AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)
مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS
Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

تقدير كمية اللقاحات التالفة وتأثيرها على البيئة باستعمال منظومة المعادلات الآنية

أ.م.د أيمان محمد عبد الله	ندى هشام وادي
dreman@coadec.uobaghdad.edu.iq	srsrs2127@gmail.com

قسم الإحصاء- كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد، بغداد، العراق.

المستخلص

إن للقاحات أهمية كبيرة جدا و تساعد الأطفال على الاستمرار في التمتع بصحة جيدة عبر الوقاية من الأمراض التي من المحتمل أن تكون مميتة. من خلال جداول اللقاحات الروتينية التي وضعتها منظمة الصحة العالمية تشكل 10 لقاحات العمود الفقري لكل برنامج من برامج جداول اللقاحات وتعزز هذه اللقاحات الشاملة الصحة من خلال الوقاية من الأمراض ، مثل الحصبة، والسعال الديكي والسل والدفتريا، وشلل الأطفال، وغيرها من الأمراض الكثيرة التي تصيب الأطفال بغض النظر عن المكان الذي يعيشون فيه. رغم فوائد اللقاحات التي لا تعد ولا تحصى هناك العديد من المضار التي تسببها هذه اللقاحات ومنها تلوث البيئة عند حرق اللقاحات التالفة نهدف من هذا البحث إلى تحديد كميـة اللقاحات التالفـة. والعينة تتمثل بـ 10 سنوات وتضم عدد الأطفال الملقحين وغير الملقحين واللقاحات المصروفة سنويا" وأعمار الأطفال وأوزانهم وكمية اللقاحات التي تم حرقها سنويا" وبعض من الأمراض التي تصيب الأطفال واللقاحات التالفة إما بطريقة الهدر أو الحفظ الغير الجيد المنتهية الصلاحية. وتم التوصل إلى أهم الاستنتاجات إن زيادة كمية اللقاحات المحروقة يؤدي إلى زيادة نسب التلوث. وإن زيادة كميات اللقاحات السنوية تزداد سنويا" بزيادة عمليات حرق اللقاحات حيث تضطر المستشفيات توفير لقاحات أكثر. وإن إصابة الأطفال بالإمراض مثل الحصبة والسعال الديكي يعزى في اغلب الأحيان إلى عدم تلقيح الأطفال باللقاحات المخصصة لها. وإن بقاء الأطفال ضمن الوزن الطبيعي والأعمار الملائمة للقاح يؤدي إلى إمكانية تلقيحهم وبذلك زيادة كمية اللقاحات المطلوبة. استخدم منظومة المعادلات الآنية لتمثيل وتحليل ظاهرة التلوث البيئي وعلاقتها باللقاحات المحروقة والتي تؤثر وتتأثر متغيراتها ببعضها البعض وبذلك تطفي صفة الواقعية لعدم وجود اتجاها" وحيدا" للسببية بين مجموعة المتغيرات المستقلة والمتغيرات المعتمدة. وكانت اغلب نتائج التقدير باستخدام طريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث جيدة لكافة النماذج المستخدمة في البحث حيث اغلب قيم المعالم تتفق مع الواقع.

معلومات البحث

تواريخ البحث
تاريخ تقديم البحث: 2023/1/9
تاريخ قبول البحث: 2023/3/3
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2023/12/31

الكلمات المفتاحية
منظومة المعادلات الانية، التلوث البيئي، المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل، كمية اللقاحات.

للمراسلة:
أ.م.د أيمان محمد عبد الله
dreman@coadec.uobaghdad.edu.iq

https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.599

1. المقدمة

من المعروف أن أنموذج الانحدار الخطي هو حاله خاصة افترضت بموجبه أن هنالك اتجاها وحيدا للسببية بمعنى أن مجموعة المتغيرات المستقلة (X1X2X3…Xk) تؤثر بالمتغير المعتمد (Yi) ولا تتأثر به في حين أن الحالة العامة لمعظم العلاقات تنطوي على الاعتماد المتبادل (Reciprocal causation) بين المتغيرات الداخلة في الأنموذج أي أن هنالك عددا من المتغيرات تتحدد آنياً تؤثر وتتأثر ببعضها البعض وان عدد المعادلات بالمنظومة هي بعدد المتغيرات الداخلية و كل متغير تابع يقابل معادلة بالمنظومة إما المتغيرات الخارجية فأنها تتحدد حسب طبيعة العلاقة بين مختلف معادلات المنظومة نتيجة لان المتغيرات الداخلية هي تابعة في معادلة وتوضيحية في معادلة ثانية.

- **مشكلة البحث**

يعد تلوث البيئة ظاهـرة غير جيدة وخاصة في ظل وجود الكثير من الملوثات في عصرنا الحاضر ومن ضمنها اللقاحات التالفة و لتأثيرها على البيئـة وعـلى الأشخاص وامكانيـة إصابتهم بالإمـراض خاصـة الأطفال. وبعض هذه الإمراض تكون مميتة أو تؤدي إلى عاهات دائمة للأطفال في عمر اقل من سنة، مثل الحصبة، والسعال الديكي والسل والدفتريا (الخناق)، وشلل

الأطفال وغيرها من الإمراض الكثيرة التي تصيب الأطفال بغض النظر عن المكان الذي يعيشون فيه . السبب الذي دفعنا إلى إعداد الفكرة الرئيسية لهذا البحث .

- **هـدف البـحث**

يهدف البحث إلـى تحديد كميـة اللقاحات التالفـة سواء تـم إتلافها بطريقـة الهدر . أو باستخدام طرق حفظ غير جيدة. أو اللقاحات منتهيـة الصلاحيـة . وتأثيرهـا على البيئـة. وأيضا" تحـديد عـدد الأطفال الملقحين وغير الملقحين . وتأثير اللقاحات التالفة علـى الطفل وحالتـه الصحيـة. وبذلك تكون بعض المتغيرات المعتمدة في المعادلة هي متغيرات مستقلة في معادلة أخرى لذلك استعملت منظومة المعادلات الآنية لتحقيق الغرض من البحث .

