

التنبؤ بعلاقة التكنولوجيا الحديثة بالنمو الاقتصادي: نموذج الانحدار
الذاتي ذو الفجوات الموزعة ونموذج الشبكات العصبية.
**Predicting the relationship of modern technology to
economic growth:
autoregressive distributed lag model and artificial neural
networks model**

تاريخ الاستلام: 2023-11-28 تاريخ قبول النشر: 2023-12-31

مرّوة، بلمباركي*، جامعة الجزائر 3، الجزائر،

Belmebarki.maroua@univ-alger3.dz

مخبر رأس المال البشري والأداء

طارق، بلمهدي، جامعة الجزائر 3، الجزائر،

tbelmahdi@esgen.edu.dz

Abstract :

This study examines the possibility of a precise movement of modern technology in improving economic growth in Algeria during the period 1993-2022, using autoregressive distributed lag model (ARDL) and artificial neural network models (ANN), and with the help of R software, so that the comparison between the two models was made and the most accurate of them was chosen, according to the Following evaluation methods: (MSE) average square errors, (RMSE) root mean square errors, (MAPE) average absolute error ratio, (SSE) sum of square errors.

*- المؤلف المراسل.

The results showed that artificial neural network models are highly efficient and better than the autoregressive distributed lag model.

Keywords: Modern technology, autoregressive distributed lag Model (ARDL), Neural Networks Model (ANN), Algeria.

JEL Classification Codes : O33

ملخص:

تبحث هذه الدراسة في إمكانية وجود حركة دقيقة للتكنولوجيا الحديثة في تحسين النمو الاقتصادي بالجزائر خلال الفترة الممتدة 1993-2022، باستخدام نماذج الانحدار الذاتي ذو الابطاء الموزع (ARDL) ونماذج الشبكات العصبية (ANN) ، وبلاستعانة ببرمجية R ، بحيث تم المفاضلة بين النموذجين واختيار الأكثر دقة منهما، وذلك وفق طرق التقييم التالية (MSE) : متوسط الأخطاء المربعة، (RMSE) جذر متوسط مربع الأخطاء، (MAPE) متوسط نسبة الخطأ المطلق، (SSE) مجموع الأخطاء المربعة.

حيث أظهرت النتائج أن نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية ذو كفاءة عالية وأفضل من نموذج الانحدار الذاتي ذو الابطاء الموزع.

الكلمات المفتاحية: التكنولوجيا الحديثة؛ نموذج الانحدار الذاتي لفترات لإبطاء الموزعة (ARDL)؛ نموذج الشبكات العصبية (ANN)؛ الجزائر.

تصنيف JEL: O33 .

1. مقدمة:

نظرا للتحوّلات الهائلة التي شهدها العالم خلال السنوات الماضية، بسبب التطورات الهائلة الحاصلة في التكنولوجيا الحديثة، التي أثرت على جميع الجوانب خاصة منها الاقتصادية، حيث تستخدم جميع الشركات والمستهلكين تقريبا الأجهزة الحديثة لأغراض اقتصادية، حتى أصبحت محركا للنمو الاقتصادي في الدول فقد أتاحت إمكانيات أمام هذه الدول لتحسين أوضاعها والرفع من نسب نموها، وزيادة مظاهر التفتح لاقتصاديات هذه الدول وتقليل الاضطرابات التي عانت منها الدول النامية.

أ- الإشكالية:

انطلاقا مما سبق يمكن صياغة إشكالية الدراسة على النحو التالي:
هل أداء نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية أفضل في التعبير عن تأثير التكنولوجيا الحديثة في النمو الاقتصادي خلال الفترة 1993-2022 مقارنة بنماذج الانحدار ذو الابطاء الموزع؟

وللإجابة على إشكالية الدراسة نطرح التساؤلات الفرعية والتمثلة فيمايلي:

- ما مدى ملائمة نموذج الانحدار الذاتي ذو الابطاء الموزع لتمثيل التكنولوجيا الحديثة في الجزائر خلال الفترة 1993-2022.
- ما مدى ملائمة نماذج الشبكات العصبية لتمثيل التكنولوجيا الحديثة في الجزائر خلال الفترة 1993-2022.

ب- الفرضيات:

- كإجابة أولية على أسئلة الدراسة نطرح الفرضية التالية:
- يوجد علاقة طويلة المدى بين التكنولوجيا الحديثة والنمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة 1993-2022.

- نماذج الشبكات العصبية أكثر كفاءة للتنبؤ بالتكنولوجيا الحديثة في الجزائر خلال الفترة 1993-2022.

ج- أهداف الدراسة:

يمكن تلخيص أهداف الدراسة فيما يلي:

- تقييم كفاءة النماذج المعلمية (ARDL) واللامعلمية (ANN) على التنبؤ بالتكنولوجيا الحديثة في الجزائر خلال الفترة 1993-2022.

- مدى مساهمة التكنولوجيا الحديثة في تحقيق النمو الاقتصادي.

