Warith Scientific Journal

استخدام طريقتي(SLS2 & SLS3) في تقدير منظومة المعادلات الانية للاقتصاد العراقي للفترة(1991-2021)

Using my methods (SLS2 & SLS3) in estimating the system of simultaneous equations for the Iraqi economy for the period (1991-2021)

رباب مصطفى جواد
Rabab Mustafa Joed
جامعة كربلاء / كلية الادارة والاقتصاد/ قسم الاحصاء
Department of Statistic, College of Administration and Economics ,Karbala University
rabaalghanimi@gmail.com

أ.د. شروق عبد الرضا السباح
Shrooq Abdul Reda Al-Sabbah
جامعة كربلاء / كلية الادارة والاقتصاد قسم الاحصاء
Department of Statistic, College of Administration and Economics ,Karbala University
shorouq.a@uokerbala.edu.iq

م . د . نمارق قاسم حسين
Dr.Namariq Qasim Hussein
جامعة كربلاء / كلية الادارة والاقتصاد قسم الاحصاء
Department of Statistic, College of Administration and Economics ,Karbala University
namariq.q@uokerbala.edu.iq

المستخلص:

في هذه الدراســـة تم تســـليط الضـــوء على البعض من طرائق التقدير المعلمات الهيكلية لمنظومة المعادلات الانية وهي كل من طريقة المربعات الصـــغرى الخطية ذات المرحلتين وطريقة المربعات وطريقة من طريقة المربعات الصـــغرى الخطية ذات الثلاث مراحل ,اذ تم اشـــتقاق الطرائق المســـتخدمة بغية التوصـــل الى مقدراتها وفي الجانب التجريبي تم الاعتماد على المعايير الاحصـــائية المعدل والانحراف المعياري للمســـافة الإقليدية $D_{\delta\hat{\delta}}$, ومعيار معلومات اكايكي AIC , والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية بافتراض قيم مختلفة للمعلمات وحجوم عينات صـغيرة ومتوسـطة وكبيرة اذ توصـلت الدراسـة الى افضـلية طريقة المربعات الصـغرى الخطية ذات الثلاث مراحل في تقدير المعادلات الانية اما في الجانب التطبيقي فقد تم تطبيق طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل التي اظهرت افضـــليتها في الجانب التجريبي على بيانات حقيقية تخص التحليل الوصـــفي للمتغيرات الاقتصـــادية في العراق (الناتج المحلي الاجمالي – اجمالي كميات النفط- الاستثمار-معدل التضخم –سعر الفائدة الدخل -النفقات – الايرادات- عرض النقد)للفترة (1990-2021) وذلك لغرض دراسة المتغيرات ذات الاثر المباشر(الانتاج والصادرات والاستيراد والمخزون ...لخ)لبينان تاثير هذه المتغيرات على النظام الاقتصـاد العراقي على الاقتصـاد العراقي وتوصـلت الدراسة الى نمذجة الاقتصـاد العراقي في معادلات انية اثبتت فعاليتها من خلال العديد من المؤشـرات الاقتصـادية والاحصـائية وكذلك افضـلية طريقة المربعات الصـغرى ذات الثلاث مراحل في تقدير المعادلات الانية وكذلك الحصول على تقديرات تتفق مع النظرية الاقتصادية ومع الواقع الفعلي، معززة بالنظرية الإحصائية.

الكلمات المفتاحية: طريقة المربعات الصغرى , ذات المرحلتين طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل , المعادلات الانية.

ABSTRACT:

In this study, Vladimir shed light on the methods of estimating the structural parameters of a system of simultaneous equations, which are each of the two-stage linear circuit methods, limits, and a method of the three-stage linear circuit method. The methods used were derived to join their estimators, and on the experimental side, they were adopted. On the average statistical criteria, the elastic deviation of the Euclidean distance$D_{\delta\hat{\delta}}$, the Akaike information criterion AIC, and the entropy H(e) for light methods for the first simultaneous equations, assuming different values for the parameters and small, medium, and large sample sizes, the study reached the best method for major linear divisions. Three stages in the simultaneous equations. As for the applied side, a wide-ranging three-stage oil method was applied, the best of which appeared in the experimental side on real data related to the descriptive analysis of economic variables in Iraq (GDP - total profit - investment - moderate rate - interest rate - income). - Expenditures - Revenues - Money supply (for the period (1990-2021) through a direct study of the direct impact (production, exports, imports, inventory, etc.) of Lebanon's impact of this benefit from the Iraqi economic system on the Iraqi economy. The study reached an Iraqi economic model. In second equations, their effectiveness has been proven through many economic and statistical indicators, as well as the superiority of the three-stage major integrals method in estimating simultaneous equations, as well as obtaining estimates that are consistent with economic theory and with landscape reality, reinforcing the basic outlook.

Keywords: two-stage least squares method, three-stage least squares method, simultaneous equations.

1-المقدمة (Introduction) :

كان التقدير مقتصراً على النماذج المكونة من معادلة واحدة فيها متغيراً تابعاً واحداً وكذلك على متغير مستقل واحد او اكثر، وفي تلك النماذج تتجه علاقة السبب والتأثير من X الى Y. ولكن في كثير من الحالات فان علاقة السبب والتأثير باتجاه واحد ليست ذات معنى وهذا ما يحدث عندما تتحدد قيمة Y بواسطة قيمة X فيمكن ان تتحدد قيمة X بواسطة قيمة Y أي ان هناك علاقة ذات اتجاهين او علاقة آنية بين المتغير المستقل والمتغير التابع. اي يتكون الانموذج من عدد من المتغيرات التي تتحدد انيا ببقية المتغيرات. وبصيغة اخرى تحتوي تلك النماذج على على اكثر من معادلة واحدة، بل ان هناك معادلة واحدة لكل متغير تابع او متغير داخلي. وفي هذا النوع من النماذج لا يتم تقدير معلمات معادلة واحدة دون الاخذ بنظر الاعتبار بقية المعادلات الموجودة في النظام.

ان عملية اعداد الخطط لمتابعة تأثير المتغيرات الاقتصادية يتطلب بناء نماذج قياسية توضح علاقة ما بين المتغيرات الاقتصادية و الناتج المحلي الاجمالي ثنائي الاتجاه ,اذا يتم بناء نموذج هيكلي بمعادلات انية كنموذج العرض والطلب، نموذج كنيز لتحديد الدخل، نموذج السعر والاجور، نموذج IS للاقتصاد الكلي ونموذج LM، وفي نماذج المعادلات الانية لا يمكن تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لان المتغيرات المستقلة قد تتضمن متغيرات تابعة او قد يوجد ترابط بين المتغيرات والخطأ العشوائي مما يجعل مقدرات المربعات الصغرى الاعتيادية متحيزة، لذلك يتم استعمال طرق تقدير بديلة كطريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (Tow Stage Least Square) والتي يرمز لها بالومز (2SLS) وطريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (Three Stage Least Square) (3SLS) التي تحقق التشخيص العلوي .

2-مشكلة البحث: (Problem of Research)

سعى الاقتصاديون الى تكميم الظواهر الاقتصادية والبحث على علاقه تربط بينهما وصياغتهما في نماذج رياضية من خلال استخدام منظومة المعادلات الآنية لتفسير الظواهر المعقدة أفضل من المعادلة الواحدة لتكون النتائج اقرب الى الواقع وتمثل الظاهرة المدروسة افضل تمثيل .

وتعتبر حسابات الناتج المحلي من الحسابات الضرورية والأساسية لبناء خطط اقتصادية والذي يتضمن العديد من القطاعات ذات العلاقة السببية ثنائية الاتجاه اي ان هناك على الاقل عدد من المتغيرات تتحدد انياً تؤثر وتتأثر ببعضها البعض. لذلك فان النماذج الأحادية لا تمثل الظواهر كما ينبغي ولابد من استخدام منظومة من المعادلات الآنية لتمثيل تلك العلاقات وتكمن مشكلة الرسالة في أن هنالك علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين متغيرات الدراسة وهي اجمالي انتاج النفط السنوي، نسبة الاستثمار الأجنبي المباشر، سعر الفائدة، متوسط نصيب الفرد، النفقات الفعلية، الإيرادات الفعلية، الاستثمار، الناتج المحلي الاجمالي .

3-هدف البحث:

(Aim of Research)

تهدف الرسالة الى الحصول على افضل طريقة لتقدير منظومة المعادلات الآنية باستعمال النماذج الخطية وهي طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين وطريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل واللاخطية وهي طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين وطريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل وطريقة بيز ذات المرحلتين وطريقة بيز ذات الثلاث مراحل والمقارنة بين الطرائق عن طريق تجارب محاكاة مونت-كارلو للتوصل الى افضل طريقة لتقدير منظومة المعادلات الآنية، وكذلك تطبيق الطريقة الأفضل على بيانات حقيقية للمتغيرات المؤثرة على اسعار النفط في العراق.

4- حدود الدراسة :

- الحدود المكانية :العراق.
- الحدود الزمانية :الفترة الزمنية (1991-2021).

5- فرضيات الدراسة :

- هنالك امكان لبناء نموذج اقتصادي للاقتصاد في العراق.
- لايوجد دلالة احصائية لكل من المتغيرات الاقتصادية محل الدراسة والناتج المحلي في العراق .
- طريقة المربعات الصغرى ذو ثلاث مراحل افضل من طريقة المربعات الصغرى ذو مرحلتين .

