519** [-2.262]	$\Delta(LREER(-2))$		
0.007252 [0.075] no	$\Delta(DPIBH)$		
-0.104411 [-0.451] no	$\Delta(LOIL)$		
0.358928 [0.629] no	$\Delta(LDO)$		
0.923480 [1.468] no	$\Delta(LDO(-1))$		
-0.264258** [-2.179]	@after("1989 ")		

<1.99>(0.36) 2.28 -0.5	χ^2_{LN} Kurtosis Skewnees
<2.182> (0.33)	χ^2_{LM}
<0.313> (0.57)	$\chi^2_{ARCH}(1)$
<0.53> (0.76)	$\chi^2_{ARCH}(2)$
<2.74> (0.43)	$\chi^2_{LM}(3)$
<13.84> (0.31)	χ^2_{BPG}

*** و ** و * تشير إلى المعنوية الاحصائية للمعاملات عند 1% و 5% و 10% على التوالي،

[.]: احصائية t، χ^2_{LN} : اختبار التوزيع الطبيعي، χ^2_{LM} : اختبار استقلالية الأخطاء فيما بينها و معاملات النموذج

χ^2_{ARCH} : اختبار عدم تجانس تباينات الأخطاء، χ^2_{BPG} : اختبار استقلالية مربعات الأخطاء و معاملات النموذج عند مستوى معنوية 5%.

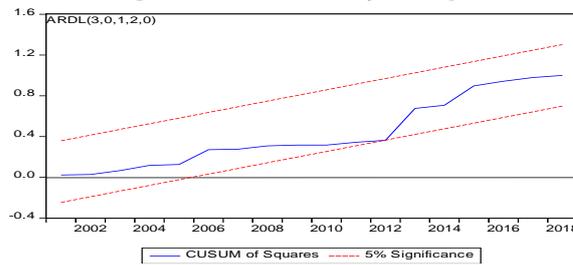
المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.10

2.IV -1 اختبار جودة النموذج

أظهرت نتائج التقدير كما هي موضحة في الجدول 5 أنّ معامل تصحيح الخطأ سالب يساوي (-0.75) له تفسير معنوي قيمته المطلقة أكبر من الصفر و أقل من الواحد و نسبة الاحتمال تساوي صفر و هذا يعني أنّ 75% من أخطاء الأجل القصير يمكن تصحيحها في واحدة الزمن من أجل العودة إلى الوضع التوازني في الأجل الطويل، معاملات المدى القصير احصائيا لها تفسير معنوي، حيث يتأثر سعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري خلال الفترة 1985-2018 في المدى القصير بقيمته التاريخية المتأخرة بفترةين سلبا فقط، أما المتغيرات المستقلة فهي لا تؤثر في سعر الصرف في المدى القصير. أما بالنسبة لنموذج المدى الطويل فنلاحظ أنّ سعر البرميل الواحد للنفط و درجة الانفتاح التجاري و الاتجاه العام تؤثر سلبا عند مستوى معنوية 5% على سعر الصرف الحقيقي الفعلي.

كما تم اختبار جودة النموذج من خلال اختبار التوزيع الطبيعي حسب الجدول 5 و الذي أظهرت نتائجه أنّ أخطاء النموذج تخضع للتوزيع الطبيعي، أما بالنسبة لاختبار استقلالية الأخطاء (اختبار Breusch-Pagan-Godfrey)، بين أنّ مربعات أخطاء النموذج ليست مرتبطة فيما بينها و بمتغيرات النموذج، كذلك اختبار الارتباط الخطي للأخطاء لـ (Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test) بينت نتائجه أنّ الأخطاء مستقلة فيما بينها، كما أنّه يشير اختبار عدم تجانس تباينات الأخطاء أنّ تباينات الأخطاء متجانسة عند التأخرات 1، 2 و 3 و اختبار استقرارية النموذج بين أنّه مستقر حسب نتائج المجموع التراكمي لمربعات الأخطاء التي تبين من خلال الشكل 1 أنّ المنحنى يقع داخل منطقة رفض الانكسار الهيكلي في الأخطاء و بالتالي فإنّ النموذج مستقر و يمكن الاعتماد عليه في عملية التنبؤ.

