

نموذج قياسي للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر باستخدام منهجية الانحدار الذاتي المتكامل للأوساط المتحركة (Arima)

د. محمد سعد أبو الفتوح*

ملخص

استخدمت هذه الدراسة بيانات السلاسل الزمنية السنوية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر خلال الفترة من عام 1960 حتى عام 2021، والتي تم الحصول عليها من قاعد بيانات البنك الدولي للإنشاء والتعمير، لنمذجة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والتنبؤ به باستخدام منهجية (Box-Jenkins Arima) خلال الفترة من عام 2022 حتى عام 2025. وقد أظهرت نتائج اختبائي (A.D.F) و (P.P) أن السلسلة الزمنية غير مستقرة، وقد سكنت السلسلة بعد أخذ الفرق الأول، وأن نموذج Arima (1, 1, 2) هو أفضل نموذج للسلسلة الزمنية بناء على المؤشرات والاختبارات الخاصة ب (الازدواج الخطي- حد الخطأ العشوائي-استقرار النموذج). وقد تم تطبيق هذا النموذج للتنبؤ بقيم نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر عن الفترة من عام 2022 حتى عام 2025 وكانت بالترتيب: 4117.254، 4156.396، 4195.269، 4244.227، ومن الملاحظ أنه في زيادة خلال فترة التنبؤ.

الكلمات المفتاحية: نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي-السلاسل الزمنية-نموذج (Arima)-اختبار جذر الوحدة-التنبؤ.

* مدرس - المعهد العالي للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات- أكاديمية الشروق- القاهرة.

An Econometrics Model for forecasting the GDP per Capita in Egypt using the Autoregressive Integrated Moving Averages (Arima) Methodology

Abstract

This study used the data of the annual time series of GDP per capita in Egypt during the period from 1960 until 2021, which were obtained from the database of the International Bank for Reconstruction and Development, to model the per capita GDP and its prediction using Box-Jenkins Arima technology during the period from 2022 to 2025. The results of tests (A.D.F) and (P.P) showed that the time series is unstationary, and the series has been stationary after the first difference, and that the Arima (1,1,2) model is the best model for the time series based on the indicators and tests of (Multicollinearity- Residuals Diagnostic- Stability Test of model). This model has been applied to forecast the GDP per capita values in Egypt for the period from 2022 to 2025, and they were in order: 4117,254, 4156.396, 4195.269, 4244.227, and it is noticeable that it increased during the forecast period.

Key words: GDP Per Capita- Time Series- (Arima) model –Unit Root Tests- forecasting.

مقدمة

الناتج المحلي الإجمالي (GDP) هو المقياس الأكثر استخدامًا لإجمالي الناتج في الاقتصاد، حيث يقوم المسؤولون عن ممارسة السياسة الاقتصادية بتقييم حالة كل بلد باستخدام الناتج المحلي الإجمالي كمؤشر للتنمية الاقتصادية لأنه يمثل المؤشر الإحصائي الإجمالي للنشاط الاقتصادي. ومع ذلك، فقد تم انتقاد هذا المؤشر لأنه يتجاهل الأنشطة الاقتصادية غير السوقية. علاوة على ذلك، لا يعكس التأثير السلبي المحتمل للنمو الاقتصادي على كل من الموارد الطبيعية والبيئة.

أما نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يستخدمه العديد من الاقتصاديين كمؤشر للنمو الاقتصادي، وكذلك مقارنة ثروة بلد مع آخر ومقارنة ظروف المعيشة أو لمشاهدة التقارب أو الاختلاف بين الدول بعضها البعض، كما يعتبر أحد المؤشرات الرئيسية لصحة وسلامة اقتصاد أي بلد، غالبًا ما يستخدمه الأكاديميون وصناع القرار لتخطيط السياسات العامة والخاصة. فأصبح موضوع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي من أكثر المتغيرات أهمية بين الاقتصاد الكلي (Ning et al 2010). يعد التنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي باستخدام تقنيات الاقتصاد القياسي أمرًا مهمًا للغاية على مستوى النمو النظري والعملية للبلد وأيضًا لممارسة سياساته النقدية المستقبلية. للحصول على فكرة محددة عن الاتجاه المستقبلي لأي اقتصاد، من الضروري للغاية

التنبؤ الدقيق لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي. إن نموذج الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسطات المتحركة (ARIMA) هو المحور الرئيس لهذا البحث للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر. الدراسة مقسمة إلى عدة مباحث:

المبحث الأول: مخصص للدراسات السابقة والإطار المفاهيمي للدراسة.

المبحث الثاني: دراسة لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر وتطوره خلال فترة الدراسة (1960-2021).

المبحث الثالث: القيام بعمل النموذج القياسي للحصول على أفضل نموذج (ARIMA) والتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي المصري للأربع سنوات التالية.

المبحث الرابع: الخاتمة.

مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في صياغة النموذج الأفضل الذي يمثل بيانات الدراسة (نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي) عن الفترة (1961:2021) والذي يمكننا من التنبؤ بقيم (نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي) للفترة (2022:2025). ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤال التالي:

ما هو أكثر النماذج ملائمة للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر؟

أهمية الدراسة

تأتي أهمية الدراسة من جانبين:

1. أهمية نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي كمؤشر أساسي للأداء الاقتصادي ويستخدم بشكل شائع كمقياس واسع لمتوسط مستويات المعيشة أو الرفاهية الاقتصادية كما أنه يساعد في تحليل ومقارنة رفاهية دولة مع دول أخرى على مستوى العالم والذي يعبر عن الرخاء الاقتصادي للمواطنين.
2. أهمية استخدام التنبؤ في تحليل السلاسل الزمنية، حيث أن ذلك يساعد في اتخاذ القرارات وسن السياسات الاقتصادية على المستوى الكلي بشكل أكثر فاعلية.

أهداف الدراسة

1. وصف سلوك نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر للفترة (1960: 2021).
2. نمذجة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر باستخدام بيانات للفترة (1960: 2021).
3. استخدام هذا النموذج للتنبؤ بقيم نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للأعوام (2022: 2024).

فروض الدراسة

1. السلسلة الزمنية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للفترة 1960-2021 لها اتجاه عام متزايد.
2. السلسلة الزمنية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للفترة 1960-2021 غير مستقرة.
3. القيم المتوقعة للسلسلة الزمنية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للفترة 2022-2025 ستسمر في الاتجاه العام المتزايد.

منهجية الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المنهج الاستنباطي اعتمادًا على كل من الأسلوب الوصفي التحليلي لوصف نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر وتتبع تغيراته خلال الفترة (1960-2021). بالإضافة إلى استخدام التحليل الكمي القائم على النماذج القياسية الخاصة بتحليل السلاسل الزمنية (Arima) للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر خلال الفترة من عام 2022 حتى عام 2025 باستخدام منهجية بوكس-جينكز باستخدام برمجية (Views 12).

حدود الدراسة

الحدود المكانية: جمهورية مصر العربية.

الحدود الزمانية: 1960-2021.

1 الإطار المفاهيمي والدراسات السابقة

يستخدم الاقتصاديون وصانعو السياسات الناتجة المحلية الإجمالي (GDP) كمقياس للنمو الاقتصادي، ومحدد لمستوى المعيشة في البلد. فيعرف الناتج المحلي الإجمالي (Kimberly, 2008)، بأنه إجمالي القيمة السوقية لجميع السلع والخدمات النهائية التي ينتجها جميع الأشخاص داخل الاقتصاد.

يعتبر نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي معيار يقسم الناتج المحلي الإجمالي لبلد ما لقياس الرخاء الاقتصادي للمواطنين من خلال قسمة الناتج المحلي الإجمالي على إجمالي عدد السكان في ذلك البلد. كما إنه الأساس الذي يمكن من خلاله قياس الثروة الوطنية لأي اقتصاد حيث يتم استخدام نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي كمقياس للازدهار. ويمكن حسابه كالتالي: (الناتج المحلي الإجمالي / إجمالي عدد السكان). وهنا يجب التفرقة بين الناتج المحلي الإجمالي ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي فالأول هو القيمة الإجمالية للسلع والخدمات التي يتم إنتاجها في بلد ما. أي أنه يساعد في قياس صحة الاقتصاد بينما يساعد نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في معرفة الرخاء الفردي لمواطنيه. فنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي مؤشر

أساسي للأداء الاقتصادي ويستخدم بشكل شائع كمقياس واسع لمتوسط مستويات المعيشة أو الرفاهية الاقتصادية كما أنه يساعد في تحليل ومقارنة رفاهية دولة مع دول أخرى على مستوى العالم؛ على الرغم من بعض أوجه القصور المعترف بها، فعلى سبيل المثال، لا يعطي متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي أي مؤشر على كيفية توزيع الناتج المحلي الإجمالي بين المواطنين. فقد يرتفع متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي على سبيل المثال، لكن قد يكون المزيد من الناس أسوأ حالاً إذا زادت التفاوتات في الدخل أيضاً (Vaidya, 2019). يمكن تعريف التنبؤ الاقتصادي بأنه عملية تقدير للتطور المستقبلي لقيم الظواهر الاقتصادية استناداً إلى الوضع الراهن وإلى العوامل المؤثرة في تطور تلك الظواهر. ويقدم التنبؤ بهذا المعنى تقديرات كمية ونوعية للظواهر والمؤشرات الاقتصادية في لحظة محددة أو لمدد زمنية أطول (خضور، 2011).