- **الدراسات السابقة**

كان مطلع الثلاثينيات بداية لظهور فكرة بناء النماذج القياسية حيث كان الاقتصادي (Jan Tinbergen) أول من وضع نموذجاً قياسياً نشر عام 1936 والذي يتكون من (24) معادلة وصمم لغرض معرفة تأثير حجم العمالة على معدلات الأجور وكيفية إيجاد التوازن فيما بينها في ضوء السياسات الاقتصادية المختلفة. ثم اتبعه بنموذج آخر عام 1939 خاص بدراسة البطالة وتأثيرها على الاقتصاد القومي للولايات المتحدة ويتكون من 50 معادلة. وهناك نماذج قياسية أخرى منها النموذج الذي بني عام 1945 و1953 و1955 و1962 التي تختلف عن بعضها باختلاف الظواهر المدروسة.[17] ويرجع السبب في تطور بناء النماذج في الولايات المتحدة الأمريكية إلى توفر البيانات الإحصائية الملائمة للنماذج ووجود جهات تهتم ببناء النماذج واستخدامها وتحديثها عند الحاجة. ويعد نموذج (كلاين- كولد بيركر) (Klein-Coldberger) من أكثر تلك النماذج أهمية من حيث تأثيره في تطور بناء النماذج ومن حيث استخدامه لأغراض التنبؤ للاقتصاد الكلي فقد تضمن (20) متغيراً داخلياً و(18) متغيراً خارجياً.[20]

وفي عام 1958 اشتق (Henry Theil) أسلوب تقدير جديد سمي بطريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين Two Stages Least Squares (2SLS)[18].وفي عام 1962 قام A. Zellner وHenry Theil باقتراح أسلوب جديد لحل منظومة المعادلات الآنية حيث أضافا مرحلة ثالثة إلى طريقة (SLS2) أخذت بنظر الاعتبار المعادلات الأخرى في النظام وكذلك الارتباط فيما بينها. وسميت بطريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث [22](SLS3)Three Stages Least Squares وقد تم دراسة تقدير منظومة المعادلات الآنية بطريقة (3 SLS) لاحقاً من عدد من الباحثين مستخدمين أساليب مختلفة لمعادلات مختلفة فقد عالج (Hausman) عام 1977 مشكلة قياس الخطأ مركزاً على قيود التباين في نظام موسع من المعادلات مقترحاً مقدرات كفوءة باستخدام الإمكان الأعظم، فيما احتوى بحث (Batrik) عام 1987 و(Epple) عام 1987 انعكاسات دقيقة حول الارتباط متغيرات الجانب الأيمن في بعض المعادلات مع الأخطاء في معادلات أخرى.[12] وفي عام 1986 قامت الباحثة مثال جبار سرور ببناء نموذج قياسي للقطاع الصناعي في العراق حيث تضمن النموذج (7) معادلات سلوكية وقد استخدمت طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (SLS2) في تقدير معالم النموذج حيث كانت المعادلات فوق التشخيص باستثناء معادلة واحدة استخدمت فيها طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لانطباق شروط تلك الطريقة عليها.[3] وفي عام 1988 قام الباحث مزاحم محمد الهاشمي ببناء نموذج قياسي للقطاع الزراعي في العراق حيث تضمن (3) معادلات ومتطابقة وقد تم تقدير المعالم باستخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية وطريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (SLS2) وطريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث (SLS3)[4]. وفي عام 1991 قام العالم (Richard Ajayi) بكتابة أطروحة دكتوراه عن منظومة المعادلات الآنية التي بينت إن سعر الصرف له علاقة معنوية وطردية مع التغيرات في السعر الحقيقي لنفط العالم، وان حجم الديون الخارجية لنيجيريا ليس له تأثير معنوي أو إحصائي على سعر الصرف. وقد استخدم طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (SLS2) في تقدير معالم المنظومة.[21] وقد درس (د. رفعت الخميسي) و(د. فياض عبد الله علي) عام 2002 أثر ارتباط الأخطاء على تقدير المعالم في نماذج المعادلات الآنية باستخدام طريقتي (SLS2) و(SLS3) واختيار الطريقة الأكفأ من خلال استخدام المحاكاة (Simulation)[2]. وفي عام 2004 قدم الباحث Roger Koenker في قسم الاقتصاد/ جامعة Illinois محاضرة في آلية تطبيق طريقتي المتغيرات المساعدة (IV) والمربعات الصغرى ذات المرحلتين (SLS2) على منظومة المعادلات الآنية[11] .وقد استخدم (Dennis Epple) و(Mccallum) و(Bennett T.) عام 2005 طريقة (SLS2) وطبقها على منظومة العرض والطلب على كميات وأسعار الدجاج المشوي في الولايات المتحدة الأمريكية[15]. كما قدم (Maurice J.G. Bun and Frank Windmeijer (2011)) دراسة بعنوان:(A comparison of bais approximations for the 2SLS estimator) والتي قدموا فيها تقديرات متحيزة للمعلمات بطريقة الـSLS2 تحت سيناريوهات مختلفة تتعلق بقوة وعدد الأدوات باستعمال متغير داخلي واحد يسلك سلوك متغير توضيحي في انحدار المتغيرات المساعدة الخطية.[13] إما بالنسبة للتنبؤ بقيم المتغيرات الداخلية استناداً إلى قيم المتغيرات التوضيحية والذي يعد إحدى أهم وظائف منظومة المعادلات الآنية إذ تستخدم النماذج القياسية غالباً في عمليات تخطيط ومتابعة أنشطة مختلفة والتي تعتمد على تحليل الظواهر وإعطاء صورة واضحة لسلوك هذه الظواهر عن طريق إيجاد القيم التنبؤية لها بعد التأكد من قدرة هذه النماذج على التنبؤ.