شكل 1: المجموع التراكمي لمربعات الأخطاء للنموذج ARDL



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.10

3.IV - نتائج تقدير نموذج ANN

تم تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية لنمذجة سعر الصرف باختيار شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات (MLP) الأكثر استخداما في عملية التنبؤ، بحيث تتكون من 4 طبقات إدخال وطبقة مخفية واحدة أو أكثر و طبقة إخراج. تم الحصول على النموذج (MLP 4-8-1) من خلال الجدول 6 ذو أقل خطأ في سلسلة التدريب وسلسلة الاختبار، و بالتالي فإن عدد الوحدات المخفية تساوي 8 وعدد وحدات الإدخال تساوي 4 و عدد المخرجات تساوي 1.

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيع المتأخر مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

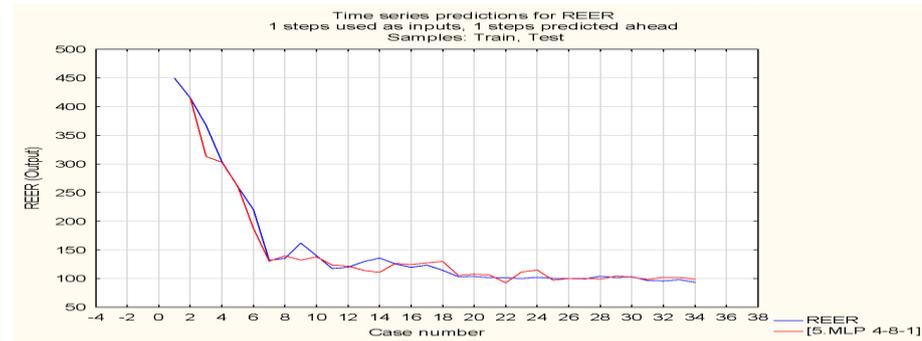
جدول 6: نماذج الشبكة العصبية متعددة المتغيرات لتقدير سعر الصرف الفعلي الحقيقي للفترة 1985-2018

Index	Net. name	Traini ng perf.	Test perf.	Trainin g error	Test error	Training algorithm	Hidden activation	Output activation
14	MLP 4-8-1	0.9803	0.996	39.710	187.37	BFGS 61	Exponential	Tanh

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج STATISTICA 13.5

من خلال الجدول 6 يتبين أن دوال التنشيط التي تم استخدامها في عملية تجميع الأوزان هي دالتي Exponential و Tanh ، حيث أنّ كفاءة النموذج خلال فترة التدريب كانت 0.98037 بينما خلال فترة الاختبار كانت 0.99590 مما يدل على جودة النموذج و بالتالي إمكانية استخدامه في عملية التنبؤ. كما أنّ الشكل البياني 2 يوضح جودة النموذج بشكل أكبر، حيث يمثل اللون الأحمر نموذج التقدير MLP4-8-1 ، و اللون الأزرق يمثل القيم الحقيقية لسعر الصرف REER، و الذي يبين أن القيم التنبؤية (المخرجات) تحاكي القيم الأصلية بنسبة كبيرة جدًا خلال فترة الدراسة كما أنّ نسبة متوسط القيم المطلقة للأخطاء للنموذج المقدر خلال فترة الدراسة تساوي 0.497% (0.00497) و هذا يدل على جودة النموذج المقدر. و بالتالي يمكن اعتماد هذه الشبكة الناتجة للتنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري.

شكل 2: تمثيل بياني لبيانات التدريب و الاختبار الناتجة مع البيانات الفعلية لسعر الصرف الفعلي الحقيقي



المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات برنامج STATISTICA 13.5

V -عملية التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري

بعد ما تم نمذجة سلوك سعر الصرف الفعلي الحقيقي بالطريقة القياسية باستخدام نموذج ARDL و نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية، في هذه المرحلة يتم التنبؤ بالمتغيرات المستقلة باستخدام نماذج ANN أحادية المتغير، تم التنبؤ بسعر الصرف ثم بعد ذلك يتم مقارنة القيم الفعلية و تلك المتنبأ بها بالنسبة للأسلوب القياسي (ARDL)، و أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية للسلسلة السنوية لسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري لسنة 2019 و 2020 و ذلك من خلال حساب مقياس دقة التنبؤ باستخدام مقياس القيم المطلقة لنسبة الخطأ (APE) و مقياس متوسط القيم المطلقة لنسبة الخطأ بعد الحصول على القيم الفعلية للملاحظات المراد التنبؤ بها.