توجد طرق مختلفة للتنبؤ، لكننا في هذه الدراسة سنستخدم تحليل السلاسل الزمنية بمنهجية (Box-Jenkins) عن طريق نموذج (ARIMA) على نصيب الفرد من الدخل المتاح للتنبؤ في المستقبل. ويعد توقع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي أمراً قد يساعد الحكومة في تقييم الوضع الاقتصادي للبلد مقارنةً باقتصاد البلدان الأخرى في العالم. والنتائج التي تم الحصول عليها من هذا العمل يمكن استخدامها من قبل لجنة التخطيط للدولة لصياغة السياسات والخطط المستقبلية (Sena and Nagwani, 2015). وتعتمد دقة النموذج على الحد الأدنى من أخطاء التنبؤ. تعتمد نماذج التنبؤ المناسبة على عوامل مختلفة مثل فتر Spyros، وخصائص السلاسل الزمنية وحجمها (Hyndman and Spyros, 1999). تم استخدام منهجية (Box and Jenkins (1976) على نطاق واسع من قبل العديد من الباحثين من أجل تسليط الضوء على العديد من المؤشرات الاقتصادية. وفيما يلي نقدم بعض الأوراق المتعلقة بالتنبؤ بالنمو الاقتصادي والتي استخدمت تقنية (Box-Jenkins)

قامت دراسة (Mohamed, 2022) باستخدام سلسلة زمنية ربع سنوية خلال الفترة (1960-2022) للتنبؤ بمعدل النمو في الناتج المحلي الإجمالي بالصومال لمدة أربعة عشر ربعاً. حيث تم استخدام نموذج $ARIMA(5, 1, 2)$ حيث أنه الأنسب لتقدير وتوقع مسار النمو الاقتصادي الصومالي. وأظهرت نتائج التنبؤ أن معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي سيكون في حدود 4% في المتوسط خلال الثلاث سنوات والنصف التاليين. أما دراسة (Ugoh et al, 2022) فقد استخدمت سلسلة زمنية سنوية (1990-2019) للتنبؤ بالناتج المحلي الإجمالي في نيجيريا لمدة ثلاثون عاماً. وقد استخدمت الدراسة نموذجاً $ARIMA(2, 0, 1)$ ، فهو أفضل نموذجاً للتنبؤ بالناتج المحلي الإجمالي بنيجيريا. أما دراسة (shaker, 2022) فقد استخدمت سلسلة زمنية ربع سنوية للفترة (2002-2021) للتنبؤ بالناتج المحلي الإجمالي في مصر، وقد استخدمت الدراسة نموذج $ARIMA(3,1,3)$ حيث هو الأنسب للتنبؤ، وتشير النتائج المتوقعة استمرار الارتفاع في الناتج المحلي المصري طالما لم تكن هناك تقلبات كبيرة في

الاقتصاد خلال الفترة (2022-2026). أما دراسة (Borbor and Brew, 2022) فقد استخدمت سلسلة زمنية (1980-2020) للتنبؤ بالنتائج المحلي الإجمالي في غانا خلال الفترة (2021-2025)، وقد استخدمت الدراسة نموذج $ARIMA(0, 1, 1)$ حيث أنه أفضل نموذج للتنبؤ، وتشير النتائج المتوقعة إلى استمرار الزيادة في الناتج المحلي الإجمالي لغانا. أما دراسة (Ferdous, 2022) فهدفت إلى التنبؤ بالنتائج المحلي الإجمالي في بنجلاديش في المدة (2019-2025)، حيث تم استخدام نموذج $ARIMA(1, 2, 1)$ لأنه أفضل ملائمة للتنبؤ. ولوحظ أن اتجاه الناتج المحلي الإجمالي يتحسن باطراد. أما دراسة (Dritsaki et al, 2021) فقد استخدمت سلسلة زمنية (1960-2020) للتنبؤ باستهلاك النفط في اليونان، وقد استخدمت الدراسة نموذج $ARIMA(1, 1, 1)$ لأنه الأنسب لعملية التنبؤ، وأظهرت النتائج المتوقعة أن استهلاك النفط في اليونان ستخف في الثلاث سنوات التالية. أما دراسة (Youssef et al, 2021) فقد قامت باستخدام سلسلة زمنية (1980-2020) للتنبؤ بالنتائج المحلي الإجمالي لثلاث دول خليجية (قطر-الإمارات-السعودية)، وقد استخدمت الدراسة نموذج $ARIMA(0, 2, 1)$ لأنه الأنسب في التوقع للدول الثلاث، وكانت النتائج المتوقعة للسنوات الخمسة التالية استمرار النمو في البلدان الثلاثة. أما دراسة (Ghazo, 2021) فقد استخدمت سلسلة زمنية (1976-2019) للتنبؤ بكل من الناتج المحلي الإجمالي والرقم القياسي لأسعار المستهلك في الاقتصاد الأردني للأعوام الثلاثة التالية، وقد استخدمت الدراسة نموذج $ARIMA(3,1,1)$ للناتج المحلي الإجمالي ونموذج $ARIMA(1,1,0)$ للرقم القياسي لأسعار المستهلك، وتشير النتائج المتوقعة إلى انخفاض الناتج في العام الأول للتقدير وزيادة الرقم القياسي لأسعار المستهلك مما يدل على توقع ركود تضخمي في الاقتصاد الأردني وارتفاع كل من الناتج المحلي الإجمالي والرقم القياسي لأسعار المستهلك مما يدل على وجود تضخم دفع التكلفة في الاقتصاد الأردني. أما دراسة (Eissa, 2020) فقد هدفت للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في كل من مصر والسعودية، فاستخدمت في الحالة المصرية سلسلة زمنية (1960-2020) ونموذج $ARIMA(1,1,2)$ لأنه الأنسب في التنبؤ بينما استخدمت في الحالة السعودية سلسلة زمنية (1968-2020) ونموذج $ARIMA(1,1,1)$ لأنه الأنسب في التنبؤ، وتشير النتائج المتوقعة استمرار الزيادة في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في الدولتين خلال الفترة (2019-2030).

1- تطور نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة (1960-2021)

تطور كل من متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والتغير السنوي خلال فترة الدراسة:

جدول رقم (1): متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، معدل التغير السنوي (1960-2021)

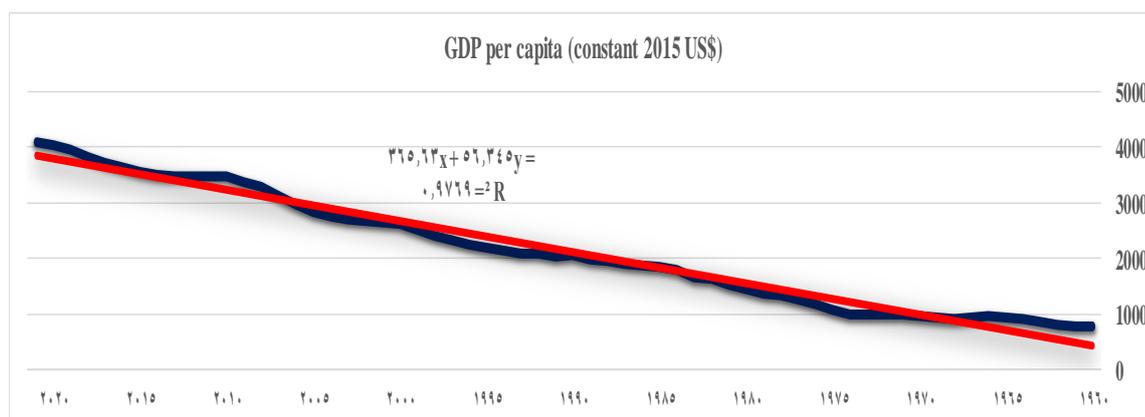
Year	GDP per capita growth (annual %)	GDP per capita (constant 2015 US\$)	Year	GDP per capita growth (annual %)	GDP per capita (constant 2015 US\$)
1960	—	762.13	1991	-1.15	2028.09
1961	2.34	779.99	1992	2.26	2073.94
1962	1.12	788.72	1993	0.81	2090.84
1963	7.61	848.76	1994	1.91	2130.68
1964	8.60	921.74	1995	2.56	2185.30
1965	2.20	941.99	1996	2.90	2248.59
1966	2.34	964.04	1997	3.39	2324.92
1967	-1.77	946.97	1998	3.49	2406.05
1968	-4.08	908.37	1999	3.99	2501.98
1969	2.71	933.02	2000	4.34	2610.48
1970	3.12	962.12	Mean (91-00)	2.45	2260.09
Mean (60-70)	2.42	887.08	2001	1.59	2651.87
1971	1.71	978.53	2002	0.48	2664.64
1972	0.80	986.34	2003	1.29	2699.10
1973	1.28	998.96	2004	2.20	2758.57
1974	-0.63	992.70	2005	2.60	2830.35
1975	6.56	1057.85	2006	4.97	2970.94
1976	10.77	1171.77	2007	5.23	3126.27
1977	6.55	1248.54	2008	5.27	3290.94
1978	6.14	1325.19	2009	2.74	3381.12
1979	2.09	1352.95	2010	3.08	3485.28
1980	7.37	1452.60	Mean (01-10)	2.94	2985.91
Mean (71-80)	4.26	1156.54	2011	-0.36	3472.60
1981	4.71	1521.03	2012	-0.01	3472.15
1982	7.16	1629.90	2013	-0.11	3468.47
1983	2.42	1669.35	2014	0.62	3489.86
1984	6.91	1784.66	2015	2.09	3562.93
1985	3.02	1838.58	2016	2.13	3638.89
1986	1.96	1874.67	2017	2.03	3712.60
1987	1.06	1894.51	2018	3.19	3831.20