د- أهمية الدراسة:

يمكن تلخيص أهمية الدراسة فيما يلي:

نظرا لأهمية التكنولوجيا الحديثة في الاقتصاد الدولي كأداة من أدوات التنمية الاقتصادية والانفتاح على الاقتصاد العالمي، نبحث من خلال هذه الدراسة عن إمكانية تطوير نماذج قادرة على التنبؤ بالتكنولوجيا الحديثة في الجزائر.

هـ منهجية الدراسة:

لتحقيق أهداف البحث وإثبات فرضياته فقد تم استخدام المنهج الوصفي من خلال استعراض مفاهيم نظرية ووصف التكنولوجيا الحديثة، واستخدام المنهج الكمي من خلال بناء نموذج لقياس وتحديد أثر التكنولوجيا الحديثة على النمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة (1993-2022)، بالاعتماد على برمجة R في معالجة البيانات للحصول على نتائج أكثر دقة.

2. الدراسات السابقة:

لغرض تحليل مشكلة البحث ومناقشتها، تطلب الأمر الاستعانة بأهم الدراسات السابقة، حسب التسلسل الزمني نذكر منها:

- دراسة (بوعلاقة و كبير، 2021) بينت هذه الدراسة قياس أثر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الجزائر وبعض الدول العربية خلال الفترة الممتدة 2000-2018 بالاعتماد على نماذج بانل الديناميكية. حيث توصلت النتائج إلى أن تأثير عدد المشتركين في خدمة الانترنت وتأثير عدد خطوط الهاتف النقال، وعدد خطوط الهاتف الثابت ونصيب للفرد من الناتج في الفترة السابقة ذو تأثير موجب على النمو الاقتصادي في عينة الدراسة.
- دراسة (Sultanuzzaman, Fan, & Mohamued, E. A., Ho, 2019) قامت هذه الدراسة بتبيين آثار انتشار التكنولوجيا والتجارة الدولية في النمو الاقتصادي للاقتصاديات الآسيوية الناشئة خلال الفترة من 2000 إلى 2016 باستخدام طريقة المربعات الصغرى المعممة (GMM). حيث توصلت هذه الدراسة لوجود تأثير إيجابي وهام للتصدير والتكنولوجيا على النمو الاقتصادي، وكذلك التأثيرات في المدى الطويل تؤكد على وجود تأثير إيجابي.
- دراسة (طه، 2018) هدفت هذه لدراسة أثر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الدول النامية خلال الفترة الممتدة 2005 إلى 2015 من خلال دراسة قياسية ل 50 دولة باستعمال التحليل الساكن لنماذج البانل. حيث توصلت النتائج إلى وجود فروقات فردية ثابتة بين الدول النامية في تأثير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على النمو الاقتصادي، في حين أن التحليل الديناميكي بين أن مؤشر الأنترنت له تأثير سلبي ومعنوي على النمو الاقتصادي، أما مؤشر الهاتف النقال كان له تأثير سلبي غير معنوي.
- دراسة (Toader, Firtescu, Roman, & Anton, 2018) اهتمت هذه الدراسة بتأثير البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات على النمو الاقتصادي خلال الفترة من 2000-2017 تقييم تجريبي لدول الاتحاد الأوروبي باستخدام تقنيات تقدير البيانات الجماعية.

حيث أشارت النتائج إلى وجود تأثير إيجابي قوي لاستخدام البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات على النمو الاقتصادي في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.

3. الإطار النظري للتكنولوجيا الحديثة والنمو الاقتصادي: 1.3 تعريف التكنولوجيا الحديثة:

- هناك العديد من التعاريف المرتبطة بالتكنولوجيا الحديثة وفيما يلي أهم هذه المفاهيم:
- تعريف **maskus**: التكنولوجيا الحديثة هي مجموعة من المعلومات اللازمة لتحقيق نتيجة إنتاج معينة من خلال وسيلة معينة للجمع أو معالجة المدخلات المختارة التي تشمل عمليات الإنتاج والهياكل التنظيمية داخل الشركة وتقنيات الإدارة ووسائل التمويل وأساليب التسويق أو أي منتج منها. (maskus, 2003, p. 21)
 - تعريف **Reisman**: التكنولوجيا هي عملية الشرح الدقيقة للأدوات والآلات والمواد والمكابس التي تساعد في حل مشاكل الانسان. (Reisman, 2006, p. 33)
 - ومنه يمكن تعريف التكنولوجيا الحديثة على أنها:
تشمل جميع الأشكال والأدوات التي تمكن الفرد من خلق ومعالجة البيانات.