1.V-النمذجة و التنبؤ بالسلاسل الزمنية (OIL,DO, DPI, DEP)بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية:

تم تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية لنمذجة السلاسل الزمنية ل (OIL,DO, DPI DEP) باستخدام برنامج حاسوبي STATISTICA 13.5 بدون معالجة عدم الاستقرار حيث تم استخدام أسلوب الشبكات العصبية في بناء النماذج للسلاسل الزمنية محل الدراسة و تم اختيار نوع الشبكات الأكثر استخداما في عملية التنبؤ و هي شبكة بيرسبترون متعدد الطبقات (MLP) بحيث يتم تحديد المدخلات من بيانات سنوية لكل متغير على حدى إذ تتكون طبقة المدخلات من سلسلة زمنية واحدة. تم التوصل إلى نماذج الشبكة العصبية التالية بالنسبة ل (DEP,DO, OIL, DPI) كما يلي:

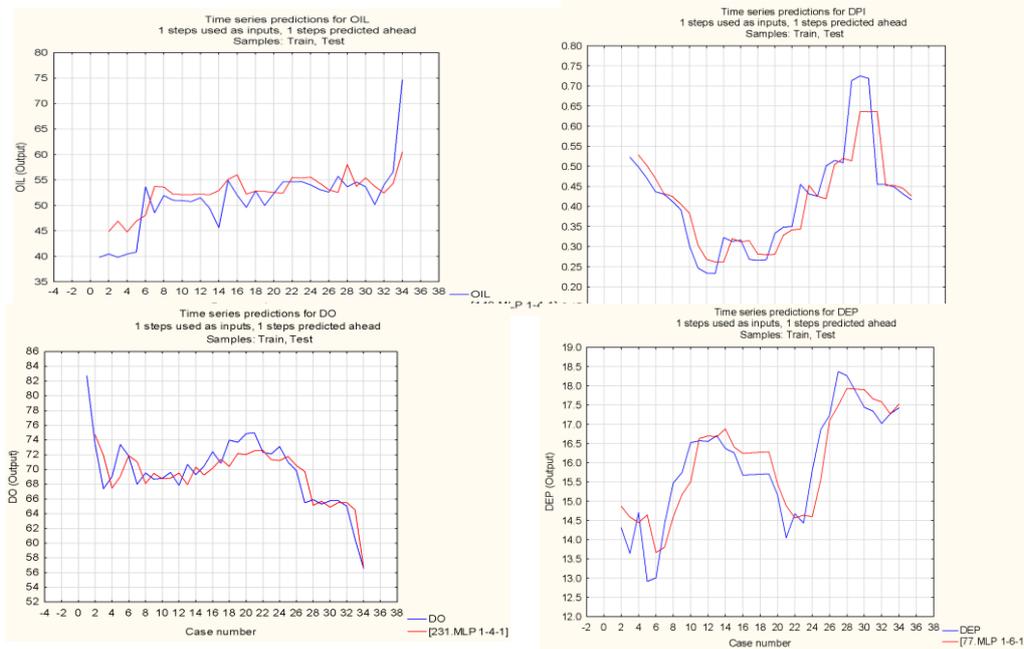
جدول 10: نمذجة السلاسل الزمنية (OIL, DO, DPI, DEP) بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية للفترة 1985-2018

Out put	Hidden	Test	Training	Test	Training	Net name	
activation	activation	error	error	perf	perf		
Identity	Tanh	0.000117	0.002343	0.978535	0.863744	MLP 1-9-1	DPI
Sine	Logistic	0.878146	8.724329	0.980363	0.807568	MLP 1-4-1	OIL
Sine	Tanh	2.425745	2.042899	0.920593	0.814969	MLP 1-4-1	DO
Identity	Logistic	0.005785	0.236702	0.99571	0.888465	MLP 1-6-1	DEP

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج STATISTICA 13.5

تم التوصل إلى نماذج الشبكة العصبية التالية بالنسبة لـ (DEP, DO, OIL, DPI) كما يلي:
 من خلال الجداول 7 تم التوصل إلى نماذج الشبكات العصبية بالنسبة لكل من (DPI)، (OIL)، (DO) و (DEP) على أن يتم اختيار النموذج MLP 1-9-1 ، MLP 1-4-1 ، MLP 1-4-1 و MLP 1-6-1 على الترتيب ذوي أقل خطأ في سلسلة التدريب وسلسلة الاختبار.

