The effectiveness of Fiscal and Monetary Policies: A Simulation study of the Jordanian Economy using Mundell - Fleming Model

***Amani Harbi Al Rawashdeh*[1]✉, *Walid Mohammed Shawaqfeh*[2]✉**

[1] PhD student in Business Economics, Department of Business Economics, University of Jordan, ✉ L_amany@hotmail.com

[2] Associate Professor, Department of Business Economics, Faculty of Business, University of Jordan, ✉ w.shawaqfeh@ju.edu.jo

Received: 13/2/2024
Revised: 25/2/2024
Accepted: 2/4/2024
Published: 1/1/2025

Citation: Al Rawashdeh, A. H. ., & Shawaqfeh, W. M. . (2025). The effectiveness of Fiscal and Monetary Policies: A Simulation study of the Jordanian Economy using Mundell - Fleming Model. *Jordan Journal of Economic Sciences*, *12*(1), 22–38. https://doi.org/10.35516/jjes.v12i1.2373

© 2025 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Abstract

Objectives: This study aims to assess the effectiveness of monetary and fiscal policies in Jordan by measuring the monetary multiplier and fiscal multiplier using the Mundell-Fleming model (IS-LM-BP). The Mundell-Fleming model is one of the macroeconomic models used to analyze the impact of monetary and fiscal policies on the economic performance of a country under an open economic system, both in terms of trade and finance.

Methodology: The study utilized machine learning techniques to estimate the parameters of the model. This was achieved through the application of the Supervised Machine Learning/Multiple Regression Algorithm (SML/MRA), a technique used to model and derive complex non-linear relationships between multiple dependent and explanatory variables.

Results: The study found that fiscal policy outperforms monetary policy in effectiveness, as indicated by the analysis results showing that the fiscal multiplier is 1.56, while the monetary multiplier is 1.12. These results align with the theoretical expectations of the Mundell-Fleming model and its theoretical and applied extensions, emphasizing that the use of fiscal policy in small open economies following a fixed exchange rate system is more effective and impactful than monetary policy.

Conclusion: Considering the results, the study recommends enhancing fiscal policy as a primary tool to achieve economic objectives. It underscores the importance of strengthening cooperation between monetary and fiscal authorities. Although monetary policy appears less effective in the current context, its role in enhancing monetary stability through targeting a fixed exchange rate is equally important as its contribution to direct economic growth.

Keywords: Monetary Policy, Fiscal Policy, Mundell-Fleming Model, Supervised Machine Learning, Multiple Regression Algorithm.

فعالية السياسات المالية والنقدية: دراسة تطبيقية لنموذج مندل - فلمينج في الاقتصاد الكلي على الأردن

***أماني حربي الرواشدة*[1]، *وليد محمد شواقفة*[2]**

[1] طالبة دكتوراه اقتصاد أعمال، قسم اقتصاد الأعمال، الجامعة الأردنية

[2] أستاذ مشارك، قسم اقتصاد الأعمال، كلية الأعمال، الجامعة الأردنية

ملخّص

الأهداف: تهدف هذه الدراسة إلى تقدير فعالية السياستين النقدية والمالية في الأردن من خلال قياس المضاعف النقدي والمضاعف المالي باستخدام نموذج مندل - فلمينج (IS–LM–BP). ويُعدّ نموذج مندل - فلمينج (Mundell-Fleming) أحد النماذج الاقتصادية الكلية المستخدمة في تحليل أثر السياسات المالية والنقدية على الأداء الاقتصادي لدولة ما في ظل نظام اقتصادي منفتح تجارياً ومالياً على العالم الخارجي.

المنهجية: استخدامت الدراسة إحدى تقنيات تعلم الآلة (Machine learning) لتقدير معلمات النموذج وذلك من خلال تطبيق خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف (Supervised Machine learning / Multiple Regression Algorithm (SML/MRA)). وهي خوارزمية تستخدم لنمذجة واستنباط العلاقات غير الخطية المركبة بين عدة متغيرات تابعة ومتغيرات تفسيرية متعددة.

النتائج: توصلت الدراسة إلى أنّ السياسة المالية تتفوق على السياسة النقدية في الفعالية، إذ تشير نتائج التحليل إلى أنّ حجم المضاعف المالي يساوي 1.56، في حين أنّ حجم المضاعف النقدي يساوي 1.12. هذه النتيجة تتوافق مع التوقعات النظرية التي جاء بها نموذج مندل - فلمينج وامتداداته النظرية والتطبيقية، والتي تؤكد على نتيجة نظرية مفادها أنّ استخدام السياسة المالية في الاقتصادات الصغيرة المفتوحة على العالم الخارجي مع اتباعها لنظام معدل صرف ثابت، أكثر فعالية وتأثيراً من السياسة النقدية.

الخلاصة: في ضوء النتائج التي تم التوصل اليها، اوصت الدراسة بتعزيز السياسة المالية كأداة رئيسية لتحقيق الأهداف الاقتصادية، وتشدد على أهمية تعزيز التعاون بين السلطتين النقدية والمالية، وعلى الرغم من أنّ السياسة النقدية تبدو أقل فعالية في السياق الحالي، إلا أنّ دورها في تعزيز الاستقرار النقدي من خلال استهدافها سعرَ صرف ثابتاً لا يقل أهمية عن مساهمتها في تعزيز النمو الاقتصادي بشكل مباشر.

الكلمات الدالة: السياسة النقدية، السياسة المالية، نموذج مندل - فلمينج، خوارزمية الإنحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف.

1- المقدمة

تُعد السياستان النقدية والمالية من أهم السياسات الاقتصادية وأكثرها تأثيراً على الأدء الاقتصادي؛ تتعلق السياسة النقدية بالتحكم في كمية النقد ومعدل الفائدة ومعدل صرف العملة، بينما تُعنى السياسة المالية بالإنفاق والضرائب والديون الحكومية. تتمثل الأهداف الرئيسية للسياسة المالية في تحقيق الاستقرار في المالية العامة، وتهيئة البيئة الاقتصادية اللازمة لتحقيق تنمية اقتصادية حقيقية تتضمن إعادة توزيع الموارد الاقتصادية بما يقود إلى إحداث تغييرات إيجابية تعزز النمو الاقتصادي والتوظيف والعدالة في توزيع الدخل من جهة، والتوازن الخارجي من جهة أخرى. أما السياسة النقدية فتختلف أهدافها في الدول المتقدمة عنها في الدول النامية، إذ تقتصر في الدول المتقدمة على هدف واحد هو تحقيق الاستقرار النقدي. أما بالنسبة للدول النامية، فقد تعددت الأهداف التي تصبو إليها هذه السياسة، وأهمها: رفع معدلات النمو وتحقيق استقرار الأسعار والتشغيل الكامل وتحقيق التوازن الخارجي (International Monetary Fund, 2009).

ولدراسة أثر السياسة النقدية والسياسة المالية على الأداء الاقتصادي الأردني سيتم نمذجتة باستخدام نموذج مندل - فلمينج (Mundell-Fleming Model). هذا النموذج هو الأكثر شهرة في الاقتصاد الكلي الدولي، إذ اجتذب هذا النموذج الكثير من التطبيقات لأهميته في تحليل التفاعل بين الاقتصاد المحلي والاقتصاد الدولي وما لهذا التفاعل من تأثير على فاعلية السياستين النقدية والمالية التي تنتهجها الاقتصادات المحلية (Mankiw, 2019). وبناءً على معطيات نموذج مندل - فلمينج، تشير الاستنتاجات النظرية إلى أنه من المستحيل لأي اقتصاد أن يحقق الأهداف الثلاثة التالية بشكل متزامن وهي: معدل صرف ثابت، وحركة رأس مال حرة، وسياسة نقدية مستقلة، ولذلك يُطلق عليها بـ"الثالوث المستحيل"، أو "الثالوث المتضارب" ، أو "الثالوث غير المتسق" أو "ثلاثية مندل - فلمينج". ويشير هذا المفهوم إلى أنّ الدول التي تحاول تحقيق هذه الأهداف في آن واحد، سوف تواجه تحديات في سياساتها الاقتصادية. على سبيل المثال، إذا قررت دولة اتباعَ نظام صرف ثابت، فإنها تحتاج إلى السيطرة على معدل صرف العملة، الأمر الذي يسلبها القدرة على فرض سياسة نقدية مستقلة. وإذا قررت الدولة تحرير حركة رؤوس الأموال الدولية، فإنها ستفقد القدرة في السيطرة على معدل صرف ثابت لعملتها. بشكل عام، يشير مفهوم الثالوث المستحيل إلى أنّ على الدول التضحية بواحد (أو اثنين) من الأهداف الثلاثة لتحقيق الأهداف الأخرى. وعلى الرغم من أنّ الأهداف التي تختارها الدول تعتمد على الظروف المحلية والعالمية، فإنّ الثالوث المستحيل يبقى قضية حيوية في السياسات الاقتصادية الحديثة، (Mishkin, 2007).

تتناول الدراسة الحالية بالتحليل فاعلية السياستين النقدية والمالية التي ينتهجها واضعو السياسات في الأردن على الأداء الاقتصادي الأردني باستخدام نموذج مندل – فلمينج، آخذين بالاعتبار ما يتواءم من افتراضات تتناسب مع الخصائص والسياسات الاقتصادية المتبعة، إذ يتناسب الاقتصاد الأردني مع مثل هذا النموذج انطلاقاً من كونه اقتصاداً صغيراً مفتوحاً على العالم الخارجي إضافة إلى ربطه للدينار الأردني بمعدل صرف ثابت مع الدولار الأمريكي.

وفيما يلي من البحث سيتم تناول البُعدين النظري والتطبيقي لنموذج الدراسة، فيما سيُبحث وضع السياسة المالية والنقدية في الاردن في المبحث الثالث. أما نموذج الدراسة ومنهجيتها فيتناوله المبحث الرابع، فيما سيتناول المبحث الخامس نتائج التحليل القياسي. وأخيراً سيتم تناول النتائج والتوصيات في المبحث السادس.

2- الإطار النظري والدراسات السابقة

2-1 البُعد النظري

نموذج مندل - فلمينج هو نموذج اقتصادي وضعه روبرت مندل وماركوس فلمينج ويعرف باسم نموذج IS-LM-BP. يعتبر هذا النموذج امتداداً لنموذج IS-LM، حيث أدرك مندل وفلمينج أنّ نموذج IS-LM غير كافٍ ، ولا يمكن تطبيقه على اقتصاد مفتوح يخضع لتقلبات العملة والتغيرات في معدل الصرف الحقيقي والتدفق الحرّ لرأس المال. ومن أجل التغلب على المشكلة، أضاف مندل منحنى التوازن في ميزان المدفوعات BP. وأثبت روبرت مندل وماركوس فلمينج أنّ درجة حرية انتقال التدفقات الرأسمالية الدولية واختيار سياسة الصرف الأجنبي يُغيّران من نتائج نموذج IS -LM. كما جادلا بأنّ اختيار سياسة معدل الصرف الأجنبي لها تاثيرات ذات أهمية بالغة على فاعلية السياسات الاقتصادية المالية والنقدية. وعليه، وفي ظل التطورات الراهنة وما جلبته العولمة معها من حرية تسمح بتدفق رؤوس الأموال عبر الحدود من ناحية، وانفتاح الاقتصادات الموسع على بيئة التمويل الدولي من ناحية أخرى، أصبح من المهم الجمع الصحيح بين السياسات الاقتصادية الخارجية والسياسات الاقتصادية المحلية (Young & Darity, 2004) . وفيما يلي سنستعرض التوازن في الأبعاد الثلاثة التي يتناولها نموذج مندل - فلمينج وهي: سوق السلع والخدمات ، وسوق النقود ، وميزان المدفوعات.