2. المعادلات الآنية: تعريف منظومة المعادلات الآنية[7]

(Simultaneous Equations System)(SES)

وهي عبارة عن مجموعة من المعادلات التي يكون فيها المتغير التابع لواحد أو أكثر، من معادلاتها متغيراً، توضيحياً في معادلة أو أكثر من معادلة ضمن المنظومة وتدعى المتغيرات التابعة بالمتغيرات الداخلي (Endogenous Variables) إما المتغيرات التوضيحية فتسمى، بالمتغيرات الخارجية (Exogenous Variables) بمعنى أخر إن بعض المتغيرات التابعة تكون، مرة كمتغيرات تابعة في معادلة وفي، معادلة أخرى أو أكثر تكون توضيحية، كما إن عدد المعادلات في المنظومة يساوي عدد المتغيرات الداخلية (التابعة).

- **بناء منظومة المعادلات الآنية**

Building of Simultaneous Equations System [19]

- ✓ الخطوة الأولى: توصيف النموذج: (Model Specification)
- ✓ الخطوة الثانية: التقدير: (Estimation)
- ✓ الخطوة الثالثة: اختبار قدرة النموذج على التنبؤ Testing Model Power for Forecasting :
- ✓ الخطوة الرابعة: التنبؤ (Forecasting)

- **طرق تقدير معالم منظومة المعادلات الآنية**

تعد طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ((**OLS**)) ملائمة في تقدير معالم أنموذج الانحدار البسيط والمتعدد (بعد إن نتأكد من صحة الفروض الخاصة بها) ومنها النماذج القياسية، وللنموذج المتعدد فان:

$$b_{OLS} = (X'X)^{-1} X'Y$$

"عندما تقدر المعالم يمكننا تحليلها من حيث توافقها، مع النظرية وإجراء بعض الاختبارات الإحصائية عليها" وتعد طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ((OLS)) غير ملائمة، في تقدير معالم منظومة المعادلات الآنية لان استعمالها يؤدي إلى الحصول على مقدرات متحيزة وغير متسقة، لذا لا بد من البحث عن مقدرات ذات كفاءة لهذه المعالم علما بان المعادلة غير المشخصة لا يمكن تقدير معالمها. لذلك نلجأ إلى استعمال طرائق أخرى تعطي تقديرات متسقة والتي تكون على صنفين منها وكما يأتي:

✓ **طرائق المعادلة الواحدة (المفردة) أو الطرائق أحادية المعادلة**

ومن هذه الطرائق تقدر معلمات معادلة هيكلية واحدة كل مرة ولا تتطلب المعرفة الكاملة بالنظام ككل ومن أشهر طرائق هذا الصنف التقليدية هي:

1. طريقة المربعات الصغرى غير المباشرة
2. وتسمى هذه الطريقة بطريقة الشكل المختزل وتستعمل في تقدير المعادلات المشخصة تماما في أنموذج المعادلات الآنية حيث تستعمل طريقة (**OLS**) في تقدير معلمات انحدار الشكل المختزل ومنها يمكن الحصول على معلمات المعادلات الهيكلية المختصة المراد تقديرها أي بمعنى إن هذه الطريقة تستعمل لتقدير المعالم الهيكلية للمعادلات المشخصة تماما في أنموذج المعادلات الآنية عبر استعمال الصور المختزلة
3. طريقة المتغيرات المساعدة: جاءت هذه الطريقة التي تكون ملائمة حتى للمعادلات فوق المشخصة لتقليل تحيز طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ((**OLS**)) عبر استعمال متغيرات تحمل مواصفات خاصة كأدوات لهدف تقليل الاعتمادية بين الخطأ الهيكلي **Ut** والمتغيرات التوضيحية للمعادلة الهيكلية تحت الدراسة و تكون التقديرات الناتجة من هذه الطريقة متسقة في العينات الكبيرة إلا أنها متحيزة مع العينات الصغيرة.
4. "طريقة المربعات الصغرى ذا ت المرحلتين: أسلوب هذه الطريقة يشبه أساليب المعادلات الآنية الأخرى التي تهدف إلى إزالة التحيز المحتمل وان أساس هذا التحيز هو وجود متغير داخلي واحد على الأقل ضمن المتغيرات التوضيحية في المعادلة الهيكلية تحت الدراسة والذي يكون مرتبطا مع الخطأ العشوائي لتلك المعادلة
5. طريقة الإمكان الأعظم محدود المعلومات.

✓ **طرائق تقدير معادلات المنظومة دفعة واحدة**

من خلال هذه الطرائق يتم تقدير كل المعلمات الموجودة في النظام الهيكلي دفعة واحدة لذا تتطلب المعرفة الكاملة بالنظام ككل ومن أهم الطرائق التقليدية في هذا الصنف هي:

- **طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل. (Three Stages Least Squares (3SLS)**

تعد هذه الطريقة من أهم الطرائق الملائمة لتقدير معالم معادلات المنظومة في آن واحد والتي تكون نتيجة تشخيصها فوق التشخيص ((Over Identify،)) و إن المنظومة التي سنتعامل معها منظومة متكاملة من M من المعادلات الهيكلية المستقلة خطياً في G من المتغيرات الداخلية و N من المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنياً

ولتوضيح طريقة ((3SLS)) نأخذ أي معادلة هيكلية من المنظومة المراد تقدير معالمها ولتكن j ولـ((T)) من المشاهدات و يمكن كتابتها كالآتي:

$$\begin{aligned} y_j &= Y_j B_j + X_j \gamma_j + u_j \\ y_j &= Z_j \alpha_j + U_j \end{aligned} \qquad (1)$$

و إن:

$$Z_j = \begin{bmatrix} Y_j & X_j \end{bmatrix}, \ \alpha_j = \begin{bmatrix} \gamma_j \\ B_j \end{bmatrix}$$

X: مصفوفة $T\times N$ من قيم كل المتغيرات الخارجية والمتغيرات الداخلية المرتدة زمنياً ((N)).