2.3 علاقة التكنولوجيا الحديثة بالنمو الاقتصادي:

تعمل التكنولوجيا الحديثة على التأثير في التنمية وذلك بما تتميز به من خصائص تقتصر من المكان والزمان، بالإضافة إلى التكاليف المنخفضة، سواء كان على صعيد الأفراد أو المؤسسات الاقتصادية، زيادة على ذلك قيامها بتطوير العنصر البشري من خلال البرامج المعتمدة، من خلال الاهتمام بهذه التكنولوجيا وتطوير استخداماتها بشكل فعال لتدريب وتعليم الأفراد على استعمالها وتوعيتهم بأهميتها في تطوير مجال الاقتصادي. (الكواز و الطحان ، 2018، صفحة 276)

فقد ساهمت التكنولوجيا الحديثة في تطوير النمو الاقتصادي من خلال زيادة إيرادات الحكومة وخلق فرص عمل، وإنتاج السلع والخدمات التي ساهمت في إنتاج قيمة مضافة في الاقتصاد بالإضافة لزيادة الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج المستخدمة في إنتاج سلع وخدمات أخرى. (بوعلاقة و كبير، 2021، صفحة 510)

4. تحليل النتائج:

1.4 بناء نموذج:

سنحاول من خلال هذه الدراسة تحديد علاقة التكنولوجيا الحديثة بالنمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة الممتدة من 1993 إلى 2022، ويمكن الاعتماد على متغيرات الدراسة وفق الدراسات السابقة، وحسب الصيغة الرياضية في المعادلة (01) كما يلي:

$$GDP = F(IU, FTS, MCS) \dots \dots \dots (01)$$

تم الاعتماد في تحويل المتغيرات وفق الصيغة شبه اللوغاريتمية وفق المعادلة (01) كما يلي:

$$LGDP = \alpha_0 + \alpha_1 IU_{i1} + \alpha_2 FTS_{i2} + \alpha_3 MCS_{i3} + \varepsilon_i \dots \dots \dots (02)$$

أ-متغيرات الدراسة:

المتغير المفسر:

LGDP : يمثل المتغير التابع لوغاريتم نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي (LGDP) والذي يعبر عن النمو الاقتصادي.

المتغيرات المفسرة:

IU : عدد المشتركين في خدمة الانترنت.

FTS : عدد المشتركين في خطوط الهاتف الثابت لكل 100 شخص.

MCS : عدد المشتركين في خطوط الهاتف النقال لكل 100 شخص.

ب-مصدر البيانات:

اعتمدت الدراسة على استخدام نموذج الانحدار الذاتي بفترة الإبطاء الموزعة (ARDL)، ونموذج الشبكات العصبية (ANN) في الجزائر بالاعتماد على سلسلة من البيانات السنوية من الفترة الممتدة من 1993 إلى 2022، مستمدة من بيانات البنك الدولي من مؤشرات التنمية العالمية (WDI).

2.4 نموذج الانحدار الذاتي ذو الإبطاء الموزع (ARDL):

يتميز نموذج الانحدار الذاتي ذو الإبطاء الموزع على أنه يقوم بدراسة العلاقة التوازنية طويلة الأجل، كما يتميز هذا النموذج بدراسة عدد المشاهدات الصغيرة نوعا ما من 30 إلى 80 استنادا للقيم الحرجة التي جاء بها. (Narayan, 2004, p. 28)

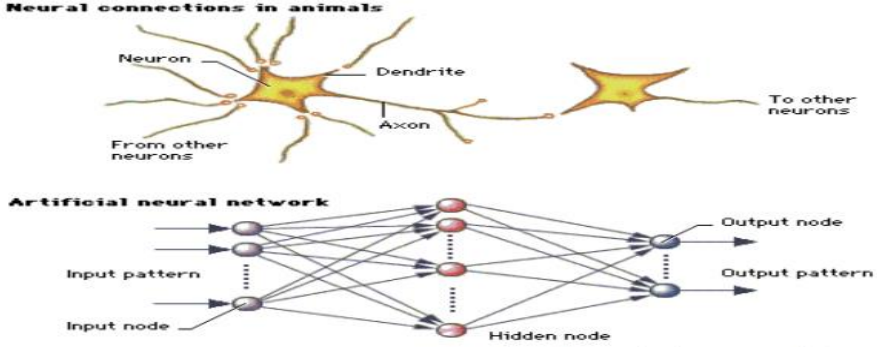
كما يمكن تلخيص خطوات منهجية الانحدار الذاتي ذو الإبطاء الموزع على النحو التالي:

- الهدف من اجراء الدراسة هو معرفة وجود علاقة توازنية طويلة الأجل.
- العلاقة تكون في اتجاه واحد من المتغير المستقل إلى المتغير التابع لا يعرف ما يسمى بالعلاقة التبادلية.
- تكون السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة (0) I أو من الدرجة (1) I .
- المتغير التابع يكون متكامل من الدرجة (1) I .
- اختبار **Bounds-Test** للكشف عن العلاقة طويلة الأجل، (Pesaran, Shin, & Smith , 2001)
- اختبار جودة النموذج من خلال الاختبارات التشخيصية.