6-اهمية الدراسة :

اقتصار الابحاث والدراسات السابقة في مواضيع الاقتصاد على التعامل مع علاقة واحدة لدراسة الظاهرة الاقتصادية وهذا اغفال على الاثار تداخل وتفاعل متغيرات الاقتصاد الكلي وان الحالة الاعم تميز العلاقة الاقتصادية بين المتغيرات الداخلية للانموذج بالاعتماد على منظومة المعادلات الانية ويمكن هذى الاسلوب من اجرى اختبارات احصائية واقتصادية تعزز ثقة الباحث .

7-منهجيية البحث:

اعتمدت الدراسة على التحليل الوصفي لوصف العلاقة بين المتغيرات الداخلية والخارجية لمنظومة المعادلات الانية في عرض متغيرات الدراسة واتجاهاتها وبناء المعادلات الهيكلية المكونة لها ومن ثم استخدام الاسلوب التحليلي بطريقة المربعات الصغرى ذو مرحلتين والمربعات الصغرى ذو ثلاث مراحل .

8-نماذج المعادلات الآنية: (Simultaneous Equations System)

كان التقدير مقتصر على النماذج الاقتصادية المكونة من معادلة واحدة تحوي متغيرا تابعا واحدا، وقد تحوي العديد من المتغيرات التوضيحية. في تلك النماذج يكون التركيز على واحد او اكثر متغيرات مفسرة ومتغير تابع واحد وتستخدم للتنبؤ بقيمة Y والذي هو المتغير التابع بناء على متغير محدد من قيم المتغيرات التوضيحية X اذ ان علاقة السبب والتأثير في تلك النماذج تتجة من X الى Y . ولكن في العديد من الحالات تكون علاقة السبب والتأثير باتجاة واحد لامعنى لها وهذا يحدث عندما تتحدد قيمة Yبواسطة قيم X واحيانا تتحدد قيم X بواسطة قيم Y أي ان هناك علاقة ذات اتجاهين او علاقة آنية بين المتغير التابع والمتغير التوضيحي. أي يتكون الانموذج من عدد من المتغيرات التي تتحدد آنيا بالمتغيرات المتبقية. أي انه في تلك النماذج هناك اكثر من معادلة واحدة، هناك معادلة واحدة لكل متغير تابع او متغير داخلي Exogenous Variable، ومختلفة عن المعادلة الوحيدة في نماذج المعادلات الآنية لا يقوم الفرد بتقدير معلمات المعادلة الوحيدة بدون اخذ في الاعتبار المعادلات الأخرى الموجودة في النظام. ماذا يحدث إذا تم تقدير المعادلة الوحيدة بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية على سبيل المثال بدون اعتبار للمعادلات الأخرى في النظام من المعروف ان أحد الفروض الاساسية لطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ان المتغير المفسر غير عشوائي وإذا كان عشوائياً يجب ان يتوزيع مستقلاً عن الخطأ العشوائي. اذا لم تكون احدى الحالتين موجودة، فأن مقدرات المربعات الصغرى ستكون متحيزة وغير متسقة، أي انها اذا ارتفع حجم العينة فأن المقدرات لا تتحول الى القيمة الحقيقية للمجتمع. **(Hassan& Hammoud, (2012)**

اذا كان لدينا النظام الفرضي المؤلف من المعادلتين الآتيتين:

$$Y_{1i} = \beta_{10} + \beta_{12}Y_{2i} + \gamma_{11}X_{1i} + u_{1i} \quad \dots (1)$$

$$Y_{2i} = \beta_{20} + \beta_{21}Y_{1i} + \gamma_{21}X_{1i} + u_{2i} \quad \dots (2)$$

حيث تمثل Y_1 و Y_2 معتمدتان على بعضهما وهي متغيرات داخلية تتحدد من الانموذج و X متغير خارجي وتمثل u_1 وu_2 الاخطاء العشوائية . بناء على ذلك فانه اذا لم يتم اثبات ان المتغير المفسر Y_2 في المعادلة 1 مستقل عن الخطأ العشوائي والمتغير المفسر Y_1 في المعادلة 2 مستقل عن u_2 فأن تطبيق المربعات الصغرى العادية سيؤدي الى مقدرات غير متسقةفي مجال الاقتصاد يوجد نماذج تتألف من عدة معادلات يجمع بينها تأثير مشترك بواسطة المتغيرات المتضمنة في الانموذج.

لنفرض انه لدينا انموذج خطي متكون من m معادلة هيكلية وكل منها يتكون من m من المتغيرات الداخلية (المترابطة) (Endogenous) والتي تعتمد على k من المتغيرات الخارجية (التوضيحية) (Exogenous) لكل منها حجم n . ولنفرض انه كل متغير داخلي يمكن ان يعبر عنه كتركيبة خطية بالمتغيرات الداخلية الأخرى والمتغيرات الخارجية بتشويش ابيض (White Noise) والذي يمثل التداخل العشوائي بين المتغيرات , فيمكن كتابة الانموذج الرياضي لمنظومة المعادلات الآنية (Simultaneous Equations Models (SEM))) بالشكل الآتي:**(Hamid & Ashraf, (2020)**

$$\begin{pmatrix} \beta_{1,1}y_{1t} + \beta_{1,2}y_{2t} + \cdots + \beta_{1,m}y_{mt} + \gamma_{1,1}x_{1t} + \cdots + \gamma_{1,k}x_{kt} = u_{1t} \\ \beta_{2,1}y_{1t} + \beta_{2,2}y_{2t} + \cdots + \beta_{2,m}y_{mt} + \gamma_{2,1}x_{1t} + \cdots + \gamma_{2,k}x_{kt} = u_{2t} \\ \vdots \\ \beta_{m,1}y_{1t} + \beta_{m,2}y_{mt} + \cdots + \beta_{m,m}y_{mt} + \gamma_{m,1}x_{1t} + \cdots + \gamma_{m,k}x_{kt} = u_{mt} \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$

والمعادلات (3) يمكن ان يعتبر عنها بصيغة المصفوفات كالآتي:

$$\beta Y + \gamma X = U \quad \dots (4)$$

اذ أن:

β , γ تمثل مصفوفة معاملات منظومة المعادلات الآنية وان $\beta \in \mathrm{R}^{\mathrm{mxm}}$ و $\gamma \in R^{mxk}$ اذ ان:

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_{1,2} & \beta_{1,2} & \cdots & \beta_{1,m} \\ \beta_{2,1} & \beta_{2,2} & \cdots & \beta_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \beta_{m,1} & \beta_{m,2} & \cdots & \beta_{m,m} \end{pmatrix} \quad \dots \mathbf{(5)}$$

$$\gamma = \begin{pmatrix} \gamma_{1,1} & \cdots & \cdots & \gamma_{1,k} \\ \gamma_{2,1} & \cdots & \cdots & \gamma_{2,k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \gamma_{m,1} & \cdots & \cdots & \gamma_{m,k} \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

Y مصفوفة المتغيرات الداخلية وان $Y \in R^{mx1}$

$$Y = \begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \vdots \\ y_{mt} \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

X مصفوفة المتغيرات الخارجية وان $X \in R^{kx1}$

U مصفوفة متغيرات التشويش الابيض وان $U \in R^{mx1}$

$$U = \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ \vdots \\ u_{mt} \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

والمعادلة (8) هي عبارة عن نظام كامل من المعادلات الهيكلية التي توضح العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية وتسمى كل معادلة من معادلاته "معادلة هيكلية" لأنها تعبر عن هيكل الظاهرة مدار البحث. وان كل معادلة من المعادلات تعبر عن احد المتغيرات الداخلية بدلالة متغير واحد أو اكثر من المتغيرات الداخلية الاخرى اضافة الى بعض المتغيرات الخارجية المحددة مسبقا. والتي تعبر عن الاثر المباشر لكل متغير مفسر على المتغير التابع.**(Alfakih, Abdo, (2018)**

5- النماذج المختزلة : (Reduced Models)

وهي النماذج التي تكون فيها المتغيرات الداخلية عبارة عن دالة في المتغيرات المحددة فقط (الداخلية المتباطئة أو الخارجية) مضافة الى حد الخطأ ويحدث عندما تكون في كل معادلة هنالك بعض المعاملات معدومة والمتغير الذي معامله يساوي واحد يعتبر المتغير التابع . اذا كانت المصفوفة β معرفة , فيمكن الانتقال من الشكل الهيكلي الى الشكل المختزل وذلك بكتابه المتجه Y بدلالة المتجه X اذ ان :

$$Y = -\beta^{-1}\gamma X + \beta^{-1}U \quad \dots(9)$$

فيمكن ان نطبق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية باعتبار الاخطاء $\beta^{-1}U$ مستقلة عن X.

