

The Use of the "Box- Jenkins" Methodology to Forecast the Time Series for Gross Fixed Capital Formation – An Applied Study on the Saudi Arabia Kingdom –

Gariballa Abdelmageed Abdelgadir

Applied College || Taibah University || KSA

Abstract. The study aimed to analyze the current and future behavior of the time series of Gross fixed Capital Formation in the Kingdom of Saudi Arabia. Data of the study for the period from 1968 to 2019 was collected from the website of the World Bank: <https://data.albankaldawli.org/>. The study found, through the use of Stationary tests, that the time series under study were not stationary in their level, but became stationary after putting it in the form of the first differences, the study was adopted on the application of the Box- Jenkins methodology for prediction and time series analysis. It found that, the best model fits the data of the Gross Fixed Capital Formation series is the ARIMA model (2,1,4). This model was used to forecast the future for the years from 2020 to 2023 AD. The forecast results in Saudi Arabia kingdom showed that the Grand total of the expected fixed capital formation will range between approximately (19.6- 29.4) billion riyals during the forecast period, and that the Total Fixed Capital Formation in the Kingdom of Saudi Arabia is taking an upward trend during the forecast period (2020- 2023). Finally, the study reached some recommendations, the most important of which is to take advantage of the study results to predict the Total Fixed Capital Formation for the coming years, and to conduct other predictive studies for some important economic indicators, such as the Gross Domestic Product and Foreign Direct Investment.

Keywords: Time Series, Stationary, Gross fixed Capital Formation, Box- Jenkins, Forecast.

استخدام منهجية Box- Jenkins للتنبؤ بالسلسلة الزمنية لإجمالي تكوين رأس المال الثابت – دراسة تطبيقية على المملكة العربية السعودية –

قريب الله عبد المجيد عبد القادر

الكلية التطبيقية || جامعة طيبة || المملكة العربية السعودية

المستخلص: هدفت الدراسة إلى تحليل السلوك الحالي والمستقبلي للسلسلة الزمنية لإجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية، حيث تم الحصول على بيانات الدراسة والتي تغطي الفترة من 1968 إلى 2019م من خلال الموقع الإلكتروني للبنك الدولي: <https://data.albankaldawli.org/>، وقد تأكد للدراسة من خلال اختبارات السكون، أن السلسلة الزمنية قيد الدراسة لم تكن مستقرة في مستواها، إلا أنها استقرت بعد وضعها في صورة الفروق الأولى، واستخدمت الدراسة منهجية Box- Jenkins في التنبؤ وتحليل السلاسل الزمنية، وتم التوصل إلى أن أفضل نموذج يلائم بيانات سلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت هو نموذج ARIMA (2,1,4). وتم استخدام هذا النموذج للتنبؤ المستقبلي للسنوات من 2020 إلى 2023م، وأظهرت نتائج التنبؤ على مستوى المملكة العربية السعودية، أن مجموع إجمالي تكوين رأس المال الثابت المتوقع سيتراوح بين (19.6- 29.4) مليار ريال تقريباً خلال فترة التنبؤ، وأن إجمالي تكوين رأس المال الثابت في المملكة العربية السعودية يأخذ اتجاهاً تصاعدياً خلال فترة التنبؤ (2020- 2023). توصلت الدراسة إلى عدد

من التوصيات، أهمها الاستفادة من نتائج هذه الدراسة للتنبؤ بإجمالي تكوين رأس المال الثابت للسنوات القادمة، وإجراء دراسات تنبؤية أخرى لبعض المؤشرات الاقتصادية الهامة، كالنتائج المحلي الإجمالي، والاستثمار الأجنبي المباشر. الكلمات المفتاحية: السلسلة الزمنية، اختبارات السكون، إجمالي تكوين رأس المال، بوكس-جينكز، التنبؤ.

1. المقدمة.

يعد تكوين رأس المال الثابت Fixed Capital Formation، المكون الرئيس للاستثمار في أي بلد، كما أنه يعتبر أحد أهم المؤشرات الاقتصادية الهامة التي تؤلف الناتج المحلي الإجمالي في أي اقتصاد. وتسعى معظم الدول، إلى تحسين ظروف الاستثمار فيها، وذلك عن طريق تفعيل محفزات الاستثمار المحلي، والعمل على إزالة المعوقات التي تعترض سبيله، وسن التشريعات والقوانين الاستثمارية، التي تساعد على جذب رؤوس الاموال الأجنبية. وطبقاً لبيانات الحسابات القومية للبنك الدولي فإن إجمالي تكوين رأس المال الثابت (إجمالي الاستثمار المحلي سابقاً) يشمل الإنفاق على: تحسينات الأراضي، ومشتريات الآلات والمكينات والمعدات، وإنشاء الطرق، والسكك الحديدية، وما شابه، بما في ذلك المدارس، والمكاتب، والمستشفيات، والمسكن الخاصة، والمباني التجارية والصناعية (البنك الدولي، 2020). ويمارس التكوين الرأسمالي الثابت أثراً إيجابية على مستوى النشاط الاقتصادي ككل، حيث يساعد في تحقيق الفائض الاقتصادي، وخلق فرص العمل الجديدة، مما يترتب عليه زيادة الطاقة الانتاجية، وبالتالي زيادة الدخل من خلال مضاعف الاستثمار. ومما لا شك فيه، فإن السلاسل الزمنية Times Series، تلعب دوراً مهماً في تحليل سلوك واتجاهات الظواهر الاقتصادية والمالية، وتساعد في بناء النماذج الإحصائية والتنبؤ بها. لذا تبرز الحاجة لهذه الدراسة لتناول السلسلة الزمنية المتعلقة بإجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية، من أجل بناء نموذج إحصائي، يشرح اتجاهات التكوين الرأسمالي الثابت في الفترة المستقبلية القادمة، ويساعد في اتخاذ التدابير والقرارات الاستثمارية المناسبة.

1-1: مشكلة الدراسة:

تتطلع الدول ومن بينها المملكة العربية السعودية، إلى تحقيق معدلات نمو اقتصادي مرتفعة، وبناء اقتصاد قوى ومزدهر في ضوء التطورات التي يشهدها الفكر المالي والاقتصادي، وحيث إن تكوين رأس المال يعد أحد المؤشرات الاقتصادية الهامة، والتي لها تأثير كبير ومباشر على النمو الاقتصادي، لذا فإن مشكلة الدراسة تنحصر في كيفية بناء نموذج إحصائي دقيق، يمكن من خلاله التنبؤ والاستشراف، بسلوك واتجاهات السلسلة الزمنية لتكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية.

2-1: فروض الدراسة:

- 1- السلسلة الزمنية FC التي تمثل إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية، خلال الفترة من 1968-2019م، تعتبر سلسلة زمنية غير ساكنة.
- 2- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل، يمثل النموذج الملائم من بين نماذج Box-Jenkins لوصف بيانات السلسلة FC.

3-1: أهداف الدراسة

1. دراسة السلوك الحالي لسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية.

2. بناء أفضل نموذج إحصائي يساعد على توليد تنبؤات مستقبلية دقيقة، وذلك من خلال تطبيق منهجية بوكس-جينكنز Box- Jenkins.

4-1: أهمية الدراسة

1. تسليط الضوء على تكوين رأس المال الثابت كأحد عناصر الطلب الكلي، وصاحب النصيب الأكبر في الانفاق على الناتج المحلي الإجمالي بالمملكة العربية السعودية.
2. استكشاف المسار الزمني لسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت في المستقبل.
3. تزويد السلطات وصانعي القرار في الدولة بما يسفر عنه التنبؤ المستقبلي.

5-1: منهجية الدراسة

تستخدم الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بما يغطي الجانب النظري فيها، وتستخدم أيضا المنهج الإحصائي من خلال جمع البيانات الإحصائية، وتطبيق أساليب التحليل الإحصائي الخاصة بمنهجية بوكس-جينكنز Box- Jenkins.

6-1: حدود الدراسة

- الحدود الموضوعية: يقتصر موضوع الدراسة على تطبيق منهجية Box- Jenkins لدراسة السلسلة الزمنية لإجمالي تكوين رأس المال الثابت والتنبؤ به لفترة مستقبلية قادمة.
- الحدود المكانية: تشمل الحدود السياسية والإدارية المعروفة للمملكة العربية السعودية.
- الحدود الزمانية: تغطي الدراسة الفترة الزمنية من 1968-2019م.

2. الدراسات السابقة والإطار النظري.

1-2: الدراسات السابقة:

- 1- دراسة (دقفل وآخرون، 2018) بعنوان: "دعم تكوين رأس المال الثابت للنمو الاقتصادي في الجزائر للفترة (1985-2015)"، حيث هدفت الدراسة إلى توضيح مدى دعم تكوين رأس المال الثابت للنمو في الاقتصاد الجزائري خلال الفترة الزمنية التي تغطيها الدراسة، واستخدمت الدراسة أسلوب التكامل المشترك ودوال الاستجابة الفورية، وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة إيجابية بين الناتج المحلي وتراكم رأس المال الثابت، واستنتجت الدراسة أن إجمالي تكوين رأس المال الثابت يدعم بصورة كبيرة معدلات النمو الاقتصادي في الجزائر، وقد أوصت الدراسة بالتنوع الاقتصادي لمصادر الاستثمار، وعدم الاعتماد على قطاع المحروقات فقط تفاديا للصدمات الخارجية، كما أوصت الدراسة بتشجيع الصادرات غير النفطية والاستفادة من الاستثمارات الأجنبية.
- 2- دراسة (Malawi, 2006): هدفت هذه الدراسة إلى استقصاء أثر كل من إجمالي التكوين الرأسمالي الثابت، وعرض النقد على النشاط الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة الزمنية (1971-2003)، وشملت متغيرات الدراسة الناتج المحلي الإجمالي كمتغير تابع وممثل للنشاط الاقتصادي، وكل من إجمالي التكوين الرأسمالي الثابت وعرض النقد كمتغيرات مستقلة، وبينت نتائج الدراسة، أن أثر إجمالي التكوين الرأسمالي الثابت يفوق أثر عرض النقد في النشاط الاقتصادي، وأوصت الدراسة بأنه يجب على الحكومة الجزائرية التركيز

على الجانب الاستثماري لحفز النشاط الاقتصادي، وأوصت الدراسة باستخدام نماذج لبيانات شهرية أو ربع سنوية لإظهار النتائج بالدقة المطلوبة، كما أوصت الدراسة باستخدام متغيرات النموذج في صورة معدلات نمو بدلاً عن استخدام القيم الأصلية للمتغيرات.