لتقدير متجه المعالم α_j، نفرض إن كل المعادلات مشخصة. وبضرب المعادلة (1) أعلاه في X' نحصل على:

$$X'y_j = X'Z_j \underline{\alpha}_j + X'U_j \tag{2}$$

وهي منظومة من M من المعادلات يتضمن n_j من معالم α_j وموجه الأخطاء $X'U_j$ بوسط يساوي صفراً.

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

$$\underline{\hat{\alpha}}_j = (X'Z_j)^{-1} X'\underline{Y}_j \tag{3}$$

أما مصفوفة التباين المشترك لموجه الأخطاء $x'\underline{u}_j$ فيمكن إيجادها كالآتي:

$$V(X'U_j) = E(X'U_jU_j'X) = \sigma_{jj} X'X \tag{4}$$

و إن:

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

وباستعمال طريقة المربعات الصغرى العامة ((GLS)) نحصل على:

$$Z_j' X(\sigma_{jj} X'X)^{-1} X'\underline{Y}_j = Z_j' X(\sigma_{jj} X'X)^{-1} X'Z_j \hat{\alpha}_j \tag{5}$$

ومن المعادلة أعلاه يمكن اشتقاق مقدر المربعات الصغرى لمرحلتين ((2SLS)) كالآتي:

$$\hat{\alpha}_j = [Z_j' X(X'X)^{-1} X'Z_j]^{-1} Z_j' X(X'X)^{-1} X'\underline{y}_j \tag{6}$$

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

$$v(\hat{\alpha}_j) = \sigma_{jj}[Z_j' X(X'X)^{-1} X'Z_j]^{-1} + O\left(\frac{1}{T}\right) \tag{7}$$

و أن:

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

وللوصول إلى مقدرات ((3SLS)) يمكن كتابة المعادلة (2) بالشكل التالي لكل المعادلات أي أن:

$$\begin{bmatrix} X'\underline{y}_1 \\ \vdots \\ X'\underline{y}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Z_1 & O & \cdots & O \\ O & X'Z_2 & \cdots & O \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ O & \cdots & \cdots & X'Z_G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{\alpha}_1 \\ \vdots \\ \alpha_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X'u_1 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} \tag{8}$$

وهي منظومة لـ NG من المعادلات الذي يحتوي على n من المعالم حيث أن $n = \sum_{j=1}^{G} nj$ ولتطبيق طريقة ((GLS)) للمعادلة (8) لتقدير كل عناصر α آنياً نحتاج إلى مصفوفة التباين المشترك لموجه الأخطاء للمعادلة (8) والتي يمكن كتابتها كالآتي:

$$V\begin{bmatrix} X'u_1 \\ \\ X'u_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11}X'X & \sigma_{12}X'X & \cdots & \sigma_{1G}X'X \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{G1}X'X & \sigma_{G2}X'X & \cdots & \sigma_{GG}X'X \end{bmatrix} = \sigma_{jj'} I \tag{9}$$

و أن:

$\sigma_{jj'}$: يمثل التباين المشترك للأخطاء الهيكلية للمعادلة j والمعادلة j′.
وان:

$$E(u_j u'_{j'}) = \begin{bmatrix} \sigma_{jj'} & O & \cdots & O \\ O & \sigma_{jj'} & \cdots & O \\ \vdots & & & \vdots \\ O & O & \cdots & \sigma_{jj'} \end{bmatrix} = \sigma_{jj'} I \qquad (10)$$

و أن I: تمثل مصفوفة الوحدة برتبة T.
أما معكوس مصفوفة التباين المشترك فهي:

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

حيث أن $\sigma^{jj'}$ 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 (5) بـ

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

والمصفوفة على يمين المعادلة (5) سيحل محلها

$$\begin{bmatrix} \sigma^{11} Z'_1 X(X'X)^{-1} X'Z_1 \cdots \sigma^{1G} Z'_1 X(X'X)^{-1} X'Z_G \\ \vdots \\ \sigma^{G1} Z'_G X(X'X)^{-1} X'Z_1 \cdots \sigma^{GG} Z'_G X(X'X)^{-1} X'Z_G \end{bmatrix}$$

حيث أن هذه المصفوفات تتضمن $\sigma^{jj'}$ وهي غير معلومة لذا سنضع بدلا عنها مقدرات المربعات الصغرى لمرحلتين التي سنرمز لها بالرمز $S^{jj'}$ وبذلك يمكن أن نعرف مقدر 3SLS كالآتي:

$$\begin{bmatrix} \underline{\hat{\alpha}}_1 \\ \vdots \\ \underline{\hat{\alpha}}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s^{11} Z'_1 X(X'X)^{-1} X'Z_1 \cdots s^{1G} Z'_1 X(X'X)^{-1} X'Z_G \\ s^{G1} Z'_G X(X'X)^{-1} X'Z_1 \cdots s^{GG} Z'_G X(X'X)^{-1} X'Z_G \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^{G} s^{1j} Z_1 X(X'X)^{-1} X' \underline{y}_j \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^{G} s^{Gj} Z'_G X(X'X)^{-1} X' \underline{y}_j \end{bmatrix} \qquad (12)$$

أما مصفوفة التباين المشترك لمقدرات 3SLS فيمكن كتابتها كالآتي:

$$v(\underline{\hat{\alpha}}) = \begin{bmatrix} s^{11} Z'_1 X(X'X)^{-1} X'Z_1 \cdots s^{1G} Z'_1 X(X'X)^{-1} X'Z_G \\ s^{G1} Z'_G X(X'X)^{-1} X'Z_1 \cdots s^{GG} Z'_G X(X'X)^{-1} X'Z_G \end{bmatrix}^{-1} + 0\left(\frac{1}{T}\right) \qquad (13)$$