شكل 3: تمثيل بياني لبيانات التدريب و الاختبار الناتجة مع البيانات الفعلية (OIL, DO, DPI, DEP)



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج STATISTICA 13.5

الشكل البياني 3 يوضح جودة النماذج بشكل كبير، حيث يمثل اللون الأحمر نماذج التقدير MLP 1-9-1 ، MLP 1-4-1 ، MLP 1-4-1 و MLP 1-6-1 على الترتيب، و اللون الأزرق يمثل القيم الحقيقية للسلاسل الخامة (DPI)، (OIL)، (DO) و (DEP) على الترتيب، حيث يتبين أن القيم التنبؤية (المخرجات) تحاكي القيم الأصلية بنسبة كبيرة جدًا خلال فترة الدراسة و تطابق المنحنيين بنسبة كبيرة خير دليل على ذلك.

و منه يمكن اعتماد هذه الشبكات الناتجة من أجل التنبؤ بالقيم المستقبلية لـ (DPI)، (OIL)، (DO) و (DEP) خلال السنتين 2019 و 2020.

التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي الجزائري: نموذج الانحدار الذاتي ذو التوزيع المتأخر مقابل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

2.V-تقييم أداء التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري

بمجرد الحصول على القيم التنبؤية لـ (DPI)، (OIL)، (DO) و (DEP) خلال السنتين 2019 و 2020، يتم تقييم أداء التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري باستخدام نموذج ARDL و نموذج ANN كما يلي:

جدول 7: تقييم أداء التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري باستخدام المتغيرات المتنبأ بها من خلال الشبكات العصبية الاصطناعية للفترة 1985-2018

مقياس التنبؤ (APE)		التنبؤ بسعر الصرف REER		القيم الفعلية REER	السنوات
ANN	ARDL	ANN	ARDL		
0.0091	0.209	96.1806	75.3356	95.258	2019
0.0477	0.089	86.6423	83.5062	91.711	2020
0.028	0.14	MAPE			

نلاحظ من خلال الجدول 7 أن قيم مقياس (MAPE) قد حقق نتائج جيدة بالنسبة للتنبؤ بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) حيث أن قيمته تكاد تقترب من الصفر تساوي 0.028 مقارنة بقيمة طريقة الانحدار الذاتي ذو الفجوات المبطة (ARDL) حيث كانت قيمته المقياسية (MAPE) تساوي على الترتيب 0.14. لقد أظهرت نتائج عملية التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي باستخدام أسلوب ANN أنها جيدة من خلال نموذج الشبكات العصبية متعدد المتغيرات (MLP 4-8-1)، فهو أكثر كفاءة من النموذج (ARDL(3 0 1 2 0)) خلال الفترة ما بين 1985-2020.

VI-تحديد الاختلال في سعر الصرف الفعلي الحقيقي

نقوم باستخدام نتائج تقدير و التنبؤ بسعر الصرف الفعلي الحقيقي للدينار الجزائري لنموذج ANN (MLP 4-8-1) من أجل تحديد درجة الاختلال باستخدام مصفاة Hodrick- Prescott من خلال العلاقة التالية:

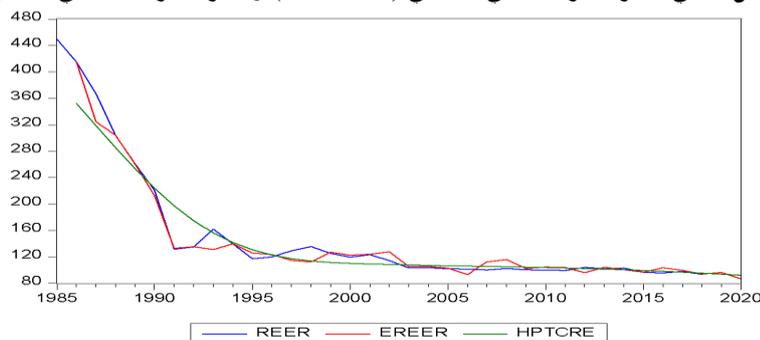
$$MES = \frac{REER_0 - TCRE_{fHP}}{TCRE_{fHP}} * 100$$

$REER_0$: سعر الصرف الحقيقي الفعلي (المشاهدة)

$TCRE_{fHP}$: سعر الصرف الحقيقي التوازني.