3- دراسة (Musundi, M'mukiira, & Mungai, 2016)، هدفت هذه الدراسة إلى تحليل السلسلة الزمنية للنتائج المحلي الإجمالي في كينيا للفترة (1960- 2012) والتنبؤ بها لسنوات قادمة، واستخدمت الدراسة نماذج الانحدار الذاتي المتكاملة والمتوسطات المتحركة ARIMA وتطبيق منهجية بوكس-جينكيز، وتوصلت الدراسة إلى أن أفضل نموذج يلائم البيانات من بين النماذج المقترحة وفقاً لمعيار AIC هو نموذج $ARIMA(2, 2, 2)$ ، وأظهرت نتائج التنبؤ داخل العينة أن القيم النسبية والمتوقعة كانت في نطاق 5٪، وكان تأثير التنبؤ لهذا النموذج مناسباً وفعالاً نسبياً في نمذجة الناتج المحلي الإجمالي الكيني، وقد تم استخدامه للتنبؤ بالنتائج المحلي الإجمالي حتى العام 2017م، وأوصت الدراسة بأنه يجب توخي الحيلة والحذر عند استخدام هذا النموذج في التنبؤ، وذلك نظراً لتقلبات السياسات الاقتصادية الكلية والتي تؤثر على مؤشرات الاقتصاد الكلي، مما يعكس أثرها على القيم التنبؤية، كما أوصت الدراسة بإجراء المزيد من الأبحاث لتحليل ديناميكيات الناتج المحلي الإجمالي باستخدام نماذج أخرى مختلفة.

4- دراسة (Biswas, 2015): حاولت هذه الدراسة بناء نموذج سلاسل زمنية للتنبؤ بتدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر في الهند خلال الفترة القادمة. واعتمدت الدراسة على بيانات السلسلة الزمنية السنوية للاستثمار الأجنبي المباشر في الهند خلال الفترة من 1992 إلى 2014م، واستخدمت الدراسة أسلوب تحليل الانحدار، واختبار المعلمات، ومنهجية Box Jenkins لبناء نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة. تم في هذه الدراسة اختبار الدقة والنماذج المختارة من خلال إجراء اختبارات تشخيصية مختلفة لضمان دقة النتائج التي تم الحصول عليها. وقد تبين للدراسة أن أفضل طريقة هي نماذج Box-Jenkins بسبب ملاءمتها للبيانات. وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من نماذج ARIMA، أن الاستثمار الأجنبي المباشر في الهند يتبع اتجاهًا متزايدًا خلال الفترة المتوقعة (2015- 2034). وأوصت الدراسة بالعمل على خلق فرص استثمارية لجذب المزيد من الاستثمار الأجنبي المباشر في الهند، وأوصت كذلك بإجراء مراجعة شاملة لجميع التشريعات المنظمة للاستثمار الأجنبي المباشر بشكل عام وقانون تشجيع الاستثمار بشكل خاص، كما أوصت الدراسة بإجراء مزيد من الدراسات حول التنبؤ بالاستثمار الأجنبي المباشر في الهند وذلك باستخدام بيانات شهرية أو ربع سنوية

5- دراسة (درويش، 2018): استخدمت هذه الدراسة منهجية بوكس-جينكيز، لبناء نموذج إحصائي للتنبؤ بالتدفقات النقدية المستقبلية للمصارف الفلسطينية خلال الفترة من يونيو 2000م إلى يونيو 2017م، وفق بيانات نصف سنوية لبنك فلسطين كممثل للمصارف الفلسطينية، واستنتجت الدراسة أن نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى الإجمالي $AR(1)$ لديه القدرة للتنبؤ بالتدفقات النقدية المستقبلية من أنشطة التشغيل، وأن نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك من الدرجة $ARMA(1,1)$ لديه قدرة للتنبؤ بالتدفقات النقدية المستقبلية من جميع الأنشطة، وأوصت الدراسة باستخدام نماذج بوكس-جينكيز للتنبؤ المستقبلي بالتدفقات النقدية للبنوك الفلسطينية، واستخدام هذه النماذج عند تحديد السيولة النقدية للوحدات الاقتصادية المختلفة في فلسطين، كما أوصت الدراسة باستخدام نماذج أخرى حديثة للتنبؤ بالتدفقات النقدية للمصارف كنموذج Garch للمساعدة في اتخاذ القرارات الاستثمارية المناسبة.

2-2: الإطار النظري:

يتكون الإطار النظري لهذه الدراسة من شقين: الشق الأول يتناول مفهوم إجمالي تكوين رأس المال الثابت، وأهميته في اقتصاد المملكة العربية السعودية، بينما يتضمن الشق الثاني أساليب تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ وفق منهجية بوكس-جينكز.

2-2-1: مفهوم إجمالي تكوين رأس المال الثابت

يعرف الاستثمار بأنه "ذلك الجزء من الدخل الذي لا يستهلك بالشكل النهائي، وإنما يعاد استخدامه في العملية الانتاجية بغرض زيادة قيمة الإنتاج أو المحافظة عليه" (نمر وصديقي، 2009). وقد يأتي التعريف للاستثمار بحسب الزاوية التي ينظر منها، فالاستثمار الاقتصادي هو الاستثمار الذي يتحقق عن طريق استخدام الأصول الانتاجية التي تؤدي إلى زيادة السلع والخدمات، ومن ثم زيادة الناتج القومي الإجمالي، أما الاستثمار المالي فهو الاستثمار الذي يتم من خلال نقل ملكية عناصر الانتاج والأموال المستثمرة من مستثمر لآخر (Mohammed, 2012). ويعتبر الانفاق الاستثماري أحد المكونات المهمة للطلب الكلي، التي تسهم في انتاج السلع والمعدات الرأسمالية، ويتكون الانفاق الاستثماري من ثلاث عناصر رئيسية (الأفندي، 2013) وهي:

- تكوين رأس المال الثابت

- التغيير في المخزون خلال العام.

- الاستثمار العقاري

وتقوم فلسفة تكوين رأس المال الثابت، على حقيقة مفادها أنه يجب على المجتمعات، ألا تسخر كل طاقتها الانتاجية للاستهلاك فقط، بل يجب أن يقتطع جزءاً من تلك الطاقات لصناعة وإنتاج سلع رأسمالية جديدة. ويمكن تعريف إجمالي تكوين رأس المال الثابت "بأنه مجموع الإضافات السنوية للأصول الثابتة مخصصاً منها الأصول التي تم التخلص. وتشمل هذه الأصول كل من الأصول الثابتة الملموسة كالمباني السكنية وغير السكنية، والانشاءات، والآلات والمعدات، ووسائل النقل، وتشمل كذلك منتجات الملكية الفكرية كاستكشاف المعادن، وبرامج الكمبيوتر، والأعمال الترفيهية، ومنتجات الملكية الفكرية الأخرى، إضافة إلى التحسينات التي تدخل على الأصول غير المنتجة بما فيها الأراضي، والتكاليف المصاحبة لنقل ملكية الأصول" (الجهاز المركزي للإحصاء، 2017).

وفي المملكة العربية السعودية عادة يضاف التغيير في المخزون إلى إجمالي تكوين رأس المال الثابت عند احتسابه، ويساهم تكوين رأس المال الثابت بنسب كبيرة في الانفاق على الناتج المحلي الإجمالي، حيث يشاهد من الجدول (2-1) الذي يعكس تطور إجمالي تكوين رأس المال الثابت في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (2013-2017)، إذ يتبين منه أن نسبة مساهمة تكوين رأس المال الثابت في الإنفاق على الناتج المحلي الإجمالي قد ارتفعت من 26.5% عام 2013م إلى 35.13% عام 2015م، أي بمقدار مساهمة أكثر من الثلث مقارنة ببقية العناصر الأخرى التي تسهم في عملية الإنفاق على الناتج المحلي الإجمالي. كما يلاحظ من خلال الجدول (2-1) ارتفاع قيمة إجمالي تكوين رأس المال الثابت من 741133 مليون ريال عام 2013م إلى 861857 مليون ريال عام 2015م، ثم انخفض إلى 745273 مليون ريال عام 2017م، ويعتبر العام 2015م هو العام الذي سجل فيه إجمالي تكوين رأس المال الثابت أقصى قيمة له خلال السنوات (2013-2017).

جدول (2-1): تطور مساهمة إجمالي تكوين رأس المال الثابت في الإنفاق على الناتج المحلي الإجمالي بقيم المشتريين بالأسعار الجارية/ مليون ريال

السنة	2013م	2014م	2015م	2016م	2017م
الانفاق على الناتج المحلي لإجمالي	2799927	2836314	2453512	2418508	2582198
تكوين رأس المال الثابت	741133	815457	861857	748108	745273
النسبة %	26.5	28.75	35.13	30.93	28.86

المصدر: التقارير السنوية (53+54+55) لمؤسسة النقد العربي السعودي

2-2-2: أساليب تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ

تعتبر السلاسل الزمنية أحد أهم أساليب التحليل الإحصائي الحديث، حيث إنها تساعد في تحليل وتفسير سلوك الظواهر المختلفة، والتنبؤ بالقيم المستقبلية بناءً على قيم الماضي. ويتم التنبؤ بالسلاسل الزمنية من خلال عدة نماذج من بينها نموذج Box-Jenkins، الذي أثبت كفاءته ودقته في مجالات تطبيقية عديدة، حيث يتطلب تطبيق هذا النوع من النماذج، سكون أو استقرار السلسلة الزمنية قيد الدراسة.

2-2-2-1: دراسة سكون السلسلة الزمنية

السلسلة الزمنية X_t هي مجموعة من المشاهدات، يتم تسجيل قيمة كل مشاهدة فيها وقت حدوثها في الزمن t ، وتكون السلسلة الزمنية منفصلة Discrete، عندما يتم تسجيل المشاهدات على فترات زمنية ثابتة، بينما تكون السلسلة الزمنية متصلة Continuous، عندما يتم تسجيل مشاهداتها بشكل مستمر، خلال فترة من الزمن (Peter and Richard, 2016).

