مقارنة بين نماذج السلاسل الزمنية والإنحدار المتعدد ذو المرحلتين (دراسة تطبيقية)

أ.د/ فاطمة علي عبد العاطي
أستاذ الإحصاء
كلية التجارة – جامعة المنصورة

د/ هشام محمد المنجي
مدرس الإحصاء
كلية التجارة – جامعة المنصورة

الباحث/ خالد طالب عثمان

المستخلص:

تعتبر مشكلة هجرة الكفاءات العلمية واحدة من أهم المشاكل الخطيرة التي تواجه دول آسيا وأفريقيا وأميريكا اللاتينية، لذلك فهي تعد ظاهرة سلبية وخطيرة جداً على هذه الدول من الناحيتين العلمية والمادية، ويهدف هذا البحث إلى تقدير واستخدام نموذج إحصائي مناسب للتنبؤ بالقيم والظواهر المستقبلية التي تحد من الهجرة العراقية إلى الخارج خلال الفترة (١٩٨٢ – ٢٠١٣)، حيث تم تطبيق أسلوبي تحليل السلاسل الزمنية "بوكس- جينكنز ARIMA" (p,d,q)، والإنحدار المتعدد ذوالمرحلتين "2SLS".

وقد تمت المفاضلة بين نموذج السلاسل الزمنية "بوكس- جينكنز ARIMA(p,d,q)"، ونموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين "2SLS"، فتبين لنا أن الأفضلية هي لنموذج السلاسل الزمنية "بوكس- جينكنز ARIMA" (p,d,q)لأنه قد اجتاز جميع معايير الجودة المطلوبة.

رؤوس الموضوعات ذات الصلة:
ARIMA، 2SLS، عدد المهاجرين، النمو الاقتصادي، العراق.

Abstract:

The problem of scientific talents immigration is considered one of the most significant problems, facing the countries of Asia, Africa and Latin America, so it's considered to be both very dangerous and negative phenomenon to these countries from the both scientific and materialistic approaches, this

study aims at estimating and using a suitable statistical model for predicting by the values and future phenomena that limit Iraqi immigrations abroad during the period between (1982 - 2013), where the two methods of time series analysis "Box-Jenkins ARIMA (p, d, q)", and two-stage multiple regression "2SLS" has been applied.

And there has been a comparison between the model of time series "Box-Jenkins ARIMA (p, d, q)", and the model of two-stage multiple regression "2SLS", so it showed that the priority is to the model of time series "Box-Jenkins ARIMA (p, d, q)" because it has passed all the required quality standards.

المقدمة:

يحتل الإحصاء السكاني (الديموجرافي) في الوقت الحاضر مكاناً بارزاً بين العلوم الحيوية، فهو الدراسة الإحصائية للسكان وخصائصهم وفعالياتهم وتغيراتهم من حيث التكاثر والوفاة والهجرة والعوامل التي تؤثر فيها والنتائج التي تنشأ عنها، وأن أهم التغيرات التي تحدث على السكان هي الولادات والوفيات والهجرة وهي من عناصر تغير السكان المهمة، فلو توفرت جميع الوسائل الصحية والخدمية والأمنية وقلة نسبة البطالة فأن هجرة الكفاءات تقل نسبياً.

مشكلة البحث:

ويمكن أن يلخص الباحث مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

هو كيف يمكن اعادة هذه الآلاف المؤلفة من العقول العراقية المهاجرة بعد استقرارها في دول الغرب لفترات طويلة أم يمكن الاستفادة من طاقاتها الابداعية عن بعد؟، وأيضاً كيف يمكن تطبيق نموذج السلاسل الزمنية "بوكس - جينكنز ARIMA (p,d,q)"، ونموذج مقدر وفقاً لأسلوب المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) على بيانات هجرة الكفاءات العلمية العراقية للتنبؤ بحجم المهاجرين والتخطيط للحد من هذه الهجرة؟.

أهداف البحث:

وتتلخص هذه الأهداف بما يلي:

أ) تفسير وتقدير حجم الخسائر المتحققة جراء تهجير الكفاءات العلمية الماهرة والمبدعة وانعكاس ذلك على عملية التنمية الاقتصادية في دولة العراق.

ب) معرفة وفهم الأسباب الرئيسية لهجرة الكفاءات العلمية العربية إلى الدول المتقدمة لكي يتمكن تحديد المعالجات الفعالة للحد من تلك الظاهرة مما سينعكس ذلك ايجابياً على واقع التنمية الاقتصادية في الدول العربية عامة والعراق خاصة.