2-1-1 التوازن في سوق السلع والخدمات (العلاقة IS)

يمثل منحنى IS التوازن في سوق السلع والخدمات، ويُعرّف بأنه التوليفات من الناتج الحقيقي (Y) ومعدل الفائدة (i) التي تجعل الإنفاق الكلي على السلع والخدمات مساوياً للمعروض الكلي من السلع والخدمات المنتجة في اقتصاد دولة ما. ويمثل الإنفاق الكلي صافي مجموع ما أنفقه القطاع المنزلي

(C) وقطاع الأعمال (I) والقطاع الحكومي (G) وصافي القطاع الخارجي (NX) من الدخل الناتج عن توظيف عناصر الإنتاج في انتاج المعروض من السلع والخدمات في هذا الاقتصاد. ويمثل هذا التوازن بالمعادلة التالية:

$$Y = C + I + G + NX \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

كما وتشير علاقة IS إلى أنّ ما يتسرب من دائرة إنفاق القطاعات الاقتصادية في صورة مدخرات وضرائب والمستوردات (leakages) تعود لتنفق من قبل هذه القطاعات على السلع والخدمات في صورة تدفقات من قبل هذه القطاعات (injection). بتعبير أدق، وباعتبار أنّ (S) تُمثّل الادخار المحلي و (T) تمثل الضرائب و (IM) تمثل المستوردات، فمجموعها يمثل الدخل المكتسب الذي لم يتم إنفاقه على السلع والخدمات المنتجة محلياً - التسربات leakages. في المقابل يتم تُمثَل التدفقات injections من خلال مجموع الإنفاق الاستثماري (I) والإنفاق الحكومي (G) والصادرات (X) كدخل لم يستهلك من القطاع المنزلي. وعلى ضوء ذلك يمثل التوازن من خلال المعادلة التالية:

$$S + T + IM = I + G + X \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

الحالة العامة لعلاقة IS أنها سالبة الميل، إذ تشير إلى أنّ ارتفاع معدل الفائدة يخفض الاستثمار (كأحد مكونات الإنفاق)، والذي بدوره يخفض الإنفاق الكلي، الأمر الذي يتطلب انخفاض الإنتاج (الدخل) لإعادة التوازن لسوق السلع والخدمات.

2-1-2 التوازن في سوق النقود (العلاقة LM)

يمثل منحنى LM التوازن في سوق النقود. ويعرّف بأنه التوليفات من الدخل الحقيقي (Y) ومعدل الفائدة (i) والتي توازن بين طلب النقود وعرضها. ويتصاعد منحنى LM من الأسفل إلى الأعلى ومن اليسار إلى اليمين. وتشتق العلاقة بافتراض أنّ طلب النقود يعتمد على الدخل ويرتبط به بعلاقة طردية وعلى معدل الفائدة ويرتبط به بعلاقة عكسية، في حين يفترض النموذج أنّ عرض النقود ثابت، انطلاقاً من مقدرة السلطة النقدية المطلق في التحكم بالمعروض النقدي باستخدام أدواتها النقدية. وتأتي العلاقة العكسية بين معدل الفائدة وكمية الأموال المطلوبة من الإفتراض بأنّ النقود لا تُدِرُّ عائداً على حاملها، في حين يحصل حامل بدائلها من الأصول المالية (مثل السندات والأسهم) على عائد. وهذا يشير إلى أنّ معدل الفائدة يمثل تكلفة الفرصة البديلة لحيازة النقود. وبناءً على ذلك، واستناداً إلى نظرية كينز في الطلب على النقود، فإنّ ارتفاع معدل الفائدة يقلل حيازة النقود ويُستبدل المُحرر منها بأصول مالية تُدرُّعوائد نقدية، (Krugman & Obstfeld, 2009).

الحالة العامة لعلاقة LM أنها موجبة الميل وتشير إلى أنّ ارتفاع الإنتاج (وبالتالي الدخل) يرفع الطلب على النقود بمقدار معين، الأمر الذي يستدعي ارتفاع معدل الفائدة بمقدارٍ كافٍ لتخفيض المطلوب النقدي بنفس المقدار، ليعود لمساواة المعروض النقدي الثابت.

2-1-3 التوازن في ميزان المدفوعات (BP)

يعطي منحنى BP توليفات من i و Y التي تجعل ميزان المدفوعات في حالة توازن. يتم رسم منحنى BP لمستويات محددة من السعر المحلي ومعدل الصرف وصافي الدين الخارجي. يحدث التوازن في ميزان المدفوعات عندما يكون فائض الحساب الجاري مساوياً لعجز حساب رأس المال أو العكس. وبالتالي، إذا كان الحساب الجاري في حالة عجز، فلا بد أن يوازن بفائضٍ مساوٍ في حساب رأس المال ليكون ميزان المدفوعات في حالة توازن، (Stern, 2017).

ولاشتقاق منحنى التوازن في ميزان المدفوعات (BP) يفترض النموذج أنّ معدل الفائدة المرتفع في الاقتصاد المحلي يجذب المستثمرين الأجانب ويقلل من عجز حساب رأس المال، كما يفترض أنّ رأس المال لديه الحرّية الكاملة في الحركة، عند أيّ مستوى من مستويات الدخل، وبالتالي فإنّ أيّ انحراف في معدل الفائدة المحلي عن معدل الفائدة الأجنبي يقود المستثمرين إلى الاحتفاظ بالأصول ذات العائد المرتفع فقط ، ولذلك يصبح منحنى BP أفقيا. أما في حالة وجود بعض القيود على حرية حركة رأس المال فإنّ منحنى BP سيصبح مائلًا إلى الأعلى (موجب الميل). في المقابل، إذا كان هناك العديد من القيود التي تمنع حركة رأس المال فإنّ منحنىBP سيصبح قريبا من الوضع الرأسي، (Edwards, 1994).

2-1-4 التوازن العام

يتطلب التوازن الكلي في الاقتصاد في ضوء نموذج مندل - فليمنج أن يكون سوق السلع والخدمات وسوق النقود وميزان المدفوعات جميعها في حالة توازن، وهذا يحدث عندما تتقاطع منحنيات IS و LM و BP عند مستوى توازن مشترك لسعر الفائدة والدخل.

وبناءً على ما سبق، يُظهر نموذج مندل – فليمنج أنّ تأثير وفاعلية السياسات الاقتصادية المالية أو النقدية المتبعة من قبل أيّ اقتصاد صغير مفتوح على المتغيرات الاقتصادية الكلية تعتمد على نظام معدل الصرف المتبع في هذا الاقتصاد.

2-2 الدراسات السابقة .

ناقش العديد من الباحثين فاعلية السياستين المالية والنقدية في الاقتصاد من خلال نموذج مندل - فلمينج. فقد تناولت دراسة (Putri, 2017)، فاعلية السياستين المالية والنقدية في إندونيسيا، والتي تُعد اقتصادًا صغيرًا مفتوحًا لا يتمتع بحركة رأس مال ملائمة حسب ما يراه أصحاب القرار، باستخدام نموذج مندل - فلمينج. وقد تم استخدام نموذج المربعات الصغرى ذي المرحلتين (TSLS) في التقدير القياسي. توصلت الدراسة الى أنّ السياسة النقدية أكثر فاعلية من السياسة المالية، إذ وجدت أنّ مضاعف السياسة النقدية أكبر من مضاعف السياسة المالية. في حين قامت دراسة (Huh, 1999) بتطبيق نموذج مندل - فلمينج على الاقتصاد الأسترالي، حيث معدل الصرف مَرِنٌ وحرّ الحركة وقد توافقت نتائجه مع تنبؤات نموذج مندل - فلمينج. وجدت هذه الدراسة أنّ السياسة النقدية التوسعية تؤدي إلى انخفاض دائم في قيمة العملة وزيادة مؤقتة في الإنتاج. كما وجدت أنّ الزيادة في الطلب على النقود تؤدي إلى ارتفاع قيمة العملة بينما يؤدي ارتفاع معدل الفائدة العالمي إلى انخفاض قيمتها. وفي تطبيقات أخرى لهذا النموذج، استخدمت دراسة (Skilos, 1988) نموذج مندل - فلمينج للتحقق من إمكانية وجود علاقة إيجابية بين العجز الحكومي والعجز التجاري في كندا انطلاقا من وجهة النظر التقليدية لنموذج مندل - فليمنج والتي ترى أنّ الزيادة في العجز المالي الحكومي يقود إلى ارتفاع معدل الفائدة ورفع قيمة العملة وتقليل الصادرات وبالتالي زيادة العجز التجاري. تبين أنه لا توجد علاقة إيجابية بين معدل الفائدة والعجز التجاري.

كما تناول العديد من الباحثين فاعلية السياسة المالية والنقدية من خلال تطبيق نموذج IS - LM، حيث بحثت دراسة (Yu Hsing, 2020) أثر السياستين المالية والنقدية على الناتج المحلي الإجمالي في جنوب أفريقيا. تمّ تقدير النموذج قياسيا باستخدام نموذج EGARCH. تبين أنّ السياسة المالية التوسعية تُخفّض الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي؛ في حين أنّ السياسة النقدية التوسعية تزيد الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، أي أنّ للسياسة النقدية دوراً أكثر أهمية من السياسة المالية. كما بحثت دراسة (Saturator, 2020) في فاعلية السياسة النقدية والسياسة المالية في أوزبكستان من خلال تطبيق نفس النموذج ولكن باستخدام المربعات الصغرى العادية (OLS) وذلك لتحديد معدل الفائدة التوازني. أظهرت النتائج أنّ معدل الفائدة التوازني طويل المدى لفترة الدراسة لأوزبكستان يساوي 22%. كما طبقت دراسة (Jianxin& Lianghai, 2014) نموذج مندل - فليمنج على الاقتصاد الصيني، حيث قامت بتعديل نموذج مندل - فليمنج التقليدي وتحليل فعالية السياسات المالية والنقدية تحت أنظمة سعر الصرف المختلفة، واشارت النتائج إلى أنّ السياسة النقدية في نظام سعر الصرف الثابت تسبب عدم الاستقرار الاقتصادي، مما يجعل التدخل السياسي أكثر تعقيدًا، وفي هذه الحالة أظهرت السياسة المالية نتائج جيدة فقط عند التنسيق الإيجابي مع السياسة النقدية. ومن التطبيقات الحديثة أيضا لنموذج مندل فليمنغ تناول بحث (Borzenko & Hlazova, 2022) الأثر المتنامي للرقمنة على التطور الاقتصادي العالمي والتحديات التي تطرحها الرقمنة على النماذج الاقتصادية التقليدية مثل نموذج مندل-فليمنغ. وأظهر البحث كيف تعتبر الرقمنة أداة حاسمة لتعزيز التطور الاقتصادي والابتكار، والتحولات في العلاقات الاقتصادية بشكل عام. وأشار البحث إلى فرضية الثالوث المستحيل في نموذج مندل-فليمنغ ونقص البحث حول حلولها، واقترح الباحثان استخدام الرقمنة كوسيلة لحل هذه المعضلة واستخدمت الورقة منهجية بحثية تعتمد على مبادئ علمية متنوعة مثل الاستقراء والاستنباط والأساليب الرياضية والمقارنة. وأستند التحليل على البيانات الاقتصادية الحديثة والاتجاهات العالمية للرقمنة، مع التركيز على الخصوصيات الخاصة بالرقمنة في الاقتصاد الأوكراني. كما سلط البحث الضوء أيضًا على تطبيقات الرقمنة في قطاع المصارف. ,يُعتبر هذا البحث مساهمة مهمة في فهم تأثير الرقمنة على الاقتصاد العالمي وتحليل تأثيرها على النماذج الاقتصادية التقليدية. كما طبقت دراسة (Bastav, 2022) نموذج مندل - فليمنج على الاقتصاد التركي خلال الفترة 2003-2021 وقارنت النتائج مع دراسة سابقة طبقت خلال الفترة 1990-2002 وبينت النتائج التي توصلت اليها الدراسة أنّه في فترة التسعينات سادت السياسات المالية في مساهمتها في رفع الطلب، بينما في فترة الألفية، كانت فعالية السياسة النقدية واضحة في القطاع الحقيقي. واشارت الدراسة إلى أنّ إحدى العيوب للنموذج هي طبيعته الثابتة (Static) التي لا تأخذ في الاعتبار التغيرات المستقبلية والماضية مقارنة بالنماذج الرائجة في الوقت الحاضر.