1988	2.68	1945.31	2019	3.49	3964.99
1989	2.26	1989.27	2020	1.60	4028.42
1990	3.13	2051.61	2021	1.42	4085.62
Mean (81-90)	3.53	1819.89	Mean (11-21)	1.46	3702.52

المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي المؤشرات الخاصة عن مصر.

1.2 متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي:

شكل رقم (1): يوضح تطور متوسط نصيب الفرد من (GDP) خلال الفترة (1960-2021) بالأسعار الثابتة \$ لعام 2015



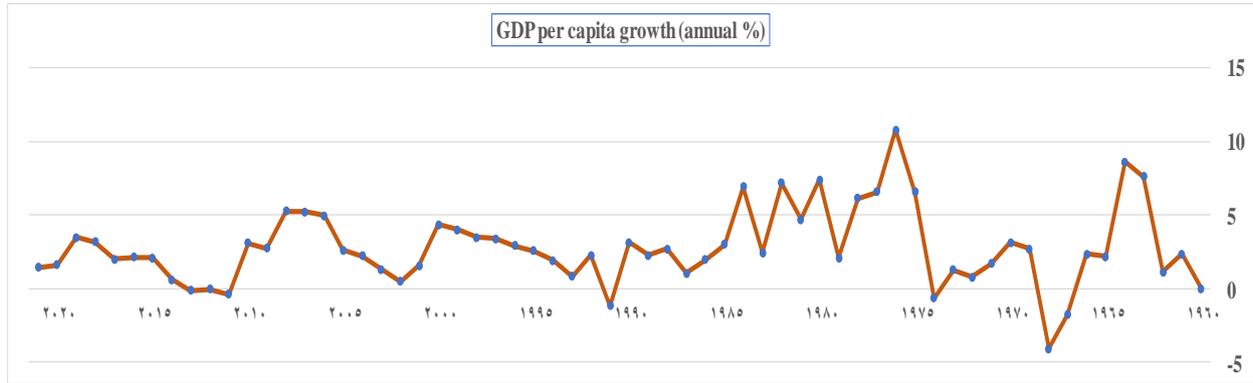
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على البيانات الواردة في الجدول رقم (1).

شكل رقم (1): يوضح تطور متوسط نصيب الفرد من (GDP) خلال الفترة (1960-2021) بالأسعار الثابتة \$ لعام 2015.

بالنظر إلى الشكل رقم (1) نلاحظ أن هناك اتجاه عام بالتزايد في متوسط نصيب الفرد من (GDP)، وكان متوسط الفترة (\$2116.71) وسجل أعلى قيمة له في عام 2021 (\$4085.62) وسجل أقل قيمة له في عام 1960 (\$762.13).

وبالنظر إلى البيانات الواردة في الجدول رقم (1) التي توضح متوسط كل عقد خلال فترة الدراسة نجد أن في الفترة الأولى كان المتوسط (\$887.08)، ثم ارتفع إلى (\$1156.54) خلال الفترة الثانية، ثم ارتفع إلى (\$1819.89) خلال الفترة الثالثة، ثم ارتفع إلى (\$2260.09) خلال الفترة الرابعة، واستمر الارتفاع إلى خلال الفترة الخامسة ليصل إلى (\$2985.91)، وأخيرًا في الفترة السادسة استمر في الارتفاع ليبلغ (\$3702.52).

2.2 التغير السنوي في متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي



شكل رقم (2): يوضح تطور التغير في نصيب الفرد من (GDP) خلال الفترة (1960-2021)

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول رقم (1).

بالنظر إلى شكل رقم (2) نلاحظ تذبذب التغير السنوي في متوسط نصيب الفرد من (GDP) صعوداً وهبوطاً، فنجد أن متوسط الفترة هو (2.85%) وسجل أعلى قيمة له (10.77%) في سنة 1976 وسجل أدنى قيمة له (-4.08%) في سنة 1968 وهي السنة التي تلت بداية الحرب في عام 1967، أي أن ذلك نتج عن الآثار السلبية لتوجيه موارد الاقتصاد نحو الحرب وإعادة بناء الجيش المصري.

بالنظر إلى البيانات الواردة في الجدول رقم (1) تلاحظ تذبذب التغير السنوي صعوداً وهبوطاً، سجلت الفترة الأولى (2.42%)، ثم ارتفعت النسبة لتصل إلى (4.26%) وهي أفضل فترة خلال فترات الدراسة، ثم تراجعت النسبة في الفترة الثالثة لتصل إلى (3.53%)، ثم تواصل التراجع خلال الفترة الرابعة ليصل إلى (2.45%)، ثم بدأ التحسن مرة أخرى خلال الفترة الخامسة فارتفع معدلا التغير إلى (2.94%)، أما خلال الفترة السادسة والأخيرة نجد تراجع في النسبة لتصل إلى (1.46%) وهي تعتبر أقل فترات الدراسة وذلك بسبب ثورة يناير 2011 وما ترتب عليها من آثار سيئة على الاقتصاد.

1- نموذج قياسي للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر

أصبح موضوع التنبؤ أهمية بالغة في الأبحاث والدراسات الاقتصادية، (ARIMA) ممن طريق رسم السياسات الاقتصادية والاجتماعية لفترات مستقبلية وذلك من استخدام البيانات المتوفرة عن الظاهرة محل الدراسة، كما أصبح للتنبؤ دور هام وبارز عند اتخاذ القرارات، حيث يعتبر التنبؤ ما هو إلا رؤية للمستقبل للمتغيرات الاقتصادية، والتنبؤ له أهمية كبيرة في صياغة السياسات والقرارات الاقتصادية (بلعباس، 2010). وتعتبر طريقة نماذج الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسطات المتحركة (ARIMA) من أشهر طرق التنبؤ.

نماذج (ARIMA): نشر في 19 للغاية، السلاسل الزمنية: التنبؤ والتحكم بواسطة (Box and Jenkins)، في حالة أن تكون السلسلة الزمنية الأصلية غير مستقرة يطلق عليها أنها متكاملة، وفي هذه الحالة يتم أخذ فروق السلسلة حتى تصبح تتحول لمستقرة وبالتالي يطلق عليها أنها سلسلة متكاملة من الدرجة (d). إن اختصار (ARIMA) مباشر للغاية، يمكن توضيحه كما يلي باختصار:

- (AR) نموذج الانحدار الذاتي (Autoregressive Model):

نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة (P) يرمز له بالرمز AR(p) وفيه ينحدر المتغير على قيمه السابقة

المتأخرة، ويمكن كتابته على النحو التالي (Dryer and Sik chan, 2008):

$$y_t = \theta_1 w_{t-1} + \theta_2 w_{t-2} + \dots + \theta_p w_{t-p} + \varepsilon_t \rightarrow (1)$$

- (I) رتبة الفرق المستخدم من أجل جعل السلاسل الزمنية مستقرة.

- (MA) نموذج المتوسطات المتحركة (Moving Average Model):

نموذج المتوسطات المتحركة من الدرجة (q) يرمز له بالرمز (MAq)، الذي يشير إلى أن خطأ الانحدار

هو في الواقع مزيج خطي من حد الخطأ التي حدثت قيمها بشكل متزامن وفي أوقات مختلفة في الماضي. ويمكن

كتابته على النحو التالي (Dryer and Sik chan, 2008):

$$y_t = \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q} \rightarrow (2)$$

وبالتالي يرمز للنموذج ARIMA (p, d, q) حيث (p) تشير إلى رتبة نموذج الانحدار الذاتي، بينما (q)

تشير إلى رتبة نموذج المتوسطات المتحركة، أما (d) تشير إلى الفروق. إذا كانت (d = 1)، فأنا يمكن كتابة

النموذج على النحو التالي (Dryer and Sik chan, 2008):

$$w_t = \theta_1 w_{t-1} + \theta_2 w_{t-2} + \dots + \theta_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q} \rightarrow (3)$$

$$(1 - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q}) \rightarrow (3)$$

حيث: (wt. = yt - yt-1)

على عكس الانحدار الخطي، لا تتضمن نماذج أريما متغيرات مستقلة، بل تستخدم المعلومات الموجودة

في السلاسل الزمنية نفسها لتوليد التنبؤ.