وعلى الرغم من بساطة الصيغة الرياضية (2-1) الا ان جانبه التطبيقي يكون معقد, فمعرفة mxk عنصر للمصفوفة $\beta^{-1}U$ لا يسمح بتحديد المصفوفة β التي تحتوي على mxm عنصر وهذا فضلاً عن المصفوفة γ المكونة من mxk معادلة لـ (mxk) + (mxm) مجهول , فبدون قيود اضافية , من الستحيل ايجاد حلول ممكنة الامر الذي يتعلق بمشكلة تشخيص الانموذج (Identification problem) الذي يؤدي الى استعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية على الانموذج الهيكلي يؤدي الى ان تكون المقدرات متحيزة وهذا التحيز يعرف بالتحيز الآني او تحيز المعادلات الآنية , بمعنى انه في النظام الآني , القيم المتوقعة لمقدرات المربعات الصغرى الهيكلية لايساوي القيمة الحقيقية $E(\hat{\beta}) \neq \beta$ ويحدث هذا التحيز عندما يرتبط الخطأ العشوائي خطياً مع المتغيرات الداخلية في الانموذج (المتغير التابع يدخل في المعادلة كمتغير مستقل **(Huang, K, & Larsson, (2013)** .

9- مشكلة التشخيص: (Identification Problem)

تشير مشكلة التشخيص الى امكانية او عدم امكانية حساب المعلمات الهيكلية لانموذج المعادلات الآنية انطلاقاً من معلمات الانموذج المختزل . يجب دراسة مشكلة التشخيص اذ انه لايمكن تطبيق طريقة تقدير مناسبة على المعادلات الا اذا كانت هذه الاخيرة معرفة , فاذا كانت تلك المعادلات معرفة , فإنه يمكن تقدير معلمات الشكل الهيكلي . أما اذا كانت المعادلة غير مشخصة فإن ذلك يعني نه لايمكن تقدير المعلمات الهيكيلية لنماذج المعادلت الهيكلية انطلاقاً من معلمات الصغية المختزلة. لذلك تعرف مشكلة تشخيص الانموذج بأنها عبارة عن مشكلة صياغة الانموذج أكثر من انها مشكلة تقدير، والتشخيص هو امكانية تقدير المعلمات للشكل الهيكلي للانموذج من معلمات الصيغة المختزلة للانموذج ذاته، حيث ان النماذج المشخصة تماما يمكنها اعطاء تقديرات تمتاز بخاصية الاتساق. والتشخيص في النماذج هو نوع من انواع الاختبار يستخدم عادة في حالة النماذج لتحقيق الاهداف التالية:

(Mogstad, & Walters, (2021),(Cho, M, (2015)

1- معرفة امكانية حل الانموذج.

2- معرفة هل ان الحل الذي نحصل عليه هو حل وحيد ام ان هناك اكثر من حل.

1- تحديد الطريقة الاحصائية المناسبة لتقدير معلمات معادلات الانموذج.

ولتشخيص الانموذج لابد من ان يكون كاملا وان يتم تشخيص كل معادلة من معادلاته ويكون الانموذج كاملا اذا احتوى على عدد من المعادلات التوضيحية تساوي عدد المتغيرات الداخلية على الاقل. وتظهر مشكلة التشخيص بالنسبة للمعادلات التي بها معلمات يجب تقديرها احصائياً واذا لم تتشخص معادلة او نموذج استحال تقدير معلماته .

وهنالك ثلاث حالات لتشخيص منظومة المعادلات، فإما ان تكون المعادلة مشخصة تماما او تكون فوق التشخيص او دون التشخيص.

ان المنظومة (9) يكون لديها حالات تشخيص كالآتي:

1- مشخصة (identified) اذا كان عدد المتغيرات (الخارجية والداخلية) في المنظومة اقل من او يساوي $(k+1)$ اذ ان $m_i - 1 \leq k - k_i$ اي ان شرط الرتبة يساوي 1 .

2- مشخصة تماماً (Exactly identified) *عندما يكون* $m_i - 1 = k - k_i$.

3- فوق التشخيص (Over- identified) اذا كان $m_i - 1 < k - k_i$.

وفقط المنظومة المشخصة يمكن ان يكون لها حل . اذ ان حل المنظومة يعني ايجاد تقديرات للمعاملات β و γ في المعادلة (10) من عينة ممثلة للمنظومة والتي هي مجموعة قيم بيانات المتغيرات X و Y والحالة التي لا تكون منظومة المعادلات الآنية (10) غير مشخصة فأننا لا يمكن ايجاد حل لها **(Belén.et ail, (2021)**

$$Y = -\beta^{-1}X\gamma + \beta^{-1}U \quad \dots (10)$$

10-الطرائق الخطية لتقدير منظومة المعادلات الآنية:

10-1 طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين: (Two Stages Least Squares (2SLS))

ان مبدأ عمل طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين هو ايجاد متغير يكون مساوياً تقريبا في القيمة للمتغير الداخلي المرتبط بحد الخطأ على ان لا يكون المتغير نفسه مرتبطا بحد الخطأ فاذا وجد هذا المتغير وتم استبداله بالمتغير الداخلي فانه سيظهر كمتغير مفسر ويكون غير مرتبطا بحد الخطأ العشوائي، ان هذا النوع من المتغيرات تسمى بالمتغيرات الادواتية (Instrumental Variables) حيث انه لا توجد سببية بين المتغيرات الادواتية والمتغيرات الداخلية وان استخدامها يؤدي الى عدم خرق فرضيات المربعات الصغرى الاعتيادية. وهي من الطرق الملائمة لتقدير معاملات المعادلة المنفردة ضمن منظومة المعادلات الآنية والتي تكون نتيجة تشخيصها مشخصة تماما (Exact Identify) او فوق التشخيص (Over Identify). وتهدف هذه الطريقة الى التخلص من مشكلة وجود أي علاقة بين المتغيرات المعتمدة التي تسلك سلوك متغير توضيحي ضمن المنظومة وحد الخطأ ضمن المعادلة نفسها. سميت هذه الطريقة بذات مرحلتين ، وذلك ألنها تمر بمرحلتين الاولى هي تحديد المتغير الداخلي (التابع) في المعادلة المطلوب تقدير معلماتها ، ثم ايجاد الصيغة المختزلة لهذا المتغير ، ومن ثم طريقة المربعات الصغرى (OLS) (لإيجاد القيم التقديرية للشكل المختزل) ، أما المرحلة الثانية فهي احلال القيم التقديرية محل القيم الحقيقية للمتغيرات الداخلية (المتغيرات المستقلة) في المعادلات الهيكلية لمنظومة المعادلات الآنية. وتتلخص مراحل هذه الطريقة بـــ:

المرحلة الأولى:*(First Stage)* وتتضمن هذه المرحلة الخطوات الآتية:

1- تحديد المتغير الداخلي للمعادلة المراد تقدير معلماتها وليكن (Y_t) حيث ان نتيجة تشخيصها (فوق التشخيص).

2- إيجاد الصيغة المختزلة (*Reduce Form*) لهذا المتغير. **(Sarah Ahmed Hussein Taher, (2021))**

3- استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS (بعد توفر شروط عملية التقدير) لتقدير معلمات الصيغة المختزلة المستخرجة في الفقرة الثانية أعلاه.

4- إيجاد القيم التقديرية للمتغير الداخلي $\left(\hat{Y}_t\right)$.

ولتوضيح المرحلة الأولى نأخذ على سبيل المثال المعادلة j من منظومة المعادلات الآنية (*SES*) والتي كانت نتيجة تشخيصها فوق التشخيص.

$$y_{jt} = B_j Y_t + \gamma_j X_t + U_{jt} \quad \dots (11)$$

حيث أن:

y_{jt}: متجه عمودي $(T\times1)$ لمشاهدات المتغير الداخلي للمعادلة j المراد تقدير معلماتها.

y_t: مصفوفة $T\times(G-1)$ لقيم مشاهدات المتغيرات الداخلية المتبقية في المعادلة j.

x_t: مصفوفة $T\times k$ لمشاهدات المتغيرات الخارجية والمتغيرات الداخلية المرتدة زمنياً للمعادلة j.

u_t: موجه $(T\times1)$ للأخطاء في المعادلة j.(مزاحم محمد يحيى , محمود حمدون عبد الله (*2009*))

يمكننا إعادة كتابة المعادلة أعلاه لتصبح بالشكل الآتي:**(Muzahim&Mahmoud, (2007))**)

$$y_{jt} = Z_t\, \alpha_j + U_{jt} \quad \dots (12))$$

اذ أن:

$$\alpha_j = \begin{bmatrix} B_j \\ \gamma_j \end{bmatrix} , Z_t = \begin{bmatrix} Y_t & X_t \end{bmatrix} \quad \dots (13)$$

$Y_t = (Y_1, Y_2, \dots, Y_G)$ هي موجهات $(T \times 1)$

وان معادلات الصيغة المختزلة لهذه المتغيرات

$$Y_2 = X_t\gamma_2 + V_2 = X_1\gamma_{21} + X_2\gamma_{22} + \dots + X_k\gamma_{2k} + V_2$$
$$Y_3 = X_t\gamma_3 + V_3 = X_1\gamma_{31} + X_2\gamma_{32} + \dots + X_k\gamma_{3k} + V_3$$
$$\vdots$$
$$Y_G = X_t\gamma_G + V_G = X_1\gamma_{G1} + X_2\gamma_{G2} + \dots + X_k\gamma_{Gk} + V_G \quad \dots (14)$$

فعندما تستخدم طريقة OLS لاستخراج تقديرات المعلمات الهيكلية للمعادلة j نحصل على:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} \hat{B}_j \\ \hat{\gamma}_j \end{bmatrix}_{OLs} = (Z_t'Z_t)^{-1}Z_t'y_{jt} \quad \dots (15)$$

$$= \begin{bmatrix} Y_t'Y_t & Y_t'X_t \\ X_t'Y_t & X_t'X_t \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_t'y_{jt} \\ X_t'y_{jt} \end{bmatrix} \quad \dots (16)$$

وعند استخدام طريقة OLS لاستخراج تقديرات معلمات الصيغة المختزلة $R.F$ تكون التقديرات كالآتي:

$$y_{jt} = X_t\gamma_j + V_j \quad \dots (17)$$
$$\hat{\gamma}_j = (X_t'X_t)^{-1}X_t'y_{jt} \quad \dots (18)$$

حيث تستخدم هذه المعلمات في إيجاد قيم $\hat{y}_{jt}$ والتي تساوي:

$$\hat{y}_{jt} = X_t\hat{\gamma}_j$$
$$= X_t(X_t'X_t)^{-1}X_t'y_{jt} \quad \dots (19)$$

المرحلة الثانية: *Second Stage*

وتتضمن هذه المرحلة الخطوات الآتية:

1- نضع $\hat{y}$ بدل y.