3.4 نماذج الشبكة العصبية (ANN):

تعتبر الشبكة العصبية نظام لمعالجة البيانات يستند على نماذج رياضية بسيطة له مميزات أداء معينة بأسلوب يحاكي الشبكة العصبية البيولوجية، وتعتبر أحد النماذج غير الخطية. (عاشور، 2018، صفحة 22)

الشكل 1: الشبكة العصبية الاصطناعية والشبكة العصبية البيولوجية.

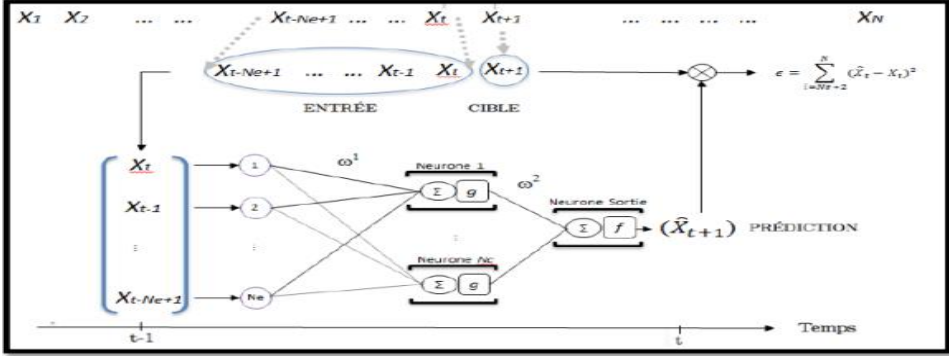


المصدر: (YASHPAL & ALOK SINGH , 2009, p. 38)

كما يمكن تلخيص مكونات الشبكة العصبية على النحو التالي: (كدوري و بن قدور ، 2016، صفحة 171)

- المدخلات: تحتوي عدد من العقد والتي غالبا تكون في صورة بيانات.
- المخرجات: هي الحل للمشكلة المدروسة.
- الطبقة الخفية: بعد مستوى المدخلات يمكن أن يكون للشبكة طبقة واحدة مخفية أو أكثر من طبقة.
- الأوزان: يعبر عن القوة النسبية يمكن تعديله من خلال خاصية التعلم.
- دالة التجميع: يطلق عليها دالة التحفيز .
- دالة التحويل: تسمى دالة التنشيط كل خلية عصبية لها مستوى يتم حساب هذا المستوى عن طريق دالة لتجميع أو ما يسمى بالحاكاة الداخلية.

الشكل 2: آليات عمل الشبكة العصبية.



المصدر: (عتروس، 2018، صفحة 175)

4.4 نتائج الدراسة:

أولاً: نموذج ARDL:

أ- اختبارات الخطية ولاخطية:

بشكل عام في اختبار عدم الخطية فإن نظام الفرضيات هو: (Gerolimetto, &

Luisa, 2014, p. 7)

$$\begin{cases} H_0: \text{الخطية} \\ H_1: \text{اللاخطية} \end{cases}$$

الجدول 1: نتائج اختبار الخطية واللاخطية.

| Tsay | Keenan | Neglected | |
|----------------|----------------|----------------|------|
| $P_v = 0.0547$ | $P_v = 0.0934$ | $P_v = 0.0752$ | LGDP |
| $P_v = 0.0079$ | $P_v = 0.2634$ | $P_v = 0.0674$ | IU |
| $P_v = 0.1432$ | $P_v = 0.0921$ | $P_v = 0.3123$ | FTS |
| $P_v = 0.0291$ | $P_v = 0.5363$ | $P_v = 0.0523$ | MCS |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

من خلال الجدول رقم (1) أظهرت النتائج من خلال اختبار Neglekted الذي يكشف عن وجود بنية خطية في المتغير واختبارات الكشف عن اللاخطية الأخرى، وبما أننا لا نستطيع رفض الفرض الصفري معناه عدم وجود بنية غير خطية في المتغيرات محل الدراسة، وأنها كلها تتبع الخطية.

ب-دراسة استقراريه السلاسل محل الدراسة:

لإجراء اختبار جذر الوحدة من أجل تحديد مدى استقرار بيانات السلاسل الزمنية للمتغيرات محل الدراسة بالنموذج وعند أي مستوى من الفروق يتحقق هذا التكامل، بهدف التأكد من أنها ليست متكاملة من الدرجة الثانية (2) أو أكثر. لأن منهج (ARDL) لا يطبق إلا على المتغيرات المتكاملة من الدرجة صفر (0)، أو من الدرجة الأولى (1)، أو في اختلاف درجة التكامل. (Dickey, 1981, p. 49) وقد أوضحت نتائج اختبار الاستقرارية:

الجدول 2: نتائج اختبارات الاستقرارية.