وقد أصبح من الضروري عند دراسة المتغيرات أو السلاسل التي ترتبط بالزمن، أن يتم الوقوف على خصائصها، والتحقق من سكونها أو استقرارها عبر الزمن، قبل البدء في استخدامها، وذلك لتفادي الحصول على نتائج زائفة ومضللة، لا تمثل الواقع الحقيقي للظاهرة محل الدراسة. وبصورة عامة تعتبر السلسلة الزمنية ساكنة أو مستقرة، إذا لم تتغير خصائصها الإحصائية مع مرور الزمن، ويميز الإحصائيون بين نوعين من السكون هما (Denuit, Hainaut & Trufin, 2019):

- السكون التام strictly stationarity: توصف السلسلة الزمنية بأنها تتمتع بالسكون التام، إذا كان التوزيع الاحتمالي لقيم السلسلة $(X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_k})$ مساوياً للتوزيع الاحتمالي لقيم السلسلة $(X_{t_1+h}, X_{t_2+h}, \dots, X_{t_k+h})$. أو بتعبير آخر، إذا تحقق الشرط:

$$P(X_{t_1} \leq C_1, \dots, X_{t_k} \leq C_k) = P(X_{t_1+h} \leq C_1, \dots, X_{t_k+h} \leq C_k)$$

- السكون الضعيف Weak stationarity: ويوصف سكون السلسلة الزمنية بالسكون الضعيف، إذا كان تباينها محدوداً ومتوسطها ثابتاً عبر الزمن، وكانت قيمة التغاير Covariance بين X_t و X_{t+h} تعتمد فقط على الفجوة الزمنية التي تفصل بينهما.

مما سبق، يمكن صياغة شروط سكون السلسلة الزمنية رياضياً على النحو التالي (خولة، 2014: 43):

$$a: E(X_t) = E(X_{t+k}) = \mu$$

b:

$$V(X_t) = E[X_t - E(X_t)]^2 = V(X_{t+k}) = E[X_{t+k} - E(X_{t+k})]^2 = \gamma(0) = \sigma^2$$

C:

$$\text{cov}(X_t, X_{t+k}) = E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)] = \text{cov}(X_{t+k}, X_{t+k+s}) = \gamma(k)$$

2-2-2: اختبار سكون السلسلة الزمنية

في الواقع، هناك عدد من الاختبارات والأساليب البيانية التي تساعد في الكشف عن استقرار أو سكون السلسلة الزمنية Stationary، إلا أن هذه الدراسة سوف تتعرض لبعض منها، وتركز بصورة أساسية على دالة الارتباط الذاتي Auto Correlation Function، وبعض اختبارات جذر الوحدة Unit Root Test.

أ- دالة الارتباط الذاتي ACF

يقيس معامل الارتباط Coefficient Correlation قوة العلاقة الخطية بين المتغيرين X و Y، ويأخذ القيمة بين -1 و 1، وذلك وفق المعادلة الآتية (Cancela, 2008):

$$P_{X,Y} = \frac{\text{COV}(X,Y)}{\sqrt{V(X).V(Y)}} = \frac{E[(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})]}{\sqrt{E(X - \bar{X})^2.E(Y - \bar{Y})^2}}$$

حيث إن:

\bar{Y}, \bar{X} يرمزان لمتوسطي المتغيرين X و Y على الترتيب، بحيث إذا كان $P_{X,Y} = 0$ فإن المتغيرين X و Y لا يوجد بينهما ارتباط خطي.

أما إذا انصب الاهتمام بدراسة الارتباط بين القيمة الحالية للمتغير Y_t والقيم السابقة له Y_{t-i} ، فإن مفهوم معامل الارتباط يعمم إلى دالة الارتباط الذاتي ACF، وتكتب كالتالي:

$$P_s = \frac{\sum_{t=s+1}^T (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-s} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

حيث إن:

Y_t : قيم مشاهدات السلسلة. \bar{Y} : المتوسط الحسابي لقيم السلسلة.
 P_s : معامل الارتباط الذاتي، وتراوح قيمته بين (+1 و -1)، أي $-1 \leq P_s \leq 1$.

ونشير هنا إلى أنه عندما تكون P_1 لا تساوي الصفر، فهذا يعني أن السلسلة الزمنية لها ارتباط تسلسلي من الدرجة الأولى، وإذا كانت P_s تنتهي أو تزيد أو تتنازل هندسياً بزيادة عدد الفجوات الزمنية، فهذا يعني أن السلسلة تخضع لعملية انحدار ذاتي (AR) منخفض الرتبة، أما إذا انخفضت قيمة P_s إلى الصفر بعد عدد بسيط من الفجوات الزمنية، فهذا يدل على أن السلسلة تتبع نمط المتوسط المتحرك (MA) من الرتبة المنخفضة.

وبصورة عامة، تعتبر السلسلة الزمنية ساكنة، إذا وقعت معاملات الارتباط الذاتي ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي بعد الفجوتين الأولى والثانية داخل حدود الثقة أدناه (زامل وأرهيف، 2010):

$$-1.96 * \frac{1}{\sqrt{n}} \leq P_s \leq 1.96 * \frac{1}{\sqrt{n}}$$

حيث إن:

$S = 0, 1, 2, \dots, m$ بشرط أن لا تكون m أكبر من $\frac{n}{4}$

n : عدد المشاهدات.

S : معاملات الارتباط الذاتي.

ولإجراء اختبار لمعنوية معاملات الارتباط الذاتي كمجموعة، يمكن استخدام إحصائية Ljung-Box Statistic، والتي تعطي بالعلاقة التالية (شيخي، 2011: 205):

$$LBQ = T(T + 2) \sum_{k=1}^k \frac{\hat{P}_k^2}{T - K}$$

حيث:

LBQ: قيمة الإحصاءة Ljung-Box Statistic

T: عدد المشاهدات

\hat{P}_k : معامل الارتباط الذاتي

K: عدد الفجوات الزمنية

وهذه الإحصاءة تتبع توزيع Chi-Square بدرجات حرية k، ومستوى معنوية α ، بحيث إذا كانت القيمة المحسوبة للإحصاءة LBQ عند الفجوة k أقل من قيمة χ^2 الجدولية، ففي هذه الحالة، تقبل فرض العدم (جميع معاملات الارتباط الذاتي تساوي الصفر)، أي أن السلسلة الزمنية تعتبر ساكنة. ويمكن استخدام هذه الإحصاءة في حالة العينات صغيرة الحجم، كما أنها تصلح للعينات كبيرة الحجم.

ب- اختبار جذر الوحدة Unit Root Test

تهتم اختبارات جذر الوحدة بدراسة مدى سكون السلسلة الزمنية من عدمه، وتعمل على كشف مركبة الاتجاه العام، سواء كانت منتظمة أو عشوائية. وهناك اختبارات عديدة لجذر الوحدة، إلا أن أهمها وأكثرها شيوعاً ما يعرف باختبار ديكي- فوللر الموسع (Augmented Dickey Fuller (ADF)، ويأخذ الاختبار الصيغ الثلاث الآتية (حسين، 2017):

$$\Delta Y_t = C + \partial Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k B_i \Delta Y_{t-i} + E_t \quad (\text{تتضمن حدا ثابتا فقط})$$

$$\Delta Y_t = C + \alpha T + \partial Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k B_i \Delta Y_{t-i} + E_t \quad (\text{تتضمن حدا ثابتا واتجاها زمنيا})$$

$$\Delta Y_t = \partial Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k B_i \Delta Y_{t-i} + E_t \quad (\text{بدون حد ثابت وبدون اتجاه زمني})$$

حيث:

Y_t : السلسلة الزمنية محل الدراسة

T: الاتجاه الزمني

k: عدد الفجوات الزمنية

E_t : هي مقدار الخطأ العشوائي.

ويتم إجراء اختبار فرض العدم ($H_0: \partial = 0$) ضد الفرض البديل ($H_1: \partial < 0$)، ويقبل فرض العدم إذا كانت القيمة الاحتمالية P-value المصاحبة لاختبار ADF أكبر من 0.05، ويعني ذلك أن السلسلة غير ساكنة وتتبع جذر الوحدة، وبخلاف ذلك يرفض الفرض العدمي (H_0) (Faisal, 2012).

وعند تطبيق الاختبارات السابقة، فإذا ثبت أن السلسلة الزمنية الاصلية غير مستقرة في مستواها، فإنه يتم أخذ الفروق الأولى أو الثانية للسلسلة أو أي عدد من الفروق إلى أن تستقر السلسلة، وذلك في حالة السلسلة التي تتضمن الاتجاه العام، أما إذا كانت السلسلة الأصلية تعاني من عدم ثبات التباين، ففي هذه الحالة يتم عمل تحويلة للسلسلة باستخدام اللوغاريتمات أو الجذور التربيعية لتثبيت التباين.

2-3: نماذج بوكس- جينكز لتحليل السلاسل الزمنية Box- Jenkins Approach in Time Series Analysis

إن النماذج التي اقترحها العالمان بوكس وجينكز في العام 1970م، والتي يطلق عليها نماذج الانحدار الذاتي- والمتوسطات المتحركة التكاملية Autoregressive- Integrated- Moving Average Models، تعتبر من أهم نماذج

السلاسل الزمنية التي تهتم بالجانب العشوائي في السلسلة العشوائية وتوقعات المستقبل، واختصاراً يشار إليها بنماذج أريما ARIMA. والصياغة الرياضية لهذه النماذج تتم على النحو التالي (Ingabire & Joseph, 2016):

أ- نموذج الانحدار الذاتي: Autoregressive (AR)

في هذا النموذج يعبر عن المتغير التابع X_t كدالة خطية في القيم السابقة لنفس المتغير:

$$X_t = \alpha + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + u_t$$

حيث:

X_t : المتغير التابع $(X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-p})$: متغيرات مستقلة مبطأة.

u_t : حد الخطأ $(\alpha, \theta_1, \theta_2, \theta_p)$: معالم النموذج.

ويطلق على المعادلة أعلاه، معادلة الانحدار الذاتي من الرتبة (P)، حيث P تمثل رتبة النموذج AR(P)، فإذا كانت P=1 يسمى النموذج بنموذج الانحدار الذاتي من الرتبة الأولى AR(1) وهكذا.

ب- نموذج المتوسطات المتحركة: Moving Average (MA)

الصياغة الرياضية لنموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة q، يعبر فيها عن القيمة الحالية للمتغير التابع X_t كدالة في القيم السابقة لحد الخطأ، وذلك على النحو التالي:

$$X_t = \alpha + u_t + \Phi_1 u_{t-1} + \Phi_2 u_{t-2} + \dots + \Phi_q u_{t-q}$$

حيث:

q: رتبة المتوسط المتحرك u_t : متغير عشوائي بمتوسط يساوي صفراً وتباين ثابت.

(Φ_1, Φ_2, Φ_q) : معاملات النموذج

ويسمى هذا النموذج بنموذج المتوسط المتحرك من الرتبة q، ويرمز إليه بالرمز MA (q).

ج- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة- النموذج المختلط (ARMA)

وهذا النموذج يتم ايجاده بدمج النموذجين السابقين، لنحصل على:

$$X_t = \alpha + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + \Phi_1 u_{t-1} + \Phi_2 u_{t-2} + \dots + \Phi_q u_{t-q} + u_t$$

حيث:

(Φ_i, θ_i) : عبارة عن معاملات نموذج الانحدار الذاتي ونموذج المتوسط المتحرك.