وتكون مقدرات 3SLS متسقة وذات كفاءة تقريبية وتطابق مقدرات 2SLS عندما تكون الأخطاء الهيكلية غير مرتبطة في المعادلات المختلفة.
يمكن توضيح إجراءات هذه الطريقة ((3SLS)) كآلاتي:

1. إيجاد الصيغة المختزلة ((R.F)) للمنظومة ثم تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ((OLS)) على الصيغة المختزلة بهدف إيجاد القيم التقديرية $((\hat{y}))$ وتعويض هذه القيم في الشكل الهيكلي في المرحلة الثانية لإيجاد مقدرات المعادلات.
2. تطبيق طريقة ((3SLS)) على المنظومة وذلك بإتباع الخطوات آلاتية:

✓ **الخطوة الأولى:**

يجب ترتيب المتغيرات المعتمدة والمتغيرات المستقلة ضمن المصفوفة الجزئية وذلك من خلال وضع المتغيرات المعتمدة ضمن المصفوفة الجزئية y والمتغيرات المستقلة والمرتدة زمنيا ضمن المصفوفة الجزئية x حيث تشكل هاتان المصفوفتان الجزئيتان المصفوفة Z حيث أن: $= [y_1\ y_2\ y_3\ \dots\ y_G]$

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

$$Z_j = [y's \qquad X's],\ j = 1,2,\dots,G$$

تمثل المتغيرات الداخلية الموجودة في المعادلة j	تمثل المتغيرات الخارجية الموجودة في المعادلة j

✓ **الخطوة الثانية:**

نحسب مجاميع المربعات وحوا صل الضرب لجميع للمتغيرات المبينة في الخطوة الأولى أي $((x'x \quad y'y \quad x'y))$ وكذلك $y'x(x'x)^{-1}x'y$ والتي تمثل مجاميع المربعات وحوا صل الضرب الناتجة من انحدار y على x.

✓ **الخطوة الثالثة:**

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

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

✓ **الخطوة الرابعة:**

نقوم بتقدير مصفوفة العزوم للأخطاء الهيكلية ((TSjj′)) حيث T تمثل عدد المشاهدات لكل متغير.

$$TS_{jj'} = \hat{U}'\hat{U} = Y_L'Y_L - Y_L'Y_RC - C'Y_R'Y_L + C'Y_R'Y_RC - B'x_R'x_RB \qquad (14)$$

و أن:

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

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

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

C: مصفوفة أعمدتها تمثل معالم المنظومة المرتبطة مع كل متغير داخلي موجود في كل معادلة من المعادلات من جهة اليمين.

B: مصفوفة أعمدتها تمثل معالم المنظومة المرتبطة مع كل متغير خارجي أو مرتد زمنيا في كل معادلة من المعادلات.

✓ **الخطوة الخامسة:**

نحسب تقديرات ((3SLS)) $\hat{\alpha}$ من خلال اختيار قيم مناسبة للمصفوفات الجزئية وضربها بعناصر المصفوفة $S_{jj'}$ فيكون الناتج لدينا عمودا متكونا من عدد من الصفوف تمثل مقدرات ((3SLS)).

وتكون المعاملات الهيكلية مقدرات متسقة، وعندما تكون الأخطاء الهيكلية غير مرتبطة في المعادلات المختلفة فان مقدرات ((3SLS)) تكون نفسها في ((2SLS)) ومن ألـلازم أن يتم تحديد المنظومة بشكل دقيق لان ذلك سيؤثر على جميع معادلات المنظومة كون طريقة التقدير تأخذ بنظر الاعتبار جميع معادلات المنظومة.

3. الجانب التطبيقي

تم جمع البيانات من وزارة الصحة - دائرة التخطيط ودائرة الصحة العامة و كمارك اللقاحات والمستلزمات الطبية (معاون خزن) ومخزن اللقاحات والمستلزمات الطبية و محرقة العدل لاتلاف اللقاحات.

وان البيانات التي جمعت كانت حول موضوع اللقاحات وتأثير حرقها أو إتلافها على تلوث البيئة للفترة من 2008-2018 حيث تضمنت عدة متغيرات وهي كالآتي:

Y_1 يمثل نسب التلوث عند حرق اللقاحات

Y_2 يمثل كمية اللقاحات السنوية

Y_3 يمثل كمية اللقاحات المحروقة

Y_4يمثل عدد الأطفال الملقحين
Y_5يمثل عدد الأطفال غير الملقحين
Y_6يمثل الحصبة
Y_7يمثل السعال الديكي
X_1مثل عدد اللقاحات الذي فسدت بسبب الحفظ غير الجيد
X_2 يمثل عدد اللقاحات المهدورة
X_3 يمثل اللقاحات المنتهية الصلاحية
X_4 يمثل عمر الطفل من (1 شهر- سنة)
X_5 يمثل وزن الطفل من (2-3)كغم
X_6 يمثل وزن الطفل اقل من 2 كغم

تم بناء منظومة معادلات آنية متكونة من سبع معادلات لتتمكن من معرفة تأثير اللقاحات التالفة على البيئة وهي :

$$Y_1=B_{10}+B_{11}\ Y_2+B_{12}\ Y_3+U_1$$
$$Y_2=B_{20}+B\ _{21}Y_3+B_{22}X_2+B_{23}\ X_3+B_{24}\ Y_4+U_2$$
$$Y_3=B_{30}+B_{31}X_1+B_{32}X_2+B_{33}X_3+U_3$$
$$Y_4=B_{40}+B_{41}Y_2+B_{42}X_4+B_{43}X_5+U4$$
$$Y_5=B_{50}+B_{51}Y_3+B_{52}X_6+B_{53}Y_6+B_{54}Y_7+U_5$$
$$Y_6=B_{60}+B_{61}\ Y_1+B_{62}\ Y_3+B_{63}Y_4+B_{64}Y_5+U_6$$
$$Y_7=B_{70}+\ B_{71}\ Y_1+B_{72}\ Y_3+B_{73}Y_4+B_{74}Y_5+U_7$$