| KSPP | | PP | | ADF | | |
|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|------|
| عند الفرق الأول | في المستوى | عند الفرق الأول | في المستوى | عند الفرق الأول | في المستوى | |
| 0.34523 | 0.96637 | -24.863 | -0.43422 | -2.9654 | -1.139 | LGDP |
| (0.1)** | (0.01) | (0.01)** | (0.9333) | (0.2025) | (0.9013) | |
| 089107 | 0.9413 | -30.252 | 0.26336 | -1.9624 | -0.90851 | IU |
| (0.1)** | (0.01) | (0.01)** | (0.94) | (0.587) | (0.9357) | |
| 0.3641 | 1.0134 | -30.277 | -8.4919 | -2.2435 | -1.5689 | FTS |
| (0.1)** | (0.01) | (0.01)** | (0.5817) | (0.4793) | (0.7383) | |
| 0.1646 | 0.995 | -19.214 | -4.4874 | -2.2198 | -1.8463 | MCS |
| (0.1)** | (0.01) | (0.0491)** | (0.8459) | (0.4887) | (0.6137) | |

(*) (**) (***) تشير إلى مستوى المعنوية 10%، 5%، 1% على التوالي.

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

يمكن أن نستخلص من الجدول رقم (2) أعلاه أنه كان هناك اختلاف بين نتائج اختبار (PP) واختبار (ADF) لذلك تم اللجوء لاختبار (KPSS) الذي تكون فرضيته عكس الاختبار السابقين للفصل بينهما، حيث نستنتج أن السلاسل موضوع الدراسة كلها مستقرة عند الفرق الأول أي متكاملة من الدرجة (1) ، هذه النتائج تؤكد لنا إمكانية استخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع (ARDL) لإجراء اختبار التكامل المشترك.

ج- اختبار التكامل المشترك باستخدام منهج ARDL:

تتمثل هذه الخطوة في اختبار مدى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين النمو الاقتصادي من جهة والمتغيرات المستقلة من جهة ثانية، والجدول التالي يوضح ذلك:

الجدول 3: نتائج اختبار التكامل المشترك لإحصائية F لمنهج ARDL.

| | Value | Signif |
|---------------|--------|----------|
| F-Bounds test | 7.0681 | 0.001288 |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

من خلال الجدول رقم (3) نلاحظ أن النتائج تشير إلى أن الإحصائية P-Value أقل من قيمة 0.5 وبالتالي نرفض فرضية العدم عند مستوى معنوية 1% و 5% و 10% وبالتالي توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات.

د- تقدير نتائج الأجل الطويل باستخدام نموذج ARDL

بعدها تم التأكد من وجود علاقة التكامل المشترك، يجب الحصول على مقدرات الأجلين الطويل والقصير لمعاملات النموذج المقدر ومعلمة تصحيح الخطأ.

عند تقدير معاملات الأجل الطويل تحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول التالي:

الجدول 4: نتائج تقدير نموذج الانحدار الذاتي لتصحيح الخطأ ونموذج المدى الطويل.

| نموذج تصحيح الخطأ | | المتغيرات |
|--------------------|---------------|-----------|
| -2.139e-01 | 7.55e-05*** | Ec.1 |
| نموذج الاجل القصير | | |
| 7.178e-01 | 6.80e-05 *** | C |
| 1.864e-03 | 0.02570 * | dIU.t |
| 3.077e-03 | 0.00138 ** | dIU.1 |
| 9.953e-05 | 0.59934 | dMCS.t |
| 5.280e-03 | 0.05474* | dFTS.t |
| -5.168e-03 | 0.05677* | dFTS.1 |
| -5.840e-02 | 0.69054 | dLGDP.1 |
| نموذج الأجل الطويل | | |
| -2.138718 | 1.070e-01*** | LGDP |
| 7.601868 | -1.151e-05*** | IU |
| 7.423212 | 2.862e-04*** | MCS |
| 7.167125 | 6.598e-03*** | FTS |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

أظهرت نتائج التقدير كما هي موضحة في الجدول أعلاه أن معامل تصحيح الخطأ سالب يساوي (-0.213) له تفسر معنوي قيمته المطلقة أكبر من الصفر وأقل من الواحد ونسبة الاحتمال تساوي صفر وهذا يعين أن 21% من أخطاء الأجل القصير يمكن تصحيحها في السنة الحالية، ومن ثم يتطلب ذلك حوالي 4 سنوات من أجل الوصول إلى القيمة التوازنية في الأجل الطويل.