ويرمز لهذا النموذج بالرمز ARMA (p,q)، لأنه يحتوي على رتبتين واحدة للانحدار الذاتي (P) والأخرى للمتوسط المتحرك (q).

ومما يجدر ذكره، أن نموذج ARMA (p,q) يطبق على السلاسل الزمنية الساكنة Stationary، أما إذا كانت السلسلة الزمنية غير ساكنة في مستواها، وتم أخذ الفروق Difference اللازمة لسكونها، فيضاف الحرف (I) وهو رمز التكامل Integrated، وعندئذ يتحول نموذج ARMA (p,q) إلى نموذج ARIMA (p, d, q)، ويسمى نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك التكامل. حيث تشير d إلى عدد الفروق التي اللازمة لسكون السلسلة الزمنية (الحاج، 2017).

4-2: منهجية بوكس- جينكنز The Box Jenkins methodology

يتطلب استخدام منهجية بوكس- جينكنز للسلاسل الزمنية، أن تكون السلسلة الزمنية قيد الدراسة ساكنة (مستقرة)، أو يمكن أن يتحقق فيها السكون بعد الفرق الأول أو أي عدد من الفروق. ويمر بناء النموذج وفق هذه المنهجية بأربعة خطوات رئيسة على النحو التالي (Saleh, Nahdir, Sven, & Thafer, 2012):

1-4-2: تحديد النموذج Model Identification

تتضمن الخطوة الأولى التعرف على المواصفات الأولية للنموذج، من خلال فحص سلوك دالة الارتباط الذاتي AFC ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PAFC لمشاهدات السلسلة الزمنية الساكنة، ويتم ذلك عادة عن طريق الرسم البياني لمعاملات دالة الارتباط الذاتي للعينة، والفجوات الزمنية التي تقابلها (Lag1, Lag 2, Lag3,..., Lag k)، حيث يتم في هذه المرحلة تحديد رتبة الانحدار الذاتي (P)، ورتبة المتوسط المتحرك (q)، التي تناسب بيانات السلسلة (Green, 2011: 12).

وفي كثير من التطبيقات العملية، نجد أن دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي لا يفلاحان في إعطاء النموذج المنضبط بشكل جيد، ويرجع ذلك للسلوك الذي تنتجه تلك الدالتين (البيرواني وأرشيد، 2019). ويوضح الجدول (3-1) سلوك دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي في نموذج ARMA (Todd, 2013: 465).

جدول رقم (3-1): سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي في نموذج ARMA

ARMA(p, q)	MA (q)	AR (p)	
Tails off اضمحلال تدريجي بنمط أسي أو نمط موجات الجيب	Cuts off after lag q انقطاع بعد الفجوة q	Tails off اضمحلال تدريجي بنمط أسي أو نمط موجات الجيب	ACF
Tails off اضمحلال تدريجي بنمط أسي أو نمط موجات الجيب	Tails off اضمحلال تدريجي بنمط أسي أو نمط موجات الجيب	Cuts off after lag p انقطاع بعد الفجوة p	PACF

2-4-2: تقدير معالم النموذج Estimation the parameters model

تتمثل الخطوة الثانية، في استخدام البيانات التاريخية للسلسلة الزمنية لتقدير معالم النموذج الذي تم تحديده مؤقتاً في الخطوة الأولى، ويمكن إجراء تقدير معالم النموذج بطريقة المربعات الصغرى الشرطية conditional least squares أو طريقة الإمكان الأعظم maximum likelihood (Nasiru, Olanrewaju, & Ugbede, 2018). ونظراً للعمليات الحسابية المعقدة التي تصاحب عملية تقدير معالم النموذج بموجب الطريقتين المذكورتين آنفاً، فإنه عادة ما يتم الاستعانة ببعض البرامج الإحصائية لاستكمال عملية التقدير هذه.

3-4-2: تشخيص النموذج diagnostic check

تتضمن هذه الخطوة إجراء بعض الاختبارات التشخيصية، كتحليل بواقي نموذج ARIMA(p,d,q)، والتأكد من عشوائية البواقي من خلال اختبارات الارتباط التسلسلي للبواقي، ويتم أيضاً في هذه الخطوة اختبار طبيعية البواقي، وفحص مدى ملاءمة النموذج المقدر والتحقق من كفايته أو تعديله إذا لزم الأمر.

أ- اختبار الارتباط التسلسلي للبواقي

الهدف من هذا الاختبار هو التأكد من عشوائية البواقي، أي عدم وجود ارتباط ذاتي فيما بينها، ويتم الكشف عن هذا الارتباط باستخدام اختبار حدي الثقة Confidence Interval، ومشاهدة رسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي، بحيث اذا وقعت معاملات الارتباط الذاتي للبواقي داخل حدود فترة الثقة $(\pm 1.96 * \frac{1}{\sqrt{n}})$ ، فهذا يعني أن البواقي عبارة عن متغيرات عشوائية بحتة (الزيان، 2019: 80).

كما يمكن إجراء الاختبار، باستخدام طريقة مضاعف لاجرانج المعروف باختبار Godfrey- Breusch Test (LM)، ويبدأ الاختبار بإجراء انحدار مساعد على النحو التالي (دامودار، 2015: 602):

$$\hat{u}_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + \hat{p}_1 \hat{u}_{t-1} + \hat{p}_2 \hat{u}_{t-2} + \dots + \hat{p}_p \hat{u}_{t-p} + \varepsilon_t$$

$$H_0 : P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_p = 0 \quad (\text{عدم وجود ارتباط تسلسلي})$$

$$H_1 : \text{على الأقل أحد المعامل لا يساوي صفر:} \quad (\text{وجود ارتباط تسلسلي})$$

ويمكن حساب قيمة LM كالآتي:

$$LM = (n - p) * R^2$$

وهذه الإحصائية LM تتبع توزيع Chi-Square بدرجات حرية p، ومستوى معنوية معين، بحيث اذا كانت القيمة المحسوبة للإحصائية LM عند مستوى المعنوية المحدد أقل من قيمة χ^2 الجدولية، ففي هذه الحالة، تقبل فرض العدم H_0 ، مما يعني أن بواقي النموذج لا تعاني من الارتباط التسلسلي.

ب- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

تتعدد الاختبارات التي يتم استخدامها في الكشف عن التوزيع الطبيعي لبواقي النموذج، إلا أن أهمها وأكثرها شيوعاً هو اختبار جارك - بيرا Jarque-Bera Test، والذي يعبر عنه بالمعادلة التالية (Azimi, 2016):

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K - 3)}{4} \right)$$

حيث:

JB : القيمة المحسوبة للاختبار
 n : حجم العينة
 S : معامل الالتواء
 k : معامل التفرطح

وتتبع إحصائية Jarque-Bera توزيع مربع كاي بدرجات حرية، ويتم عادة اختبار الفروض الآتية:

البواقي موزعة طبيعياً: H_0

البواقي غير موزعة طبيعياً: H_1

ويتم قبول فرضية العدم H_0 ، أي أن البواقي تتوزع طبيعياً، اذا كانت قيمة JB المحسوبة أقل من قيمة χ^2 الجدولية بدرجات حرية 2 ومستوى معنوية معين، أو كانت قيمة P-value أكبر من مستوى المعنوية المحدد.

ج- اختبار ملاءمة النموذج:

الغرض من هذا الاختبار هو التحقق من مدى ملاءمة النموذج ومطابقته للبيانات، ويتم ذلك باستخدام إحصائية Ljung-Box Statistic على النحو الذي تم عرضه سابقاً في البند (2-2-2)، مع اختلاف درجات الحرية المستخدمة هنا.

وتصاغ فروض فحص ملاءمة النموذج باستخدام إحصائية Ljung-Box Statistic على النحو التالي (Douglas, 2015:369):

H_0 : (النموذج المشخص ملائم بشكل جيد)

H_1 : (النموذج المشخص غير ملائم بشكل جيد)

وهذه الإحصائية عند استخدامها لفحص ملاءمة النموذج، فإنها تتبع توزيع مربع كاي χ^2 بمستوى معنوية معين، ودرجات حرية $(k-p-q)$ ، حيث إن p ، q تمثل رتب الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة (عدد المعال) في النموذج المراد اختباره، ويجرى الاختبار بمقارنة قيمة $Q_{(LB)}$ المحسوبة مع قيمة $\chi^2_{(\alpha, k-p-q)}$ الجدولية، ويتم قبول فرض العدم إذا كانت قيمة $Q_{(LB)}$ المحسوبة أقل من قيمة $\chi^2_{(\alpha, k-p-q)}$ الجدولية، أو كانت قيمة p -value المصاحبة للاختبار أكبر من 0.05.

وهناك بعض المعايير التي تستخدم للمفاضلة بين النماذج، وأهم هذه المعايير على التوالي هي: معيار Akiaki (AIC) ومعيار Schwarz (BIC) (Henry, Edeghagba, Gwani & Simon, 2019):

$$AIC = \text{Log}(\sigma^2) + \frac{2n}{T}$$

$$BIC = \text{Log}(\sigma^2) + \frac{n \log(T)}{T}$$

حيث إن:

T : عدد المشاهدات σ^2 : تباين البواقي n : عدد المعالم.

ويتم عادة اختيار للنموذج الذي يمتلك أقل قيمة طبقاً لمعيار AIC أو BIC.

4-4-2: التنبؤ Prediction

يعتبر التنبؤ الخطوة الأخيرة في منهجية Box-Jenkins، فبعد أن يتم اختيار النموذج الأفضل وتقدير معالمه، يصبح النموذج جاهزاً لاستخدامه في التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة محل الدراسة. ولكي يتم الحصول على تنبؤات جيدة ودقيقة، يجب أن يمتلك النموذج أقل قيمة لمتوسط مربعات الأخطاء MSE، والذي يتم حسابه بالعلاقة الآتية (البدراني وصليوا، 2014):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e^2_t$$

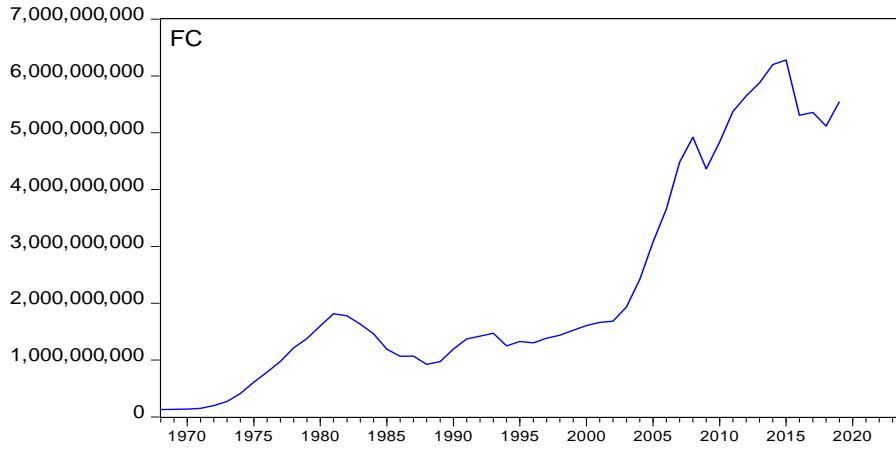
وكلما كانت قيمة MSE تقترب من الصفر، فهذا مؤشر إلى أن القيم المقدرة للسلسلة تقترب من قيم السلسلة الأصلية.