يوضح الشكل 3 تطور سعر الصرف الحقيقي الفعلي للدينار الجزائري (المشاهدات) و سعر الصرف الحقيقي التوازني حيث يتبين أن سعر الصرف الحقيقي الفعلي قد عرف استقرارا نسبيا من 2003 إلى 2014 رغم اتخيار أسعار النفط سنة 2008 بسبب الأزمة العالمية، كما يبدو أن REER الفعلي كان قريبا من تقديراته التوازنية في 2002-2003، و أنّ انخفاض قيمة العملة في الفترة 1986-1990 استجابةً لصدمة النفط العكسية، التي أعادت سعر الصرف المبالغ في تقييمه لعام 1985 إلى توازنه. ومع ذلك، فإن المبالغة في التقييم المتصور خلال 1993-1994 بالكاد يوضحها النموذج. هذه النتائج جاءت مشاهمة نوعا ما مع نتائج دراسة صندوق النقد الدولي من طرف (Taline Koranchelian, 2005, p75-87).

شكل 3: التمثيل البياني لسعر الصرف الفعلي الحقيقي (المشاهدات) و سعر الصرف الحقيقي المقدر و المصفي

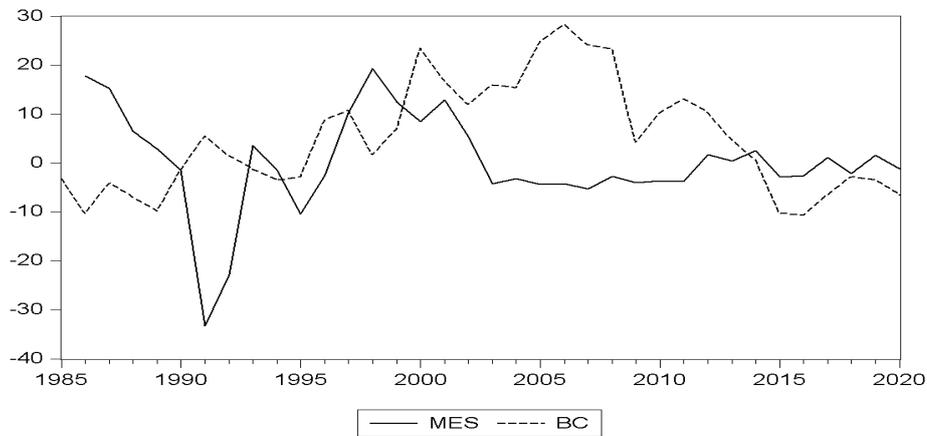


المصدر: من اعداد الباحثين باستخدام برنامج EVIEWS.10

يشير هذا التحليل من خلال الشكل 4 إلى أن الاختلال في سعر الصرف له تأثير فوري على الميزان التجاري و بالتالي على القدرة التنافسية طويلة الأجل (انخفاض في القيمة الحقيقية لسعر الصرف يحسن الميزان التجاري من 1990 إلى نهاية 2014 و المبالغة في التقييم سبب في تدهوره فقط في الفترة ما بين (1986 إلى نهاية 1989) و(1993-1994) بسبب انخيار أسعار النفط. أما من نهاية 2014 إلى 2020 فإن تدهور الميزان التجاري يتزامن مع تذبذبات طفيفة في سعر الصرف بين الانخفاض من 2014 إلى 2016 و من 2019 إلى 2020 و التحسن من 2016 إلى 2017 و من 2018-2019. هذا يشير إلى أن الاختلال في سعر الصرف له تأثير مباشر على الميزان التجاري و بالتالي على القدرة التنافسية طويلة الأجل، حيث أن الانخفاض في القيمة الحقيقية لسعر الصرف يحسن في الميزان التجاري (2000-2014) و المبالغة في التقييم تسبب في تدهوره (1986-1990).