ه- اختبارات جودة النموذج:

يمكن إجراء مجموعة من الاختبارات التشخيصية يتم الحكم من خلالها على مدى ملائمة النموذج المستخدم في قياس المعلمات المقدرة في كل من الأجل الطويل والقصير كما يلي:

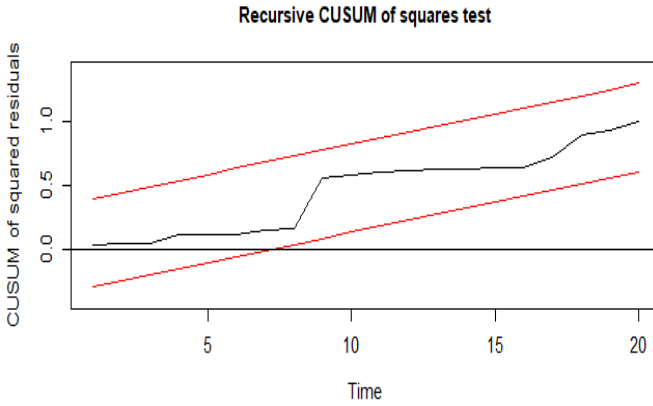
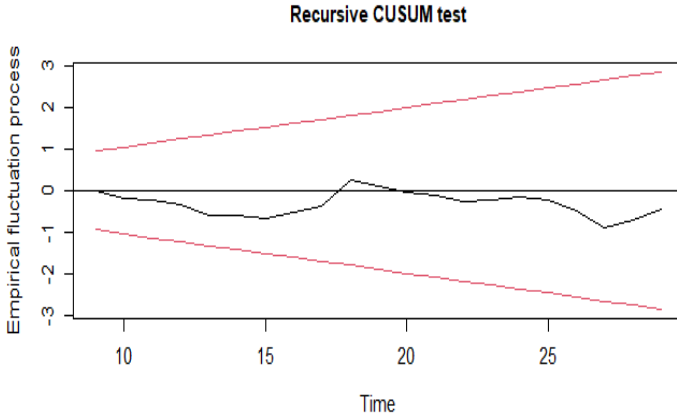
الجدول 5: نتائج الاختبارات التشخيصية.

| الاختبار | Breusch-Godfry | Breusch-pagan | RESET Ramsey | Shapiro-wilk |
|----------|----------------|---------------|--------------|--------------|
| القيمة | 0.22266 | 8.8924 | 4.3749 | 0.97439 |
| P-Value | 0.643 | 0.5423 | 0.05829 | 0.7018 |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

من خلال الجدول رقم (5) نلاحظ من خلال الاختبارات أن: اختبار التوزيع الطبيعي حسب Shapiro-wilk والذي أظهرت نتائجه أن أخطاء النموذج تتبع التوزيع الطبيعي، أما بالنسبة لاختبار استقلالية الأخطاء Godfrey-Pagan-Breusch بين أن مربعات أخطاء النموذج ليست مرتبطة فيما بينها ويمتغيرات النموذج، كذلك اختبار الارتباط الذاتي للأخطاء Seri al Godfrey-Breusch Test LM Correlation بينت نتائجه أن الأخطاء مستقلة فيما بينها، أما بالنسبة لملائمة الشكل الدالي نستخدم اختبار Ramsey يشير اختبار إلى صحة الشكل الدالي المستخدم في تقدير النموذج.

الشكل3: نتائج اختبار المجموع التراكمي



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

من الشكل السابق نلاحظ استقرارية النموذج بينت أن النموذج مستقر بناء على نتائج المجموع التراكمي للأخطاء والمجموع التراكمي لمربعات الأخطاء، حيث أن المنحنين يقعان داخل منقطة رفض الانكسار الهيكلي في الأخطاء ومربعات الأخطاء وبالتالي فالنموذج مستقر ويمكن الاعتماد عليه في عملية التنبؤ.

ثانيا: نماذج الشبكات العصبية (ANN):

يتم تقدير حجم النمو الاقتصادي باستعمال نموذج الشبكات العصبية مرورا بالمرحل التالية: المرحلة الأولى: اختيار المتغيرات (Variable Selection): حيث يتم اختيار المشاهدات للمتغيرات بحيث تمثل المشكلة جيدا.

المرحلة الثانية: معالجة البيانات (Data Processing) اجراء بعض العمليات على البيانات. حيث تم تمثيل البيانات في الشبكة بالشكل الثنائي (0,1). (قادري، 2017، صفحة 148)

المرحلة الثالثة: تقسيم البيانات إلى مجاميع (Divide Data Info Sets): تقسم البيانات الى الأقسام التالية

- مجموعة التدريب Training Set: مجموعة تعلم وتحديد نموذج البيانات.
- مجموعة الاختبار Testing Set: والتي يمكن من خلالها تقرير مهارات الشبكة.
- مجموعة الاختبار Valide Action: هي مجموعة لاجراء اختبار نهائي لأداء الشبكة.

الجدول 6: نتائج عملية التحليل

| المجموعات | النسبة | العدد |
|-----------------|--------|-------|
| مجموعة التدريب | 76,66% | 23 |
| مجموعة التأكيد | 23,33% | 7 |
| مجموعة الاختبار | 23,3% | 7 |
| مجموع المشاهدات | 100% | 30 |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

في هذه المرحلة تم تجميع البيانات الخاصة بالتكنولوجيا الحديثة والنمو الاقتصادي السنوية، والتي عددها 30 مشاهدة تم تجزئتها بالاعتماد على برنامج R بشكل عشوائي، حيث خصص 23 مشاهدة وبنسبة 76.66% كمجموعة تدريب (set Training)، و7 مشاهدات وبنسبة 23.33% كمجموعة تأكيد (Validation set) و6 مشاهدات وبنسبة 23.33% كمجموعة اختبار (set Test).