3. الجانب التطبيقي.

في هذا الجزء من الدراسة، سيتم تطبيق منهجية Box-Jenkins التي تم التطرق إليها سابقاً، وذلك بغرض بناء نموذج إحصائي ذو قدرة ودقة عالية على التنبؤ المستقبلي لإجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية، وقبل تطبيق هذه المنهجية يجب التأكد من سكون أو استقراره للسلسلة قيد الدراسة لتفادي مشكلة الانحدار الزائف. وسوف يرمز للسلسلة بالرمز (FC).

أولاً- دراسة سكون السلاسل الزمنية للدراسة:

في الشكل (4- 1) أدناه، تم رسم مشاهدات سلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت، بعد أن تم تحويل البيانات من الأسعار الجارية Current Prices للعملة المحلية، إلى الاسعار الثابتة Constant Prices للعملة المحلية، وذلك عن طريق قسمة البيانات بالأسعار الجارية على مؤشر الرقم القياسي العام لأسعار المستهلك (CPI) بأسعار العام 2010م، وقد تم الحصول على بيانات هذه الدراسة من خلال منصة البنك الدولي عبر الموقع الإلكتروني: <https://data.albankaldawli.org/indicator/NE.GDI.FTOT.CN?locations=SA>، حيث تغطي البيانات الفترة الزمنية من العام 1968 وإلى 2019م، بواقع 52 مشاهدة، وهذا العدد من المشاهدات كاف لتطبيق منهجية Box-Jenkins، حيث يتطلب تطبيق هذه المنهجية توفر 50 مشاهدة على الأقل (الشعراني، 2017).



شكل رقم (4-1): الرسم البياني لتمثيل سلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت (FC)

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews10

ويلاحظ من الشكل رقم (4- 1)، أن السلسلة الزمنية في تصاعد مستمر مع الزمن، مع احتواءها لمركبة الاتجاه العام، وهو ما ينذر بعدم السكون أو الاستقرار عبر الزمن. وللتحقق من صفة السكون، تم استخدام اختبار إحصائية Ljung-Box Statistic، وحسبت معاملات الارتباط الذاتي وقيمة الإحصاءة LBQ لعدد من الفجوات الزمنية للسلسلة قيد الدراسة، ويلاحظ من الجدول (4- 1)، أن القيم المحسوبة لإحصائية LBQ تساوي (255.66) وهي أكبر من القيمة الجدولية (36.415) لاختبار مربع كاي عند درجات الحرية 24 ومستوى المعنوية 0.05، وبالتالي نرفض فرضية العدم، مما يعني عدم سكون سلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت في مستواها.

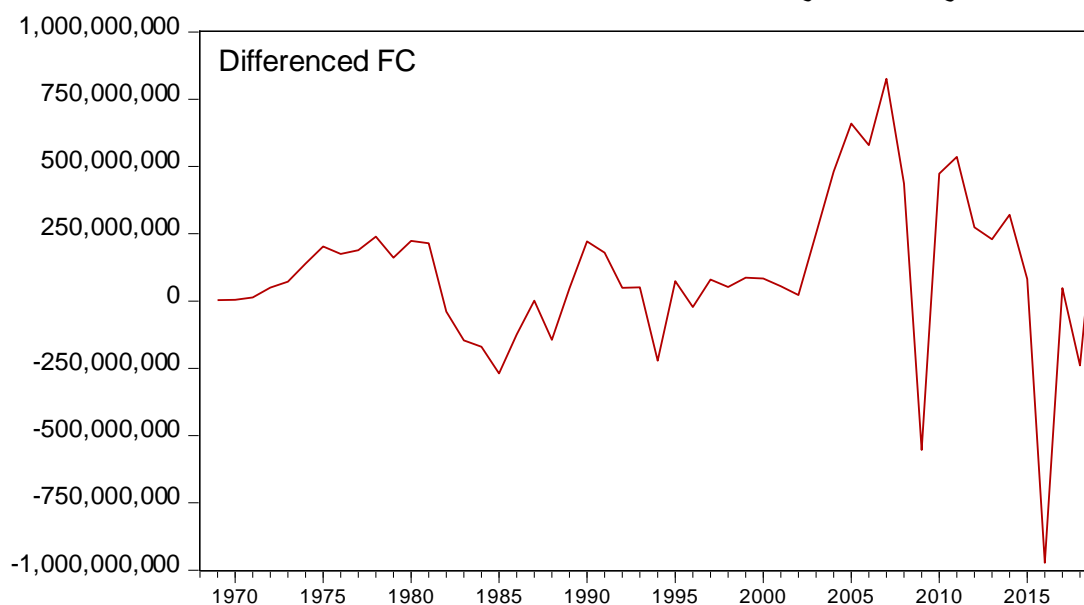
جدول رقم (4-1): معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة تكوين رأس المال الثابت FC

K	(FC)	
	\bar{P}	LBQ
1	0.946	49.265
2	0.889	93.671
3	0.821	132.32
4	0.750	165.19
5	0.657	191.01
6	0.566	210.56
7	0.479	224.84
8	0.389	234.51
9	0.305	240.57

K	(FC)	
	\bar{F}	LBQ
10	0.231	244.14
11	0.172	246.16
12	0.107	246.97
13	0.053	247.18
14	0.016	247.20
15	-0.013	247.21
16	-0.036	247.31
17	-0.054	247.55
18	-0.071	247.97
19	-0.088	248.63
20	-0.102	249.54
21	-0.115	250.73
22	-0.125	252.20
23	-0.131	253.87
24	-0.134	255.66

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews10

ومن أجل تحقيق السكون لسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت، تم أخذ الفروق الأولى للسلسلة، وإعادة الرسم البياني مرة أخرى، ويلاحظ من الشكل (4-2) أن مركبة الاتجاه العام قد تلاشت تقريباً، مما يعد مؤشراً لسكون السلاسل الزمنية قيد الدراسة.



شكل رقم (4-2): الرسم البياني لتمثيل سلسلة تكوين رأس المال الثابت في صورة الفروقات الأولى $\Delta(FC)$

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews10

وللمزيد من التحقق، تم إجراء اختبار ديكي- فوللر الموسع (ADF)، على سلسلة الفروقات الأولى للسلسلة قيد الدراسة، إذ تبين من خلال الجدول (4-2)، أن قيم p-value المقابلة للصبغ الثلاثة (بدون قاطع، بقاطع، باتجاه

وقاطع) جميعها أقل من 0.05، وبالتالي نقبل فرضية العدم، مما يعني أن سلسلة الفروقات الأولى لمتغير تكوين رأس المال الثابت أصبحت ساكنة (متكاملة من الدرجة الأولى) ولا تحتوي على جذر الوحدة.

جدول (4-2): اختبار ديكي- فوللر الموسع (ADF) للفرق الأول لسلسلة تكوين رأس المال الثابت

ADF			السلسلة $\Delta(FC)$
باتجاه وقاطع	بقاطع	بدون قاطع	
-4.868960	-4.853956	-4.417203	القيمة المحسوبة للاختبار
(0.0013)	(0.0002)	(0.000)	القيمة الاحتمالية P-value

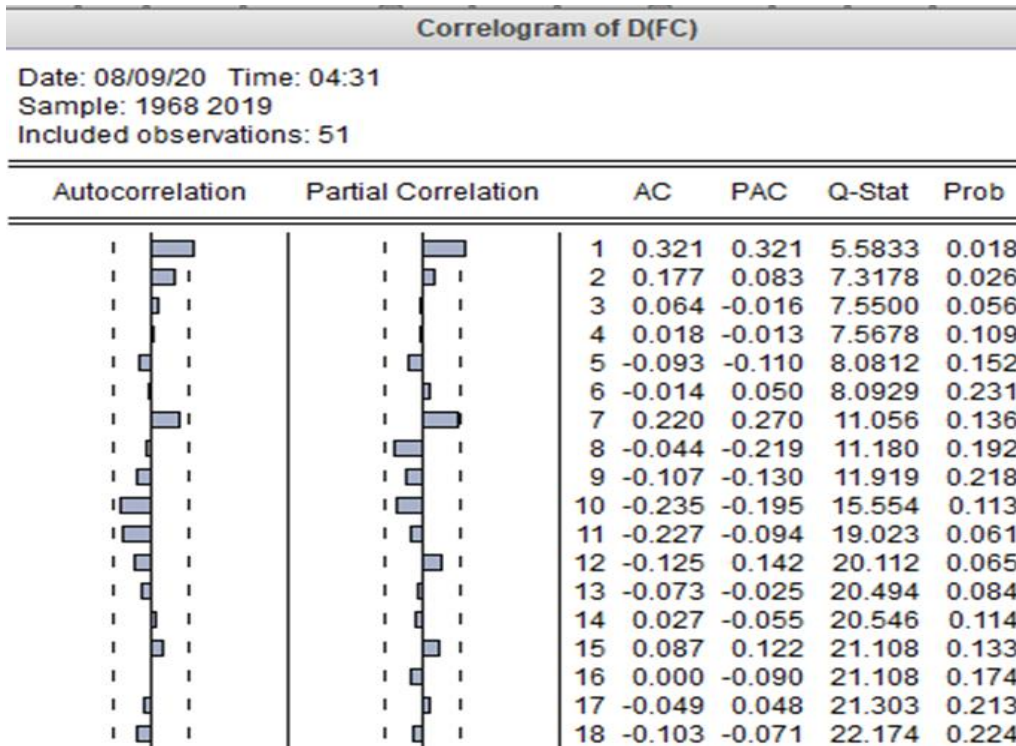
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

ثانياً: تطبيق منهجية بوكس- جينكنز Box- Jenkins

بعد أخذ الفروقات الأولى للسلسلة الزمنية قيد الدراسة، والتأكد من سكونها، فسوف يتم في هذا الجزء تطبيق منهجية Box- Jenkins وفق الخطوات التي تم ذكرها سابقاً.