وفي حال تطبيق نموذج دورة الأعمال الحقيقية (Real Business cycle RBC)، والامتدادات المختلفة لنموذج IS-LM والنماذج الاقتصادية المختلفة لتقدير مدى فاعلية السياستين النقدية والمالية استخدمت دراسة (Gali, 1992) نموذج IS-LM-Phillips ونموذج SVAR في تفسير أثر صدمات العرض على الإنتاج ومستوى الأسعار ومعدلات الفائدة في الولايات المتحدة. تبين من الدراسة أنّ صدمات العرض ساهمت بشكل كبير في تفسير نسبة كبيرة من تقلبات الإنتاج في الأمد القصير. كما وقامت دراسة (Moreno, 1992) بفحص أثر صدمات الاقتصاد الكلي ودورات الأعمال في أستراليا ، وتبين أنّ صدمات الطلب أدت إلى زيادة الإنتاج الكلي بشكل مؤقت والأسعار بشكل دائم ، وأنّ الصدمات التكنولوجية هيمنت على صدمات العرض، ورفعت الإنتاج الكلي، وخفضت الأسعار.

كما هدفت دراسة (Jeong et al. , 2017) إلى بحث آثار صدمات الإنفاق الحكومي على مختلف المتغيرات الكلية الرئيسية في الصين وكوريا واليابان باستخدام نماذج VAR الهيكلية وبينت النتائج التجريبية الرئيسية أنّ مضاعفات الإنفاق الحكومي في البلدان الثلاثة أكبر بكثير من 1 في السنوات الأخيرة، وأنّ فاعلية السياسة المالية في الصين لم تتغير بشكل ملحوظ، في حين أنها ارتفعت بشكل كبير في كوريا (بعد الأزمة المالية الآسيوية). وقد بينت

النتائج أنّ الارتفاع في فاعلية السياسة المالية يرتبط بالتغيرات في الأنظمة والسياسات النقدية وسياسة معدلات الصرف والمؤسسات في هذه البلدان.

كما بحثت دراسة (Indalmanie, 2016) فاعلية السياستين النقدية والمالية في تحفيز الإنتاج الحقيقي من خلال تقدير أثر التغيرات في كل من عرض النقود والإنفاق الحكومي على الإنتاج الحقيقي في اقتصاد دولة جامايكا. استخدمت الدراسة معادلة سانت لويس المعدّلة ضمن إطار نموذج (VAR). وقد تمّ استخدام دوال الاستجابة الفعّالة (IRF) لهذه الغاية. أظهرت النتائج تشابه السياستين في التأثير على الإنتاج ، كما أظهرت دوال الاستجابة الفعالة أنّ الإنفاق الحكومي له تأثير إيجابي أوّليّ قبل أن يتحول إلى تأثير سلبي، في حين أن ّعرض النقود يؤثر على الإنتاج بطريقة إيجابية طوال الفترة الزمنية.

كما بحثت دراسة (Muhammad et al., 2009) في العلاقة طويلة المدى بين كل من عرض النقود الواسع (M2) والإنفاق الحكومي والنمو الاقتصادي في باكستان للفترة من 1977 إلى 2007 باستخدام اختبار جرينجر في السببية واختبارات التكامل المشترك. أظهرت النتائج وجود علاقة سلبية طويلة المدى بين الإنفاق الحكومي والنمو الاقتصادي وعلاقة إيجابية بين عرض النقود والنمو الاقتصادي. من ناحيته أوصى صندوق النقد الدولي في تقريره الصادر عن آفاق الاقتصاد العالمي لعام 2009، بضرورة أن تدعم كل من السياستين النقدية والمالية الطلب الكلي، من خلال الأدوات المتاحة لكل منهما مع وضع استراتيجيات تضمن استمرارية أوضاع المالية العامة على المدى الطويل، (International Monetary Fund, 2009).

أما فيما يتعلق بالدراسات حول فاعلية السياسات النقدية والمالية في الأردن، فقد هدفت دراسة (Al-Zoubi et al. ,2013) إلى تحليل التفاعل الديناميكي بين السياسة النقدية والسياسة المالية في الأردن، وتقييم كيفية استجابة السياستين لبعضهما وللتحركات في النمو الاقتصادي والتضخم وذلك باستخدام نموذج (VECM). أشارت الدراسة إلى أنّ التنسيق بين السياسة النقدية والمالية له دور هام في تعزيز النمو الاقتصادي ، وأنّ كلتا السياستين مرتبطتان بشكل كبير. وفيما يتعلق بالنمو الاقتصادي، أظهرت النتائج أنّ أيّ صدمة إيجابية في معدل نمو الناتج تؤدي إلى ارتفاع معدل الفائدة وانخفاض العجز الحكومي. وبالنسبة للتضخم، أظهرت النتائج أن أي صدمة إيجابية في التضخم تؤدي إلى زيادة في معدل الفائدة الاسمية والعجز الحكومي. كما هدفت دراسة (Fseifes & Alhaj Yousef, 2022) إلى التحقق من فاعلية السياسة النقدية ودور النقود في النمو الاقتصادي وتحقيق الاستقرار الاقتصادي في الأردن. استخدمت الدراسة بيانات ربع سنوية للفترة 1992-2019. وبتطبيق نموذجي FMOLS وVECM القياسيين تبين أنّ هنالك أثراً إيجابياً للنقود على الناتج المحلي الحقيقي في الأردن في الأجلين القصير والطويل.

كما قامت دراسة (شواقفة ,2011) بقياس أثر المعروض النقدي (M2) والمستوى العام للأسعار على الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي في الأردن وذلك باستخدام بيانات ربع سنوية للفترة 1993-2009. تم تطبيق نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) والذي أظهر وجود علاقة سببية طويلة الأمد تتجه من المعروض النقدي إلى الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي دون أي تأثير ملحوظ في الأجل القصير. كما وجدت الدراسة أنّ التغيرات في مستوى الأسعار كان لها تأثير سلبي في الأمد القصير على الناتج الحقيقي. كما وُجد أنّ العلاقة السببية بين المتغيرات تتجه من المعروض النقدي ومستوى الأسعار إلى الناتج الحقيقي. علاوة على ذلك، قام (السواعي، 2017) باختبار العلاقة السببية بين الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي والمعروض النقدي (M2) والأسعار في الأجلين القصير والطويل باستخدام نموذج VECM وبيانات ربع سنوية للأردن للفترة 1992-2014. وقد وُجد أنّ هنالك علاقة قصيرة الأجل بين المتغيرات.

3- السياسة النقدية والسياسة المالية في الأردن

يُنفذ البنك المركزي الأردني ويدير السياسة النقدية في الأردن من خلال مجموعة من الإجراءات والتدابير التي يتخذها للتأثير في عرض النقود ومعدلات الفائدة بهدف الحفاظ على الاستقرار النقدي. ويقصد بالاستقرار النقدي استقرار مستوى الأسعار ومعدل صرف الدينار الأردني بالإضافة إلى المساهمة في تحقيق الاستقرار المصرفي والمالي في الأردن. علاوة على ذلك، يهدف البنك المركزي الأردني إلى المساهمة في النمو الاقتصادي وفقًا للسياسات الاقتصادية العامة للأردن.

مرت السياسة النقدية في الأردن بمرحلتين رئيسيتين، المرحلة الأولى استمرت من تأسيس البنك المركزي الأردني في عام 1964 حتى أزمة معدل الصرف في عام 1989. كانت هذه المرحلة تتميز بالتدخل المباشر واستخدام ضوابط مباشرة ومتطلبات احتياطية عالية. وبالنسبة للسياسة النقدية في هذه المرحلة فقد كانت في الغالب سلبية حيادية، وكانت سياسات البنك المركزي الأردني محدودة القدرة في التأثير على الظروف النقدية والمالية في الأردن. أما المرحلة الثانية فقد بدأت في عام 1990 وما زالت مستمرة إلى الآن. تميزت هذه المرحلة بالانتقال إلى توجيه السياسة النقدية نحو قوى السوق ومن خلال إزالة القيود على معدلات الإيداع والإقراض المتبعة من قبل البنوك التجارية (Maziad, 2009).

وبخصوص السياسة النقدية المتبعة حالياً، يقوم البنك المركزي بتنفيذ هذه السياسة ويستجيب باستمرار للضغوط الاقتصادية الناتجة عن الأزمات العالمية والإقليمية من خلال استخدام مجموعة من الأدوات النقدية، وتشمل هذه الأدوات معدل إعادة الخصم، معدل اتفاقيات إعادة الشراء (الريبو)، معدل فائدة نافذة الإيداع، نسبة الاحتياطي الإلزامي، ومعدل فائدة الإقراض بين البنوك. يمثل معدل إعادة الخصم معدل الفائدة الذي تفرضه البنوك المركزية على البنوك التجارية عندما تقدم لها قروضا قصيرة الأجل، بينما يمثل معدل اتفاقيات إعادة الشراء (الريبو) معدل الفائدة الذي يتقاضاه البنك المركزي من البنوك التجارية عند اقتراضها أموالًا قصيرة الأجل. أما معدل نافذة الإيداع فهو معدل فائدة يتحكم به البنك المركزي

ويسمح للمؤسسات المؤهلة بالاقتراض منه، ولفترات قصيرة في العادة، وذلك تلبيةً لنقص السيولة الناتج عن اضطرابات داخلية أو خارجية. وبخصوص نسبة الاحتياطي الإلزامي فهو نسبة من الودائع (جارية أو زمنية) يفرضها البنك المركزي على البنوك التجارية للاحتفاظ بها كاحتياطي وعدم إقراضه. أما معدل الإقراض بين البنوك، فهو معدل الفائدة الذي يُفرض على القروض قصيرة الأجل التي تمنح بين البنوك (Mugableh, 2019).

وبخصوص سياسة معدل الصرف، فقد اعتمد الأردن نظامَ معدلِ صرفٍ ثابتاً مع الدولار الأمريكي منذ عام 1995. وتنطلق هذه السياسة من كون الاقتصاد الأردني اقتصاداً صغيراً مفتوحاً، تجاريًا وماليًا، على العالم الخارجي، الأمر الذي يجعل أوضاعه النقدية والمالية بشكل خاص، والاقتصادي بشكل عام، أقل عرضة للتقلبات الاقتصادية وأكثر استقراراً منه في حال اتباعه لنظام صرف مرن.(International Monetary Fund, 2022) . ويرى القائمون على السياسة النقدية الأردنية بشكل خاص، والسياسة الاقتصادية بشكل عام، أنّ سياسة تثبيت معدل صرف الدينار الأردني تجاه الدولار الأمريكي لها دور حيوي في تعزيز استقرار الاقتصاد الوطني، ماليًا وتجاريًا، وعلى المستويين الداخلي والخارجي. ومع ذلك، يتيح النظام المتبع للدينار الأردني مجالاً لتقلبات معينة في القيمة مقابل سلة محددة من العملات الأجنبية، مما يضفي بعض المرونة في مواكبة التطورات الاقتصادية العالمية. وتعتبر هذه السياسة ضرورية لاستقرار السوق المالي والحفاظ على معدل الصرف الحقيقي والتضخم عند مستويات مقبولة. بالإضافة إلى ذلك، فإنها توفر استقرارًا للأسعار المحلية وتعزز الثقة في الاقتصاد الوطني.