تم استخدام منهجية (Box and Jenkins) المعروفة بـ (ARIMA) على نطاق واسع من قبل العديد من

الباحثين في دراسات التنبؤ. وفيما يلي مراحل نموذج (ARIMA):

المرحلة الأولى التحديد أو التعرف على النموذج (Identification):

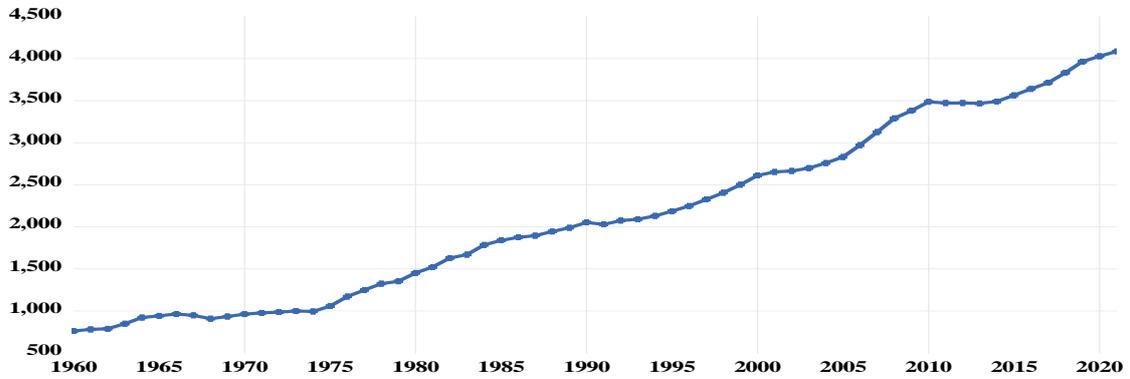
تمثل مرحلة التعرف أصعب مراحل بناء النموذج، حيث نقوم بتحديد رتبة كل من:

الانحدار الذاتي (p)، عدد الفروق حتى تستقر السلسلة (d)، المتوسطات المتحركة (q). مما يمكننا من الحصول على أكثر من نموذج تمثل السلسلة (Fattah et al 2018).

خطوة التعريف: تحقق من مخطط الارتباط لتحديد ((p, q)، بعد تحديد (l) لجعل السلسلة مستقرة: تستخدم

مخططات دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) من السلسلة لتحديد أي الانحدار الذاتي أو المتوسط المتحرك يجب استخدامه ككون في النموذج. عن طريق (3): الخطوات التالية (Ali, 2013):

■ فحص الرسم البياني للسلسلة الزمنية:



شكل رقم (3): يوضح تطور نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر (1960-2021).

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على البيانات بالجدول رقم (1).

بالنظر للشكل نجد أن السلسلة غير مستقرة، حيث يحتوي على مركبة الاتجاه العام بشكل متزايد.

■ فحص دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) للكشف عن عدم الاستقرار

Sample: 1960 2021 Included observations: 62		Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.954	0.954	59.156	0.000			
2	0.906	-0.043	113.38	0.000			
3	0.856	-0.040	162.67	0.000			
4	0.809	0.003	207.47	0.000			
5	0.765	0.003	248.22	0.000			
6	0.721	-0.021	285.10	0.000			
7	0.678	-0.020	318.30	0.000			
8	0.635	-0.029	347.90	0.000			
9	0.588	-0.056	373.82	0.000			
10	0.540	-0.053	396.06	0.000			
11	0.489	-0.054	414.66	0.000			
12	0.435	-0.066	429.69	0.000			
13	0.382	-0.033	441.51	0.000			
14	0.330	-0.034	450.49	0.000			
15	0.280	-0.013	457.10	0.000			
16	0.234	0.005	461.83	0.000			
17	0.193	0.016	465.12	0.000			
18	0.154	-0.013	467.27	0.000			
19	0.117	-0.016	468.53	0.000			
20	0.079	-0.033	469.11	0.000			
21	0.041	-0.026	469.27	0.000			
22	0.004	-0.026	469.27	0.000			
23	-0.030	0.003	469.36	0.000			
24	-0.062	-0.021	469.76	0.000			
25	-0.090	-0.008	470.63	0.000			
26	-0.117	-0.020	472.14	0.000			
27	-0.143	-0.028	474.44	0.000			
28	-0.168	-0.029	477.72	0.000			

شكل رقم (4): يوضح مخطط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر (1960-2021) في المستوى

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على برنامج Views 12.

بالنظر إلى دالة الارتباط الذاتي نلاحظ أن الستة عشر قيمة الأولى تتعدى فترات الثقة وأنها تتناقص بشكل أسّي حتى تصل لأقل قيمة ثم بعد ذلك تبدأ في التزايد، وكذلك دالة الارتباط الذاتي الجزئي نجد أن أول قيمة لها تتعدى فترات الثقة، جميع الاحتمالات لجميع الفترات أقل من (0.05)، مما يدل على أن السلسلة غير مستقرة وتحتوي على جذر الوحدة.

■ اختبارات عدم الاستقرار:

في اختبار (Dickey-Fuller) يتم اختبار فرضيتين الأولى (فرض العدم) " $H_0: B = 0$ " أي وجود جذر الوحدة أي السلسلة الزمنية غير مستقرة، مما يترتب عليه إعادة الاختبار مرة أخرى ولكن في هذه الحالة يتم أخذ الفروق حتى تستقر السلسلة، أما الفرضية الثانية " $H_1: B \neq 0$ " والتي تدل على استقرار السلسلة "ساكنة عند المستوى" وفي هذه الحالة يطلق على السلسلة أنها متكاملة من الدرجة صفر (0)، ولكن في حالة إذا تم أخذ فروق للسلسلة لجعلها مستقرة فيطلق عليها أنها متكاملة من الدرجة (d)، وتكون قيمة (d) هي نفس قيمة الفرق الذي استقرت السلسلة عنده (أديوش، 2015).

ديكي فيلر وسع الطريقة باقتراح تعديل للاختبار ليتضمن متباينات إضافية للمتغير التابع (yt) من أجل التخلص من الارتباط الذاتي. طول المتباينات في الحالات الثلاث يتحدد إما بمعيار أكايكي (AIC) أو بمعيار شوارتز (SBC) أو باستخدام اختبار الارتباط الذاتي مضروب لاجرانج LM، ويمكن دراسة استقراره السلاسل الزمنية باختبار المعادلات التالية (يوسف، 2015):

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \lambda y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + a_2 t + \lambda y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

$$\Delta y_t = \lambda y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

الاختلاف بين الثلاث معادلات هو: عدم وجود كل من القاطع (α_0) والمتجه الزمني (t) في المعادلة (6) والذي يمثلها نموذج "بدون ثابت وقاطع"، ووجود القاطع في المعادلة (4) والتي يمثلها نموذج "قاطع فقط"، ووجود القاطع والمتجه الزمني في المعادلة (5) والتي يمثلها نموذج "اتجاه وقاطع". يبين جدول رقم (2) نتائج اختبار

(Augmented Dickey-Fuller "A.D. F") وكذلك اختبار (Philips-Perron "P.P") لدراسة استقراره متغيرات الدراسة في مختلف المستويات وذلك باستخدام الثلاث معادلات السابقة.

جدول رقم (2): يوضح نتائج اختبائي (A.D.F- P.P) في المستوى لمعرفة استقرار السلسلة الزمنية (1960-2021)

المستوى (Level)			نوع النموذج	نوع الاختبار
القرار	p-value	القيمة المحسوبة		
غير مستقر	0.7060	1.1112-	قاطع فقط	A.D. F
غير مستقر	0.6177	1.9469-	اتجاهها وقاطع	
غير مستقر	0.9997	3.2976	بدون ثابتا أو قاطع	
غير مستقر	0.7055	1.1127-	قاطع فقط	P. P
غير مستقر	0.8082	1.5302-	اتجاه وقاطع	
غير مستقر	1.0000	6.0527	بدون ثابتا أو قاطع	

المصدر: أعد بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (1) وباستخدام برنامج Views 12.

يتضح من البيانات في الجدول عالية أن جميع النماذج في الاختبارين قيمة (p-value) أكبر من

0.05، مما يدل على عدم استقراره السلسلة في المستوى، مما يتعين علينا أخذ الفرق الأول.