سعر الصرف هو أداة فعالة على المدى القصير و الطويل للتأثير على الواردات من خلال الأسعار خلال الفترة من 1990-2014، و لكن تصحيح الخلل في الميزان التجاري بسبب انخفاض مداخيل النفط من نهاية 2014 إلى 2020 يتطلب بالأحرى تنفيذ القدرة التنافسية الهيكلية طويلة الأجل القائمة على انتاجية أعلى في السلع و الخدمات خارج المحروقات.

الشكل 4: تطور نسبة رصيد الميزان التجاري إلى اجمالي الناتج الداخلي الخام و اختلال سعر صرف الدينار الجزائري



المصدر: من اعداد الباحثين باستخدام برنامج EViews.10

VII - الخاتمة:

لقد حاولنا من خلال هذه الدراسة نمذجة سلوك سعر صرف الدينار الجزائري الفعلي الحقيقي باستخدام البيانات السنوية خلال الفترة ما بين 1985-2018 من أجل التنبؤ بقيمه المستقبلية لسنتي 2019 و 2020 ، من خلال دراسة مقارنة بين نموذج ARDL و نموذج ANN. و ذلك من أجل تحديد درجة الاختلال في سعر الصرف خلال الفترة من 1985-2020. أظهرت نتائج التنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري أن تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية ذو كفاءة عالية بالمقارنة مع نتائج التنبؤ المتحصل عليها باستخدام نموذج ARDL.

كما أنه تبين لنا أن سعر الصرف في الجزائر هو أداة فعالة على المدى القصير و الطويل للتأثير على الميزان التجاري بالخصوص على الواردات من خلال الأسعار خلال الفترة ما بين 1990 إلى نهاية 2014 و لكن تصحيح الخلل في الميزان التجاري الذي يعاني من العجز بسبب انخفاض مداخيل النفط من نهاية 2014 إلى 2020 ، يتطلب بالأحرى تنفيذ القدرة التنافسية الهيكلية طويلة الأجل القائمة على إنتاجية أعلى في السلع و الخدمات خارج المحروقات.

1.VII-توصيات

بالنسبة للبحث المستقبلي، يجب دمج عناصر الاقتصاد الجزئي (إذا كانت المعلومات الدقيقة صحيحة ويسهل الحصول عليها) و عناصر أخرى كاستقرار التجارة الخارجية من خلال ادماج المخاطر و الكوارث البيئية التي تؤثر بشكل مباشر على التجارة العالمية في نماذج التنبؤ من أجل جعلها أكثر قوة.