على صعيد السياسة المالية في الأردن، شهد الاقتصاد الأردني تحديات وصدمات عديدة خلال العقود الأربعة الماضية والتي أثرت بشكل سلبي على الوضع المالي للموازنة العامة. ومن بين هذه الصدمات تلك التي حصلت في نهاية الثمانينيات من القرن الماضي ونتج عنها ارتفاع حادٌّ في الدين العام ومعدلات البطالة (Ryan,1998)، والتي على أثرها قام الأردن بتنفيذ سلسلة من البرامج الإصلاحية مع صندوق النقد الدولي خلال الفترة من عام 1990 إلى عام 2004. وقد تضمنت هذه البرامج ضبط وترشيد النفقات العامة وتعزيز الإيرادات، إضافةً إلى إعادة هيكلة الاقتصاد الوطني وبما يسمح لإعطاء دور أكبر للقطاع الخاص في تعزيز قدرات القطاعات الاقتصادية المختلفة على الإنتاج والتوظيف. ومن أبرز نشاطات الحكومة ضمن الخطة الإصلاحية كان تبني برنامج الخصخصة الذي شرعت الحكومة الأردنية بالتوجه نحوه منذ عام 1996 (الرواشدة و آخرون ، 2019) وأتاح المجال لرأس المال المحلي والأجنبي في المشاركة في تخفيف آثار الأزمة وتنشيط الفعالية الاقتصادية.

وقد توالت الأزمات التي أثرت على الاقتصاد الوطني خلال العقدين الماضيين، ففي عام 2008، تأثر الأردن بالأزمة المالية العالمية، والتي كان من تبعاتها ارتفاع أسعار النفط وارتفاع الأسعار وانخفاض الناتج. وقد استمر تأثير الأزمة السلبي على الاقتصاد الأردني لتتداخل تأثيراتها مع تأثير التوترات السياسية في المنطقة في عام 2011 والتي استقبل فيها الأردن، بموارده المحدودة، أكثر من 1.3 مليون لاجئ سوري، مما أدى إلى زيادة الضغط على الخدمات الحكومية الأمر الذي أدى إلى ارتفاع الإنفاق العـــام، ليرتفع العجز المالي والدين العام، (Ahid & Augustine, 2012). وقد كان لهذه الأحداث تأثير سلبي كبير على الأداء الاقتصادي ممثلاً بالنمو والتوظيف خلال السنوات التالية وليزداد الوضع سوءاً بحلول جائحة كوفيد-19 في نهاية الربع الأول من عام 2020، لينكمش الاقتصاد للمرة الأولى منذ 1989، وبمعدل نمـــو قدره -6.1% (International Monetary Fund, 2021). هذه الأحداث أدت إلى ارتفاع عجز الموازنة العامة بشكل كبير، وارتفع كلٌّ من عجز الحساب الجاري والدين العام بشكل حاد.

4- المنهجية ونموذج الدراسة

4-1 المنهجية

لتقدير العلاقات قياسياً بين متغيرات النموذج السابق وبيان مدى تأثير كل من السياستين المالية والنقدية وغيرها من المتغيرات على الأداء الاقتصادي (ممثلاً بالناتج المحلي الإجمالي الحقيقي)، تمّ الاعتماد على سلسلة من البيانات الخاصة بالاقتصاد الأردني والتي تم الحصول عليها من قاعدة بيانات البنك المركزي الأردني وقاعدة بيانات البنك الدولي بالإضافة الى بعض البيانات من دائرة الإحصاءات العامة الأردنية، كما تم الحصول على البيانات الخاصة بسعر الصرف الحقيقي الفعال من قاعدة بيانات معنية بنشر بيانات سعر الصرف الحقيقي الفعال ل 113 دولة وتسمى ب bruegel ، ومن إجل التقدير القياســـي، تمّ الاعتماد على شبكات العصب الاصطنــاعي ((Artificial neural network (ANN) في تطبيق خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف((Supervised Machine learning / Multiple Regression Algorithm (SML/MRA) لتحليل البيانات وتقدير معلمات النموذج باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. وتعتبر هذه الطريقة التحليلية حديثة ومتطورة ومبتكرة، إذ تجمع بين مزايا الانحدار المتعدد التقليدي وقوة التحليل الدقيق التي تقدمها تقنيات الذكاء الاصطناعي[1].

[1] في ملحق رقم 1 تم توضيح جميع المفاهيم المتعلقة بطريقة التحليل المتبعة في البحث

تعتمد تقنيات الذكاء الاصطناعي على محاكاة العمليات الذهنية واتخاذ القرارات بشكل مشابه لعملية التفكير البشري. وتساعد هذه التقنيات في تحسين دقة تحليل الانحدار وتوقع النتائج بشكل أفضل. كما وتشمل تقنيات الذكاء الاصطناعي العديد من الفروع مثل الشبكات العصبية والتعلم العميق والتعلم الآلي.

وبناءً على ما سبق، يتضمن تطبيق خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشـــراف(SML/MRA) العثور على مجموعة من الدوال الخطية البسيطة التي تؤدي في مجملها إلى تمثيل البيانات الإحصائية أفضل تمثيل، هذا إضافة إلى دقتها الكبيرة في تقدير المعلمات والتي تفوق غيرها من الطرق الإحصائية.

في الدراسة الحالية، تم استخدام الحزمة الحاسوبية بايثون (Python) لإيجاد خطوط الانحدار المتعدد. ولعمل ذلك، تم الاستعانة بمجموعة من المكتبات الموجودة في Python، وهي:

- scikit-learn: وهي مكتبة تُستخدم عادة في تطبيقات التعلم الآلي، وتحتوي على عدد من البرمجيات الرياضية والإحصائية المختلفة.
- py-earth: وهي مكتبة مفتوحة المصدر لتطبيق خوارزمية الانحدار المتعدد، وتحتوي على العديد من الوظائف المفيدة لبناء النماذج الإحصائية.

ولتطبيق خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف (SML/MRA) باستخدام هذه المكتبات، تم استخدام الوظائف المتاحة في كل منها لتحميل البيانات وفلترتها وتقسيمها إلى مجموعات تدريب واختبار، وتدريب نموذج الانحدار المتعدد.

1-1-4 خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف (SML/MRA) باستخدام شبكات العصب الاصطناعي (ANN).

تمثل شبكات العصب الاصطناعي أداة قوية وفعالة في تحليل الانحدار المتعدد. تساعد هذه التقنية على تحسين دقة التنبؤ والتحليل في مجموعة متنوعة من المجالات. تُظهر العديد من الدراسات أنّ شبكات العصب الاصطناعي قادرة على وتفوق الطرق التقليدية في تحليل الانحدار وكشف المتغيرات ذات الأهمية وتوقع النتائج بشكل أفضل. فهنالك العديد من الدراسات التي قارنت بين الطرق التقليدية وتقنيات الذكاء الاصطناعي، ومنها الدراسة التي أُجريت من قبل (Almorad, 2012) والتي قارنت النتائج المستخرجة من الأساليب التقليدية مع تلك المستخرجة باستخدام الشبكات العصبية وانتهت الدراسة إلى استنتاج أنّ الشبكات العصبية قد قدمت نتائج أفضل في تحليلها.

كما قدمت دراسة (Ali et al., 2013) منهجا جديداً لتحديد العلاقة بين بعض المتغيرات الاقتصادية، والتي هدفت إلى تحليل وتوقع السلوك الاقتصادي من خلال تقدير أثر الاستثمار على الناتج المحلي الإجمالي واستخدمت في هذا السياق نماذج متعددة الأبعاد اعتمدت فيها بشكل كبير على مناهج الشبكات العصبية لتصميم وتدريب النماذج بهدف تقليل الأخطاء وتقييم الدقة، وخصوصا في النماذج غير الخطية.

كما ناقشت دراسة (Mokhade, 2013) خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف (SML/MRA) وذلك لغايات التصنيف والتنبؤ. وناقشت الدراسة الطرق المتبعة لبناء نموذج الانحدار من خلال اختيار أفضل المعلمات والتحقق. كما وضحت مثالًا لتحليل النتائج وناقشت كيفية أنْ يكون النهج المتبع للانحدار أفضل في تعزيز استخدام التعلم الخطي.

كما طبقت دراسة (Kenzhebek et al., 2022) تقنيات التعلم الآلي Machine Learning لإجراء توقعات حول الكميات المتوقعة لإنتاج النفط، باستخدام الانحدار الخطي المتعدد (MRA). وتم استخدام مجموعات البيانات التي تم إنشاؤها من نموذج Buckley-Leverett mathematical model، والذي يتعامل مع مجموعة من المتغيرات الخاصة بإنتاج النفط مِثل لُزوجة المرحلة الزيتية ونفاذية الصخور وغيرها كمدخلات، مع كمية استخراج النفط كمتغير تابع، وتم تقييم أداء خوارزميات الانحدار باستخدام متوسط مربع الخطأ ومعامل التحديد. وحقق النموذج مُعامل تحديد بنسبة 0.96، مما يشير إلى قدرة التنبؤ القوي للنموذج، وأكدت الدراسة على إمكانية استخدام الطرق القائمة على التعلم الآلي في عملية توقع استخراج النفط.

ويوجد العديد من التطبيقات الاقتصادية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي خاصة في مجال التنبؤ، نظرا للقوة التنبؤية لهذه التقنيات، وتحديدا الشبكات العصبية، اذ قامت دراسة (Jamil, 2022) بتطوير نموذج هجين يجمع بين الطرق التقليدية مثل نموذج ARIMA ونموذج الشبكة العصبية من نوع الذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM لتوقع التضخم بحيث يتم استخدام هذا النموذج الهجين لتحسين دقة توقعات التضخم وتحسين الأداء التنبؤي للنموذج. كما وتمت مقارنة أداء النموذج الهجين مع النماذج الفردية ARIMA و الشبكة الاصطناعية LSTM لتوقع التضخم. وتم تقييم الأداء باستخدام مقاييس مثل الخطأ المطلق المتوسط (Mean Absolute Error (MAE) ، وقد اشارت نتائج الدراسة إلى أنّ النموذج الهجين يتفوق على النماذج الفردية في توقع التضخم في كل من الدول المتقدمة والنامية، وقد أظهر أفضل أداء عند استخدام نسبة 90% لبيانات التدريب و 10% لبيانات الاختبار.

كما هدفت الدراسة التي أجراها كل من (Tang et al., 2022) إلى توقع سلاسل زمنية لبيانات مالية باستخدام الشبكات العصبية، وقام الباحثون بدراسة فعالية الشبكات العصبية بتوقع مجموعة من البيانات المالية، وركزت الدراسة على معالجة التحديات التي تواجه توقع البيانات المالية، وقاموا بإجراء اختبارات لقياس دقة التوقع باستخدام مقاييس الأداء المعتمدة مثل الخطأ المطلق المتوسط (Mean Absolute Error MAE). أظهرت النتائج أنّ الشبكات العصبية تقدم توقعات أفضل مقارنةً بالنماذج التقليدية.

أما في حال استخدام الشبكات العصبية لتوقع الناتج المحلي الاجمالي، فهدفت دراسة (Zhang et al., 2022) إلى توقع الناتج المحلي الإجمالي في الصين، باستخدام الشبكة العصبية من نوع الذاكرة طويلة-قصيرة المدى (LSTM) ونموذج ماركوف المخفي للتنبؤ (HMM)، وقارنت الدراسة القوة التنبؤية لـ LSTM-HMM بأنظمة التنبؤ الديناميكية الأخرى وذلك باستخدام مؤشر أسعار المستهلك الشهري والربع سنوي خلال فترة زمنية مدتها عشرُ سنوات، بمعنى آخر تم استخدام التذبذبات في التضخم لتوقع الناتج المحلي الإجمالي. وأشارت النتائج إلى أنه من بين جميع النماذج يعمل LSTM بشكل عام بشكل أفضل من النماذج الأخرى وأنه يمكن تحسين أداء النموذج عندما يتم استخدام بيانات شهرية بدلاً من رُبعية.