■ أخذ الفروقات لتحقيق الاستقرارية:

جدول رقم (3): يوضح نتائج اختبائي (A.D.F- P.P) بعد أخذ الفرق الأول للسلسلة الزمنية (1960-2021)

الفرق الأول (1st difference)			نوع النموذج	نوع الاختبار
القرار	p-value	القيمة المحسوبة		
مستقر	*** 0.0003	4.6891-	قاطع فقط	A.D. F
مستقر	*** 0.0016	4.7518-	اتجاهها وقاطع	
مستقر	** 0.0254	2.2388-	بدون ثابتا أو قاطع	
مستقر	*** 0.0003	4.6980-	قاطع فقط	P. P
مستقر	*** 0.0015	4.7607-	اتجاهها وقاطع	
مستقر	*** 0.0073	2.7192-	بدون ثابتا أو قاطع	

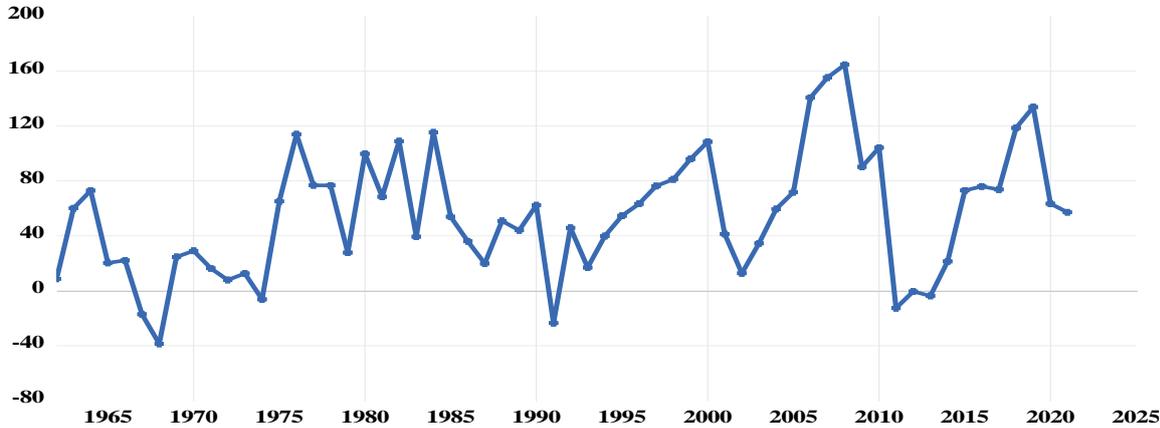
المصدر: أعد بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (1) وباستخدام برنامج Views 12.

* معنوي عند 1%، ** معنوي عند 5%، *** معنوي عند 10%، فرض العدم: السلسلة الزمنية تحتوي على جذر الوحدة

(غير مستقرة)

يتضح من البيانات في الجدول عالية أن جميع النماذج في الاختبارين قيمة (p-value) أقل من (0.05)، مما يدل على استقراره السلسلة بعد أخذ الفرق الأول، أي أن (d=1).

■ اقتراح النماذج الممكنة: وذلك عن طريق شكل دالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF).



شكل رقم (5): يوضح متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر (1960-2021) بعد أخذ الفرق الأول المصدر: من إعداد الباحث اعتماد على برنامج Views 12.

يوضح الشكل أن السلسلة أصبحت مستقرة وليس لها اتجاه بعد أخذ الفرق الأول أي أن (d=1)، ولتحديد قيمة المعلمتين الأخيرين (p) و (q) لنموذج (ARIMA)، نقوم بدراسة مظهر (ACF) و (PACF) للسلسلة بعد أخذ الفرق الأول كما في الشكل رقم (6).

Sample (adjusted): 1961 2021 Included observations: 61 after adjustments						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.562	0.562	20.264	0.000
		2	0.367	0.074	29.025	0.000
		3	0.028	-0.301	29.076	0.000
		4	-0.063	0.011	29.344	0.000
		5	-0.204	-0.112	32.204	0.000
		6	-0.098	0.115	32.877	0.000
		7	-0.105	-0.049	33.662	0.000
		8	0.034	0.071	33.747	0.000
		9	0.071	0.055	34.116	0.000
		10	0.134	0.004	35.466	0.000
		11	0.108	0.031	36.355	0.000
		12	0.087	-0.023	36.950	0.000
		13	-0.085	-0.173	37.526	0.000
		14	-0.169	-0.075	39.867	0.000
		15	-0.202	0.041	43.267	0.000
		16	-0.148	0.010	45.146	0.000
		17	-0.100	-0.026	46.024	0.000
		18	0.070	0.135	46.457	0.000
		19	0.089	-0.048	47.174	0.000
		20	0.146	0.014	49.160	0.000
		21	0.081	-0.024	49.786	0.000
		22	0.112	0.101	51.027	0.000
		23	0.119	0.159	52.451	0.000
		24	0.148	0.025	54.719	0.000
		25	0.071	-0.012	55.263	0.000
		26	0.080	0.045	55.959	0.001
		27	-0.064	-0.186	56.419	0.001
		28	-0.022	0.084	56.474	0.001

شكل رقم (6): يوضح مخطط متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر (1960-2021) بعد الفرق الأول المصدر: من إعداد الباحث اعتماد على برنامج Views 12.

فلاحظ في دالة الارتباط الذاتي عند الفترة الأولى والثالثة الخروج عن حدود فترات الثقة، وكذلك دالة الارتباط الذاتي عند الفترة الأولى والثانية الخروج عن حدود فترات الثقة، وعليه فإن النماذج الممكنة التي سنختار من بينها النموذج هي:

(0,1), (0,2), (1,0), (1,1), (1,2), (3,0), (3,1), (3,2)

المرحلة الثانية التقدير (Estimation)

يتم فيها تقدير جميع النماذج المرشحة الممكنة، فالهدف: البحث عن نموذج مستقر ويحتوي أقل عدد من المكونات يناسب البيانات جيداً بمعنى آخر وذلك باستخدام تقدير الاحتمالية القصوى (Maximum Likelihood Estimation - MLE).

وتوجد معايير للمفاضلة وهي:

عدد مكونات (ARMA) المعنوية، الأكبر هو أفضل - مقارنة (R2) الأكبر هو الأفضل.

قارن بين (Akaika) و (Schwartz) و (Sigma2) الأصغر هو الأفضل.

جدول رقم (4): يوضح اختيار أفضل نموذج

المعيار / النموذج	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (0,1,2)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (1,1,2)	ARIMA (3,1,0)	ARIMA (3,1,1)	ARIMA (3,1,2)
عدد المعالم المعنوية	1	2	2	1	2	0	1	1
SIGMA2	1553.1	1915.60	1338.63	1334.42	1268.48	1976.0	1549.254	15.99.29
AIC	10.287	10.511	10.141	10.171	10.126	10.526	10.320	10.357
SC	10.391	10.614	10.245	10.309	10.266	10.631	10.459	10.496
Adjusted (R2)	0.183	-0.006	0.296	0.286	0.324	-0.033	0.175	0.148

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد على برنامج Views نموذج هور إلى البيانات الواردة بالجدول نجد أن أفضل نموذج هو نموذج ARIMA (1,1,2) حيث:

- أكبر في: عدد المعالم المعنوية (2)، وكذلك أكبر قيمة Adjusted (R2) حيث تساوي (0.324).
- أقل قيمة في: (AIC) يساوي (10.126)، وكذلك (SC) يساوي (10.266)، وكذلك (SIGMA2) يساوي (1268.489).

▪ وبالتالي يمكن كتابة المعادلات على النحو التالي:

$$\Delta \text{【GDPC】}_t = 53.3725 + 0.49036 \Delta \text{【GDPC】}_{(t-1)} + 0.225913 \varepsilon_{(t-1)} - 0.28412 \varepsilon_{(t-2)} \rightarrow (6)$$

المرحلة الثالثة: التشخيص (Gujarati, 2004)

هي العملية التي يتم التحقق فيها من أن النموذج الذي تم اختياره مستقر، والتالي متطلبات النموذج

المستقر:

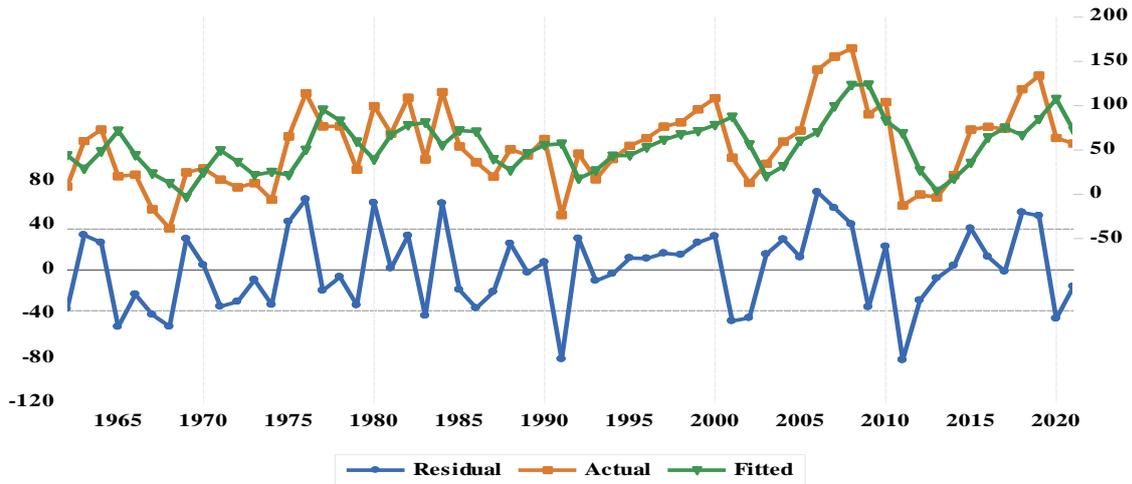
- بقايا النموذج عبارة عن ضوضاء بيضاء إحصائية (Ljung-Box Q)، فرضية العدم: بقايا النموذج عبارة عن ضوضاء بيضاء.