المرحلة الرابعة: تحديد نموذج الشبكة العصبية (Neural Network Paradigms):
عند تحديد نموذج الشبكة العصبية يتم اختيار:

- عدد عصبونات الإدخال والذي يساوي عدد المتغيرات المستقلة الذي يساوي 3.
- عدد الطبقات الخفية والتي يعتمد على قيمة الخطأ المستخدمة في الشبكة.
- عدد العصبونات الخفية والذي يحدد عن طريق التجربة.
- عصبون الإخراج والذي عادة يساوي الواحد.

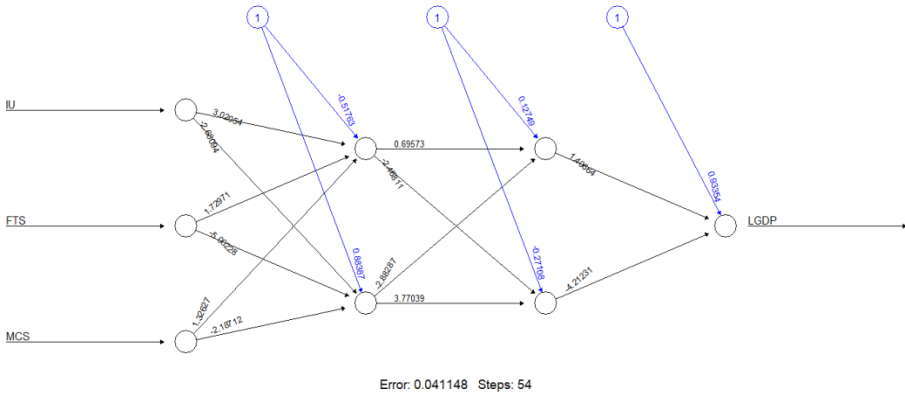
المرحلة الخامسة: معيار التقييم (Evaluation Criteria): بحيث يفضل أقل قيمة للمعايير التالية:

- معيار متوسط مربع الأخطاء (MSE) (Mean Square Error): كلما صغرت قيمة (MSE) كلما اقتربت التوقعات من الهدف المرصود،
- معيار جذر متوسط مربع الأخطاء (Root Mean Square Error) (RMSE): يقيس مقدار الخطأ في النماذج الإحصائية حيث يقيس الفرق بين القيم المشاهدة والقيم المتوقعة. (عتروس، 2018، صفحة 174)

المرحلة السادسة: تدريب الشبكة (Neural Network):

يتم تدريب الشبكة بتقديم بيانات التدريب التي تم تجهيزها ومن خلال التدريب تتغير الأوزان بشكل متكرر، ولتعليم الشبكة يجب إيجاد مجموع الأوزان بين العصبونات والتي تحدد أقل قيمة لمربع الخطأ.

الشكل 4: الشبكة العصبية الاصطناعية



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

المرحلة السابعة: (Implementation): تختبر الشبكة من حيث قدرة التكيف، وإمكانية إعادة التدريب. (قادري، 2017، صفحة 149)

الجدول رقم (7): نتائج مصفوفة الارتباك

| Confusion Matrix | Predicted 1 |
|------------------|-------------|
| Actual 1 | 7 |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

دقة نموذج ANN عند تكوين الطبقة المخفية هو (2.2)

نحصل على معدل دقة بنسبة 99.6049%.

ثالثا: المفاضلة بين النموذجين وفقا لاختبارات دقة النماذج:

تم تقييم أداء النموذجين من خلال الاختبارات التالية (MSE) متوسط الأخطاء المربعة، (RMSE) جذر متوسط مربع الأخطاء، (MAPE) متوسط نسبة الخطأ المطلق، (SSE) مجموع الأخطاء المربعة.

جدول رقم (8): المفاضلة بين نموذجين ARDL و ANN.

| ANN | ARDL | |
|------------|----------|------|
| 0.01164468 | 910.7424 | MSE |
| 0.1079105 | 30.17851 | RMSE |
| 0.09741224 | 10076.87 | MAPE |
| 0.08151278 | 27322.27 | SSE |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية R.

يتضح من خلال الجدول أعلاه أن جميع طرق التقييم التالية (MSE, RMSE, MAPE, SSE) والمستعملة في قياس دقة التنبؤ، بينت هذه الطرق أن نموذج الشبكات العصبية هو الأفضل والأكثر دقة في التنبؤ بالقيم المستقبلية حيث أنها تكاد تقترب من الصفر مقارنة مع نموذج الانحدار الذاتي ذو الابطاء الموزع خلال الفترة ما بين 2022-1993.