وقد تضمن سبعة متغيرات داخلية $\mathbf{Y_1Y_2....Y_7}$ وستة متغيرات خارجية $\mathbf{X_1X_2....X_6}$ وان $\mathbf{X_7}$ تمثل الحد الثابت حيث إن $\mathbf{X_7}=1$ وقد تم توصيف هذه المتغيرات في الصيغة السابقة . إيجاد الصيغة المختزلة لكل متغير داخلي من متغيرات المنظومة يتطلب إعادة كتابة هيكل المنظومة بالشكل الآتي :

$$Y_1-B_{10}-B_{11}\ Y_2-B_{12}\ Y_3=U_1$$
$$Y_2-B_{20}-B\ _{21}Y_3-B_{22}X_2-B_{23}\ X_3-B_{24}\ Y_4=U_2$$
$$Y_3-B_{30}-B_{31}X_1-B_{32}X_2-B_{33}X_3=U_3$$
$$Y_4-B_{40}-B_{41}Y_2-B_{42}X_4-B_{43}X_5=U4$$
$$Y_5-B_{50}-B_{51}Y_3-B_{52}X_6-B_{53}Y_6-B_{54}Y_7=U_5$$
$$Y_6-B_{60}-B_{61}\ Y_1-B_{62}\ Y_3-B_{63}Y_4-B_{64}Y_5=U_6$$
$$Y_7-B_{70}-\ B_{71}\ Y_1-B_{72}\ Y_3-B_{73}Y_4-B_{74}Y_5=U_7$$

وباستعمال الموجهات والمصفوفات يمكن إعادة ترتيب كل من المتغيرات الداخلية والمتغيرات الخارجية كآلاتي :

$$BY_t+\square X_6=U_t$$

$$[1\ -B_{11}\ -B_{12}\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ -B_{21}\ -B_{24}\ 0\ 0\ 0\ 0\ -B_{34}\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ -B_{41}\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ -B_{51}\ 0\ 1\ -B_{53}\ -B_{54}\ -B_{61}\ 0\ -B_{62}\ -B_{63}\ -B_{64}\ 1\ 0\ -B_{71}\ 0\ -B_{72}\ -B_{73}\ -B_{74}\ 0\ 1\ ][Y_{1t}\ Y_{2t}\ Y_{3t}\ Y_{4t}\ Y_{5t}\ Y_{6t}\ Y_{7t}\ ]$$

وبذلك تكون الصيغة المختزلة كآلاتي:

$$Y_{t7X1}=-B^{-1}{}_{7X7}\square_{t7x1}+B^{-1}{}_{7X7}U_{t7x1}$$

ظهرت النتائج كما في الجدول الآتي:

جدول (1): يمثل نتائج الصف المختزلة $\hat{Y}$ لمنظومة المعادلات الآنية المقترحة للمدة (2008-2018)

المعادلة / السنوات	$\widehat{Y_1}$	$\widehat{Y_2}$	$\widehat{Y_3}$	$\widehat{Y_4}$	$\widehat{Y_5}$	$\widehat{Y_6}$	$\widehat{Y_7}$
2008	0.19345	1.10706	0.21287	1.01177	0.62542	3.69234	1.73938
2009	0.18986	1.16784	0.24806	0.97158	1.03939	1.33064	3.41624
2010	0.16002	1.15141	0.05015	0.86806	0.66616	2.56880	2.56147
2011	0.19598	0.32237	0.59123	1.01966	0.82929	3.09584	2.44466
2012	0.26243	0.07392	0.72317	1.82096	1.14121	-0.63902	2.60982
2013	0.18755	1.02817	0.15808	1.06705	0.92019	2.33417	2.75415
2014	0.214909	0.99425	0.02598	1.06268	0.96912	1.90816	2.18168
2015	0.26681	0.05542	0.55004	1.01240	1.04928	1.00090	1.17907
2016	0.23790	0.61762	0.32960	0.56379	0.78353	0.12989	2.78440
2017	0.32761	0.50100	1.28751	1.02867	1.12625	-0.79948	0.43842
2018	0.24343	0.80174	0.74907	1.01035	1.03725	0.90232	1.93065

إما في حالة التشخيص لمعادلات المنظومة فيستوجب إعادة كتابة النموذج الهيكلي بعد دمج المتغيرات كآلاتي

$$Y_1+B_{10}+B_{11}\ Y_2+B_{12}\ Y_3+U_1=0-$$

$Y_2+B_{20}+B_{21}Y_3+B_{22}X_2+B_{23}X_3+B_{24}Y_4+U_2=0-$
$-Y_3+B_{30}+B_{31}X_1+B_{32}X_2+B_{33}X_3+U_3=0$
$Y_4+B_{40}+B_{41}Y_2+B_{42}X_4+B_{43}X_5+U_4=0-$
$Y_5+B_{50}+B_{51}Y_3+B_{52}X_6+B_{53}Y_6+B_{54}Y_7+U_5=0-$
$Y_6+B_{60}+B_{61}Y_1+B_{62}Y_3+B_{63}Y_4+B_{64}Y_5+U_6=0-$
$Y_7+B_{70}+B_{71}Y_1+B_{72}Y_3+B_{73}Y_4+B_{74}Y_5+U_7=0-$

وبإهمال الأخطاء العشوائية وإعادة كتابة المعالم الهيكلية بدلالة كافة المتغيرات في المنظومة نحصل على:

المعادلة	المتغيرات													
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	-1	B_{11}	B_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B_{10}
2	0	-1	B_{21}	B_{24}	0	0	0	0	B_{22}	B_{23}	0	0	0	B_{20}
3	0	B_{34}	-1	B_{34}	0	0	0	B_{31}	B_{32}	B_{33}	0	0	0	B_{30}
4	0	B_{41}	0	-1	0	0	0	0	0	0	B_{42}	B_{43}	0	B_{40}
5	0	0	B_{51}	0	-1	B_{53}	B_{54}	0	0	0	0	0	B_{52}	B_{50}
6	B_{61}	0	B_{62}	B_{63}	B_{64}	-1	0	0	0	0	0	0	0	B_{60}
7	B_{71}	0	B_{72}	B_{73}	B_{74}	0	-1	0	0	0	0	0	0	B_{70}

إذ ان المعادلة:

$Y_7=B_{70}+B_{71}Y_1+B_{72}Y_3+B_{73}Y_4+B_{74}Y_5+U_7$

والمنظومة ككل

$Y_1=B_{10}+B_{11}Y_2+B_{12}Y_3+U_1$
$Y_2=B_{20}+B_{21}Y_3+B_{22}X_2+B_{23}X_3+B_{24}Y_4+U_2$
$Y_3=B_{30}+B_{31}X_1+B_{32}X_2+B_{33}X_3+B_{34}Y_{2+}U_3$
$Y_4=B_{40}+B_{41}Y_2+B_{42}X_4+B_{43}X_5+U4$
$Y_5=B_{50}+B_{51}Y_3+B_{52}X_6+B_{53}Y_6+B_{54}Y_7+U_5$
$Y_6=B_{60}+B_{61}Y_1+B_{62}Y_3+B_{63}Y_4+B_{64}Y_5+U_6$
$Y_7=B_{70}+B_{71}Y_1+B_{72}Y_3+B_{73}Y_4+B_{74}Y_5+U_7$

بما إن المعادلات فوق التشخيص عليه فان الأسلوب الملائم لتقدير المعالم هو طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين والمربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث. وقد تم استخراج التباينات التقديرية لكل معالم المنظومة كما مبين في الجدول أدناه.

جدول (2): يمثل بيانات معالم منظومة المعادلات الآتية

المعادلة		قيمة البيانات
رقم المعادلة	المعالم	
1	b_{10} b_{11} b_{12}	3.35963 0.00002 0.00000
2	b_{20} b_{21} b_{22} b_{23} b_{24}	0.00455 2.39317 0.00042 0.00343 0.00001
3	b_{30} b_{31} b_{32} b_{33} b_{34}	1.77340 0.00001 0.14485 1.48876 0.00001
4	b_{40} b_{41} b_{42} b_{43}	2.44981 0.00242 0.00828 0.00000
5	b_{50} b_{51} b_{52} b_{53} b_{54}	2.142147 0.00005 0.00001 0.00001 0.00001

6	b_{60}	0.00001
	b_{61}	0.00334
	b_{62}	1.74017
	b_{63}	1.39193
	b_{64}	0.00001
7	b_{70}	0.00001
	b_{71}	0.01868
	b_{72}	9.72684
	b_{73}	7.78035
	b_{74}	0.00001

بيانات الجدول أعلاه تمثل التباينات التقديرية لكل معالم المنظومة باستخدام طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين والمربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث.

4. الاستنتاجات

الاستنتاجات الخاصة باللقاحات الأطفال وتأثيرها على التلوث من خلال تقدير معالم نموذج منظومة المعادلات المقترحة تبين إن :

1. إن زيادة كمية اللقاحات المحروقة يؤدي إلى زيادة نسب التلوث .
2. إن زيادة كميات اللقاحات السنوية تزداد سنويا" بزيادة عمليات حرق اللقاحات حيث تضطر المستشفيات الى توفير لقاحات أكثر.
3. تفسد اللقاحات بسبب طرق حفظها غير الجيد ونقل كمية اللقاحات عند هدر كميات منها أو لانتهاء صلاحيتها وكل الأسباب أعلاه تؤدي إلى زيادة الكميات المطلوبة من اللقاحات سنويا
4. إن إصابة الأطفال بالأمراض مثل الحصبة والسعال الديكي يعزى في اغلب الأحيان إلى عدم تلقيح الأطفال باللقاحات المخصصة لها .
5. إن بقاء الأطفال ضمن الوزن الطبيعي والأعمار الملائمة للقاح يؤدي إلى إمكانية تلقيحهم وبذلك زيادة كمية اللقاحات المطلوبة.
6. إن استخدام منظومة المعادلات الآنية لتمثيل وتحليل ظاهرة التلوث البيئي وعلاقتها باللقاحات المحروقة والتي تؤثر وتتأثر متغيراتها ببعضها البعض وبذلك تطفي صفة الواقعية لعدم وجود اتجاه وحيد للسببية بين مجموعة المتغيرات المستقلة والمتغيرات المعتمدة.
7. كانت اغلب نتائج التقدير باستخدام طريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث **3SLS** جيدة لكافة النماذج المستخدمة في البحث حيث اغلب قيم المعالم تتفق مع الواقع .

المصادر

- **المصادر العربية**

[1] الراشدي، د. مصطفى رضوان (2008) ، اللقاحات ما أهميتها وطبيعة عملها، المكتبة الأكاديمية

[2] الخميسي، د. رفعت لازم وعلي، د. فياض عبد الله، (2002)، "أثر ارتباط الأخطاء على تقديرات المعالم في نماذج المعادلات الآنية" مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد 9، العدد 29.

[3] السامرائي، مثال جبار سرور، (1986)، "بناء نموذج قياسي للقطاع الصناعي في العراق"، رسالة ماجستير- كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد- العراق.