- يجب أن تقع جميع جذور كل من (AR)، (MA) داخل دائرة الوحدة.

إذا كانت الشروط:

متحققة: يمكن التنبؤ بهذا النموذج .

غير متحققة: نحتاج إلى تكرار طريقة الاختيار والتقدير. حيث نكرر مع نموذج محتمل آخر.



شكل رقم (7): القيم الأصلية والمقدرة والبقايا خلال الفترة (1960-2021).

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد على برنامج Views 12.

من الشكل نلاحظ أن القيم المقدرة للسلسلة الزمنية داخل الفترة (1960-2021) تقترب من القيم الحقيقية

للسلسلة الزمنية، مما يدل على جودة النموذج.

اختبارات جودة النموذج (Model Goodness of fit):

يوجد العديد من الاختبارات الخاصة بجودة النموذج وذلك للتحقق من سلامة التقديرات وإمكانية استخدام

النموذج في التنبؤ وذلك على النحو التالي:

أ. الاختبارات الخاصة بالازدواج الخطي (Multicollinearity).

ب. الاختبارات المتعلقة بحد الخطأ العشوائي (Residuals Diagnostic).

ج. الاختبارات المتعلقة باستقرار النموذج (Stability Test).

أ. اختبار الازدواج الخطي للمتغيرات المستقلة (Multicollinearity):

من الافتراضات التي يجب توافرها هو عدم وجود ارتباط خطي تام بين المتغيرات، حيث أن ذلك يؤدي

إلى جعل المتغيرات المستقلة غير معنوية في التأثير وذلك في حالة وجود ارتباط خطي قوي بين المتغيرات

المستقلة، ويمكننا اختبار وجود مشكلة الازدواج الخطي بين المتغيرات المستقلة من خلال (Variance Inflation

Factors) والذي جاءت نتائجه على النحو التالي:

جدول رقم (5): اختبار الازدواج الخطي للمتغيرات المستقلة

Variance Inflation Factors			
Sample: 1962 2021			
Included observations: 59			
	Coefficient	Uncentered	Centered
Variable	Variance	VIF	VIF
C	135.7378	1.058051	NA
AR (1)	0.014968	1.230901	1.167754
MA (2)	0.025423	1.250437	1.248003
SIGMASQ	83131.86	1.082582	1.079406

المصدر: تم إعدادها بواسطة الباحث في ضوء مخرج (E-Views12)

يتم مقارنة قيمة معامل (Centered Vif) بالرقم (5)، فإذا كانت قيمة المعامل أكبر من (5) فإن ذلك يعني

أن هناك مشكلة ازدواج خطي بين المتغيرات المفسرة، وحيث أن قيمة المعامل لجميع متغيرات النموذج أقل من

(5) فإن ذلك يعني أن النموذج لا يعاني من مشكلة الازدواج الخطي.

ب. الاختبارات المتعلقة بحد الخطأ العشوائي (Residuals Diagnostic):

هناك عدد من الاختبارات المتعلقة بحد الخطأ العشوائي ومنها اختبار اختلاف تباين حد الخطأ

(Heteroskedasticity)، واختبار مدى اتباع حد الخطأ العشوائي للتوزيع الطبيعي، وقد جاءت نتائج الاختبارات

على النحو التالي:

➤ اختبار اختلاف تباين حد الخطأ (Heteroskedasticity test):

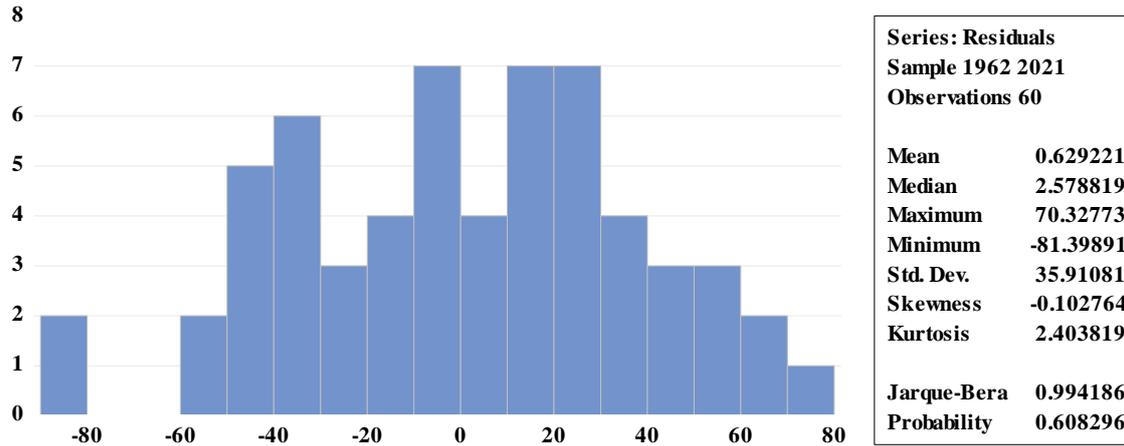
جدول رقم (6): اختبار اختلاف تباين حد الخطأ

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.013178	Prob. F (1,57)	0.909
Obs*R-squared	0.013637	Prob. Chi-Square (1)	0.907

المصدر: تم إعدادها بواسطة الباحث في ضوء مخرج (E-Views12)

تشير نتائج الاختبار إلى عدم وجود مشكلة اختلاف تباين حد الخطأ العشوائي حيث أنه يتم مقارنة (P-value) الخاصة بالاختبار ب (5%) فإذا كانت أكبر من (5%) نقبل فرض العدم والقائل بأنه لا يوجد مشكلة اختلاف تباين حد الخطأ، وحيث أن قيمة (Chi-Square) تساوي (0.907) فإن هذا يعني قبول فرض العدم وهو ما يعني عدم وجود مشكلة اختلاف تباين حد الخطأ العشوائي.

➤ مدى اتباع حد الخطأ العشوائي للتوزيع الطبيعي:



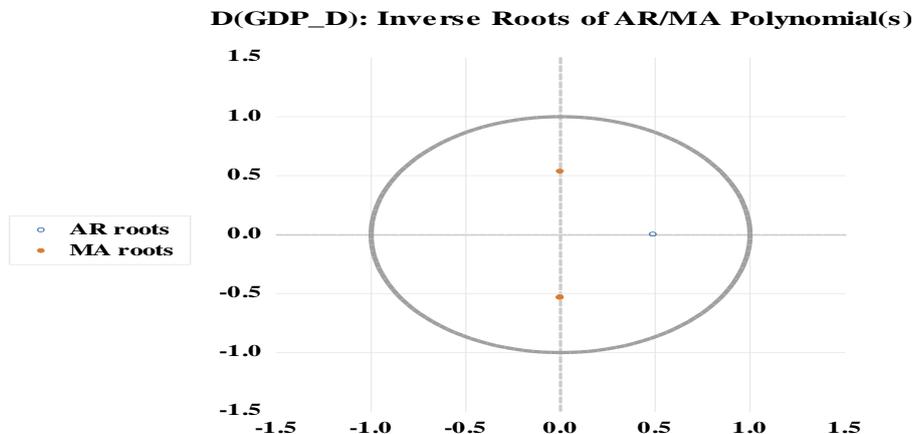
شكل رقم (8): يوضح مدى توزيع البواقي توزيع طبيعي

المصدر: تم إعدادها بواسطة الباحث في ضوء مخرج (E-Views12)

بالنظر إلى قيمة (p-value) الخاصة بإحصائية (Jarque-Bera) نجد أنها تساوي (0.608296) أي أكبر من (0.05)، وبالتالي فإننا نقبل فرض العدم والذي ينص على أن حد الخطأ العشوائي يتبع التوزيع الطبيعي.

ج. اختبارات استقرار النموذج (Stability Test):

➤ جذور كل من (AR)، (MA) ودائرة الوحدة:



شكل رقم (9): يوضح جذور كل من (AR)، (MA) ودائرة الوحدة

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد برنامج Views 12.