2- نستخدم طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) مرة أخرى في تقدير معلمات الصيغة الهيكلية بعد التعويض عن y بـــ $\hat{y}$ والمقدرة في المرحلة الأولى.

وكما ذكرنا في المرحلة الأولى أن:**(Malika Masoudi, (2022))**

$$\hat{y}_{jt} = \chi_t\hat{\gamma}_j$$
$$= \chi_t(\chi_t'\chi_t)^{-1}\chi'_t y_{jt} \quad \dots (20)$$

ثم نضع $\hat{y}_{jt}$ بدل y_{jt} وتكرر عملية التقدير باستخدام طريقة (OLS) حيث سنحصل على:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} \tilde{B}_j \\ \tilde{\gamma}_j \end{bmatrix}_{2SLS} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_t'\hat{Y}_t & \hat{Y}_t X_t \\ X_t'\hat{Y}_t & X_t'X_t \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' & y_{jt} \\ X_t' & y_{jt} \end{bmatrix} \quad \dots (21)$$

2-10طريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث: (Three Stages Least Squares (3SLS) Method)

وهي من طرائق تقدير معلمات معادلات المنظومة في آن واحد والتي تكون نتيجة تشخيصها فوق التشخيص (Over Identify) ، ولتوضيح طريقة (3SLS) نأخذ أي معادلة هيكلية من المنظومة المراد تقدير معلماتها ولتكن j ولـ (T) من المشاهدات حيث يمكن كتابتها كالاتي:(**Malika Masoudi, (2022))**

$$y_j = Y_j B_j + X_j \gamma_j + u_j$$
$$y_j = Z_j \alpha_j + U_j \quad \dots (22)$$

حيث ان:

$$Z_j = \begin{bmatrix} Y_j & X_j \end{bmatrix}, \quad \alpha_j = \begin{bmatrix} \gamma_j \\ B_j \end{bmatrix} \quad \dots (23)$$

X: مصفوفة T×k من قيم كل المتغيرات الخارجية والمتغيرات الداخلية المرتدة زمنياً (k).

لتقدير متجه المعلمات α_j، نفرض ان كل المعادلات مشخصة. وبضرب المعادلة (24) اعلاه في X′ نحصل على:

$$X'y_j = X'Z_j \underline{\alpha}_j + X'U_j \quad \dots (24)$$

وهي منظومة من k من المعادلات يتضمن n_j من معلمات α_j وموجه الاخطاء $X'U_j$ بوسط يساوي صفراً.

عندما تكون المعادلة مشخصة تماما Exact Identify فان $k=n_j$، حيث يتم تقدير α_j بالصيغة الاتية:

$$\underline{\hat{\alpha}}_j = (X'Z_j)^{-1} X'\underline{Y}_j \quad \dots (25)$$

اما مصفوفة التباين المشترك لموجه الاخطاء $x'\underline{u}_j$ فيمكن ايجادها كالاتي:(**Fella Makki Ahmed, (2022))**

$$V(X'U_j) = E(X'U_j U_j' X) = \sigma_{jj} X'X \quad \dots (26)$$

حيث ان:

σ_{jj}: يمثل تباين الاخطاء للمعادلة j لكل المشاهدات T.

وباستخدام طريقة المربعات الصغرى العامة (GLS) نحصل على:

$$Z_j' X (\sigma_{jj} X'X)^{-1} X'\underline{Y}_j = Z_j' X (\sigma_{jj} X'X)^{-1} X'Z_j \hat{\alpha}_j \quad \dots (27)$$

ومن المعادلة اعلاه يمكن اشتقاق مقدر المربعات الصغرى لمرحلتين (2SLS) كالاتي:

$$\hat{\alpha}_j = [Z_j' X (X'X)^{-1} X'Z_j]^{-1} Z_j' X (X'X)^{-1} X'\underline{y}_j \quad \dots (28)$$

اما مصفوفة التباين لـ $\hat{\alpha}_j$ فهي:

$$v(\hat{\alpha}_j) = \sigma_{jj} [Z_j' X (X'X)^{-1} X'Z_j]^{-1} + O\left(\frac{1}{T}\right) \quad \dots (29)$$

حيث ان:

$O\left(\frac{1}{T}\right)$: حد صغير جدا من $\frac{1}{T}$

وللوصول الى مقدرات (3SLS)، يمكن كتابة المعادلة () بالشكل التالي لكل المعادلات أي أن:

$$\begin{bmatrix} X'\underline{y}_1 \\ \vdots \\ X'\underline{y}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Z_1 & O & \cdots & O \\ O & X'Z_2 & \cdots & O \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ O & \cdots & \cdots & X'Z_G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{\alpha}_1 \\ \vdots \\ \alpha_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X'u_1 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} \quad \dots (30)$$

وهي منظومة لـkG من المعادلات الذي يحتوي على n من المعلمات حيث ان $n = \sum_{j=1}^{G} nj$ ولتطبيق طريقة (GLS) لتقدير كل عناصر α آنياً، نحتاج الى مصفوفة التباين المشترك لموجه الاخطاء والتي يمكن كتابتها كالاتي:

$$V\begin{bmatrix} X'u_1 \\ \\ X'u_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11}X'X & \sigma_{12}X'X & \cdots & \sigma_{1G}X'X \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{G1}X'X & \sigma_{G2}X'X & \cdots & \sigma_{GG}X'X \end{bmatrix} = \sigma_{jj'}I \quad \dots(31)$$

حيث ان:

$\sigma_{jj'}$: يمثل التباين المشترك للأخطاء الهيكلية للمعادلة j والمعادلة j'. (**Malika Masoudi, (2022)**)

وان:

$$E(u_j u'_{j'}) = \begin{bmatrix} \sigma_{jj'} & O & \cdots & O \\ O & \sigma_{jj'} & \cdots & O \\ \vdots & & & \vdots \\ O & O & \cdots & \sigma_{jj'} \end{bmatrix} = \sigma_{jj'}I \quad \dots (32)$$

حيث ان I: تمثل مصفوفة الوحدة برتبة T.

اما معكوس مصفوفة التباين المشترك فهي:

$$v^{-1}\begin{bmatrix} X'u_1 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^{11}(X'X)^{-1} & \sigma^{12}(X'X)^{-1} & \cdots & \sigma^{1G}(X'X)^{-1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma^{G1}(X'X)^{-1} & \sigma^{G2}(X'X)^{-1} & \cdots & \sigma^{GG}(X'X)^{-1} \end{bmatrix} \quad \dots (33)$$

حيث ان $\sigma^{jj'}$ هو عنصر معكوس $\sigma_{jj'}$.

وعند تطبيق GLS، حيث نقوم بتبديل الموجه العمودي لـ2SLS وهو $Z'_j X(\sigma_{jj'}X'X)^{-1}X'\underline{y}_j$ في يسار المعادلة (34) بـ

$$\begin{bmatrix} \sigma^{11}Z'_1X(X'X)^{-1}X'\underline{y}_1 + \cdots + \sigma^{1G}Z'_1X(X'X)^{-1}X'\underline{y}_G \\ \sigma^{G1}Z'_GX(X'X)^{-1}X'\underline{y}_1 + \cdots + \sigma^{GG}Z'_GX(X'X)^{-1}X'\underline{y}_G \end{bmatrix} \quad \dots (34)$$

والمصفوفة على يمين المعادلة (34) سيحل محلها

$$\begin{bmatrix} \sigma^{11}Z'_1X(X'X)^{-1}X'Z_1 \cdots \sigma^{1G}Z'_1X(X'X)^{-1}X'Z_G \\ \vdots \\ \sigma^{G1}Z'_GX(X'X)^{-1}X'Z_1 \cdots \sigma^{GG}Z'_GX(X'X)^{-1}X'Z_G \end{bmatrix} \quad \dots (35)$$