1- تحديد النموذج

في هذه الخطوة يتم التعرف على النموذج الذي يلائم بيانات السلسلة، حيث يتم تحديد نموذج واحد أو أكثر من نماذج ARIMA، وذلك من خلال تحديد رتب كل من الانحدار الذاتي (AR) والمتوسط المتحرك (MA)، حيث تم رسم دالة الارتباط الذاتي ACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF كما في الشكل (4-3) للاسترشاد بها في تحديد رتب نموذج ARIMA.



شكل رقم (4-3): دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للفروق الأولى للسلسلة الزمنية $\Delta(FC)$

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

من خلال الشكل (4-3)، نلاحظ أن معاملات دالة الارتباط الذاتي عند الفجوة الأولى والثانية تكون موجبة ومعنوية، وبعد ذلك تستمر متناقصة وموجبة حتى الفجوة الرابعة ولكنها غير معنوية، وبذلك يمكن أن نرشح $q=1$

3 or 4, ..., 2, كذلك نلاحظ من ذات الشكل، أن معاملات دالة الارتباط الذاتي الجزئي تكون موجبة ومعنوية عند الإبطاء الأول والثاني، وتستمر متناقصة بعد الفجوة الثانية وغير معنوية، ويوحى ذلك بترشيح $p=1$ or 2 ، وبناءً على ذلك قمنا بتكوين خليط من النماذج المقترحة وأدرجت بالجدول (4-3)، وسوف يتم تقييمها علي ثلاث مراحل، توطئة لاختيار الأنموذج الأفضل الذي يلائم بيانات سلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة (1968-2019).

ففي المرحلة الأولى تم تقدير جميع نماذج ARIMA المقترحة للتنبؤ بسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت، ويظهر الجدول (4-3) نتائج اختبار المعنوية t-test لكل نموذج من النماذج المقترحة، وسوف يتم في هذه المرحلة استبعاد النماذج التي لم تستوف اختبار الدلالة الإحصائية في جميع معاملاتها.

جدول (4-3): معايير اختيار رتب نماذج ARIMA المقترحة للسلسلة $\Delta(FC)$ - المرحلة الأولى

Model النموذج	Number of parameters estimated عدد المعالم المقدرة	Parameters that passed the test of statistical significance عدد المعالم التي اجتازت اختبار المعنوية
(0, 1, 1)*	1	All
(1, 1, 0)*	1	All
(1, 1, 1)	2	1
(1, 1, 2)	3	1
(1, 1, 3)	4	2
(1, 1, 4)	5	4
(0, 1, 2)	2	0
(2, 1, 0)	2	1
(2, 1, 1)*	3	All
(2, 1, 2)	4	2
(2, 1, 3)	5	1
(2, 1, 4)*	6	All
(0, 1, 3)*	3	All
(0, 1, 4)*	4	All

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

وفي المرحلة الثانية والتي يعرضها الجدول (4-4)، يتم اختيار أفضل نموذجين من بين النماذج المتبقية بعد تنفيذ المرحلة الأولى، والمعايير المستخدمة في هذه المرحلة هي: معيار أكياكي للمعلومات AIC، ومعيار حنان- كوين HQ، ومعامل التحديد المعدل Adjusted R-squared. ويلاحظ من خلال الجدول (4-4)، أن النموذجين ARIMA (2,1,4) و ARIMA (0,1,4)، حازا على أكبر قيمة لمعامل التحديد، وأقل قيمة وفقاً لمعيار AIC و HQ. وبالتالي سوف يتم ترفيعهما للمرحلة الثالثة.

جدول (4-4): معايير اختيار رتب نماذج ARIMA المقترحة للسلسلة $\Delta(FC)$ - المرحلة الثانية

Model	Adjusted R-squared	AIC	HQ	Parameters that passed the test of statistical significance
(0, 1, 1)	0.002348	41.83751	41.85199	All
(1, 1, 0)	0.046514	41.81029	41.84853	All

Model	Adjusted R-squared	AIC	HQ	Parameters that passed the test of statistical significance
(2, 1, 1)	0.036065	41.87868	41.92263	All
(2, 1, 4)*	0.234291	41.70347	41.79136	All
(0, 1, 3)	0.044379	41.83208	41.87550	All
(0, 1, 4)*	0.111921	41.77694	41.83484	All

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

أما المرحلة الثالثة والأخيرة، فيتم من خلالها اختيار أفضل نموذج من بين النماذج المدرجة بالجدول (4-5)، ويتضح بجلاء أن النموذج ARIMA (2,1,4) يمثل أفضل النماذج، حيث إنه يمتلك أقل القيم وفقاً لمعايير الخطأ المعياري للانحدار S.E. of regression، وجذر متوسط مربعات الخطأ RMSE، ومعيار AIC ومعيار HQ، إضافة لاستحواذه على أكبر قيمة لمعامل التحديد المعدل.

جدول (4-5): معايير اختيار رتب نماذج ARIMA المقترحة للسلسلة $\Delta(FC)$ - المرحلة الثالثة

Model	Adjusted R-squared	AIC	HQ	S.E. of regression	RMSE	Sig
(2, 1, 4)*	0.234291	41.70347	41.79136	2.60E+08	2.43E+08	all
(0, 1, 4)	0.111921	41.77694	41.83484	2.75E+08	2.64E+08	all

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

ومن الجدول (4-5) نستنتج أن النموذج الأفضل لوصف بيانات السلسلة $\Delta(FC)$ ، هو النموذج ARIMA (2,1,4)، وذلك لاجتياز جميع معاملته لاختبار المعنوية الإحصائي t-test، وتفوقه على كل النماذج الأخرى في جميع قيم معايير المفاضلة والاختيار المستخدمة.

2- تقدير النموذج:

استناداً للخطوة السابقة، والتي تم فيها تحديد أفضل نموذج للتنبؤ بسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت، وحسب معطيات الجدول (4-5) تم تقدير نموذج ARIMA (2, 1, 4) كما يظهرها الجدول رقم (4-6).

جدول (4-6): نتائج تقدير نموذج ARIMA (2, 1, 4) لسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت $\Delta(FC)$

Dependent Variable: D(FC)
Method: ARMA Conditional Least Squares (Marquardt - EViews legacy)
Date: 08/09/20 Time: 20:01
Sample (adjusted): 1971 2019
Included observations: 49 after adjustments
Convergence achieved after 31 iterations
MA Backcast: 1967 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.423492	0.128762	-3.288940	0.0020
AR(2)	-0.642269	0.133956	-4.794623	0.0000
MA(1)	0.914310	0.101179	9.036572	0.0000
MA(2)	1.438424	0.122273	11.76406	0.0000
MA(3)	0.833534	0.101202	8.236311	0.0000
MA(4)	0.860773	0.056814	15.15079	0.0000

R-squared	0.314052	Mean dependent var	1.10E+08
Adjusted R-squared	0.234291	S.D. dependent var	2.97E+08
S.E. of regression	2.60E+08	Akaike info criterion	41.70347
Sum squared resid	2.90E+18	Schwarz criterion	41.93512
Log likelihood	-1015.735	Hannan-Quinn criter.	41.79136
Durbin-Watson stat	1.952632		

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

ويمكن كتابة النموذج المقدر ARIMA (2, 1, 4) لسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت $\Delta(FC)$ في المملكة العربية السعودية في صورته معادلة على النحو التالي:

$$FC_t = -0.423492\Delta FC_{t-1} - 0.642269\Delta FC_{t-2} + 0.914310u_{t-1} + 1.438424u_{t-2} + 0.833534u_{t-3} + 0.860773u_{t-4} + u_t$$

N= 49

$R^2 = 0.314052$

Adj $R^2 = 0.234291$

3- تشخيص النموذج:

في هذه الخطوة، يتم إجراء بعض الفحوصات التشخيصية، بغرض التحقق من كفاية النموذج المقدر ومدى مطابقته للبيانات، وتتضمن هذه الفحوصات: اختبار عشوائية البواقي، واختبار فرضية استقلال البواقي، واختبار طبيعية البواقي، واختبار ملاءمة النموذج المقدر بصورة عامة.

أ- اختبار عشوائية البواقي:

من أجل اختبار عشوائية البواقي لنموذج ARIMA (2,1,4)، تم تطبيق اختبار حدي الثقة Confidence Interval للبواقي المولدة من السلسلة $\Delta(FC)$ ، ويظهر من الشكل (4-7)، أن جميع قيم الارتباط الذاتي تقع داخل حدود الثقة (95%)، مما يعني أن سلسلة بواقي النموذج المقترح تمثل متغيرات عشوائية بحتة.

Correlogram of Residuals						
Date: 08/10/20 Time: 16:19						
Sample: 1968 2019						
Included observations: 49						
Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA terms						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.087	-0.087	0.3961	
		2	-0.085	-0.093	0.7809	
		3	-0.069	-0.087	1.0406	
		4	-0.027	-0.052	1.0809	
		5	-0.001	-0.024	1.0809	
		6	-0.061	-0.079	1.2978	
		7	0.115	0.094	2.0779	0.149
		8	0.006	0.011	2.0800	0.353
		9	0.078	0.093	2.4650	0.482
		10	-0.125	-0.098	3.4708	0.482
		11	-0.125	-0.128	4.5014	0.480
		12	-0.003	-0.043	4.5019	0.609
		13	-0.108	-0.147	5.3141	0.622
		14	-0.038	-0.118	5.4174	0.712
		15	0.261	0.233	10.419	0.318
		16	0.054	0.050	10.641	0.386
		17	-0.130	-0.092	11.969	0.366
		18	-0.042	-0.003	12.112	0.437
		19	-0.072	-0.085	12.549	0.483
		20	0.021	0.000	12.589	0.559

شكل (4-7): دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي نموذج ARIMA(2,1,4)

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

ب- اختبار فرضية استقلال البواقي:

للتأكد من وجود أو عدم وجود الارتباط الذاتي في بواقي النموذج المقدر ARIMA (2,1,4)، تم إجراء اختبار Breusch- Godfrey للارتباط التسلسلي، ويلاحظ من خلال الجدول (4-7)، أن قيمة إحصائية LM المحسوبة (Obs*R-squared)، وبالبالغة (0.539975) أقل من القيمة الجدولية (5.991) المستخرجة من جدول توزيع مربع كاي

بدرجات حرية 2 ومستوى معنوية 0.05، وبذلك نقبل فرضية العدم H_0 ، مما يعني أن بواقي النموذج المقدر خالية من الارتباط الذاتي (التسلسلي).