بالنظر إلى الشكل رقم (9) نلاحظ أن كل من: الجذر الخاص بـ (AR)، والجذرين الخاصين بـ (MA) يقعوا داخل دائرة الوحدة مما يدل على ثبات النموذج ككل وبالتالي يمكن الاعتماد عليه في عملة التنبؤ.

➤ استقرارية البواقي:

Sample (adjusted): 1962 2021
Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.045	0.045	0.1297	
		2	-0.002	-0.004	0.1300	
		3	-0.121	-0.121	1.0924	0.296
		4	-0.018	-0.007	1.1135	0.573
		5	-0.196	-0.198	3.7030	0.295
		6	0.007	0.010	3.7065	0.447
		7	-0.134	-0.149	4.9578	0.421
		8	0.078	0.047	5.3910	0.495
		9	0.029	0.012	5.4503	0.605
		10	0.049	-0.021	5.6304	0.689
		11	0.059	0.081	5.8986	0.750
		12	0.156	0.110	7.7786	0.650
		13	-0.114	-0.099	8.8129	0.639
		14	-0.121	-0.107	9.9906	0.617
		15	-0.060	-0.004	10.293	0.670
		16	-0.066	-0.073	10.664	0.712
		17	-0.126	-0.116	12.027	0.677
		18	0.094	0.073	12.817	0.686
		19	0.079	0.047	13.389	0.710
		20	0.117	0.042	14.670	0.684
		21	-0.043	-0.086	14.848	0.732
		22	-0.023	-0.032	14.901	0.782
		23	0.074	0.115	15.451	0.800
		24	0.093	0.070	16.349	0.798
		25	-0.024	0.073	16.407	0.837
		26	0.106	0.170	17.646	0.820
		27	-0.143	-0.162	19.940	0.750
		28	-0.029	0.009	20.037	0.790

شكل رقم (10): نتائج اختبار (Q-test) لاستقرارية البواقي

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد برنامج Views 12.

Sample (adjusted): 1962 2021
Included observations: 60 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.015	-0.015	0.0144	0.904
		2	-0.195	-0.195	2.4484	0.294
		3	-0.148	-0.161	3.8756	0.275
		4	0.141	0.099	5.1945	0.268
		5	0.054	0.004	5.3931	0.370
		6	-0.237	-0.230	9.2576	0.160
		7	0.071	0.117	9.6103	0.212
		8	0.072	-0.006	9.9763	0.267
		9	0.005	-0.054	9.9784	0.352
		10	-0.142	-0.059	11.486	0.321
		11	0.088	0.100	12.068	0.359
		12	-0.056	-0.187	12.314	0.421
		13	-0.173	-0.166	14.691	0.327
		14	-0.211	-0.227	18.293	0.194
		15	0.218	0.118	22.227	0.102
		16	0.080	-0.107	22.764	0.120
		17	-0.019	0.072	22.795	0.156
		18	-0.067	-0.034	23.197	0.183
		19	-0.062	-0.154	23.548	0.214
		20	0.178	0.091	26.508	0.150
		21	-0.135	-0.071	28.247	0.133
		22	-0.052	-0.145	28.508	0.159
		23	0.036	0.066	28.635	0.193
		24	0.021	-0.143	28.683	0.232
		25	-0.090	-0.190	29.543	0.242
		26	0.063	0.083	29.984	0.268
		27	0.178	0.070	33.567	0.179
		28	0.018	-0.054	33.604	0.214

شكل رقم (11): يوضح نتائج اختبار (Q-test) لاستقراريته مربع البواقي

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد برنامج Views 12.

بالنظر إلى الشكلين (10)، (11) نجد أن قيم دالتي (الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي) يقعان ضمن حدود فترات الثقة، كما أن قيم (P-Value) لإحصائية (Q-test) أكبر من (0.05)، مما يمكننا من قبول

فرض العدم وهو: البواقي عبارة عن ضوضاء أبيض (White Noise)، مما يدل على استقراره البواقي وبالتالي يمكن الاعتماد عليه في عملة التنبؤ.

➤ اختبار (Ramsey Reset):

جدول رقم (7): يوضح نتائج اختبار (Ramsey Reset)

Ramsey RESET Test		
Equation: ARIMA_1_2_NEW		
Omitted Variables: Powers of fitted values from 2 to 3		
Specification: D(GDP_D) C AR (1) MA (2)		
	Coefficient	P-Value
F-statistic	0.359799	0.6995
Likelihood ratio	1.267705	0.5305
FITTED^2	0.010259	0.6646
FITTED^3	-4.60E-05	0.7081

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد على برنامج 12 Views.

بالنظر إلى قيم (P-Value) لكل من (F-statistic)، (FITTED^2)، (FITTED^3) نجد أنهم أكبر من (0.05)، مما يمكننا من قبول فرض العدم وهو: تم تحديد النموذج بشكل صحيح، وبالتالي يكون النموذج صالحًا للتنبؤ به.

المرحلة الرابعة: التنبؤ

الآن بعد أن أكملنا تشخيص النموذج وتحققنا من أن النموذج مناسب، يمكننا استخدامه للتنبؤ. ولكن لا بد من أن نتذكر: نمذجة (ARIMA) هي فن أكثر من كونها علمًا، وبالتالي لا يوجد نموذج مثالي. نظرًا لأن نموذج ARIMA (1,1,2) مناسب لبيانات متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، لذلك يمكننا استخدام المعادلة (4) مباشرةً للتنبؤ بقيمة متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للسنوات الأربع القادمة خارج العينة (من 2022 إلى 2025).

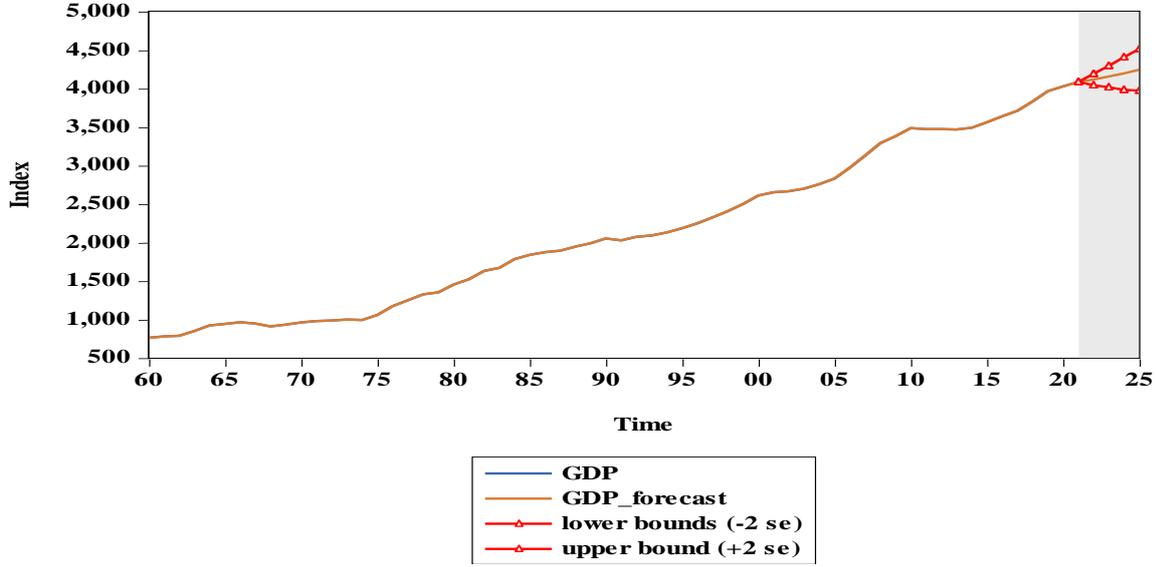
جدول رقم (8): يوضح القيم المتوقعة لمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي خلال (2022-2025)

فترة الثقة		المتوقع	العام
الحد الأدنى	الحد الأعلى		
4192.579	4041.930	4117.254	2022
4295.487	4017.305	4156.396	2023
4407.611	3982.927	4195.269	2024

فترة الثقة		المتوقع	العام
الحد الأعلى	الحد الأدنى		
4514.812	3973.642	4244.227	2025

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد برنامج Views 12.

Egyptian GDP Per capita
Actual-Forecast



شكل رقم (12): القيم الحقيقية - المتوقعة لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بحدود ثقة 95%

المصدر: من إعداد الباحث اعتماد على برنامج Views 12.

وتظهر القيم المتوقعة لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في الجدول (8). ويعرض الشكل (12) اتجاه قيم (GDP) الفعلية والمتوقعة بحدود ثقة تبلغ 95%. تظهر القيم المتوقعة استمرار الزيادة في متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، مع العلم أن هذه الأرقام ليست إلا توقعات وأن الاقتصاد القومي معقد ومتغير، لذا يجب الانتباه إلى المخاطر والتقلبات التي يمكن أن يواجهها الاقتصاد القومي التي من شأنها أن تتعرض مع القيم المتوقعة.