حيث ان هذه المصـفوفات تتضـمن $\sigma^{jj'}$ وهي غير معلومة لذا سـنضـع بدلا عنها مقدرات المربعات الصـغرى لمرحلتين التي سنرمز لها بالرمز $S^{jj'}$ وبذلك يمكن ان نعرف مقدر 3SLS كالاتي:**(Cho, M, (2015), (Belén.et ail, (2021)**

$$\begin{bmatrix}\hat{\underline{\alpha}}_1\\ \vdots\\ \hat{\underline{\alpha}}_G\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}s^{11}Z_1'X(X'X)^{-1}X'Z_1\cdots s^{1G}Z_1'X(X'X)^{-1}X'Z_G\\ s^{G1}Z_G'X(X'X)^{-1}X'Z_1\cdots s^{GG}Z_G'X(X'X)^{-1}X'Z_G\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}\sum_{j=1}^{G}s^{1j}Z_1X(X'X)^{-1}X'\underline{y}_j\\ \vdots\\ \sum_{j=1}^{G}s^{Gj}Z_G'X(X'X)^{-1}X'\underline{y}_j\end{bmatrix} \quad \dots (36)$$

اما مصفوفة التباين المشترك لمقدرات 3SLS فيمكن كتابتها كالاتي:

$$v(\hat{\underline{\alpha}})=\begin{bmatrix}s^{11}Z_1'X(X'X)^{-1}X'Z_1\cdots s^{1G}Z_1'X(X'X)^{-1}X'Z_G\\ s^{G1}Z_G'X(X'X)^{-1}X'Z_1\cdots s^{GG}Z_G'X(X'X)^{-1}X'Z_G\end{bmatrix}^{-1}+0\left(\frac{1}{T}\right) \quad \dots (37)$$

تكون مقدرات 3SLS متسقة وذات كفاءة تقاربية وتطابق مقدرات 2SLS عندما تكون الاخطاء الهيكلية غير مرتبطة في المعادلات المختلفة.

ويمكن توضيح اجراءات هذه الطريقة (3SLS) كالاتي:

اولاً: ايجاد الصيغة المختزلة (R.F) للمنظومة ثم تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) على الصيغة المختزلة بهدف ايجاد القيم التقديرية $(\hat{y})$ وتعويض هذه القيم في الشكل الهيكلي في المرحلة الثانية لايجاد مقدرات المعادلات.

ثانياً: تطبيق طريقة (3SLS) على المنظومة وذلك باتباع الخطوات الاتية**(Sarah Ahmed Hussein Taher, (2021)**

الخطوة الاولى:

ترتب المتغيرات المعتمدة والمتغيرات التوضيحية ضمن مصفوفة جزئية وذلك بوضع المتغيرات المعتمدة ضمن مصفوفة جزئية مثل y والمتغيرات التوضيحية والمرتدة زمنياً ضمن مصفوفة جزئية x حيث وضع هاتين المصفوفتين الجزئيتين في المصفوفة Z اذ ان:

$y = [y_1\ y_2\ y_3\ \dots\ y_G]$

$x = [x_1\ x_2\ x_3\ \dots\ x_k]$

$$Z_j=\begin{bmatrix}y' & X's\end{bmatrix}, j=1,2,...,G$$

الخطوة الثانية:

حساب مجاميع المربعات وحواصل الضرب للمتغيرات كافة المبينة في الخطوة الاولى أي $(x'x,\ y'y,\ x'y)$ وكذلك $y'x(x'x)^{-}$ والتي تمثل مجاميع المربعات وحواصل الضرب الناتجة من انحدار y على x. $^{1}x'y$

الخطوة الثالثة:

حساب تقديرات المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) لكل معادلة من معادلات المنظومة بتطبيق الصيغة الاتية:

$$\hat{\alpha}_j=\begin{bmatrix}Y_j'X(X'X)^{-1}y_j & y_j'X_j\\ X_j'y_j & X_j'X_j\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}Y_j'X(X'X)^{-1}X'y_j\\ X_j'y_j\end{bmatrix} \quad \dots (39)$$

الخطوة الرابعة:

تقدير مصفوفة العزوم للأخطاء الهيكلية (TSjj') حيث T تمثل عدد المشاهدات لكل متغير.

$$TS_{jj'}=\hat{U}'\hat{U}=Y_L'Y_L-Y_L'Y_RC-C'Y_R'Y_L+C'Y_R'Y_RC-B'x_R'x_RB \quad \dots (40)$$

اذ ان:

y_L: مصفوفة اعمدتها تمثل المتغيرات الداخلية الموجودة يسار كل معادلة من المعادلات في المنظومة.

y_R: مصفوفة اعمدتها تمثل المتغيرات الداخلية الموجودة يمين كل معادلة من المعادلة في المنظومة.

x_R: مصفوفة اعمدتها المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنيا الموجودة في كل معادلة من المعادلات في المنظومة.

C: مصـــفوفة أعمدتها تمثل معلمات المنظومة المرتبطة مع كل متغير داخلي موجود في كل معادلة من المعادلات من جهة اليمين.**(Hamid & Ashraf, (2020)**

B: مصفوفة اعمدتها تمثل معلمات المنظومة المرتبطة مع كل متغير خارجي او مرتد زمنيا في كل معادلة من المعادلات.

الخطوة الخامسة:

حساب تقديرات (3SLS) $\hat{\alpha}$ وذلك باختيار قيم مناسبة للمصفوفات الجزئية وضربها بعناصر المصفوفة $S_{jj'}$ فينتج لدينا عمود متكون من عدد من الصفوف تمثل مقدرات (3SLS).

وتكون المعاملات الهيكلية مقدرات متسقة، وعندما تكون الاخطاء الهيكلية غير مرتبطة في المعادلات المختلفة فان مقدرات (3SLS) تكون نفسها في (2SLS) ومن الضروري ان يتم تحديد المنظومة بشكل دقيق لان ذلك سيؤثر على جميع معادلات المنظومة كون طريقة التقدير تاخذ بنظر الاعتبار جميع معادلات المنظومة. **(Hassan& Hammoud, (2012**

11-الجانب التجريبي: (Simulation)

11-1مفهوم المحاكاة: (Simulation Concept)

يمكن تعريف المحاكاة بأنها عملية تمثيل أو تقليد للواقع الحقيقي باستخدام نماذج معينة وبتعبير آخر يمكن أن تُعرّف المحاكاة على أنها "عملية إعطاء صورة بديلة لنظام من دون إعطاء صورة ذلك النظام، الذي هو عبارة عن علاقة دالية تشمل مجموعة من الأجزاء التي تعرف بأنها مكونات ذلك النظام".

تطور إسلوب المحاكاة بتطور الحاسبات مما وفر على الباحثين والدارسين الكثير من الجهد والمال والوقت، وذلك من خلال الاستعانة بالحاسبات الألكترونية لتكوين المشاهدات المطلوبة من دون اللجوء للحصول عليها ميدانياً ودون الاخلال بالنتائج المطلوبة ودقتها، وغالباً ما يستعمل إسلوب المحاكاة لملاحظة التغيرات التي طرأت على صياغة المشكلة عند تنفيذها عملياً، فضلاً عن اعتباره إسلوباً للاختبار قبل تطبيق التجربة على بيانات واقعية. وإن إسلوب المحاكاة يسهل الكثير من العمليات الرياضية في الجوانب النظرية التي قد تحتاج إلى جهد نظري لاشتقاقها، وذلك بإيجاد حلول لبعض التكاملات والمعادلات التفاضلية المعقدة**(Alfakih, Abdo, (2018)**

11-1-1وصف تجارب المحاكاة: (Describe of Simulation Experiments)

اعتمد إسلوب المحاكاة مونت - كارلو (Monte-Carlo Simulation) لغرض اختبار طرائق التقدير التي تم عرضها في الفصل الثاني من الرسالة وفقاً للمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: توليد إنموذج المحاكاة

في هذه المرحلة تم وصف خطوات توليد انموذج بلمنظومة المعادلات الآنية والتي سيتم الاعتماد عليه في محاكاة طرائق التقدير ووفق الخطوات الآتية:

1. **توليد مصفوفة المتغيرات الداخلية : (Endogenous Variables)**

في هذه الخطوة تم توليد مصفوفة المتغيرات الداخلية $Y \in R^{mx1}$ من التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) بمتوسط $\mu = 0$ وقيم تباين $\sigma^2 = (0.1, 0.8, 2.5, 8)$.

2. **توليد مصفوفة المتغيرات الخارجية: (Exogenous Variables)**

في هذه الخطوة تم توليد مصفوفة المتغيرات الخارجية $X \in R^{kx1}$ من التوزيع الطبيعي المتعدد المتغيرات (Multivariate Normal Distribution) بمتجه متوسطات $\mu' = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)'$ ومصفوفة تباين – تباين مشترك Σ_{kxk} .