[4] الهاشمي، مزاحم محمد يحيى، (1988)، "بناء نموذج قياسي للقطاع الزراعي في العراق"، رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد.

[5] المشهداني أيمان محمد عبد الله (2008) "التنبؤ باستخدام منظومة المعادلات الآنية مع تطبيق عملي " أطروحة دكتوراه، كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة بغداد .

[6] بخيت حسين علي وفتح الله سحر(2002م)، "مقدمة في الاقتصاد القياسي"، دار الكتب بغداد.

[7] كاظم، أ.د. أموري هادي ومسلم ،باسم شلبية (2002)، "القياس الاقتصادي المتقدم: النظرية والتطبيق"، مطبعة الطيف، بغداد- العراق.

[8] محبوب، أ.د. عادل عبد الغني، (1998)، "أصول الاقتصاد القياسي: النظرية والتطبيق"، الطبعة الأولى، الاعتدال للطباعة الفنية المحدودة، بغداد- العراق.

[9] حسين محمد جاسم محمد (2017) "برنامج MATLAB أساسيات وتطبيقات إحصائية " مكتبة الجزيرة للطباعة والنشر، بغداد – العراق .

- **المصادر الأجنبية**

[10] Adrian Pagan (2004), "Simultaneous Equations and Instrumental Variables" , Johns Hopkins University, Economics 633, Econometrics

[11] Anderson, T.W., (2004), "Origins of the limited information maximum likelihood and two-stage least squares estimators" Journal of Econometrics Vol. 127, No.1.

[12] Arthur. S. Goldberger (1964), Econometric Theory, John Wiley & Sons Inc. New York. London. Sydney.

[13] Bun Maurice J.G. Frank Windmeijer, (2011), "A Comparison of Bias Approximations for the 2SLS Estimator", Economics Letters, Vol. 113, No. 1.

[14] Charis Brooks G., (2008), Introductory Econometrics for Finance, 2nd ed., The ICMA Centre, University of Reading CMBRIDGE

[15] Daniel A. Ackerberg, Paul J. Devereux, (2009), "Improved Jive Estimators for Over identified Linear Models with and Without Heteroskedasticity", The Review of Economics and Statistics, Vol. 91, No. 2.

[16] David A. Jaeger and Juliane Parys, (2009), "On the Sensitivity of Return to Schooling Estimates to Estimation Methods Model Specification and Influential Outliers If Identification Is Weak" University of Bonn, Germany IZA DP No. 3961.

[17] Goldberger A.S. (1964), Econometric Theory, John Wiley & Sons Inc., New York.

[18] Hilden B. Werner, (1982), "Advances in Econometrics" London Cambridge University Press.

[19] Richard A., (1991), "On the Simultaneous Interactions of External Debt Exchange Rates and Other Macroeconomic Variables: the Case of Nigeria" Department of Finance and Business Economics School of Business Administration Wayne State University Detroit Michigan 48202.

[20] Swamy P.A.V.B. Metha J.S. And Iyegar N.S., (1983), "Finite Sample Properties Of Modification of the Limited Information Maximum Likelihood Estimator" The India Journal Of Statistics, Vol. (45), P.389-397.

[21] Wooldridge Jeffrey M. (1996). "Estimating Systems of Equations with Different Instruments for Different Equation" Journal of Econometrics, Vol. (74), No.(2).

[22] Zellner A. and H. Theil, (1962), "Three Stages Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations", Econometrica, Vol. (30), No. (1).

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2023); Issue 54; 292 – 302

AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Estimating the Amount of Defective Vaccines and their Impact on the Environment Using A System of Simultaneous Equation

Assist. Prof. Dr. Eman M. Abdullah	Nada H. Wadi
dreman@coadec.uobaghdad.edu.iq	srsrs2127@gmail.com
Department of Statistics, College of Administration and Economics, University of Baghdad, Baghdad, Iraq	

Article Information

Article History:
Received: January, 9, 2023
Accepted: March, 3, 2023
Available Online: December, 31, 2023

Keywords:
Simultaneous equations system environmental pollution three-stage least squares quantity of vaccines.

Abstract

Vaccines are essential because they keep kids healthy by preventing potentially fatal diseases. Through the routine vaccination schedules developed by the World Health Organization, 10 vaccines form the backbone of each program and reinforce these vaccination schedules. Comprehensive vaccinations protect health by preventing diseases including measles, whooping cough, TB, diphtheria, polio, and several other diseases that impact kids everywhere. Despite the countless advantages of vaccinations, there are many harms, such as environmental pollution and the burning of damaged vaccinations. Our research aims to quantify the amount of damaged vaccinations. The ten-year curse covers the number of children who have received vaccinations and those who have not, the number of vaccines distributed each year, the ages and weights of the children, the quantity of vaccines burned each year, certain diseases that affect children, and the damaged vaccines due to expired or wasted preservation. The most significant conclusions indicated that rising vaccination rates correspond with rising pollution levels. As hospitals are compelled to supply more vaccines, the annual quantity of vaccines rises yearly due to an increase in vaccine burning. The Infection of children with diseases such as measles and whooping cough is often due to a lack of vaccination. Children with the vaccinations assigned to them. The survival of children within the normal weight range and appropriate ages for the vaccine leads to the possibility of vaccinating them, thus increasing the number of vaccinations required. To represent and analyze the problem of environmental pollution and its relationship to burning vaccinations, use the system of simultaneous equations. The variables affect and are affected by each other, which eliminates reality because there is no direction. alone for the relationship of causation between the dependent variables and the group of independent variables. Most of the results of the estimation using the three-stage least squares method were satisfactory for all models employed in the study, as most of the parameter values agree with reality.

Correspondence:
Assist. Prof. Dr. Eman M. Abdullah
dreman@coadec.uobaghdad.edu.iq

https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.599