كما تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وما يسمى بالتصور (visualization) في دراسة (Ganchev et al.,2020) وذلك لنمذجة ما يعرف بالثالوث المستحيل بواسطة برمجيات الذكاء الاصطناعي، وتم تقسيم الدول المستخدمة في الدراسة إلى مجموعات تضم دول منطقة اليورو، والدول الأوروبية المتقدمة وغير الأوروبية، ودول بريكس، والدول الأوروبية النامية، ومنظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك). وأظهرت النتائج مستوىً عالياً من التأكيد على الثالوث المستحيل للاقتصادات النامية ، إذ كان الهدف من هذا البحث استكشاف صحة الثالوث من خلال تحليل قاعدة بيانات كبيرة باستخدام الذكاء الاصطناعي.

الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) هي نظام معالجة البيانات الذي يحاكي الدماغ البشري لتحقيق أداء مماثل لأداء الإنسان في حل بعض المشاكل. تُعد الشبكات العصبية الاصطناعية جزءاً من مجال الذكاء الاصطناعي، إذ تقدم حلاً بديلاً بالإضافة إلى قدرتها على معالجة البيانات دون شروط مسبقة، محاكية بنية ووظيفة الجهاز العصبي للإنسان، وغالبًا ما يُشار لها باسم Deep Learning (التعلم العميق). والتعلم العميق مجرد اسم جديد لتقنية قديمة في الذكاء الاصطناعي. وتستخدم الشبكات العصبية في العديد من المجالات والتطبيقات، بما في ذلك معالجة الإشارات، والتحكم، والتعرف على الأنماط، والطب، وإنتاج الكلام، وتعرف الكلام. (Agamy& Wahba, 2018).

ومن أجل التقدير القياسي، فإنّ الطريقة المقترحة تتضمن تصميم شبكة اصطناعية مناسبة تحاكي نموذج الانحدار المتعدد الخاضع للإشراف ومن ثم تدريب هذه الشبكة باستخدام البيانات الواردة والمخرجات المتاحة للوصول إلى أوزان (معلمات) قياسية للنموذج. وهذا ما يُسمى بالتدريب الإشرافي. يتم اختبار أداء الشبكة بعد ذلك من خلال معايير محددة. وبعد اجتياز هذه المعايير بنجاح، يمكن استخدام الشبكة لمعايرة النموذج وإجراء التنبؤات.

4-1-2 مراحل بناء النموذج في الشبكات العصبية:

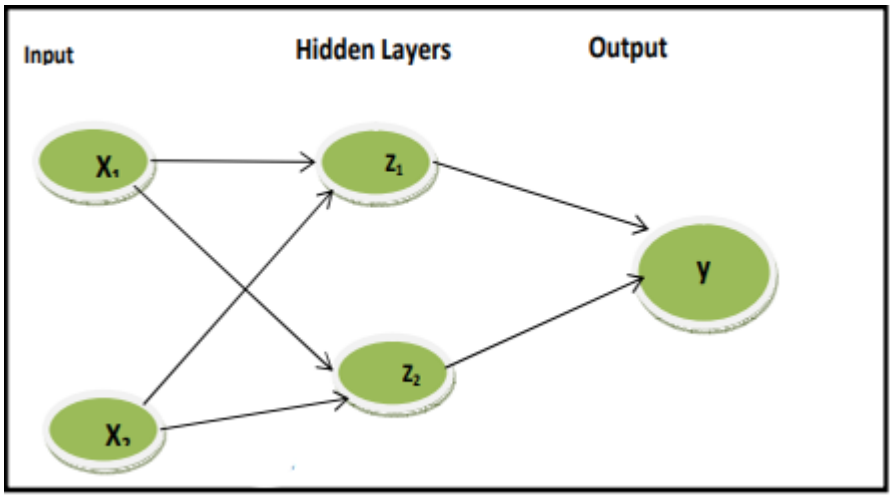
تمر عملية تحليل الانحدار المتعدد باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية بثلاث مراحل وهي تصميم الشبكة العصبية ثم تحديد أوزان الشبكة، ثم اختبار أداء الشبكة.

4-1-2-1 تصميم الشبكة العصبية:

يهدف تصميم الشبكة أو توصيف الهيكل إلى بناء شبكة مناسبة لتحليل الانحدار المتعدد، وتتضمن هذه الشبكة طبقة الإدخال (Input Layer) وطبقة الإخراج (Output Layer) والطبقات الخفية (Hidden Layers) ووظيفة الشبكة والروابط بين الإدخالات والطبقة الخفية والإخراج. تمثل قيم المتغيرات المستقلة المدخلات، بينما تمثل قيمة المتغيرات التابعة المخرجات . كما يتم في هذه المرحلة جمع ومعالجة البيانات لكل من المتغيرات التابعة والمستقلة وذلك باستخدام ما يسمى بالتكييف أو التسوية (Normalization)، أي جعل البيانات الإحصائية أكثر قابلية للاستخدام في البرمجة والتحليل من خلال تحويل البيانات من حالتها الخام إلى حالة معيارية، وذلك بتحويل قيم الإدخال إلى قيم تتراوح من 0 إلى 1 أو -1، بهدف تحقيق نتائج مُثلى وتجنب تأثير القيم الشاذة (Burke & Lgnizio, 1992).

4-1-2-2 تحديد أوزان الشبكة:

إنّ تحديد أوزان الشبكة العصبية في تحليل الانحدار المتعدد يتضمن استخدام خوارزميات التدريب والتحسين لضبط قيم الأوزان (المعلمات) بحيث تكون توقعات الشبكة مماثلة للقيم الفعلية للمتغيرات التابعة. يُظهر الشكل البياني (الشكل رقم 1) نموذج الشبكة العصبية الاصطناعي لتحليل الانحدار المتعدد الخاضع للإشراف. حيث يُمثل X المتغيرات المستقلة المُضمنة في "Input"، ويُمثل Z الطبقات الخفية التي تسمى"Hidden Layers" والتي يتم فيها عملية التدريب وتحديد الأوزان، ويُمثل Y المتغيرات التابعة أو المخرجات "Output".(Agamy & Wahba, 2018) .



الشكل رقم (1): الشبكة العصبية الاصطناعي لتحليل الانحدار المتعدد الخاضع للإشراف

المصدر: ((Agamy & Wahba, (2018)

4-1-2-3 اختبار أداء الشبكة:

يُستخدم العديد من الإحصائيات للتحقق من أداء الشبكة العصبية في تحديد الأوزان، مثل الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الأخطاء المقدّرة (RMSE)، ومتوسط خطأ التقدير المطلق (MAE). في الدراسة الحالية سيتمّ استخدام متوسط مربعات أخطاء التقدير ((Mean Squared Error (MSE) لتقييم نتائج النماذج المقدرة نظرا لانخفاض حساسيته تجاه القيم الشاذة والأخطاء المرتبطة بها. وتقاس الإحصائية MSE على النحوالتالي :

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2 \qquad \text{..... (3)}$$

حيث n هو عدد البيانات في العينة؛ Y_i و$\hat{Y}_i$ يمثلان القيم الفعلية والمقدّرة على التوالي؛ كلما اقتربت قيمة MSE من الصفر كان أداء النموذج في تمثيل البيانات أفضل وأقرب في التقاط العلاقة غير الخطية بين البيانات الفعلية للمتغير التابع وقيمها المتوقعة من التقدير.

4-2 نموذج الدراسة

4-2-1 معادلات التوازن في سوق السلع والخدمات (علاقة IS)

في البداية وحسب ما تمّ طرحه فيما يتعلق بالتوازن في سوق السلع، فإنّ شرط التوازن في سوق السلع والخدمات في الاقتصاد المفتوح هو أنّ الإنتاج أو الدخل (Y) يساوي الطلب على السلع والخدمات. ويمثل الطلب على السلع والخدمات مجموع كل من الاستهلاك والاستثمار والإنفاق الحكومي وصافي الصادرات، ويعبر عن هذه العلاقة من خلال المعادلات التالية:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + X_t - M_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث إنّ: Y الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، C إجمالي الاستهلاك ، I الإستثمار الإجمالي، G الإنفاق الحكومي، X إجمالي الصادرات، M إجمالي المستوردات.

وللتعبير عن دالة الاستهلاك، اعتبر كينز أنّ نفقات الإستهلاك الحالية هي بشكل أساسي دالة مستقرة في الدخل المتاح وترتبط به بعلاقة طردية. فهو يرى أنّ هذه العلاقة تشكل "قاعدة أساسية لأي مجتمع حديث، فعندما يزداد دخل العائلة تزداد نفقاتها الاستهلاكيه"، ويُقصد بالدخل المتاح الحجم الفعلي من الدخل الذي يمكن للأفراد أو الأسر استخدامه أو الادخار منه بعد خصم الضرائب. ويمكن التعبير عن ذلك من خلال المعادلتين التاليتين:

$$C_t = C_0 + C_1 y_{Dt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$y_{Dt} = Y_t - T(Y) = Y_t - (T_0 + t_y Y_t) = (1 - t_y)Y_t - T_0 \dots (6)$$

y_{Dt} تمثل الدخل المتاح، T إجمالي الضريبة، T_0 الإيرادات الإجمالية باستثناء ضريبة الدخل، t_y معدل الضريبة على الدخل.

يُعد الاستثمار أحد العوامل الرئيسية في تعزيز النمو الاقتصادي في الدول، فهو يساهم في تحسين الإنتاجية والابتكار والتوسع الاقتصادي بشكل عام. وتشير دالة الاستثمار في الاقتصاد إلى العلاقة بين مستوى الاستثمار وعدة عوامل أهمها معدل الفائدة والناتج المحلي الإجمالي. ارتفاع معدل الفائدة يقلل جاذبية الاستثمار ويخفضه، أما ارتفاع الناتج المحلي الإجمالي فيعزز الطلب على السلع والخدمات مما يدفع الاستثمار للزيادة. ويمكن التعبير عن دالة الاستثمار على النحو التالي (Greenwood& Huffman, 1988):

$$I_t = I_0 - b_1 Int_t + b_2 Y_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

Int_t : معدل الفائدة الحقيقي. ويقصد بالإنفاق الحكومي المبلغ الذي تنفقه الحكومة على السلع والخدمات والمشاريع العامة، مثل البنية التحتية والصحة والتعليم والأمن والدفاع. وتتمثل أهمية الإنفاق الحكومي في دعم النمو الاقتصادي وتعزيز الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي، وتحسين مستوى المعيشة للمواطنين. يتأثر حجم الإنفاق الحكومي بعدة عوامل، مثل مستوى النمو الاقتصادي والتضخم والحاجة إلى تحسين البنية التحتية والخدمات العامة. ويمكن للإنفاق الحكومي أن يؤثر على الاقتصاد بشكل إيجابي أو سلبي، فعلى سبيل المثال، إذا تم إنفاق الأموال على مشاريع تحسين البنية التحتية، فقد يزيد ذلك من فرص العمل ويساعد على زيادة الإنتاجية وتحسين مستوى المعيشة. ومن الناحية الأخرى، إذا تم إنفاق الأموال على برامج حكومية غير فعالة أو بطريقة غير مستدامة، فقد يؤدي ذلك إلى زيادة الدين الحكومي وتضخم الأسعار، مما قد يؤدي إلى تراجع الأداء الاقتصادي (Barro, 1990)، هذا التأثير، بشكل عام، يعتمد على وضع النشاط الاقتصادي في الدورة الاقتصادية. في هذا النموذج سنفترض أنّ الإنفاق الحكومي يُحدَّد خارجياً، أي:

$$G_t = G_0 \dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

تعتبر الصادرات أحد المحركات الرئيسية للنمو الاقتصادي في الدول، إذ تساهم في زيادة الإنتاج والتشغيل وتحسين الميزان التجاري. يُعبّر عن دالة الصادرات من خلال علاقة رياضية تربط بين حجم الصادرات وعوامل مختلفة أهمها الناتج المحلي الإجمالي للشركاء التجاريين ومعدل صرف العملة الوطنية ومستويات الأسعار المحلية والأجنبية، (Krugman, 1979). في هذا النموذج سنفترض أنّ الصادرات تُمثل بالمعادلة التالية:

$$X_t = X_0 + zreer_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

$reer_t$: سعر الصرف الحقيقي الفعال، اذ إنّ زيادة سعر الصرف الحقيقي الفعال، ستؤثر إيجابا على الصادرات، وللتعبير عن المستوردات تشير النظرية الكينزية إلى أنّ دالة المستوردات تلعب دوراً هاماً في تحديد مستوى الإنفاق الكلي وبالتالي مستوى الناتج في الاقتصاد.