3. **توليد قيم مصفوفة معاملات منظومة المعادلات الآنية**:

تم توليد قيم مصفوفة معاملات منظومة المعادلات الآنية β, γ اذا ان $\beta \in R^{mxm}$ و $\gamma \in R^{mxk}$ عشوائياً عن طريق التوزيع المنتظم المستمر بالفترة [0, 10]. **(Huang, K, & Larsson, (2013)**

4. توليد مصفوفة التشويش الابيض $U \in R^{mx1}$ من التوزيع الطبيعي المتعدد المتغيرات (Multivariate Normal Distribution) بمتجه متوسطات $\mu' = (0,0, \dots, 0)'$ ومصفوفة تباين – تباين مشترك Σ_{kxk}. **المرحلة الثانية: اختيار نماذج المعادلات الآنية التي سيتم استعمالها في المحاكاة:**

وتم اختيار إنموذجين افتراضيين لمنظومة المعادلات الآنية تضمن بان المعادلات المكونة للمنظومة مشخصة (Identify) لضمان تطبيق جميع طرائق التقدير وهي :

الإنموذج الأول :

تضمن هذا الانموذج تم اختيار m=10 و k=20, 40, 60

الإنموذج الثاني :

تضمن هذا الانموذج تضمن اختيار m=15 و k=30, 50, 70

كل انموذج طبق عند كل قيم التباين $\sigma^2 = (0.1, 0.8, 2.5, 8)$

المرحلة الثالثة: اختيار احجام العينات التي تم استعمالها لكل انموذج وكما يأتي:

n=10, 100, 400, 1000

المرحلة الرابعة: تطبيق طرائق التقدير على نماذج المعادلات الآنية التي تم توليدها عشوائياً وكما يأتي:

1. طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين : (Two Stage Least square method) (LS_{2S})

في الخطوة الأولى لهذه الطريقة تم تطبيق المعادلة (41) الآتية :

$$\hat{\gamma}_j = (X_t' X_t)^{-1} X_t' y_{jt} \quad \dots (41)$$

لايجاد تقدير معلمات المنظمة بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ومنها تم ايجاد تقديرات $\hat{y}_{jt}$ بتطبيق المعادلة (42) الآتية:

$$\hat{y}_{jt} = X_t \hat{\gamma}_j$$
$$= X_t (X_t' X_t)^{-1} X_t' y_{jt} \quad \dots (42)$$

في الخطوة الثانية تم وضع $\hat{y}$ المقدرة في الخطوة الاولى بدل y في منظومة المعادلات الآنيةومن ثم تم استعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية مرة ثانية في تقدير معلمات منظومة المعادلات الآنية بتطبيق المعادلة (43) الآتية:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} \widetilde{B}_j \\ \widetilde{\gamma}_j \end{bmatrix}_{2SLS} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' \hat{Y}_t & \hat{Y}_t X_t \\ X_t' \hat{Y}_t & X_t' X_t \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' & y_{jt} \\ X_t' & y_{jt} \end{bmatrix} \quad \dots (43)$$

ويتعويض قيم المعلمات المقدرة $\hat{\alpha}_j$ يتم الحصول على قيم $\hat{y}_{jt}$ المقدرة بطريقة **LS_{2S}**.

2. طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل (Three Stage Least square method) (LS_{3S})

في الخطوة الأولى ترتب المتغيرات المعتمدة والمتغيرات التوضيحية بوضع المتغيرات المعتمدة ضمن مصفوفة جزئية مثل y والمتغيرات التوضيحية والمرتدة زمنياً ضمن مصفوفة جزئية x حيث وضع هاتين المصفوفتين الجزئيتين في المصفوفة Z اذ ان:. **(Sarah Ahmed Hussein Taher, (2021))**

$y = [y_1\ y_2\ y_3\ \dots\ y_G]$
$x = [x_1\ x_2\ x_3\ \dots\ x_k]$
$Z_j = [y's \qquad X's], \ j = 1,2,\dots,G$

في الخطوة الثانية اجراء انحدار y على x ومن ثم حساب مجاميع المربعات وحواصل الضرب للمتغيرات كافة أي (x′x, y′y, x′y) وكذلك $y'x(x'x)^{-1}x'y$ والتي تمثل مجاميع المربعات وحواصل الضرب الناتجة .

في الخطوة الثالثة تم حساب تقديرات المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) لكل معادلة من معادلات المنظومة بتطبيق المعادلة (3-3) ومن ثم تقدير مصفوفة العزوم للاخطاء الهيكلية (TSjj′) حيث T تمثل عدد المشاهدات لكل متغير.

$$TS_{jj'} = \hat{U}'\hat{U} = Y_L' Y_L - Y_L' Y_R C - C' Y_R' Y_L + C' Y_R' Y_R C - B' x_R' x_R B \quad \dots (44)$$

ومنها تم حساب تقديرات معاملات (3SLS) وذلك باختيار قيم مناسبة للمصفوفات الجزئية وضربها بعناصر المصفوفة $S_{jj'}$ فينتج لدينا عمود متكون من عدد من الصفوف تمثل مقدرات (3SLS).

ويتعويض قيم المعلمات المقدرة $\hat{\alpha}_j$ يتم الحصول على قيم $\hat{y}_{jt}$ المقدرة بطريقة LS_{3S}. **Muzahim& Mahmoud, ((2007))**

12 معايير المقارنة: Comparing Criteria

لغرض المقارنة بين طرائق التقدير المستعملة تم استعمال المعايير الآتية:

1-12 معيار معلومات اكايكي: Akaik's Information Criteria

يستعمل معيار معلومات اكايكي (AIC) كمقياس لجودة كل انموذج مقارنة بالنماذج الأخرى وبذلك فهو يعد كطريق لاختبار الانموذج . ان الصيغة الرياضية لهذ الاختبار كالآتي:

$AIC = n\ln(|\widehat{\Sigma}_e|) + 2\sum_{i=1}^{m}(m_i + k_i - 1) + m(m+1)$ ... (45) اذ ان :

m عدد المعادلات في منظومة المعادلات الآنية
m_i المتغير الداخلي في المعادلة i
k_i المتغير الخارجي في المعادلة i
$\widehat{\Sigma}_e$ مصفوفة التباين-التباين المشترك للاخطاء $e = Y_j - \hat{Y}_j$ وان $j = 1,2,\dots,m$

2-12 معيار إنتروبيا: (Entropy Criteria)

يعد معيار انتروبيا (Entropy) كمقياس بديل لمعيار معلومات اكايكي (AIC) ويرتبط ارتباط وثيق بمعلومات بيز اكايكي ويعد معيار لجودة المعادلات الآنية الذي يستند على الانتروبيا والتي تعتبر من الدوال التي تدخل في سياق الاضطرابات وعدم التاكد والعشوائية .

ان دالة الانتروبيا لشانون (Shannon Entropy) كالآتي:

$$H_S(x) = -\sum_{i=1}^{n} p(x) log p(x) \quad \dots (46)$$

وقد طورت هذه المعادلة من قبل (Amigo, 2018) لتسمح بالقيم الصغيرة للـ p(x) في التوزيع وعبر عنها بالآتي:

$$H_A(x) = \prod_{i=1}^{n} (2 - (p_i)^{p_i}) \quad \dots (47)$$

وبما ان انموذج المعادلات الآنية له m من المعادلات بنفس عدد المتغيرات الداخلية . فان تطبيق دالة الانتروبيا لكل معادلة في الانموذج المقدر نحصل على :

$$H_j(e) = \prod_{i=1}^{n} (2 - (p_i)^{p_i}) \qquad ; j=1,2,\dots, m \quad \dots (48)$$

اذ ان :

n حجم العينة

m عدد المعادلات في منظومة المعادلات الانية ويساوي عدد المتغيرت الداخلية في المنظومة

$p_{ij} = \frac{e_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} e_{ij}}$ لكل متغير داخلي

وان p_{ij} هو كتلة الخطأ (Error Mass) لكل متغير داخلي ويحسب من مصوفة الاخطاء من خلال الفرق بين المتغيرات الداخلية وتقديراتها اي ان $e = Y_j - \hat{Y}_j$ وان $j = 1,2,\dots,m$ لكل طريقة تقدير . وأخيراً فان معيار الإنتروبيا باخذ معدل لوغاريتم المعادلة (3-4) يحسب كالآتي:

$$H(e) = \frac{\sum_{j=1}^{m} \ln\left(H_j(e)\right)}{m} \qquad ; j=1,2,\dots, m \quad \dots (49)$$

ويتم الوصول إلى الحد الأدنى لقيمة $H(e)$ عندما تكون e_{ij} متجانسة ، لذلك تكون $\hat{Y}_{ij}$ قيم أكثر توازناً. **Malika Masoudi, ((2022))**.

3-12 معيار المسافة الإقليدية (Euclidean Distance Criteria)

المسافة الإقليدية هي المسافة العادية بين نقطتين التي يكون من الممكن قياسها باستخدام المسطرة . باستخدام هذه المسافة فإن الفضاء الإقليدي يصبح فضاء متري وربما فضاء هلبرت .يشار لهذه المسافة أيضاً باسم المسافة الفيثاغورسية. . **(Alfakih, Abdo, (2018) ,(Huang, K, & Larsson, (2013)**

تعطى المسافة الاقليدية بين النقطتين $\delta = (\delta_1, \delta_1, \dots, \delta_n)$ و $\hat{\delta} = (\hat{\delta}_1, \hat{\delta}_1, \dots, \hat{\delta}_n)$ الموجودتان في الفضاء الأقليدي ذو البعد n فان:

$$D_{\delta,\hat{\delta}} = \sqrt{(\delta_1 - \hat{\delta}_1)^2 + (\delta_2 - \hat{\delta}_2)^2 + \dots + (\delta_n - \hat{\delta}_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (\delta_i - \hat{\delta}_i)^2} \quad \dots (50)$$

اذ ان :

$\delta = [\beta\ C]$ مصفوفة المعاملات الافتراضية , $\hat{\delta} = [\hat{\beta}\ \hat{C}]$ مصفوفة المعاملات المقدرة لكل طريقة تقدير.