الخاتمة والتوصيات

تمثل الهدف الرئيس لهذه الدراسة في إيجاد نموذج تنبؤ فعال لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر والتنبؤ به خلال السنوات القادمة (2022-2025) باستخدام هذا النموذج. للحصول على هذا الهدف، تم استخدام نهج (Box-Jenkins) لنموذج (ARIMA). تم استخدام بيانات نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للأعوام 1960-2021 بالدولار الأمريكي بالأسعار الثابتة للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي من عام 2022 حتى عام 2025. في البداية، تم العثور على عدم الاستقرار في البيانات والذي ظهر في كل من: دالة الارتباط الذاتي، ودالة الارتباط الذاتي الجزئي، واختباري: فيليبس بيرون، وديكي فولر الموسع.

تمت إزالة عدم الاستقرار أولاً بأخذ الفرق الأول. باستخدام معيار اختيار الطراز (AIC) و (SC)، تم تحديد نموذج $(1,1,2)$ Arima، ثم تم تقدير معاملات هذا النموذج باستخدام طريقة الاحتمالية القصوى ووجد أن جميع معاملات هذا النموذج معنوية بافتراض التوزيعات الطبيعية للمقدرات. تم التحقق من الحالة الطبيعية واستقلالية افتراضات البواقي باستخدام مخططات واختبارات مختلفة. تم العثور على جميع النتائج مرضية. أخيراً أرنة القيم الفعلية والقيم المحسوب باستخدام النموذج ملائم كبيرة. ثم تم استخدام النموذج لأغراض التنبؤ. أخيراً، تم عرض توقعات النقطة لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر مع حدود ثقة 95 % لمدة أربع أعوام، ووجد أن الاتجاه التصاعدي في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي سيستمر خلال هذه الفترة. وتوصي الدراسة بالتالي:

- التأكيد على مدى أهمية التنبؤ في اتخاذ القرارات، فبدونه تصبح الدولة كالساعي إلى مقصد دون أن يعلم الطريق إليه.
- استخدام النموذج المقترح للتنبؤ بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر من قبل الجهات المختصة، حيث النموذج تم إثبات فعاليته في التنبؤ.
- ينبغي أن يوضع في الحسبان الاتجاه المتزايد لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الذي أوضحته نتائج التنبؤ وذلك عن وضع الخطط المستقبلية.
- تفعيل كل من الدراسات التنبؤية والاستفادة من الأساليب الإحصائية والكمية وذلك لتتبع التغيرات التي تطرأ على نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر مما يساهم في إنجاح خطط التنمية ومواجهة مشكلة الفقر في مصر.
- تشجيع الأكاديميين والباحثين على إجراء دراسات تنبؤية لبعض المؤشرات الاقتصادية في مصر مثل: معدل النمو الاقتصادي، الصادرات والواردات، والاستثمار الأجنبي المباشر، وذلك باستخدام نماذج السلاسل الزمنية وذلك لأهمية ذلك في المساهمة في إنجاح خطط التنمية.
- ينبغي على الحكومة المصرية اتباع سياسات اقتصادية أكثر شمولاً وتنفيذ إصلاحات رئيسية لتعزيز النمو لتقوية اقتصادها، كما يتعين عليها تحفيز النمو الذي يوفر فرص العمل وتهيئة الظروف لزيادة الاستثمار الخاص وتحسين القدرة التنافسية للبلاد مما يترتب عليه زيادة (GDP Per Capita)، وبالتالي زيادة رفاهية المواطن.
- التطور في طرق التنبؤ الاقتصادي مع اقتراح إنشاء هيئات متخصصة في التنبؤ بالمتغيرات الاقتصادية للمساعدة في إنجاح خطط التنمية، مع اقتراح استخدام الذكاء الاصطناعي في عملية التنبؤ الاقتصادي.

دراسات مستقبلية مقترحة

- نمذجة قياسية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر باستخدام نماذج (ARCH&GARCH) وكذلك نموذج الشبكات العصبية.
- نمذجة قياسية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في مصر باستخدام النماذج غير الخطية.

المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية

- رابح بلعباس. (2010). "فعالية التنبؤ باستخدام النماذج الإحصائية في اتخاذ القرارات". تاريخ الاسترداد 4, 2023، من موسوعة الاقتصاد والتمويل الإسلامي:

<https://iefpedia.com/arab/wpcontent/uploads/2010/03/%D9%81%D8%B9%D8%A7%D9%84%D9%8A%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%86%D8%A8%D8%D8%A8%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%AF%D8%A7%D9%85%D8%A7%D9%84%D9%86%D9%85%D8%A7%D8%B0%D8%AC-%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%AD%D8%B5%D8%A7>

- رسلان خضور. (2011). "التنبؤ الاقتصادي". تاريخ الاسترداد 7 2023، من معرفة:

https://www.marefa.org/%D8%AA%D9%86%D8%A8%D8%A4_%D8%A7%D9%82%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D9%8A

- محمد دحماني أدروش. (2015). محاضرات في الاقتصاد القياسي. سيدي بلعباس: جامعة جيلالي ليابس سيدي بلعباس - الجزائر.

- محمد شيخي. (2011). طرق الاقتصاد القياسي - محاضرات وتطبيقات. ورقلة-الجزائر: الحامد للنشر.

- نورة عبد الرحمن علي يوسف. (2015). محاضرات في الاقتصاد القياسي. تم الاسترداد من كلية إدارة

الأعمال-جامعة الملك سعودا: <https://faculty.ksu.edu.sa/ar/nayousef/course/42419>

ثانياً: مراجع باللغة الأجنبية

- Ali, S. M. (2013). "Time Series Analysis of Baghdad Rainfall Using ARIMA Method". Iraqi Journal of Science, 1136-1142.
- Borbor, B. S., & Brew, L. (2022). "Forecast Analysis of Ghana's Gross Domestic Product in Economic Growth using Time Series ARIMA". Asian Research Journal of Mathematics, 47-55.
- Dryer, J., & Sik Chan, K. (2008). Time Series Analysis with Applications in R. New York: Springer.
- Dritsaki, C., Dimitrios Niklis, & Dimitrios Niklis. (2021). "Oil Consumption Forecasting using ARIMA Models: An Empirical Study for Greece". International Journal of Energy Economics and Policy, 214-224.
- Eissa, N. (2020). "Forecasting the GDP per Capita for Egypt and Saudi Arabia Using ARIMA Model"s. Research in World Economy, 247-258.
- Fattah, J., Ezzine, L., Aman, Z., El Moussami, H., & Lachhab, A. (2018). "Forecasting of demand using ARIMA model". International Journal of Engineering Business Management, 1-9.
- Ferdous, R. (2022). "Economic Scratch on the Future Growth Path of Bangladesh: An ARIMA Approach". International Journal of Publication and Social Studies, 38-54.
- Ghazo, A. (2021). "Applying the ARIMA Model to the Process of Forecasting GDP and CPI in the Jordanian Economy". International Journal of Financial Research, 70-77.

- Gujarati, D. N. (2004). Basic Econometrics. New York: McGraw-Hill.
- Hyndman, M., & Spyros, R. (1999). "Forecasting: Methods and Application". Journal of the American Statistical Association, 345-346.
- Kimberly, D. (2008). Fundamentals of National Income. New York: McGraw-Hill.
- Mohamed, A. O. (2022). "Modeling and Forecasting Somali Economic Growth Using ARIMA Models". Forecasting, 1038-1050.
- Ning, W., Bain, K. j., & Yuan, Z.-f. (2010). "Analysis and Forecast of Shaanxi GDP Based on the ARIMA Model". Research in Agricultural & Applied Economics, 34-36, 41.
- Sena, D., & Nagwani, N. K. (2015). "Application of time series-based prediction model to forecast per capita disposable income". International Advance Computing Conference (IACC) (pp. 454-457). Bangalore, India: International Advance Computing Conference (IACC).
- Shaker, v. (2022). "Modeling and Forecasting Egyptian GDP: Autoregressive-Integrated Moving-Average Model". Agricultural Economics and Social Sciences, Mansoura Univ, 279 -283.
- Ugoh, C. I., Echebiri, V., Temisan, G. O., Iwuchukwu, J. K., & Guobadia, E. K. (2022). On Forecasting Nigeria's GDP: A Comparative Performance of Regression with ARIMA Errors and ARIMA Method. International Journal of Mathematics and Statistics Studies, 48-64.
- Vaidya, D. (2019). GDP Per Capita. Retrieved 4 7, 2023, from wallstreetmojo: <https://www.wallstreetmojo.com/gdp-per-capita/>
- YOUSSEF, J., ISHKER, N., & FAKHREDDINE, N. (2021). "Economic Forecast of the Wealthiest Gulf Countries Using ARIMA Model". Journal of Applied Economic Sciences, 228-237.