ويعبر عن دالة المستوردات بالعلاقة بين مستوى المستوردات والعوامل المؤثرة عليها، وسيتم تمثيلها في النموذج كالتالي:

$$M_t = M_0 + mY_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

حيث تعبر M عن مستوى المستوردات و Y عن مستوى الناتج. وتشير النظرية الكينزية إلى أنّ زيادة مستوى الناتج يؤدي إلى زيادة مستوى المستوردات في الاقتصاد، إذ يزيد الإنفاق الاستهلاكي والاستثماري على السلع المستوردة. وتؤدي زيادة مستوى المستوردات إلى تراجع مستوى الإنفاق الكلي في الاقتصاد (Keynes, 1964).

2-2-4 معادلات التوازن في سوق النقود (علاقة LM)

كما تم آنفاً، يُشار إلى التوازن في سوق النقود بالعلاقة LM، والتي تعبر عن التوازن بين العرض الكلي للنقود والطلب الكلي عليها في الاقتصاد. تصف معادلة الطلب على النقود العلاقة بين الطلب على النقود وعوامل متعددة أهمها الناتج المحلي ومعدل الفائدة. أما فيما يتعلق بالعرض النقدي، فسيتم الافتراض بأنه ثابت في الاقتصاد على المدى القصير، ويحدد خارجيا من قبل السُلطة النقدية (Woodford& Walsh, 2005) . نموذج سوق النقود ممثل بالمعادلات الثلاثة التالية:

$$M_S = M_d \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (11)$$

$$M_S = \overline{M_{S_0}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (12)$$

$$M_d = kY_t - hInt_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (13)$$

M_S: عرض النقود. M_d الطلب على النقود.

3-2-4 معادلات ميزان المدفوعات

سيتم التعبير عن معادلات ميزان المدفوعات من خلال دالتي الحساب الجاري والحساب الرأسمالي. تشير الدراسات النظرية إلى أنّ دالة الحساب الجاري تعتمد على متغيري معدل الصرف والدخل. إذ إنّ ارتفاع معدل الصرف (انخفاض قيمة العملة) يولّد فائضاً في الحساب الجاري وبالتالي في ميزان المدفوعات، أما ارتفاع الدخل فيولّد عجزاً من خلال زيادة المستوردات. وبخصوص الحساب الرأسمالي، فإنّ ارتفاع كلٍّ من معدل الفائدة والدخل يولّد فائضاً في هذا الحساب وبالتالي ميزان المدفوعات. ويمكن التعبير عن الحسابين رياضياً على النحو التالي:

$$CA_t = j_0 + j_1 reer_t + j_2 Y_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (14)$$

$$FA_t = F_0 + F_1 Int_t + F_2 Y_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (15)$$

$$CA_t = FA_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (16)$$

$$j_0 + j_1 reer_t + j_2 Y_t = F_0 + F_1 Int_t + F_2 Y_t \dots\dots (17)$$

$$reer_t = (F_0 + F_1 int_t - j_0 + (F_2 - j_2) Y_t) / j_1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots (18)$$

CA_t: الحساب الجاري، FA_t : الحساب الرأسمالي. المعادلة (16) تمثل معادلة التوازن في ميزان المدفوعات. تعويض المعادلتين (14) و (15) في المعادلة (16) يعطي معادلة BP، والتي يمكن حلها وإعادة ترتيبها لتعطي معادلة لمعدل الصرف بدلالة الدخل ومعدل الفائدة، كما في المعادلة (18).

4-2-4 حلّ النموذج

لحلّ النموذج السابق اتبعنا ثلاث خطوات: الخطوة الأولى تتضمن تعويض معادلات نموذج IS والمعادلة (18) المشتقة من معادلات BP السابقة في معادلة التوازن في سوق السلع والخدمات (المعادلة 4)، وفي هذه الخطوة سنصل إلى علاقة رياضية تربط الدخل بمعدل الفائدة وعلى النحو التالي:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + X_t - M_t \dots (20)$$

$$Y_t = \frac{1}{1 - C_1 + C_1 t_Y + m - b_2 - \frac{F_2}{j_1} + \frac{j_2}{j_1}} \{C_0 - T_0 + I_0 + G^0 + X_0 - M_0 + \frac{zF_0}{j_1} - j_0/j_1\}$$

$$- \frac{b_1 + \frac{F_1}{j_1}}{1 - C_1 + C_1 t_Y + m - b_2 - \frac{F_2}{j_1} + \frac{j_2}{j_1}} Int_t \dots\dots\dots\dots\dots\dots (21)$$

وبافتراض أنّ:

$$A = \{C_0 - T^0 + I_0 + G^0 + X^0 - M_0 + zF_0/j_1 - j_0/j_1\}$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - C_1 + C_1 t_Y + m - b_2 - F_2/j_1 + j_2/j_1}$$

فإنّ معادلة IS تُختصر إلى الصورة التالية:

$$Y_t = \alpha(A) - \alpha\left(b_1 + \frac{F_1}{j_1}\right) Int_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

أما **الخطوة الثانية** وبناءً على معادلات سوق النقد وافتراض أنّ التوازن يتحقق عند مساواة عرض النقود مع الطلب على النقود، فيمكن كتابة معادلة LM على النحو التالي:

$$\overline{M_{S_0}} = kY_t - hInt_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

وبافتراض أنّ عرض النقد ثابت ويُحدد من قبل البنك المركزي، فإنّ معادلة LM يمكن كتابتها بالصيغتين التاليتين:

$$Int_t = \frac{k}{h} Y_t - \frac{1}{h}\overline{M_{S_0}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

وأخيراً في **الخطوة الثالثة**، يتم حلّ المعادلات لإيجاد كلٍّ من الدخل التوازني ومعدل الفائدة التوازني بافتراض أنّ معدل الصرف ثابت وبعد عمل الاختصارات اللازمة فإنّ مضاعف كلٍّ من السياسة المالية والنقدية كالآتي:

$$\frac{1}{1 - C_1 + C_1 t_Y + m - b_2 - F_2/j_1 + j_2/j_1 + b_1 * \frac{k}{h}} \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

$$\frac{b_1/h}{1 - C_1 + C_1 t_Y + m - b_2 - F_2/j_1 + j_2/j_1 + b_1 * \frac{k}{h}} \quad \ldots\ldots\ldots (26)$$

5- نتائج تقدير النماذج وحساب المضاعفات

1-5 الإحصاءات الوصفية واختبار التوزيع الطبيعي للمتغيرات (Descriptive Analysis):

يبين الجدول التالي وصفاً وتلخيصاً عاماً للبيانات المستخدمة في الدراسة، من خلال مقاييس النزعة المركزية لكل من الوسط الحسابي والمنوال والتشتت والانحراف المعياري.

الجدول رقم (1): نتائج الاختبارات الوصفية لمتغيرات الدراسية خلال (1990-2022)

	CONSUMPTION JD Million	CURRENT ACOUNT JD Million	EXPORTS JD Million	FINANCIAL ACCOUNT JD Million	IMPORTS JD Million	INTEREST RATE p.p	INVESTMENT JD Million	M2 JD Million	REER Index	TAXES JD Million	Y_GDP JD Million
Mean	16787.13	-1514.5	7048.918	84.61071	10944.36	9.335714	4510.576	20119.81	109.20	4010.529	21969.83
Median	15251.05	-1610.6	7634.218	358.05	12318.46	8.9	5691.469	19158.75	106.41	4193.4	23153.6
Maximum	33113.37	849.8	13820.26	3832.2	20260.33	12.9	7879.323	41681.7	130.74	7324.9	31604.8
Minimum	3832.553	-3344.9	2442.503	-2811.7	3363.8	6.8	1418.571	5159.8	90.31	1415.8	11762.7
Std. Dev.	10523.99	1078.24	3535.549	1656.024	5589.633	1.623945	2223.524	12184.14	11.15661	2159.473	6572.505
Skewness	0.237735	0.42464	-0.01202	-0.00218	-0.12802	0.886828	-0.25746	0.222969	0.401405	0.159595	-0.14927
Kurtosis	1.457338	2.46431	1.590662	2.346712	1.470952	2.959082	1.422903	1.609441	2.327773	1.520194	1.568465
Jarque-Bera	3.040189	1.17628	2.317946	0.497938	2.804139	3.672117	3.211106	2.487935	2.325057	2.673658	2.494818
Probability	0.218691	0.55536	0.313808	0.779604	0.246087	0.159445	0.200778	0.288238	0.311979	0.262677	0.287248
Sum	470039.7	-42406	197369.7	2369.1	306442	261.4	126296.1	563354.7	3603.66	112294.8	615155.2
Sum Sq. Dev.	2.99E+09	3.1E+07	3.38E+08	74045205	8.44E+08	71.20429	1.33E+08	4.01E+09	4181.902	1.26E+08	1.17E+09
Observations	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

يُظهر الجدول رقم (1) نتائج الإحصاءات الوصفية واختبار التوزيع الطبيعي لبيانات الدراسة، والمتمثلة في الوسط الحسابي، وأعلى قيمة وأدنى قيمة، والانحراف المعياري والالتواء والتفرطح و (Jarque-Bera)، حيث أظهرت نتائج اختبار (Jarque-Bera) أنّ بيانات الدراسة موزعة توزيعاً طبيعياً وذلك لأنّ احتمالية هذا الاختبار في كل المتغيرات أكبر من 5%، وبذلك تم قبول فرضية التوزيع الطبيعي لكل متغيرات الدراسة.

2-5 نتائج تقدير النماذج:

تم تصميم الشبكة العصبية الاصطناعية وفقًا للمعلومات الظاهرة في الجدول رقم (2) والذي يبين معلومات تظهر أثناء عملية تنصيب النموذج وتجهيزه، حيث تم تخصيص 28 سنة (من السلسلة الزمنية والبالغ عددها 32 سنة) لغايات التدريب، أي تدريب النموذج لاستنباط أفضل تقدير للأوزان (أو المعلمات)، وتم تخصيص 4 مشاهدات لغايات الاختبار. ويقصد من هذه العملية بأنه في كل مرة يطبق فيها النموذج يتم حساب MSE ومن ثم وبشكل أوتوماتيكي يتم اختيار النموذج الذي يعطي أقل قيمة لـ MSE. ولقد تمّ التعامل مع البيانات بعد أخذ اللوغاريتم الطبيعي لها، ثم تمّ إجراء ما يسمى بالتكييف أو التسوية (Normalization)، ثم تمّ إعادة حساب الأوزان بنفس الصيغة التي تم التعامل فيها مع البيانات.

الجدول رقم (2): ملخص معالجة البيانات

	عدد المشاهدات (n)	نسبة من حجم العينة
التدريب (Training)	28	%90
الاختبار (Testing)	4	%10
مجموع البيانات الصالحة للتحليل (valid)	32	%100

يُظهر الجدول أنه تم تخصيص 90% من البيانات لغايات التدريب و10% لغايات الاختبار، وتم الاعتماد على هذه النسب بناءً على دراسات سابقة استخدمت الشبكات العصبية لنفس الغاية. ويظهر من الجدول أنّ جميع بيانات السلسلة كانت صالحة للاستخدام ولم يتم استبعاد أي سنة. ويوضح الجدول رقم (3) نتائج تقدير النماذج بعد تدريب واختبار الشبكة.