ج) كذلك يهدف البحث إلى اقتراح أسلوب إحصائي لمعالجة الآثار الاقتصادية لتلك الهجرات على الواقع التعليمي والتقدم المعرفي بصورة خاصة وعلى التنمية الاقتصادية بصورة عامة، مع تحديد أفضل الأساليب القيمة في سد النقص الحاصل نتيجة لذلك سواء تم ذلك عن طريق سياسة الاحلال أو التعويض للكفاءات العلمية، كما سنوضحها بصورة مفصلة في هذا البحث.

وأخيراً فأن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو معرفة كيفية تأثير هجرة العقول في معدلات النمو الاقتصادي في العراق من خلال دراسة إحصائية تطبيقية لبيانات الهجرة.

الدراسات السابقة:

(أ) الدراسات العربية:

١- أوجزت دراسة **جنان عبد الله**[٣] **(٢٠١٠)** أهم الأساليب التجزيئية مثل أسلوب التكامل الحدي (Marginal Intigration:MI)، وأسلوب خوارزمي (Backfitting) وأسلوب المرحلتين (Tow-Stages:2S): وهو الأسلوب الممتد إلى (r) من المجزءات في هذه الرسالة لايجاد مقدرات لا معلمية لمركبات النموذج اللا معلمي التجميعي المجزأ لتلافي مشكلة الابعاد (Curse of dimensionality).

وكما تم استخدام تجارب المحاكاة لنماذج الأساليب التي تضمنتها الرسالة والتحقق من أدائها باستخدام معيار انحراف الخطأ المطلق (ADE)، ومن ثم ايجاد معدل انحراف الخطأ المطلق (AADE)، ومن ملاحظة نتائج المحاكاة تبين أن أفضل مقدر هو مقدر المرحلتين (2S) في حالة وجود ارتباط

عـالي وتعـدد الابعـاد، كمـا تـم اسـناد الرسـالة بـالتطبيق علـى بيانـات حقيقيـة لعينـة مكونـة من (١٠٠) شركة عراقية صناعية

٢-تضـــمنت دراســـة وليـــد الجبـــوري[١] (٢٠١٠) علـــى كيفيـة جمـع البيانـات، وأسـلوب تحضيرها، وتطبيق مراحل بناء نمـوذج السلاسل الزمنيـة ثنائيـة المتغيـرات، أذ اسـتخدمت دالـة مصـفوفات الارتبـاط المتقـاطع للعينـــة (Sample Cross-Correlation Matrices Function)، لتشخيص نموذج الأوســاط المتحركــة، ودالــة مصـــفوفات الإنحـــدار الـــذاتي الجزئيـة (Partial Auto regression Matrices)، **(ب) الدراسات الأجنبية:**

١-اشـــــــتملت دراســـــــة **(Portugal) (1995)** بحثـــاً تضمن تدريب الشبكة في التكهن الاقتصـادي باسـتخدام السلاسـل الزمنيـــة الاعتياديـــة مثـــل (ARIMA)، والشـــــبكات العصبية الاصطناعية (ANN) (Artificial neural networks)، واختبـــر النـــاتج المحلـي الشـعري لمنطقـة Rio (Grand) في البرازيل واعطى

وقد تـم اختبـار معنويـة الإنحدار بـين المتغيـر التـابع والمتغيـرات المسـتقلة باسـتخدام اختبـار (T)

ومعيـــار معلومـــات "أكيـــاكي" (Akaike's Information Criterion)، لتشخيص نموذج الإنحـــدار الـــذاتي، ومـــن ثـــم اسـتخدمت أسـلوب المربعـات الصـــغرى الاعتياديـــة (OLS) فـي تقـدير معـالم النمـوذج، فيمـا استخدمت أسلوب (Mcleod and Li) وأســلوب (Wei) فـــي اختبـــار ملائمـــة النمـــوذج المشـخّص، وتـم ايجـاد التنبـؤات المستقبلية بأسلوب (Box and Jenkins)، وبخطوة واحدة.

وصـفاً لمـدخلات الآداء النسـبي وأســـاليب الـــتكهن المختلفـــة، وبينـــت النتـــائج أن اســـتخدام الشبكات العصبية اعطت تكهناً أكثـــر دقـــة مـــن نمـــاذج (ARIMA) الشائعة.

٢) قامـت **دراسـة (Asaad ، Bone)[5] (2003)** بتكييـــف صـيغة رياضـية للـتكهن بـالقيم المســتقبلية للسلاســل الزمنيــة باســتخدام الشــبكات العصــبية الموســـمية (Neural

(Networks seasonal)، وأوضحا بأن خوارزمية تحسين الآداء Boosting (algorithms) أدت إلى نتائج جيدة وبينا أن الوسيط الموزون أفضل للتعلم من الوسط الحسابي الموزون.