4-12 نتائج تحليل تجارب المحاكاة: (Simulation Experiments Analysis results)

الجداول التالية تمثل نتائج تحليل تجارب المحاكاة وفق طرائق التقدير وكما يأتي:

جدول (1) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية $D_{\delta\hat{\delta}}$, ومعيار معلومات اكايكي AIC , والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما σ^2 =0.1

				σ^2 =0.1		σ^2 =0.8		σ^2 =2.5	
m	k	n		LS_{2S}	LS_{3S}	LS_{2S}	LS_{3S}	LS_{2S}	LS_{3S}
10	20	10	$D_{\delta\hat{\delta}}$	55.3444	55.233	61.222	61.112	76.675	73.267
				4.435	4.984	3.222	3.211	3.211	3.222
			AIC	768.054	765.125	657.321	456.222	657.224	456.197
				234.33	221.234	244.768	234.345	244.321	234.222
			H(e)	1.4322	1.3263	1.4311	1.235	1.222	1.134
				0.021	0.0111	0.033	0.0011	0.031	0.0010
Best				LS_{3S}		LS_{3S}		LS_{3S}	
10	20	100	$D_{\delta\hat{\delta}}$	38.384	39.588	49.011	49.445	46.611	46.045
				4.435	4.984	19.157	19.445	16.757	17.045
			AIC	1991.322	1986.264	1998.078	1999.19	1995.678	1991.79
				664.435	663.454	1001.409	1001.778	999.009	998.378
			H(e)	4.438	4.332	4.803	4.823	2.403	2.121

				0.011	0.010	0.803	0.809	1.597	1.291
Best				**LS_{3S}**		**LS_{2S}**			**LS_{3S}**
10	**40**	**100**	**$D_{\delta\delta}$**	38.332	38.332	40.365	40.245	37.965	37.845
				9.327	9.456	9.911	9.021	7.511	6.621
			AIC	1897.454	1883.321	200.133	2000.257	1998.733	1997.85
				711.455	668.455	890.698	888.278	888.298	885.878
			H(e)	4.231	4.111	5.357	5.112	2.957	2.712
				0.010	0.008	0.816	0.746	1.584	1.454
Best				**LS_{3S}**		**LS_{3S}**			**LS_{3S}**
10	**60**	**100**	**$D_{\delta\delta}$**	38.111	38.211	51.245	51.355	41.655	48.845
				9.211	9.321	14.134	14.878	14.956	11.734
			AIC	1812.221	1834.322	2558.247	2400.477	2865.733	2555.84
				688.421	668.455	1023.245	1035. 676	1032.511	1020.84
			H(e)	4.109	4.116	4.106	4.222	2.444	1.706
				0.008	0.015	0.811	0.818	1.548	1.519
Best				**LS_{2S}**		**LS_{3S}**			**LS_{3S}**
10	**20**	**400**	**$D_{\delta\delta}$**	40.211	40.257	25.285	25.787	50.108	22.778
				8.357	8.459	16.386	19.676	14.655	7.975
			AIC	1997.278	1999.789	2869.163	3212.544	2896.863	1467.10
				1000.609	1000.908	1035.941	1234.454	1033.664	899.217
			H(e)	4.003	4.015	5.943	6.507	3.875	3.319
				0.003	0.004	1.952	1.999	0.404	0.263
Best				**LS_{2S}**		**LS_{3S}**			**LS_{3S}**
10	**40**	**400**	**$D_{\delta\delta}$**	40.565	40.221	53.488	26.155	51.088	30.833
				8.111	8.007	17.717	11.045	8.817	5.734
			AIC	2000.333	2000.008	2878.925	2468.938	1478.525	1345.84
				889.898	887.409	1002.821	880.292	895.421	776.376
			H(e)	4.557	4.2333	6.811	6.282	3.899	3.378
				0.016	0.013	2.712	2.606	0.314	0.433
Best				**LS_{3S}**		**LS_{3S}**			**LS_{3S}**
10	**60**	**400**	**$D_{\delta\delta}$**	44.445	44.778	51.356	41.255	39.845	38.855
				13.334	13.466	16.011	15.356	10.999	10.956
			AIC	2557.447	2557.897	2888.243	2268.133	2555.847	2465.73
				1022.445	1022.889	1034.933	1011.911	1020.845	1009.51
			H(e)	4.006	(4.019	4.911	4.644	2.406	2.244
				0.011	(0.014	0.844	0.722	1.589	1.478
Best				**LS_{2S}**			**LS_{3S}**		**LS_{3S}**
10	**20**	**1000**	**$D_{\delta\delta}$**	23.348	22.789			25.846	23.755
				8.545	7.433	28.246	28.233	8.853	7.645
			AIC	1467.677	1456.579	8.253	8.134	2130.95	1866.53
				899.787	879.788	2133.35	1996.244	887.045	747.892
			H(e)	3.889	3.668	789.445	713.776	5.512	3.882
				0.007	0.004	5.912	5.578	1.489	0.206
Best				**LS_{3S}**			**LS_{3S}**		**LS_{3S}**
10	**40**	**1000**	**$D_{\delta\delta}$**	23.555	22.8997	28.522	28.513	26.122	25.891
				8.445	7.367	8.546	8.414	6.146	5.742
			AIC	1466.338	1466.111	2145.844	1813.521	2843.444	1986.73
				877.692	977.221	869.735	789.721	999.225	659.101
			H(e)	3.682	3.554	6.311	5.409	3.911	2.264
				0.006	0.003	1.311	1.308	1.699	1.399
Best				**LS_{3S}**			**LS_{3S}**		**LS_{3S}**
10	**60**	**1000**	**$D_{\delta\delta}$**	23.322	22.311	29.309	28.291	28.909	26.113
				8.332	7.279	8.354	8.142	8.954	6.014
			AIC	1433.490	1422.282	2046.457	1479.131	2044.057	1811.12
				900.556	900.112	676.465	555.501	984.065	687.321
			H(e)	3.566	3.444	5.832	5.164	3.432	3.009
				0.005	0.002	0.721	0.541	2.579	1.072
Best					**LS_{3S}**		**LS_{3S}**		**LS_{3S}**

1. حققت طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل اعلى نسبة افضلية عند كافة احجام العينات .
2. لم تحقق طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين اي نسبة افضلية ولجميع تجارب المحاكاة.

الجانب التطبيقي

13-التحليل الوصفي للمتغيرات الاقتصادية في العراق: (Simulation Concept)

تعد دراسة العلاقة التبادلية بين انتاج النفط والمتغيرات الاقتصادية من الاهمية كوسيلة لمعرفة اثر كل منهما على الآخر , وتم تحديد المتغيرات التي يتضمنها الانموذج من خلال مصادر الدراسات التي ناقشت الجوانب الاقتصادية والمعلومات المتاحة من

الدراسات القياسية السابقة والمعلومات المتاحة عن الظاهرة قيد الدراسة والتي تمثلت بتسعة ممتغيرات (اربعة منها داخلية والاخرى خارجية) على النحو الآتي:

1-13 المتغيرات الداخلية (Endogenous Variables):

3. الناتج المحلي الاجمالي 2- اجمالي كميات النفط المنتجة 3- الاستثمار 4- معدل التضخم

2- المتغيرات الخارجية (Exogenous Variables)

3. r سعر الفائدة Y-2 الدخل G-3 النفقات g_r-4 الايرادات M_2-5 عرض النقد

14-تقدير منظومة المعادلات الآنية:

لغرض تقدير معادلات المنظومة الانية وبما انه طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل كونها حققت اعلى نسبة افضلية على باقي طرئق التقدير لذلك سيتم التحليل باستعمالها ط اذ كانت نتائج التحليل كما يأتي:

جدول (2) نتائج تحليل انموذج المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل

Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistics	Prob.
Constant	38356.78954	0.61235	62638.66994	0.00000
R	-0.89189	0.07818	-11.40860	0.00781
m2	0.72443	0.02120	34.17284	0.00567
Inf	-0.68548	0.03236	-21.18032	0.00446
G	0.96877	0.01990	48.68680	0.00896
R-Squared	0.68864	0.09897	6.95807	
F-Statistics	48.41471			
Prob(F-Statistic)	0.00000			

يتضح من جدول (2) ما يأتي:

1) معنوية انموذج انحدار المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل وذلك لان القيمة الاحتمالية لاختبار F والبالغة (0.000) اقل من مستوى المعنوية 5% .
2) فسرت معادلة الانحدار مانسبته (69%) من التغيرات التي تطرأ على الناتج المحلي الاجتمالي اي ان المتغيرات (سعر القائدة , عرض النقد, معدل التضخم, والنفقات) تؤثر على الناتج المحلي الاجمالي بنسبة 69% والنسبة المتبقية (31%) فتعود الى متغيرات عشوائية اخرى لم تؤخذ بنظر الاعتبار في هذه المعادلة.
3) هنالك علاقة عكسية معنوية بين سعر الفائدة والناتج المحلي الاجمالي وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_1 = -0.89189)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من سعر الفائدة فانه يؤدي الى انخفاض الناتج المحلي الاجمالي بنسبة (89%)
4) هنالك علاقة طردية معنوية بين عرض النقد والناتج المحلي الاجمالي وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_2 = 0.72443)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من سعر الفائدة فانه يؤدي الى زيادة الناتج المحلي الاجمالي بنسبة (72%)
5) هنالك علاقة عكسية معنوية بين معدل التضخم والناتج المحلي الاجمالي وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_3 = -0.68548)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من سعر الفائدة فانه يؤدي الى انخفاض الناتج المحلي الاجمالي بنسبة (69%).
6) هنالك علاقة طردية معنوية بين النفقات والناتج المحلي الاجمالي وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_4 = 0.96877)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من النفقات فانه يؤدي الى زيادة الناتج المحلي الاجمالي بنسبة (97%).
7) بلغت قيمة الحد الثابت لمعادة الانحدار $(\beta_0 = 38356.78954)$ والذي يدل على انه اذا كانت جميع المتغيرات الداخلية في المنظومة تساوي صفر فان قيمة الناتج المحلي الاجمالي لن تقل عن هذه القيمة.