الجدول رقم (3) نتائج تقدير النماذج

الدالة	نتائج التقدير	متوسط مربع الخطأ
دالة الاستهلاك	$C_t = 1.4 + 0.7y_{Dt}$	0.03
دالة الضريبة	$T = 12.9 + 0.3Y_t$	0.07
دالة الاستثمار	$I_t = 0.343 - 0.18Int_t + 0.29Y_t$	0.01
دالة الصادرات	$X_t = 0.3 + 0.17\ reer_t$	0.0012
دالة المستوردات	$M_t = 6.02 + 0.4Y_t$	0.003
دالة الطلب على النقود	$M_d = 12.8 + 0.03Y_t - 0.25Int_t$	0.008
دالة الحساب الجاري	$CA_t = 6.5 + 0.2\ reer_t - 0.8\ Y_t$	0.023
دالة الحساب الرأسمالي	$FA_t = 7.12 + 0.1int_t + 0.8Y_t$	0.04

الجدول رقم (2) يبين النتائج القياسية التي تمّ تقديرها بالاعتماد على شبكات العصب الاصطنـاعي ((Artificial neural network (ANN) في تطبيق خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف((Supervised Machine learning / Multiple Regression Algorithm (SML/MRA) . من الجدول يتبين لنا ما يلي:

- أنّ متوسط مربعات أخطاء التقدير (MSE)، ولجميع المعادلات المقدرة، جاءت منخفضةً وقريبةً من الصفر، الأمر الذي يدلل على حُسْنِ وجَودة تمثيل المعادلات المقدرة للبيانات الإحصائية ودقتها في التقدير وقابليتها للتنبؤ. كما أنّ جميع النتائج واتجاه المعلمات جاءت متوافقة مع النظرية الاقتصادية.
- أنّ مرونة الاستهلاك بالنسبة للدخل المتاح تساوي 0.7. أي أنّ ارتفاع الدخل المتاح بـ 1% يؤدي إلى ارتفاع الاستهلاك المتاح بـ 0.7%. وأنّ مرونة العائدات الضريبية بالنسبة للدخل تساوي 0.3. أي أنّ ارتفاع الدخل بـ 1% يؤدي إلى ارتفاع الإيرادات الضريبية بمقدار 0.3%.
- أنّ معدل استجابة الاستثمار للدخل تساوي 0.29، أي أنّ زيادة الدخل بـ 1% يؤدي إلى ارتفاع الاستثمار بمقدار 0.29 %. كما أنّ ارتفاع معدل الفائدة بنقطة مئوية واحدة يؤدي إلى انخفاض الاستثمار بمقدار 0.18%.
- أنّ معدل استجابة الصادرات لمعدل سعر الصرف الحقيقي الفعّال يساوي 0.17، أي أنّ ارتفاع معدل الصرف بـ 1% يؤدي إلى ارتفاع الصادرات بـ 0.17، وحسب النظرية الاقتصادية فإنّ ارتفاع معدل الصرف سيساهم في زيادة التنافسية وتعزيز الصادرات، كما أنّ معدل استجابة

المستوردات للناتج يساوي 0.4، أي أنّ زيادة الدخل بمقدار 1% سيؤدي إلى ارتفاع المستوردات بمقدار 0.4%.

- أنّ المرونة الدخلية للطلب على النقود تساوي 0.03، أي أنّ زيادة الدخل بمقدار 1% سيؤدي الى زيادة الطلب على النقود بمقدار 0.03%، وأنّ ارتفاع معدل الفائدة بنقطة أساس واحدة يقود إلى انخفاض الطلب على النقود بمقدار 0.25%.
- أنّ معدل استجابة الحساب الجاري لمعدل الصرف الحقيقي الفعّال هو 0.2%، أي أنّ ارتفاع معدل الصرف بـ 1% يؤدي الى تحسّن الحساب الجاري بـ 0.2%، وأنّ زيادة الدخل بـ 1% سيساهم في تدهور الحساب الجاري بمقدار 0.8% .
- أنّ معدل استجابة الحساب الرأسمالي لمعدل الفائدة يساوي 0.1%، أي أنّ ارتفاع معدل الفائدة بنقطة مئوية واحدة سيؤدي الى تحسّن الحساب الرأسمالي بـ 0.1%، وأنّ ارتفاع الدخل بـ 1% سيساهم في تحسّن الحساب الرأسمالي بمقدار 0.8%.

3-5 حساب المضاعف المالي والمضاعف النقدي

بناءً على المعلمات المقدرة المبينة في الجدول رقم (4)، والتي تم الحصول عليها من نتائج تقدير معادلات النموذج المعتمد في هذه الدراسة، وبتعويض قيم هذه المعلمات في حساب المضاعف المالي (المعادلة 30) والمضاعف النقدي (المعادلة 31)، تمّ التوصل إلى أنّ السياسة المالية أكثر فعالية من السياسة النقدية، إذ يلاحظ أنّ قيمة المضاعف المالي تساوي 1.56، في حين أنّ المضاعف النقدي يساوي 1.12، وهذا ما يؤكد توقعات نظرية مندل - فلمينج التي تشير إلى أنه بالنسبة لاقتصاد صغير مفتوح مع نظام معدل صرف ثابت تتفوق السياسة المالية على السياسة النقدية من حيث الفاعلية في التأثير على الناتج الحقيقي والنمو الاقتصادي.

الجدول رقم (4): المعلمات المقدرة التي تم استخدامها لتقدير المضاعفات

المعلمة	المعلمة	قيمة المعلمة	اتجاه العلاقة
معدل استجابة الاستهلاك للدخل المتاح	C_1	0.7	طردية
معدل استجابة الإيرادات الضريبية للدخل	Ty	30.	طردية
معدل استجابة المستوردات للدخل	M	0.4	طردية
معدل استجابة الاستثمار للدخل	b_2	0.29	طردية
معدل استجابة الحساب الرأسمالي للدخل	F_2	0.8	طردية
معدل استجابة الحساب الجاري لمعدل الصرف الحقيقي الفعّال	j_1	0.2	طردية
معدل استجابة الحساب الجاري للدخل	j_2	0.8	عكسية
معدل استجابة الاستثمار لسعر الفائدة	b_1	0.18	عكسية
معدل استجابة الطلب على النقود للناتج	K	0.03	طردية
معدل استجابة الطلب على النقود لسعر الفائدة	H	0.25	عكسية

6- النتائج والتوصيات

توصلت الدراسة إلى أنّ السياسة المالية تتفوق على السياسة النقدية في الفعالية، إذ تشير نتائج التحليل إلى أنّ حجم المضاعف المالي يساوي 1.56، في حين أنّ حجم المضاعف النقدي يساوي 1.12. هذه النتيجة تتوافق مع التوقعات النظرية التي جاء بها نموذج مندل - فلمينج وامتداداته النظرية والتطبيقية، والتي تؤكد على نتيجة نظرية مفادها أنّ استخدام السياسة المالية في الاقتصادات الصغيرة المفتوحة على العالم الخارجي مع اتباعها لنظام معدل صرف ثابت، أكثر فعالية وتأثيراً من السياسة النقدية.

وبناءً على النتائج التي تم التوصل إليها في الدراسة، يُوصى بتعزيز السياسة المالية كأداة رئيسية لتحقيق الأهداف الاقتصادية، خاصة في الاقتصادات الصغيرة المفتوحة، وذلك من خلال زيادة الإنفاق الحكومي على البنية التحتية والمشاريع التنموية لتعزيز النمو الاقتصادي وخلق فرص عمل جديدة. وعلى الرغم من أنّ السياسة النقدية تبدو أقل فعالية في السياق الحالي، إلا أنّ دورها في تعزيز الاستقرار النقدي من خلال استهدافها سعر صرف ثابت لا يقل أهمية عن مساهمتها في تعزيز النمو الاقتصادي، كما يمكن تحسين فعاليتها من خلال تعزيز التعاون بين السلطتين النقدية والمالية للتنسيق بين سياساتهما، مع زيادة التركيز على توجيه السياسة النقدية نحو توفير السيولة اللازمة لدعم النمو الاقتصادي وخفض معدلات البطالة. كما يُشجع على إعادة النظر في السياسات الاقتصادية بشكل دوري، وتحديثها بما يتناسب مع تطورات الاقتصاد العالمي والظروف المحلية، مع التركيز على تطوير آليات جديدة للتنظيم المالي والنقدي لتعزيز الاستقرار الاقتصادي والتنمية المستدامة.

المراجع العربية

البنك الدولي، قاعدة البيانات الإحصائية.

البنك المركزي الأردني، قاعدة البيانات الإحصائية.

السواعي، خالد. (2017). فاعلية السياسة النقدية في الأردن: التحليل الاقتصادي القياسي .المنارة، 23 (2) ، 411-432.

شواقفة، وليد. (2011). العلاقة بين الناتج والمال والأسعار في الأردن .دراسات، العلوم الإدارية، 38 (1)، 257-267.

قاسم، جمال محمود. (2018). أثر السياسة النقدية والمالية على النمو الاقتصادي في الدول العربية، صندوق النقد العربي.

REFERENCES

Agamy, Mohamed, & Wahba, Mahmoud (2018). ***A Proposed Method for the Analysis of Multiple Regression using Artificial Intelligence***. Faculty of Commerce - Al-Azhar University.

Ahid, M., & Augustine, A. (2012). The impact of global financial crisis on Jordan. ***International Journal of Business and Management***, 7(16), 80

Ali, A. A. A. K., & Omer, A. P. D. F. K. (2013). The Use Nets of Artificial Neural Networks to Predict of Macroeconomic Multidimensional model in Iraq 1996 to 2007. ***Gulf Economist***, 30(24).

Almorad, Y. (2013). Comparison between classical regression and artificial neural networks to predict the levels of the results of research students of the Faculty of Physical Education. ***Iraqi Journal of Statistical Sciences***, 200, 286-303.

Al-Sawaei, Khalid (2017), The Effectiveness of Monetary Policy in Jordan: Econometric Analysis. ***Al-Manarah***, 23(2), 411-432.

Al-Zoubi, O., Saqfalhait, N., & AL-Majali, A. (2014). Interaction between monetary and fiscal policy in Jordan. ***Journal of Economics and Economic Education Research***, 35(2), 67-88.

Barro, R. J. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. ***Journal of Political Economy***, 98(5, Part 2), S103-S125.

Bastav, L. (2022). An Econometric Approach to the Turkish Economy -A Research in the MundellFleming Model Framework. ***Fiscaoeconomia***, 6(2), 842-862. https://doi.org/10.25295/fsecon.1089671

Borzenko, O., & Hlazova, A. (2022). The Mundell-Fleming Model Application in Digital Economy: Case of Ukraine. Intellect XXI. Advance online publication. https://doi.org/10.32782/2415-8801/2022-2.1

Burke, L. I., & Ignizio, J. P. (1992). Neural networks and operations research: an overview. ***Computers & Operations Research***, 19(3-4), 179-189.

Central Bank of Jordan, Statistical Database.

Chollet, F. (2021). ***Deep learning with Python***. Simon and Schuster.

Darvas, Zsolt. (2021). Timely measurement of real effective exchange rates. Working Paper 2021/15, **Bruegel**, 23 December 2021. Real effective exchange rates for 178 countries: a new database (bruegel.org)

Edwards, S. (1994). Exchange rates in the modern floating era: What do we really know? ***Economic Journal***, 104(427), 1-22.

Fseifes, E. A. K., & Alhaj Yousef, E. M. (2022). The Effectiveness of Monetary Policy in Jordan during the Period 1992-2019. ***Iranian Economic Review***, 26(3), 563-575.