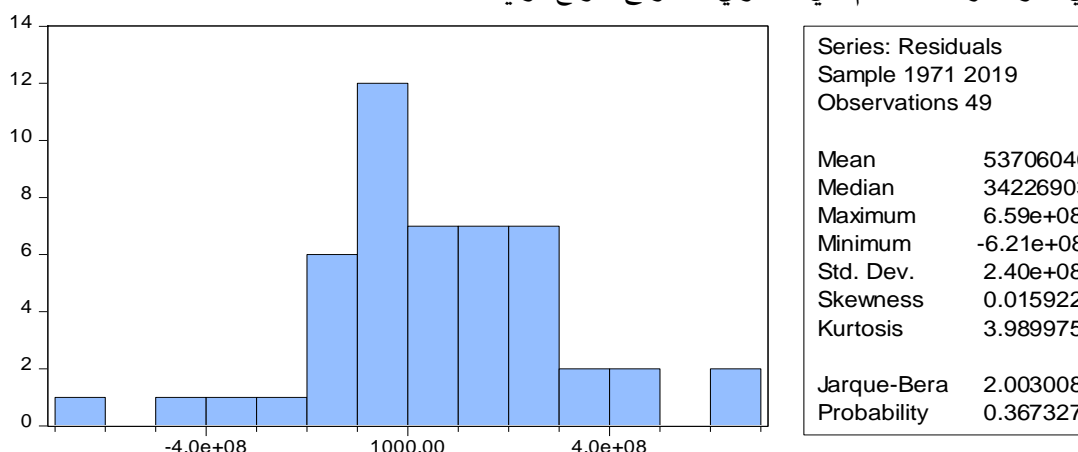
جدول (4-7): نتائج اختبار Breusch- Godfrey للتسلسلي في بواقي النموذج

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.228425	Prob. F(2,41)	0.7968
Obs*R-squared	0.539975	Prob. Chi-Square(2)	0.7634

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews10

ج- اختبار طبيعية البواقي:

للتحقق من أن بواقي النموذج ARIMA (2,1,4) تتبع التوزيع الطبيعي أم لا، تم استخدام اختبار Jarque-Bera كما يتضمنه الشكل (4-8)، ومنه نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار JB (2.003008) أقل من القيمة الجدولية (5.991) المستخرجة من جدول توزيع مربع كاي، إضافة إلى أن قيمة P-value المرافقة للاختبار كانت أكبر من 0.05، مما يعني قبول فرضية العدم، أي أن بواقي النموذج تتوزع توزيعاً طبيعياً.



شكل رقم (4-8): نتائج اختبار Jarque-Bera للتوزيع الطبيعي للبواقي

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews10

د- اختبار ملاءمة واستقرار النموذج:

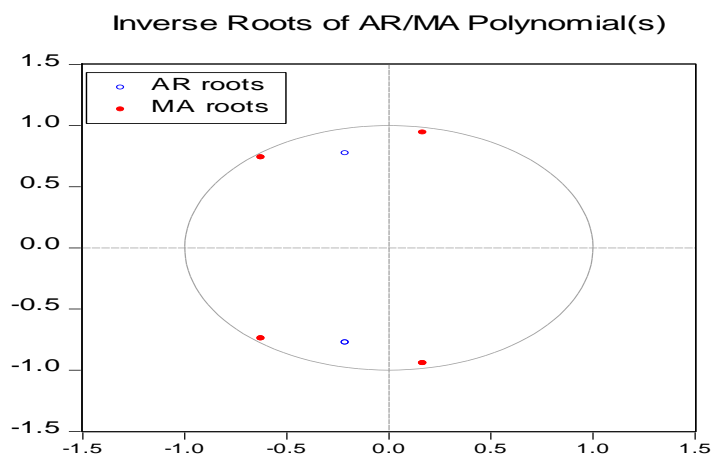
تم إجراء اختبار Ljung-Box لفحص ملاءمة النموذج المقترح للتنبؤ، حيث يلاحظ من الجدول (4-8)، أن جميع القيم المحسوبة لإحصائية $Q_{(IB)}$ مقابل الفجوات الزمنية (12، 18، 24، 30، 36) للنموذج ARIMA (2,1,4) كانت أقل من القيم الجدولية المقابلة لها في توزيع مربع كاي $\chi^2(\alpha, k-p-q)$ ، وأن قيم p-value المصاحبة لاختبار Q statistic كانت جميعها أكبر من 0.05، ونستنتج من ذلك أن النموذج المشخص ملائماً، ويمكن استخدامها للتنبؤ بشكل جيد.

جدول (4-8): اختبار Ljung-Box لملاءمة النموذج ARIMA (2, 1, 4)

Lag(k)	12	18	24	30	36
df	6	12	18	24	30
$\chi^2(\alpha, df)$	12.592	21.026	28.869	36.415	43.773
$Q_{(IB)}^*$	4.5019	12.112	16.642	18.336	19.400
p-value	0.609	0.437	0.548	0.786	0.931

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

كما يوضح الشكل (4-9) نتائج فحص استقرار النموذج، ومنه يشاهد أن مقلوب جذور النموذج جميعها تقع داخل حدود الدائرة الأحادية، ويدل ذلك على استقرار النموذج بصورة عامة. ويلاحظ أيضا من خلال الجدول (4-11)، أن مقلوب جميع الجذور المتعددة أقل من الواحد الصحيح، ما يدعم ثبات واستقرار النموذج المقترح للتنبؤ.



شكل رقم (4-9): نتائج مقلوب جذور النموذج ARIMA (2, 1, 4)

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

جدول (4-11): نتائج اختبار جذور الوحدة المتعدد Inverse root

Inverse Roots of AR/MA Polynomial(s)
Specification: D(FC) AR(1 TO 2) MA(1 TO 4)
Date: 08/12/20 Time: 02:35
Sample: 1968 2019
Included observations: 49

AR Root(s)	Modulus	Cycle
-0.211746 ± 0.772938i	0.801417	3.418146

No root lies outside the unit circle.
ARMA model is stationary.

MA Root(s)	Modulus	Cycle
-0.624247 ± 0.739921i	0.968074	2.765971
0.167092 ± 0.943697i	0.958375	4.502296

No root lies outside the unit circle.
ARMA model is invertible.

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

4- التنبؤ:

بعد أن أكدت الاختبارات الإحصائية والفحوصات التشخيصية السابقة صلاحية وكفاءة نموذج ARIMA (2,1,4)، تم استخدام النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية لإجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية، خلال الفترة من العام (2020 – 2023)، وتم كذلك رسم السلسلة الزمنية المتنبأ بها في الأشكال (4-10) و (4-11)، حيث يشاهد التقارب الكبير بين القيم المتوقعة وبين قيم السلسلة الأصلية خلال فترة الدراسة، مما يعني أن السلسلة المتنبأ بها تتبع نفس سلوك السلسلة الأصلية.

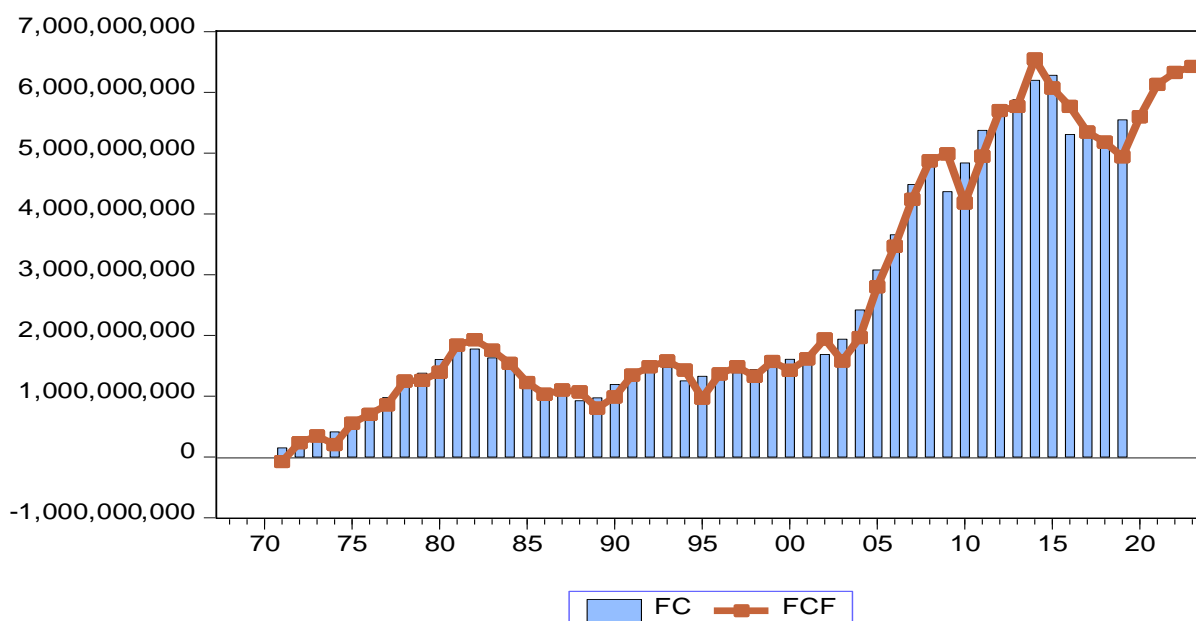
جدول (4-11): نتائج التنبؤ بسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية

السنة	LCL	Forecast	UCL
2020	5049254183	5599254183	6149254183

السنة	LCL	Forecast	UCL
2021	5157047935	6132047935	7107047935
2022	4867033395	6327033395	7787033395
2023	4530760922	6425760922	8320760922
Total	19604096435	24484096435	29364096435

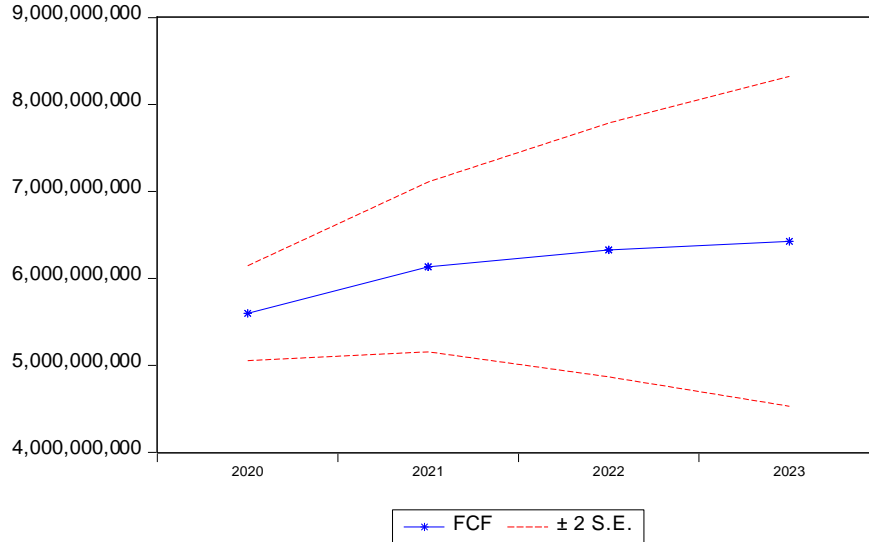
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

أخيراً، ومن خلال نتائج التنبؤ بالجدول (4- 11)، يتضح أن إجمالي تكوين رأس المال الثابت في المملكة العربية السعودية يتبع اتجاهات متزايدة خلال فترة التنبؤ (2020- 2023)، كما يتضح أن مجموع إجمالي تكوين رأس المال الثابت المتنبأ به للأعوام (2020- 2023) على مستوى الاقتصاد السعودي سيتراوح بين (19604096435- 29364096435) ريالاً سعودياً بنهاية فترة التنبؤ، وخلال نفس الفترة سيصل في مجموعه إلى ما قيمته 24484096435 ريالاً سعودياً في المتوسط بنهاية العام 2023م.