15 –الأستنتاجات (Conclusions) :

استنادا الى النتائج المستحصلة من الجانبي التجريبي و التطبيقي (الحقيقي) يمكن تلخيصها الاستنتاجات كما يلي:

1-من خلال نتائج تجارب المحاكات يتبين ان حققت طريقة المربعات الصغرى ذو ثلاث مراحل اعلى نسب افضلية بالمقارنة مع طريقة تقدير المربعات الصغرى ذو مرحلتين .

2-تناقص قيم المعاير الاحصائية المستخدمة في المقارنة بين افضلية طرائق التقدير وهي كل من والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية $D_{\delta\delta}$, ومعيار معلومات اكايكي AIC , والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية كل زاد حجم العينة وهذا يلائم النظريه الاحصائية الخاصه بها بهذه المعاير.

3-الحصول على تقديرات تتفق مع النظرية الاقتصادية ومع الواقع الفعلي، معززة بالنظرية الإحصائية.

4-من نتائج التطبيق العملي تبين أن العلاقة التي تحكم الأسعار العالمية للنفط تخضع لقوى السوق والعوامل المؤثرة فيها، أي أن الأسعار النفط تتحدد بناء على توافقات المصدرين الرئيسين للنفط وتأتي هذه النتيجة بسبب أن طرائق حل المنظومة تأخذ بنظر الاعتبار العلاقات التبادلية بين المتغيرات المختلفة في المنظومة.

5- توجد علاقة مباشرة بين والناتج المحلي الاجمالي والنفقات ، وبالتالي فإن الزيادات في الناتج المحلي الإجمالي تؤدي الى زيادة النفقات .

6- توجت علاقة عكسية معنوية بين عرض النقد والايرادات وهذا ما بينه معامل اي ان زيادة وحدة واحدة من عرض النقد فانه يؤدي الى خفض الايرادات بنسبة.

16 التوصيات (Recommendations) :

1- يوصي الباحث باستعمال طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل في تقدير المعادلات الانية .

2 – يوصي الباحث باستعمال متغيرات اخرى غير تلك المعتمد في هذه الدراسة مثل(الزراعية والصناعية ....لخ اي ان الاستمرار البحوث فِي هذا المجال لما لها من أهمِّة فِي تعزِّز البحث العلمَ.

3-يوصي الباحث الى التوسع باستعمال ودراسة طرق اخرى غير تلك المستخدمة في الرسالة لتقدير المعادلات الانية.

4- يوصي الباحث الاحتفاظ بسجل جميع البيانات مع اي تفسير ممكن لها او اي معلومات وتغيرات تخص البيانات قيد الدراسة

5-قيام الجهات ذات العلاقة (الجامعات، مراكز الابحاث ، التخطط) في الاستمرار بمزيد من هذه الابحاث لغرض معالجة بعض النواقص التي اظهرتها فرضيات الدراسة المختلفة عند استخدام النماذج الاحصائية لغرض اثباتها او نفيها ومن الممكن ان تكون هذه المرة على مستوى النشاط الصناعي وفروعها وليس فقط على مستوى قطاع النفط وان التجانس الفني على مستوى النشاط الصناعي هو اكثر منها على مستوى القطاع الصناعي والذي يغطي انشطة صناعية ذات فنون انتاجية وصناعية مختلف .

6-العمل بجد على تحسن صورة البيانات الإحصائية ذات العلاقة بالقطاع الصناعي التي تجمعها الجهات ذات العلاقة (الصناعة ، التخطيط) لان من شان ذلك ان يعكس صورة حقيقية لواقع هذا القطاع والعمل على تطويره.

المصادر

1. Hamid Abdel-Qawy Muhammad Al-Khawaja, Ashraf Sayed Abdel-Zaher Sayed, (2020) “Using the two-stage least squares method and the experimental Bayes model in predicting the solvency margin of property insurance companies,” Department of Statistics, Sports and Insurance, Faculty of Commerce, Tanta University 2020.
2. Hassan, Yahya Hammoud, Zaki, Hossam El-Din, (2012), “Analysis of the relationship between oil markets and Iraqi oil policy based on time series,” Al-Ghari Journal of Economic and Administrative Sciences, Volume 8, Number 25
3. Sarah Ahmed Hussein Taher, (2021), “Using my method (2 (SLS & 3SLS) in estimating the system of simultaneous equations for the Yemeni economy in the period (1995-2017)”, Al-Bayda University Journal, Issue (11).
4. Muzahim Muhammad Yahya, Mahmoud Hamdoun Abdullah (2007) using the two methods - (2SLS) and (3SLS) in estimating the system of real-time equations for international grain prices, Tanmiat Al Rafidain Journal, 31, (93), pp. 325-343.
5. Malika Masoudi, Mohamed Tarqu, (2022), “Aggregate Demand Model in Algeria Using the Simultaneous Equations System 2SLS-3SLS-FIML for the Period (1980-2019)”, Economic Researcher Magazine, 245-226 p.p.
6. Fella Makki Ahmed, Iman Al-Mashhadani, (2022), “An Estimation of the Simultaneous System of Equations (Tobit Model) with Practical Application,” unpublished master’s thesis, University of Baghdad.
7. Alfakih, Abdo Y. (2018), Euclidean Distance Matrices and Their Applications in Rigidity Theory, Springer, p. 51, ISBN 978-3-319-97846-8.
8. Belén Pérez-Sánchez 1, Martín González 2 , Carmen Perea 2 and Jose J. López-Espín, (2021), "A New Computational Method for Estimating Simultaneous Equations Models Using Entropy as a Parameter Criteria", Mathematics 2021.
9. Huang, K., & Larsson, E. (2013). Simultaneous information and power transfer for broadband wireless systems. IEEE Transactions on Signal Processing, 61(23), 5972-5986.
10. Mogstad, M., Torgovitsky, A., & Walters, C. R. (2021). The causal interpretation of two-stage least squares with multiple instrumental variables. *American Economic Review*, *111*(11), 3663-3698.
11. Cho, M. (2015). Three-dimensional color photon counting microscopy using Bayesian estimation with adaptive priori information. Chinese Optics Letters, 13(7), 070301.

الملاحق

جدول رقم (1)

البينات الحقيقية

Year	GDP	r	m2	ex	inf	T	Qoil	gr	G
1990	29711	6.5	24869.1	4	186.5384615	2203.1	121.938	4189	14567
1991	10682	6.5	35245.5	10	83.7627192	277.1	25.862	4228	17497
1992	14163.5	6.5	64314	21	207.6225259	521.7	51.8	5047	32883
1993	18453.6	6.5	132434	74	492.1489028	571.6	50.074	8997	68954
1994	19164.9	6.5	314035	458	351.389895	313.2	50.947	25659	199442
1995	19671.2	7.25	886894	1674	15.43340865	251.6	52.382	106986	690784
1996	21728.1	7.25	1154627	1170	23.02493358	109.2	56.786	178013	542542
1997	26342.7	7.25	1340262	1471	14.77035627	514.8	73.87	410537	605802
1998	35525	7.25	1787895	1620	12.57705337	694.6	107.1	520430	920501
1999	41771.1	7.35	2047438	1972	4.978031513	1234.9	125.7	719065	1033552
2000	42368.6	7.35	2445551	1930	16.37393589	2596.7	129.4	1133034	1498700
2001	43335.1	6.35	2849598	1929	19.31717745	4238.3	128.6	2079727	1289247
2002	40344.9	6.35	3871069	1957	3.985816702	2726.7	109.5	829705	939291
2003	26990.4	6.35	6953420	1896	75.30930673	0	76.6	2146346	1982548
2004	41607.8	6	12254000	1453	36.95950328	4023.8	100.4	32982739	32117491
2005	43438.8	7	14684000	1469	53.23096248	8417.5	93	40502890	26375175
2006	47851.4	10.42	21080000	1467	30.83487761	16838.9	98.6	49063361	38076795
2007	48510.6	20	26956000	1255	2.667817245	5400.2	102.7	54599451	39031232
2008	51716.6	16.75	34920000	1180	2.801409543	9703.4	115.4	80252182	54403375
2009	54720.8	8.83	45438000	1170	2.45664788	5516.6	117.5	55209353	52567025
2010	57751	6.25	60386000	1170	5.595493708	10840.9	118.5	70178223	70134201
2011	63650.4	6	72178000	1170	6.085326643	11169.7	128.8	108807392	78757666
2012	71680.8	6	75466000	1166	1.827680496	14563	144.18	119817224	105139576