Gali, J. (1992), How well does the IS-LM model fit postwar US data? ***The Quarterly Journal of Economics***, 107(2), 709-738.

Ganchev, G., Stavrova, E., Tsenkov, V., & Paskaleva, M. (2020). The "impossible trilemma" and the analysis of its validity by visualization through the use of artificial intelligence software. ***Economic Thought Journal***, (4), 56-75.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). ***Deep learning***. MIT press.

Greenwood, J., Hercowitz, Z., & Huffman, G.W. (1988). Investment, Capacity Utilization and the Real Business Cycle. ***The American Economic Review***, 78, 402-417.

Huh, H. S. (1999), How well does the Mundell-Fleming model fit Australian data since the collapse of Bretton Woods? ***Applied Economics***, 31(3), 397-407

Indalmanie, S. P. (2016). An Analysis of the Relative Effectiveness of Monetary and Fiscal Policies on Economic Performance in Jamaica: A Vector-Autoregression Approach. Available at SSRN 2805565.

International Monetary Fund (IMF). (2021). World Economic Outlook.

International monetary fund. (2009). World Economic Outlook.

International Monetary Fund. (2022). Jordan: Staff Report for the 2022 Article IV Consultation. IMF Country Report.

Jamil, H. (2022). ***Inflation forecasting using hybrid ARIMA-LSTM model***. (Doctoral dissertation, Laurentian University of Sudbury).

Jeong, M., Kang, J., & Kim, S. (2017). Effects of government spending shocks in China, Japan, and Korea. ***China Economic Journal***, 10(2), 194-225.

Jianxin, B., & Lianghai, L. (2014). Analysis on the effectiveness of China's macroeconomic policy based on the modified Mundell-Fleming model during the 12 post-financial crisis period.

Kenzhebek, Y., Akhmed-Zaki, D., & Daribayev, B. (2022). IMPLEMENTATION OF REGRESSION ALGORITHMS FOR OIL RECOVERY PREDICTION. ***Eastern-European Journal of Enterprise Technologies***, 116(2).

Keynes, J. M. (1964). The general theory of employment. ***The Quarterly Journal of Economics***, 51(2), 209-223.

Krugman, P. R. (1979). Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. ***Journal of international Economics***, 9(4), 469-479.

Krugman, P. R., & Obstfeld, M. (2009). ***International economics: theory and policy***. Pearson Education.

Makin, A.J. (2003), ***International macroeconomics***. Pearson Edition Limited United Kingdom.

Mankiw, N. G. (2019), ***Macroeconomics*** (10th ed.). New York, NY: Worth Publishers.

Maziad, S. (2009). Evolution of Monetary Policy in Jordan: An Empirical Investigation. ***IMF Working Paper***, WP/09/191.

Mishkin, F. S. (2007). ***The economics of money, banking, and financial markets. Pearson education***.

Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning McGraw-Hill International.

Mokhade, Y. S. I. P. A. (2013). Use of Linear Regression in Machine Learning for Ranking. ***International Journal for Scientific Research & Development***.

Moreno, R. (1992). Macroeconomic shocks and business cycles in Australia. ***Economic Review-Federal Reserve Bank of San Francisco***, (3)34.

Mugableh, M. I. (2019). Does monetary policy affect economic growth in Jordan? Evidence from ordinary least square models. ***International Business Research***, 12(1), 27-34.

Muhammad, S. D., Wasti, S. K. A., Hussain, A., & Lal, I. (2009). An empirical investigation between money supply government expenditure, output & prices: The Pakistan evidence. ***European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences***, (17)60.

Putri, P. I. (2017). Mundell-Fleming Model: The Effectiveness of Indonesia's Fiscal and Monetary Policies. ***JEJAK***, 10(1), 223-235

Qasim, Jamal Mahmoud. (2018). ***The Impact of Monetary and Fiscal Policy on Economic Growth in Arab Countries***, Arab Monetary Fund.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). ***Artificial intelligence: a modern approach***. Pearson.

Ryan, C.R. (1998). Peace, Bread and Riots: Jordan and the International Monetary Fund. ***Middle East Policy***, 6, 54–66.

Schmidhuber, J. (2015). Deep Learning in Neural Networks: An Overview. ***Neural Networks***, 61, 85-117.

Shawaqfeh, W. (2011). The Relationship between Output, Money, and Prices in Jordan: A Co integration Analysis. ***Business Sciences Series***, 38(1), 257-267.

Skilos, J. C. (1988). The twin deficit hypothesis: Canadian evidence. ***Applied Economics***, 20(1), 65-73.

Stern, R. (2017). ***Balance of Payments: Theory and Economic Policy***. Routledge.

Tang, Q., Fan, T., Shi, R., Huang, J., & Ma, Y. (2021). Prediction of financial time series using lstm and data denoising methods. arXiv preprint arXiv:2103.03505.

Woodford, M., & Walsh, C. E. (2005). Interest and prices: Foundations of a theory of monetary policy. ***Macroeconomic Dynamics***, 9(3), 462-468.

Young, W., & Darity, W. A. (2004). is-lm-bp: an inquest. ***History of Political Economy***, 36(5), 127-164.

Yu Hsing. (2020). Does the Mundell Fleming Model Apply to South Africa? ***Journal of Money, Banking and Finance***, 6(2), 89-98.

Zhang, J., Wen, J., & Yang, Z. (2022). China's GDP forecasting using Long Short Term Memory Recurrent Neural Network and Hidden Markov Model. ***Plos one***, 17(6), e0269529.

ملحق رقم (1)
مفهوم الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة والشّبكات العصبيّة وخوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف

تعتبر دراسة المبادئ الكامنة وراء الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والشبكات العصبية الاصطناعية ذات أهمية قصوى. تعتمد تقنية التحليل المستخدمة في هذه الدراسة بشكل كبير على فهم خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف. تعتمد نماذج خوارزمية الانحدار المتعدد في التعلم الآلي الخاضع للإشراف على استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية، والتي تعد مجموعة فرعية من التعلم الآلي المعروف باسم التعلم العميق. وفيما يلي توضيح هذه المفاهيم.

أولا: مفهوم الذكاء الاصطناعي

يعد مجال الذكاء الاصطناعي تخصصًا متميزًا في علوم الحاسوب، ويهتم بالتحقيق في كيفية قيام أجهزة الحاسوب والآلات بتنفيذ المهام التي تتطلب الذكاء بطريقة مماثلة لتلك الخاصة بالبشر. يكمن التركيز الأساسي لهذا المجال من الدراسة في تطوير الأنظمة والخوارزميات التي تمتلك القدرة على اكتساب المعرفة من البيانات وتعزيز أدائها بمرور الوقت. يعتمد الذكاء الاصطناعي على استخدام تقنيات مثل التعلم العميق وتحليلات البيانات والتعلم الآلي والشبكات العصبية والتعلم التعاوني والتعلم المعزز ومنهجيات أخرى مماثلة. التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي واسعة ومتنوعة. وهي تشمل مجالات مثل تحليلات البيانات الضخمة والتحكم الآلي في الصناعة والروبوتات والتعرف على الصوت والكلام والترجمة الآلية والتشخيص الطبي المُحسّن والعديد من المجالات الأخرى(Russell & Norvig, 2016) . يمكن افتراض أنّ الذكاء الاصطناعي يُجسد مجالًا سريعًا من التكنولوجيا في العصر الحاضر. يتوقع العديد من المتخصصين أنها ستحتل موقعًا محوريًا في المسار القادم للبشرية، لا سيما في مجالات مثل الرعاية الصحية والتمويل، والاقتصاد، والأوساط الأكاديمية والتجارة.

ثانياً: مفهوم تعلم الآلة Machine Learning، والتعلم الخاضع للإشراف.

يركز التعلم الآلي، وهو فرع من الذكاء الاصطناعي (AI)، بشكل أساسي على تطوير وتصميم الخوارزميات والتقنيات التي تمكن أجهزة الكمبيوتر من امتلاك القدرة على التعلم. يمتد الغرض منه أيضًا إلى تسهيل التنبؤات الدقيقة عند تزويدها بالبيانات. يتقاطع مجال علم الآلة مع علم الإحصاء، حيث يتمحور حول عمل التنبؤات من خلال استخدام أجهزة الكمبيوتر. علاوة على ذلك، فإنه يشترك في الارتباط مع التحسين الرياضي، الذي يؤكد على اختيار البديل الأمثل من بين العديد من الخيارات. يتضمن الهدف الأساسي للتعلم الآلي استخراج معلومات قيمة من مجموعة بيانات معينة ومن ثم استخدام هذه المعرفة لبناء نموذج قادر على التنبؤ بشكل البيانات الجديدة ,.Goodfellow et al) (2016. وبالنسبة لأنواع خوارزميات تعلم الآلة، فتصنف الى ثلاثة أقسام رئيسية: التعلم الخاضع للإشراف، والتعلم غير الخاضع للإشراف، والتعلم بالتعزيز. ويقصد بالتعلم الخاضع للإشراف هو نوع من تقنيات تعلم الآلة حيث يتم تدريب النموذج باستخدام بيانات تم تسميتها مسبقًا. يتعلم النموذج من هذه البيانات لتحديد العلاقة بين المدخلات والمخرجات. يتميز هذا النوع من التعلم بالقدرة على التنبؤ بقيم المخرجات للبيانات الجديدة. تشمل أمثلة على تعلم الآلة الخاضع للاشراف تصنيف الصور، والتنبؤ بأسعار الأسهم، تعتمد كفاءة تعلم الآلة الخاضع للإشراف على جودة وكمية البيانات المستخدمة في التدريب، فكلما كانت البيانات أكثر وفرة وتنوعًا، كان النموذج أكثر دقة وعملية. تعد زيادة البيانات المتاحة وتحسين تقنيات المعالجة الحاسوبية والخوارزميات من أهم العوامل التي أدت إلى تطور وانتشار تعلم الآلة الخاضع للإشراف في السنوات الأخيرة (Mitchell, 1997).

ثالثا: مفهوم الشّبكات العصبيّة (Artificial Neural Networks)

الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks) هي نماذج حوسبة تستوحي تصميمها من تنظيم وظيفة الدماغ البشري. تتألف هذه الشبكات من مجموعة من الوحدات الحسابية المعروفة باسم العقد (Neurons)، والتي تنظم في طبقات متتالية. يقوم كل عقد بمعالجة الإشارات الواردة إليه وإرسال إشارات الإخراج إلى الطبقة التالية.(Chollet, 2021)

لفهم كيفية عمل الشبكات العصبية، يمكننا التعبير عن العملية الأساسية فيها باستخدام المعادلات الرياضية. فلنفترض أن لدينا شبكة عصبية بسيطة تحتوي على طبقة واحدة مكونة من عقد واحد فقط. يمكن تعبير عمل هذا العقد بواسطة المعادلة التالية:

$$Y = F(\sum_{i=1}^{n} w_i\, x_i + b)$$

حيث:

y :هو المخرجات من العقد.

f : هي وظيفة الانتقال (Activation Function) التي تقوم بتحويل الإشارة الأولية إلى إشارة نهائية. يمكن أن تكون هذه الوظيفة على سبيل المثال وظيفة السيجمويد (Sigmoid) أو وظيفة الانحدار الخطي (Linear Regression).

w_i :هي الوزن المرتبط بالإدخال x_i.

b: هو المعدل الطبيعي (Bias)، وهو قيمة ثابتة يتم إضافتها إلى القيمة المرتبطة بكل عقد.

باستخدام هذه العملية البسيطة، يمكن للشبكات العصبية الاصطناعية أن تتعلم من البيانات وتقوم بالتقدير والتنبؤ بفعالية. ومع تزايد عدد الطبقات والعقد وتعقيد الشبكة، يمكنها التعرف على أنماط أكثر تعقيداً وأداء مهام متنوعة بفاعلية أعلى.(Schmidhuber, 2015)