٣) تضمنت دراسة **[David M. Blei and John D. Lafferty][7] (2006)** على صيغة تحليلية لعائلة نماذج السلاسل الزمنية الأحتمالية وتطورها مع نشوء الزمن لموضوع تجميع المستندات الكبيرة باستخدام نماذج فضاء الحالة (Space case) للمعالم الطبيعية لتوزيعات متعددة الحدود بالاعتماد على قاعدة الاختلافات التقريبية لمرشحات (كالمن)، وإنحدار الموجة الصغيرة اللا معلمية المتطورة التي يمكن استخدامها في الاستدلال النهائي التقريبي للحصول على نماذج التنبؤ لمجموعة كاملة من القوانين المتسلسلة الحركية.

٥- الجانب النظري: الأساليب الإحصائية المستخدمة:

٥-١ أسلوب السلاسل الزمنية:

(أ) مقدمة:

السلسلة الزمنية[6] Time series:

السلسلة الزمنية: هي عبارة عن مجموعة من المشاهدات (البيانات) المسجلة لظاهرة معينة خلال فترة زمنية سابقة ومتعاقبة (غالباً ما تكون متساوية) للظواهر الاقتصادية أو الاجتماعية وغيرها، وأن أي سلسلة زمنية تتميز بأن بياناتها مرتبة زمنياً، وأن المشاهدات المتتالية غالباً ما تكون غير مستقلة، وهذا يعطينا تنبؤات موثوق بها، ويعتبر تحليل السلاسل الزمنية من الأساليب الإحصائية الهامة التي تستخدم في التنبؤ بقيم الظواهر العشوائية في المستقبل (فاندل ١٩٩٢)[٤].

وتقسم السلسلة الزمنية حسب سلوكها إلى:

١) السلاسل الزمنية الموسمية (Seasonal time series): والمشاهدات فيها تسلك سلوكاً دورياً (Periodic Behaviour) بفترة زمنية متساوية، أي يوجد فيها نمط من الارتفاعات والانخفاضات

يتكـرر حدوثـه حسـب طـول الموسم.

٢) السلاسـل الزمنيـة غيـر الموسمية (Non - seasonal time series): والمشـاهدات فيها لا تسلك سلوكاً دورياً ولكن تكـون فيهـا عشـوائية مـن الارتفاعـات والانخفاضـات أو يوجد فيها اتجاه عام.

(ب) مركبات السلسلة الزمنية:

١) مركبة الاتجاه Trend Component:

ويقصد بالاتجاه: هو الزيادة أو النقصـان التـدريجي فـي قـيم السلسلة الزمنية بمرور الزمن، ويظهر تـأثيره بعد مـرور فتـرة زمنيـة اطـول نسـبياً قياسـاً إلـى تأثير بقية المركبات.

٢) مركبة الموسمية Seasonal Component:

ويقصـد بالموسـمية: هـي التغيـرات التـي تحـدث فـي قـيم السلسلة الزمنية وبدرجة معينة مـن الأنتظـام عـن طريـق فتـرة زمنيـة محـددة، وهـذه الفتـرة قـد تكون (سنة أو فصلاً أو شهراً أو اسبوعاً).

٣) مركبة الدورية Cyclical Component:

ويقصـد بالدوريـة: هـي التغيـرات التـي تحـدث فـي قـيم السلسـلة الزمنيـة والتـي تختلـف عـن التغيـرات الموسـمية مـن حيث أنها تحدث في فترة زمنية اطول من سنة، وفضلاً عن أنها كالمعتـاد لا تحـدث فـي فتـرة زمنية منتظمة.

٤) مركبـة العشـوائية أو التغيـرات العرضـية Randomness Component:

ويقصـد بالعشـوائية: هـي التغيـرات التـي تحـدث فـي قـيم السلسلة الزمنية والتي تكون أما عـن طريـق الصـدفة، وفـي هـذه الحالـة لا يمكـن التنبـؤ بهـا أو تحديـدها، أو تكـون ناتجـة مـن حـوادث اسـتثنائية معينـة مثـل الحـروب أو الفيضـانات أو الـزلازل.....إلخ، وفـي هـذه الحالـة لا يمكـن التنبـؤ بهـا ولكـن يمكن تحديدها.

(ت) الارتبـاط فـي السلاسـل الزمنيـة Correlation in Time Series:

غالباً ما نلجأ إلى حساب الارتباط الذاتي (Autocorrelation) وحساب الارتباط الذاتي الجزئي (Partial Autocorrelation) للسلاسل الزمنية، وهذه الأدوات مهمة جداً في مرحلة التعرف على نموذج ARIMA(p,d,q) الملائم للسلسلة وهي تقيس العلاقة الإحصائية بين مشاهدات السلسلة الزمنية الواحدة (Pankratz,1983) وقد أشار فاندل (١٩٩٢)[٤] إلى أن مرحلة التعرف تتطلب قدراً كبيراً من الخبرة بسبب عدم وجود أسلوب مبسط مضبوط (Exact) للتعرف على نموذج ARIMA(p,d,q)، لذا فأن خبرة الباحث تستخدم بديلاً لأسلوب الضبط.