شكل رقم (4- 10): التوقع البياني للقيم الفعلية والتنبؤية لسلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10



شكل رقم (4-11): القيم التنبؤية وفترات الثقة لسلسلة إجمالي رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية للفترة (2020- 023)

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews 10

4- خلاصة بأهم النتائج والتوصيات

هدفت هذه الدراسة، إلى تحليل سلوك سلسلة إجمالي تكوين رأس المال الثابت بالمملكة العربية السعودية للفترة من 1968 إلى 2019م، والتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة حتى العام 2023م، وتوصل الباحث إلى مجموعة من النتائج والتوصيات، يمكن إجمالها في الآتي:

- أ- خلاصة بأهم النتائج:
- 1- كشفت نتائج اختبارات السكون، أن السلسلة الزمنية قيد الدراسة خلال الفترة (1968- 2019) لم تكن ساكنة في المستوى، وهو ما يؤكد صحة الفرضية الأولى للدراسة، لذا تم أخذ الفروق الأولى لجعلها ساكنة.
 - 2- تم التوصل إلى أن نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكامل $ARIMA(2,1,4)$ ، هو النموذج الملائم لبيانات السلسلة، وهذه النتيجة تدعم صحة الفرضية الثانية للدراسة.
 - 3- بينت نتائج التنبؤ، أن هناك تقارب كبير بين مشاهدات سلسلي القيم الحقيقية والقيم المتوقعة الناتجة من النموذج المقترح، الأمر الذي يؤكد صلاحية هذا النموذج ودقته في التنبؤ.
 - 4- كشفت دقة التنبؤ المتحصل عليها، عن قدرة منهجية Box-Jenkins في التنبؤ بقيم الظواهر الاقتصادية.
 - 5- أظهرت نتائج التنبؤ، أن إجمالي تكوين رأس المال الثابت في المملكة العربية السعودية يأخذ اتجاهاً تصاعدياً خلال فترة التنبؤ (2020- 2023).

ب- التوصيات والمقترحات.

- 1- مراعاة الاتجاه التصاعدي لقيم سلسلة تكوين رأس المال الثابت الذي أبرزته نتائج التنبؤ، ووضعه في الاعتبار عند وضع الخطط المستقبلية ذات الصلة بالاستثمار.
- 2- الاستفادة من نتائج هذه الدراسة للتنبؤ بإجمالي تكوين رأس المال الثابت للسنوات القادمة.

- 3- تشجيع الباحثين على استخدام نماذج السلاسل الزمنية، وطرق التنبؤ المختلفة، نظراً لأهمية مثل هذه النماذج في التحليل والتنبؤ المستقبلي لأغراض التخطيط الاقتصادي.
- 4- كما يقترح الباحث بإجراء دراسات تنبؤية أخرى لبعض المؤشرات الاقتصادية الهامة بالمملكة العربية السعودية. كالتائج المحلي الإجمالي، والاستثمار الأجنبي المباشر.

المراجع والمصادر

أولاً- المراجع بالعربية:

- الأفتندي، محمد أحمد. (2013). مقدمة في الاقتصاد الكلي، ط.5، صنعاء: الأمين للنشر والتوزيع.
- البدراني، ظافر رمضان؛ وصلبوا، رهاد عماد. (2014). تقييم السلسلة الزمنية لمعدلات درجات الحرارة باستخدام الشبكات العصبية، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد 26، 1-19.
- البنك الدولي. (2020). بيانات الحسابات القومية، استرجعت بتاريخ 2 نوفمبر 2021 م : <https://data.albankaldawli.org/indicator/NE.GDI.FTOT.CN?locations=SA>
- البيرماني، فاطمة عبد الحميد؛ وأرشيد، أحمد جودة. (2019). استعمال السلاسل الزمنية للتنبؤ بالأرقام القياسية لإيجارات الدور السكنية بالعراق للسنوات 2018-2021م، مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم، العدد 45، 77-96.
- الجهاز المركزي للإحصاء. (2017). التقديرات الفعلية لإجمالي تكوين رأس المال الثابت في العراق لسنة 2017، جمهورية العراق.
- الحاج، ياسر محمود. (2017). استخدام الطرق الإحصائية في التنبؤ بكميات الأسماك المنتجة في قطاع غزة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، غزة: جامعة الأزهر.
- حسين، علي ناصر. (2017). استخدام السلاسل الزمنية للمدة 2006-2016 للتنبؤ بكمية الأمطار في العراق، مجلة العلوم الاقتصادية، 12 (47)، 102-121.
- خولة، حضري (2014). استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس-جينكنز في اتخاذ القرار الانتاجي: دراسة حالة مطاحن رياض سطيف، وحدة تكريت في الفترة (2008-2013)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر- بسكرة: جامعة محمد خيضر.
- دامودار، جيجاراتي. (2015). الاقتصاد القياسي- الجزء الأول، تعريب ومراجعة هند عبد الغفار عودة وعفاف علي حسين، الرياض: دار المريخ للنشر.
- درويش، مروان. (2018). استخدام منهجية بوكس-جينكنز للتنبؤ بالتدفقات النقدية في البنوك الفلسطينية- دراسة حالة بنك فلسطين، مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإدارية والاقتصادية، مجلد3(9). 151-164.
- دقفل، كمال؛ عطا الله، بن طريش؛ و حيرش، عبد القادر. (2018). دعم تكوين رأس المال الثابت للنمو الاقتصادي في الجزائر للفترة (1985-2015)، حوليات جامعة بشار في العلوم الاقتصادية، مجلد5(1). 149-171.
- زامل، أزهار سلمان؛ وأرهيف، نرجس هادي. (2010). التنبؤ بإنتاج الطابوق في العراق، مجلة المنصور، العدد 14- الجزء الاول، 79-98.

- الزيان، وسيم نوح. (2019). مقارنة بين نماذج ARIMA و GARCH و ANN في التنبؤ بالسلاسل الزمنية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، غزة: جامعة الأزهر.
- الشعراي، بشار. (2017). استخدام منهجية Box- Jenkins للتنبؤ ودراسة العلاقة السببية بين المؤشر العام وحجم التداول في سوق دمشق للأوراق المالية، مجلة جامعة البعث، 39(11)، 147- 177.
- شيخي، محمد. (2011). طرق الاقتصاد القياسي، محاضرات وتطبيقات- الجزء الثاني، ط.1، الجزائر: الحامد للنشر.
- نمر، محمد الخطيب؛ وصديقي، مسعود. (2009). التحليل الاقتصادي الكلي بين النظرية والتطبيق، الجزائر: جامعة قاصدي مرباح بورقلة.

ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- Azimi, M. (2016). An Economic Growth Model: Evaluating the Interaction of Market Consumption with GDP Growth Rate in Afghanistan, Zenith International Journal of Business Economics & Management Research, 6(2), 13- 19.
- Biswas, A. (2015). Forecasting Net Foreign Direct Investment Inflows in India: Box- Jenkins ARIMA Model, IJMBS, 5(3), 49- 58.
- Cancela, A. (2008). Comparative Study of Artificial Neural Network and Box- Jenkins ARIMA for Stock Price Indexes, Unpublished MA thesis, Higher Institute of Labor and Enterprise Sciences, P13.
- Denuit, M., Hainaut, D., & Trufin, J.(2019). Effective Statistical Learning Methods for Actuaries III: Neural Networks and Extensions, Springer Nature.
- Douglas, C., Cheryl, L., & Murat, K. (2015). Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Faisal, F. (2012). Forecasting Bangladesh's Inflation Using Time Series ARIMA Model, World Review of Business Research, 2(3), 100- 117
- Green, S. (2011). Time Series Analysis of Stock Prices Using the Box- Jenkins Approach, Electronic Theses and Dissertations 668, Georgia Southern University. Retrieved on 23 Aug 2011 from: <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/668>
- Henry, A., Edeghagba, E., Gwani, Alhaji A., & Simon, J. (2019). Time Series ARIMA Model for Predicting Nigeria Net Foreign Direct Investment (FDI), World Scientific News, 128(2). 348- 362.
- Ingabire, J., & Joseph, K. (2016). Measuring the Performance of Autoregressive Integrated Moving Average and Vector Autoregressive Models in Forecasting- Inflation Rate in Rwanda, International Journal of Mathematics and Physical Sciences Research, 4(1), 5- 15.
- Malawi, A. (2006). The Effects of Gross Fixed Capital Formation and Money Supply on Economic Activity, Tishreen University Journal for Studies and Scientific, 28(3), 253- 270.

- Mohammed, N. The Effects of Foreign Investment in the Arabic Local Investment Future- An Analytical Measurement Study for Some of the Arabic Gulf States for the Period from 1992- 2010, Unpublished PhD thesis, St Clements University, 2012.
- Musundi, S. W., M'mukiira., P.M., Mungai, F. (2016). Modeling and Forecasting Kenyan GDP Using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Models, Science Journal of Applied Mathematics and Statistics, 4(2), 64- 73
- Nasiru, O., Olanrewaju, S., & Ugbede, M. (2018). A Univariate Time Series Autoregressive Integrated Moving Average Model for the Exchange Rate Between Nigerian Naira and US Dollar, American Journal of Theoretical and Applied Statistics, 7(5), 173- 179.
- Peter, J., & Richard, A. (2016). Introduction to Time Series and Forecasting, (3rd ed.). Switzerland: Springer International Publishing.
- Saleh, Z., Nahdir, A., Sven, K., & Thafer, A. (2012). ARIMA Models for Time Series Weekly Rainfall in the Semi- Arid in Sinjar District at Iraq, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, 2(3), 25- 55.
- Todd, D . (2013). The Oxford Handbook of Quantitative Methods, Volume 2: Statistical Analysis, London: Oxford University Press.