1. **A K Giri Manav Kaushik**, (9/Feb/ 2020) .Forecasting Foreign Exchange Rate :A Multivariate Comparative Analysis between Traditional Econometric, Contemporary Machine Learning & Deep Learning Techniques,P Browsing history 2020 <https://www.researchgate.net / publication/339471500>.
2. **D. A Hsieh** .(1989) .Testing for Nonlinear Dependence in Daily Foreign Exchange Rate Changes .Business(62)3, 68-339.
3. **Galstyan, V. and P. R. Lane** ,(2009) The Composition of Government Spending and the Real Exchange Rate", Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 41, No. 6, p 1233-1249. [doi/full/10.1111/j.1538-4616.2009.00254.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2009.00254.x)
4. **Hiro Y Toda and Taku Yamamoto** .(1995) .Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes , Journal of Econometrics, Vol.66 P 225-250 , Browsing history 2020, [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8).
5. **IMF**,February, 2013 .(IMF Country Report 13/47; February 2013, Algeria: 2012 Article IV Browsing history 2019 . <https://www.imf.org/external/pubs/ft/scr/2013/cr1347.pdf>
6. **Kilian, L. a** .(2003). Why Is It So Difficult to Beat the Random Walk Forecast of Exchange Rates?". International Economics 60(1), 85-107.
7. **Lim, Guay C; Stein, Jerome L** , (1998/4). The Dynamics of the Real Exchange Rate and Current Account in a Small Open Economy: Australia. Fundamental Determinants of Exchange Rates review volume 1 N°6, Éditeur Oxford Scholarship Online Monographs. P 85-126. <https://scholar.google.com/>.
8. **M Hashem Pesaran and Yongcheol Shin** p390 .(1999) .An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis .Econometrics and Economic Theory in the 20th century: The Ragnar Frish Centennial Symposium. ed. / Steinar Strom. Cambridge : Cambridge University Press p371-413 [doi:10.1017/CCOL521633230.011](https://doi.org/10.1017/CCOL521633230.011).
9. **M. Hashem Pesaran, Smith Richard J و Shin Yongcheol**.(2001) .P293-294 Bounds testing Approaches to the analysis of level relationships .Applied Econometrics 16: P 289-326 .[http:// DOI:10.1002/jae/616](http://DOI:10.1002/jae/616)(Browsing history 2020).
10. **M. K Pippenger** .(1998) .Exchange Rate Forecasting: Results from a Threshold Autoregressive Model .Open Economies Review 9.P157-170.
11. **MacDonald. Ronald** .(1998) .What determines real exchange rates?The long and the short of it .Journal of International Financial Markets 117-153, Browsing history 2020, [https://doi.org/10.1016/S1042-4431\(98\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S1042-4431(98)00028-6).
12. **Massimo Tivegna** .(1989). The Foreign Exchange Market: Theory and Econometric Evidence, R.T. Baillie and P.C. McMahon, Cambridge University Press, New York. International Journal of Forecasting, Volume 7, Issue 3, November 1991, Pages 385-387 , [doi.org/10.1016/0169-2070\(91\)90012-K](https://doi.org/10.1016/0169-2070(91)90012-K).
13. **Muhammad ASADULLAH, Imam UDDIN, Arsalan QAYYUM, Sharique AYUBI, Rabia SABRI** .(2021) .Forecasting Chinese Yuan/USD Via Combination Techniques During COVID-19 .Asian Finance, Economics and Business Vol 8 No 5 P0221-0229..
14. **N. a Gradojevic** .(2000) .The Application of Artificial Neural Networks to Exchange Rate Forecasting: The Role of Market Microstructure Variables .Bank of Canada Working Paper, P 1-23.
15. **Paresh Kumar Narayan** .(2004) .Reformulating Critical Values for the Bounds F-statistics Approach to Cointegration: An Application to the Tourism Demand Model for Fiji . Browsing history 2020, <https://www.researchgate.net/publication/268048533> , P1-32.
16. **Paresh Kumar, Narayan** .p1981 .(2007) The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests .Applied Economics, 37, P 1979-1990 <http://dx.doi.org/10.1080/00036840500278103> (Browsing history 2020).
17. **Perron, P** .(1989) The great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis. Econometrica, vol. 57, pp. 1361-1401, [doi:10.2307/1913712](https://doi.org/10.2307/1913712).

- 18.Philips, A. Q.** (2017). Have Your Cake and Eat It Too? Cointegration and Dynamic Inference from Autoregressive Distributed Lag Models. *American Journal of Political Science*,p5.
- 19.Taline Koranchelian,** February 2005 .The Equilibrium Real Exchange Rate In a Commodity Exporting Country: Algeria’s Experience, IMF Country Report N° 05/52, p 75-87.
- 20.Tamal Datta Chaudhuri, I. G.** (2016). Artificial Neural Network and Time Series Modeling Based Approach to Forecasting the Exchange Rate in a Multivariate Framework. *Journal of Insurance and Financial Management*, Vol. 1, 92-123.
- 21.Taylor, A. M. (2004).** The Purchasing Power Parity Debate. NBER Working PaperNo. 10607.
- 22. Taylor, M. P.** (2004.). Is Official Exchange Rate Intervention Effective? *Economica* 71(1), 1-12.
- 23. VIRGINIE COUDERT, VALÉRIE MIGNON, & ALEXIS PENOT(2007).** Oil Price and the Dollar. *Energy Studies Review* Volume 15, No. 2 P1-18.
- 24.W, Gregory and Hansen,E,** .(1996) .residual-based test for cointegration in models with regime shifts .*Journal of econometrics* 70 ,99-126, [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(99\)00041-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(99)00041-7). (Browsing history 2020).
- 25. Zivot, E. and Andrews, D.W.K.** (1992) Further evidence on the great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 10, pp. 251-270.