(١) دالة الارتباط الذاتي[10] The Autocorrelation Function (ACF):

هي مقياس يقيس قوة الارتباط بين مشاهدات المتغير نفسه خلال فترات زمنية، وهو الوسيلة لمعرفة خصائص السلاسل الزمنية أيضاً.

ومضمون مفهوم الارتباط الذاتي هو كون التغير العشوائي الذي يحدث خلال فترة زمنية يرتبط بالمتغير العشوائي الذي يسبقه أو يليه، أي ارتباط السلسلة نفسها مع نفسها أو تزحيفها بمقدار [1,2,3,...] فترة.

(٢) دالة الارتباط الذاتي الجزئي[11] The Partial Autocorrelation Function (PACF):

تستخدم لقياس الارتباط بين (Y_t) و (Y_{t-k}) بثبوت قيمة (Y_t) في بقية الفترات، أي قياس درجة الارتباط بين (Y_t) و (Y_{t-k}) بثبوت تأثير القيم الأخرى عند إزاحات أخرى.

(ث) استخدام أسلوب "بوكس جينكنز ARIMA(p,d,q)":

وتكون كفاءته عالية في نمذجة السلاسل الزمنية سواء أكانت موسمية أم غير موسمية، وتتضمن منهجية (بوكس-جينكنز) جمع وتحليل البيانات واختبارها من خلال تشخيص النموذج وتقدير معالمهِ (Diagnostic & Estimation Model) واختبارات التشخيص (Diagnostic Tests) للنموذج المستخدم في التنبؤ، ولاجل التحليل لا بد من أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة في المتوسط (Stationary time

(series، ويمكن تحديد النموذج والتأثيرات الموسمية من خلال سلوك دالتي (ACF) و (PACF).

ويحتوي أسلوب بناء السلاسل الزمنية للمتغير الواحد باستخدام أسلوب بوكس- جينكنز أربع مراحل هي:

١) **التعرف على النموذج: Model Identification.**
٢) **تقدير معالم النموذج المقترح: Estimation.**
٣) **قياس مدى كفاءة النموذج: Diagnostic Checking.**
٤) **التنبؤ: Forecasting.**

ج-النماذج القياسية في السلاسل الزمنية Standard Models of Time Series:

يتم في هذا الموضوع توضيح نماذج السلاسل الزمنية الموسمية (Seasonal) واللا موسمية، المستقرة منها وغير المستقرة، ويتم تحويل النماذج غير المستقرة إلى نماذج مستقرة بعد أخذ عدد من الفروق (d) وتحويلات (الجذر التربيعي أو اللوغاريتمي... وإلخ) بالنسبة للنماذج اللا موسمية، و (D) من الفروق بالنسبة للنماذج الموسمية المناسبة للمشاهدات الأصلية وتضاف كلمة (Integrated) إلى أسم النموذج غير المستقر لتمييزه عن النموذج المستقر، وكذلك لتمييز النماذج الموسمية عن النماذج اللا موسمية بأضافة (S) إلى النماذج الموسمية وسميت موسمية لأنها تعيد نفسها بفترات زمنية ثابتة،

وفيما يأتي أهم الأنواع لنماذج السلاسل الزمنية اللا موسمية والموسمية الشائعة:

١) النماذج المختلطة المتكاملة[٢] Autoregressive Integrated Moving Average Models: (ARIMA)

في حالة كون السلسلة غير مستقرة يمكن تحويلها إلى سلسلة مستقرة بأخذ الفروق من الدرجة (d) (d=1,2,…) والتحويلات، وهذا النموذج يعوض عن دراسة سائر النماذج، و يرمز له بالرمز [ARIMA(p,d,q)]، حيث

تشير الحروف بين الاقواس إلى رتبة الإنحدار الذاتي، وعدد الفروق لتحقيق الاستقرارية، ورتبة المتوسطات المتحركة، على التوالي، والصيغة العامة له هي:

$$\varphi(B)(1-B)^{d}Y_{t}=\theta(B)a_{t}$$

.....(9)

٢) نموذج الإنحدار الذاتي والأوساط المتحركة المختلطة المتكاملة الموسمي[11]

:The Seasonal Integrated Autoregressive Moving Average Model

لهذا النموذج الذي يرمز له بـ (ARIMA) ومن الرتبة $(P,D,Q)_S$ والصيغة العامة له هي:

$$\varphi(B^{s})(1-B)_{s}^{D}Y_{t}=\theta(B^{s})a_{t}$$

.....(10)

وأيضاً دالتا الارتباط الذاتي الموسمي، والارتباط الذاتي الجزئي الموسمي لهذا النموذج تسلكان نفس سلوك دالتي الارتباط الذاتي، والارتباط الذاتي الجزئي اللا موسميتين.