5. خاتمة

تناولت لدراسة أثر التكنولوجيا الحديثة على النمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة الممتدة (1993-2022)، وتماشيا مع طبيعة الموضوع تم بناء نموذج لقياس الأثر، باستخدام تقنيات قياسية في تحليل التكامل المشترك ونماذج الانحدار الذاتي ذو الإبطاء الموزع (ARDL)، ومقارنتها مع نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) وخلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج نوجزها فيما يلي:

- ان تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية ذو كفاءة عالية بالمقارنة مع نتائج التنبؤ المتحصل عليها باستخدام نموذج الانحدار الذاتي ذو الإبطاء الموزع.
 - أوضحت الدراسة وجود علاقة التكامل المشترك مع وجود علاقة طردية وذات دلالة إحصائية بين التكنولوجيا الحديثة والنمو الاقتصادي في الأجل لطويل وهذا موافق للنظرية الاقتصادية.
 - أوضحت الدراسة وجود علاقة طردية وذات دلالة إحصائية بين مؤشر عدد مستخدمي الانترنت وعدد المشاركين في خطوط الهاتف الثابت والهاتف النقال على النمو الاقتصادي، أي أن الزيادة في هذه المتغيرات يؤدي لزيادة النمو الاقتصادي وهذا موافق للنظرية الاقتصادية.
- التوصيات:

بناء على ما سبق يمكن تقديم الاقتراحات التالية:

- العمل على وصول وسائل التكنولوجيا الحديثة لأوسع نطاق، وبأقل التكاليف للتناسب مع القدرة الشرائية.
- ضرورة تطبيق الدولة سياسات تعمل على تطوير التكنولوجيا الحديثة، من أجل مواكبة التطورات الحاصلة.

6. المراجع:

1. عبد الحميد عاشور. (2018). الشبكات العصبية الاصطناعية وطرائق التنبؤ بالسلاسل الزمنية. بغداد: الذاكرة.
2. العيد بوعلاقة، و مولود كبير. (2021). قياس أثر تكنولوجيا المعلومات والاتصال على النمو الاقتصادي في الجزائر وبعض الدول العربية. ادارة الاعمال والدراسات الاقتصادية، 505-526.
3. حبيب طه. (2018). أثر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على النمو الاقتصادي في الدول النامية. البحوث الاقتصادية والمالية، 559-580.
4. محمود خليل الكواز، و سعد الطحان . (2018). تكنولوجيا المعلومات والاتصالات اداة للنمو الاقتصادي. مجله جامعه جهان، 270-288.
5. سهام كدوري، و علي بن قدور . (2016). التنبؤ بالشبكات العصبية الاصطناعية كدعامة للمراجعة التحليلية في عملية التدقيق، حالة مركب تكرير الملح E.NA.SEL بسكرة في الفترة 0202-0202. مجلة الإستراتيجية والتنمية، 166-197.
6. سهيلة عتروس. (2018). استخدام منهجية بوكس جنكز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية بمؤسسة سونلغاز - دراسة حالة ولاية بسكرة (اطروحة دكتوراه). كمية العموم الاقتصادية والتجارية وعموم التسيير جامعة محمد خيضر بسكر.
7. رياض قادري. (2017). مقارنة رياضية وقياسية للتنبؤ بالمبيعات -التنبؤ بمبيعات شركة سونلغاز من الكهرباء المنخفض التوتر لسنة 2016 باستخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية "JENKINS&BOX" لأطروحة

دكتوراه. كلية العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، تلمسان: جامعة أبي بكر بلقايد.

8. Gerolimetto, M., & Luisa, B. (2014). Testing for (non)linearity in economic time series:a Monte Carlo comparison. Working Paper Series.
9. Dickey, D. (1981). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 426–431.
10. maskus, K. (2003). Encouraging International Technology Transfer. UNCTAD/ICTSD Capacity Building Project.
11. Narayan, P. K. (2004). Reformulating Critical Values for the Bounds F– statistics Approach to Cointegration: An Application to the Tourism Demand Model for Fiji MONASH University .
12. Pesaran, M., Shin, Y. , & Smith , R. (2001). Bounds testing Approaches to the analysis of level relationships. *Applied Econometrics*, 298–326.
13. Reisman, A. (2006). Transfer of Technologies: A Cross–disciplinary Taxonomy. *The International Journal of Management Science*, 189–202.

14. Sultanuzzaman, M., Fan, H., & Mohamued, E. A., Ho, E. (2019). Effects of export and technology on economic growth: Selected emerging Asian economies. *Economic research–Ekonomiska istraživanja*, 32(1), 2515–2531.
15. Toader, ,. E., Firtescu, B. N., Roman, A., & Anton, S. (2018). Impact of information and communication technology infrastructure on economic growth: An empirical assessment for the EU countries. *Sustainability*, 10(10), 2–22.
16. YASHPAL, S., & ALOK SINGH , C. (2009). NEURAL NETWORKS IN DATA MINING. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 5(1).