٥-٢ أسلوب الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين:

(أ) مقدمة:

أسلوب المربعات الصغرى ذات المرحلتين[8][9] Two (2SLS) Stages Least Squares:

وهو من أهم الأساليب الملائمة لتقدير معالم معادلة منفردة ضمن منظومة معادلات آنية والتي يكون نتيجة تشخيصه مشخص تماماً (Exact Identify)، أو فوق التشخيص (Over Identify)، وأن هذا الأسلوب يهدف إلى التخلص من مشكلة وجود ارتباط ، أي وجود علاقة بين المتغيرات التابعة التي تسلك سلوك متغير مفسر ضمن المنظومة وحد الخطأ ضمن المعادلة نفسها.

وكما أن هناك صفة أخرى لمقدرات (2SLS) هي أن تقديراتها كفوءة تقاربياً وذلك

تحت فرضيات متحققة حول توزيع المتغيرات العشوائية.

وأيضاً يعد هذا الأسلوب (2SLS) من اشهر الأساليب أحادية المعادلة على الارجح، والتي ظهرت أول مرة على يد {Theil (1953a,b ,1954,1961), Basmann (1957) and sargan(1958)}، بشكل مستقل، وأن أسلوب (2SLS) يشبه أساليب المعادلات الآنية الأخرى التي تهدف إلى إزالة التحيز المتوقع، وأن سبب هذا التحيز هو وجود متغير داخلي واحد على الأقل ضمن المتغيرات التوضيحية في المعادلة الهيكلية تحت الدراسة، والذي يكون مرتبط مع الخطأ العشوائي لتلك المعادلة (U_t)، وأن تسميتها بالأسلوب العام جاءت لأن كل متغير داخلي في المعادلة الهيكلية هو دالة من كل المتغيرات المحددة مسبقاً والعنصر العشوائي (V_t)، والذي يكون أيضاً دالة خطية من كل المتغيرات العشوائية للمعادلات الهيكلية ($U's$) ومعالم الشكل الهيكلي ($\beta's$).

(ب) فرضيات أسلوب "2SLS":

أنها من الأساليب الملائمة لتقدير المعالم الهيكلية للمعادلة الآنية المشخصة بالمفهوم العام، وتعتبر كذلك أكثر عمومية من أسلوب المربعات الصغرى غير المباشرة (ILS) وأسلوب المتغيرات المساعدة (IV) عند استخدام القيم المقدرة للمتغيرات الداخلية من الشكل المختزل ($\hat{y}_t$) المستثناة من المعادلة تحت الدراسة كأدوات لما يقابلها من القيم المشاهدة، وكما يفترض أن يكون أسلوب (2SLS) متطابقة مع أسلوبي (IV) و (ILS).

(ت) خواص المربعات الصغرى ذات المرحلتين:

١) تتميز مقدرات (م ص ٢) [مربعات صغرى ذات المرحلتين "2SLS"]، بأنها متسقة ولكنها تظل متحيزة في العينات الصغيرة.

٢) يجب التأكد من المتغيرات الداخلة بالنموذج المختزل

الصورة، أي القيام باختبارات جودة التوفيق.
٣) أذا كانت المتغيرات المحددة سابقاً مرتبطة، فأن النموذج يكون غير جيد.
٤) استخدام (T) لاختبار فرضيات لمقدرات (م ص ٢) ["2SLS"] أفضل بكثير من مقدرات (م ص ع) [مربعات صغرى اعتيادية].

٦- الجانب التطبيقي (التحليل): تطبيق عملي لبرنامج الإحصائي (E.Views):

(أ) مقدمة:

تعريف برنامج (E.views):

وهو برنامج يقوم بمعالجة مشاكل القياس بسبب هذا الجزء العشوائي، وذلك من خلال التقدير القياسي (Econometric)، واستعراض مظاهر مختلفة لعرض نتائج هذه الأساليب القياسية (Views)، ومن هنا جاء أسم البرنامج (E.views)، وتتسلسل خطوات التعامل مع بيانات المتغيرات الاقتصادية من ما يعرف بالتحليل الإحصائي الوصفي للبيانات ثم التحليل الكمي القياسي لها، كما ويقوم بجمع مجموعة متكاملة من الأمكانات التي تمكن الباحث من استخدام هذه الأساليب القياسية.

مميزات البرنامج:

١) تقدير معاملات هذا النموذج.
٢) اختبار المعنوية (الدلالة) الإحصائية.
٣) معالجة مشاكل القياس والتقدير.

خطوات استخدام البرنامج:

١) انشاء ملف العمل في ذاكرة البرنامج.
٢) ادخال البيانات.
٣) استعراض ومراجعة البيانات، ومن ثم تصحيح الاخطاء.
٤) استحداث المتغيرات الجديدة للتحويلات الرياضية.
٥) اجراء التقدير القياسي.
٦) حفظ ملف العمل.

(ب) متغيرات البحث:

سنوضح المتغيرين الوسيطين، مع المتغيرين المستقلين،

المتغير التابع:

لوغاريتم الناتج المحلي الاجمالي (LNGDPG) وهو يمثل (Y).

المتغيرين المستقلين:

(١) لوغاريتم رأس المال المادي (LNCAP) وهو يمثل (X_1).

(٢) عدد المهاجرين (NO) وهو يمثل (X_2).

المتغيرين الوسيطين:

(١) لوغاريتم عدد السكان.

(٢) لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي.

(ت) نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(p,d,q)":

ويهدف تحليل السلاسل الزمنية إلى:

١- الحصول على وصف دقيق للملامح الخاصة للعملية النظرية التي تتولد منها السلسلة الزمنية.

٢- انشاء نموذج لتفسير وشرح سلوك السلسلة بدلالة متغيرات والمتغير التابع للسلسلة الزمنية وهي كالآتي:

أخرى يربط القيم المشاهدة ببعض قواعد سلوك السلسلة.

٣- استخدام النتائج التي نحصل عليها في (١) أو (٢) اعلاه للتنبؤ بسلوك السلسلة في المستقبل وذلك اعتماداً على معلومات الماضي، من نقطة (١) اعلاه نفترض وجود قوة دافعة كافية في النظام تؤكد أن سلوك السلسلة في الماضي هو نفس سلوكها في المستقبل، ومن نقطة (٢) يكون لدينا تبصر أكبر بالقوى المؤثرة في عملية السلسلة الزمنية واستغلال ذلك في الحصول على تنبؤات أكثر دقة.

٤- التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية بفحص ما يمكن حدوثه عند تغيير بعض معالم النموذج، أو التوصل إلى سياسات تستخدم فقط للتدخل عندما تنحرف عملية السلسلة عن الهدف المحدد بأكثر من مقدار معين[٤].

١) صياغة معادلة نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)":

Estimation Equation:

LNGDPG = C(1)LNCAP + C(2)LNCAP(-1) + C(3)NO + C(4) +

[AR(1) = C(5), UNCOND]

$y_t = 0.278803948618x_{1t} + 0.255725165634x_{1(t-1)} - 0.000105978229442x_{2t} + 10.4377142899 + [AR(1) = 0.882993227166, UNCOND]$

حيث أن:

C(1): هي معامل لوغاريتم رأس المال المادي.

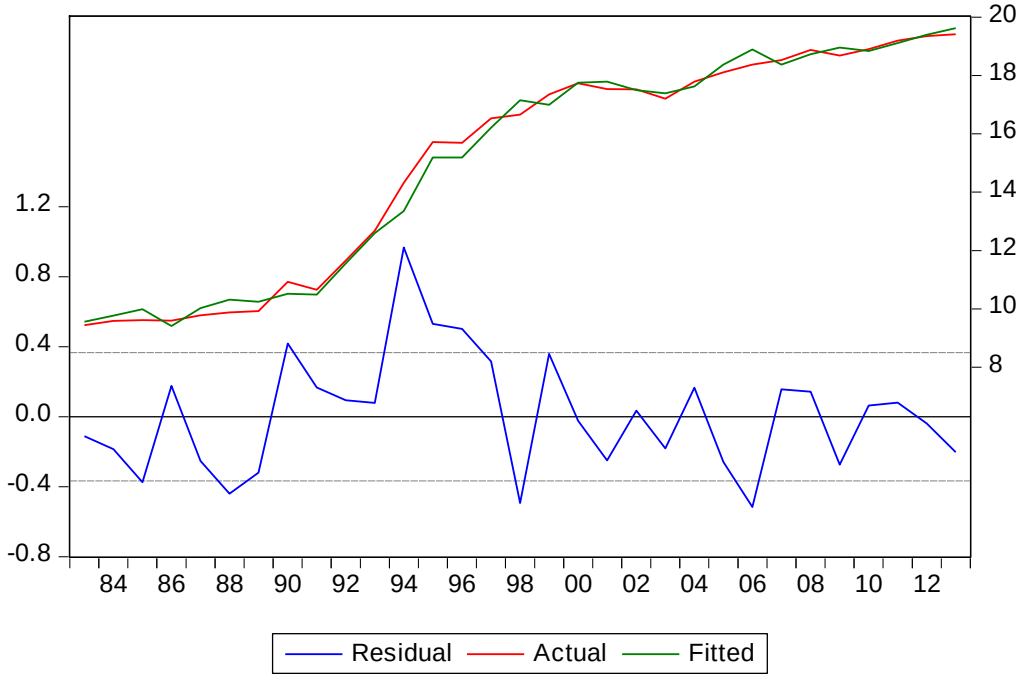
C(2): هي معامل لوغاريتم رأس المال المادي بفترة ابطاء واحدة.

C(3): هي معامل عدد المهاجرين.

C(4): هي المقدار الثابت.

C(5): هي معامل الإنحدار الذاتي.

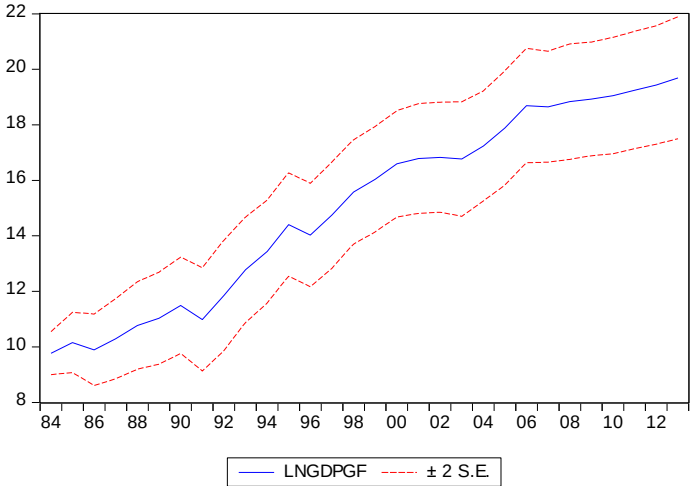
٢) البواقي الفعلية والمقدرة في نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)":



شكل رقم (١)
السلسلتين الزمنيتين للبواقي الفعلية والمقدرة في نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)"

٣) قدرة نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)" على التنبؤ:

الشكل التالي (٢) يوضح كيف يتم التنبؤ بالقيم المستقبلية وكالآتي:



Forecast: LNGDPGF	
Actual: LNGDPG	
Forecast sample: 1982 2013	
Adjusted sample: 1984 2013	
Included observations: 30	
Root Mean Squared Error	0.767928
Mean Absolute Error	0.594800
Mean Abs. Percent Error	4.173533
Theil Inequality Coefficient	0.024676
Bias Proportion	0.065675
Variance Proportion	0.118644
Covariance Proportion	0.815681

شكل رقم (٢)
السلاسل الزمنية للقدرة التنبؤية المستقبلية في نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)"

ويشير الشكل (٢) إلى مدى قدرة النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية، حيث أن (معامل ثيل) أقل من (.08) حيث بلغت قيمته (.03)، وبذلك يمكننا الاعتماد على هذا النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية.

(ث) نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين:

١) صياغة معادلة نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين:

Estimation Command:

TSLS LNGDPG(Y) (NO)(X_2) C @ D(LNCAP(X_1) (-1))

Estimation Equation:

LNGDPG = C(1)LNGDPG(-1) + C(2)LNCAP(-1) + C(3)NO + C(4)

$y_t = 0.939y_{t-1} - 0.461x_{1(t-1)} - 0.0001x_2 + 9.177$

حيث أن:

C(1): هي معامل لوغاريتم الناتج المحلي الاجمالي بفترة ابطاء واحدة.

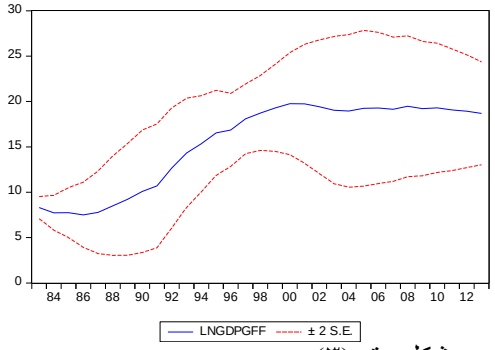
C(2): هي لوغاريتم رأس المال المادى بفترة ابطاء واحدة.

C(3): هي معامل عدد المهاجرين.

C(4): هي المقدار الثابت.

٢) قدرة نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين على التنبؤ:

ويشير الشكل التالي (٣) إلى مدى قدرة النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية، حيث أن (معامل ثيل) أقل من (.08) حيث بلغت قيمته (.04)، وبذلك يمكننا الاعتماد على هذا النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية وكالآتي :



Forecast: LNGDPGFF	
Actual: LNGDPG	
Forecast sample: 1982 2013	
Adjusted sample: 1983 2013	
Included observations: 31	
Root Mean Squared Error	1.369463
Mean Absolute Error	1.216033
Mean Abs. Percent Error	8.956690
Theil Inequality Coefficient	0.043262
Bias Proportion	0.072414
Variance Proportion	0.485725
Covariance Proportion	0.441861

شكل رقم (٣)

السلاسل الزمنية للقدرة التنبؤية المستقبلية في نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتبن

(ج) المقارنة بين نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)"، ونموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين:

ويتضح من الجدول التالي (١) استخدام بعض المعايير الإحصائية التي تمت المقارنة بها ما بين نموذج السلاسل

الزمنيــة "ARIMA(1,0,0)"، المرحلتين وكالآتي:
ونمــوذج الإنحــدار المتعــدد ذو

جدول رقم (١)

معايير الجودة	نموذج السلاسل الزمنية"ARIMA(1,0,0) "		نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين	
معامل التحديد (R^2)	99.2%	√	98.4%	√
اختبار (F)	630.579***	√	537.935***	√
معامل دربن واطسون	1.502	√	0.941	√
اعتدالية توزيع البواقي	0.284	√	0.988	√
اختبار العشوائية	0.406	√	0.189	√
القدرة التنبؤية	0.030	√	0.043	√
الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ (RMSE)	0.768	√	1.369	x
متوسط الخطأ المطلق (MAE)	0.595	√	1.216	x

متوسط نسبة الخطأ المطلق (MAPE)	4.173	√	8.957	x

مقارنة بين نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)"، ونموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين

وكما أوضحت نتائج الجدول (١) أن [نموذج السلاسل الزمنية "ARIMA(1,0,0)"] قد اجتاز جميع معايير الجودة المطلوبة، ومن ثم فأنه **أفضل** من (نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين).

٧- أهم النتائج:

١) أن نموذج السلاسل الزمنية بوكس - جينكنز "ARIMA"، قد اجتاز جميع معايير الجودة المطلوبة، ومن ثم فأنه **أفضل** من نموذج الإنحدار المتعدد ذو المرحلتين للتنبؤ بالقيم المستقبلية لظاهرة الهجرة العراقية إلى الخارج خلال فترة الدراسة (١٩٨٢- ٢٠١٣).

٢) أن هناك ارتباط قوي جداً بين لوغاريتم الناتج المحلي الاجمالي وعدد المهاجرين، وهو ارتباط عكسي، بمعنى أنه كلما زاد عدد المهاجرين انخفض الناتج المحلي الاجمالي (النمو الاقتصادي).

٣) أن عدد المهاجرين يؤثر ويتأثر بالناتج المحلي الاجمالي، أي أنه متغير ذو اتجاهين (داخلي).

٨- أهم التوصيات:

١) أن هنالك مشكلة تحصل عند التنبؤ بالمتغيرات الاقتصادية وهي عدم ثبات التباين.

٢) يجب أخذ بيانات كافية ودقيقة عن موضوع البحث للحصول على نتائج أكثر دقة للتنبؤ بالقيم المستقبلية، لذا نرجو

من الجهات المعنية بنشر البيانات أن تراعي مسألة الدقة والسرعة بنشرها لكي يتسنى لنا معالجة مشكلة البحث بدقة للوصول إلى النتائج المرجوة .

٩- المراجع:

٩-١ المراجع العربية:

١) الجبوري، وليد دهان صليبي، (٢٠١٠)، **"التنبؤ بمستوى التضخم في اسعار المستهلك الشهرية في العراق باستخدام السلاسل الزمنية ثنائية المتغيرات"**، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية.

٢) المعماري، نوال محمود، (٢٠٠٤)، **"التكهن بواسطة نماذج الإنحدار الحركي مع التطبيق"**، رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق.

٣) جنان عبد الله عنبر، (٢٠١٠)، **"مقارنة بعض طرائق التقدير اللا معلمية لنموذج الإنحدار التجميعي المجزأ باستخدام المحاكاة مع التطبيق"**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

٤) فاندل، والتر، (١٩٩٢)، **"السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس وجينكنز"**، تعريب عبد المرضي عزام، دار المريخ للنشر، الرياض.

٩-٢ المراجع الاجنبية:

5) Bone, R., and Asad, M., (2003), "**Boosting Recurrent Neura Networks for Time Series prediction",** m RAFI publication, International conference in Roanne, France, April, pp. 18-22.

6) Cryer, J.D., (1986), **"Time Series Analysis",** PWS

puplishersis adivision of Wads worth, Inc.
7) David M. Blei and John D. Lafferty, (2006), **"Dynamic Topic Models".**
8) Kementa, Han, (1971), **"Element of Econometrics",** Mac Millan Publishing Company, New York.
9) Koutsoyainnis, A, (1977), **"Theory of Econometrics"**, 2ed, Hong-Kong.The Mac Millan press LTD.
10) Makridakis, S. Wheel Wright, S. C., (1978), **"Forecasting: Methods and Applications",** 1st ed., John-Wiley and Sons, New York, USA.
11) Pankratz, Alan, (1983), "**Forecasting with Univaraite Box-Jenkins Model",** John Wiely and Sons, New York, USA.