تقدير مصفوفة الحسابات القومية وتحديثها بإستخدام طريقة (C.E) دراسة مقارنة بين الطرق المستخدمة

م. د. سحر فتح الله
جامعة بغداد- كلية الادارة والاقتصاد
قسم الاقتصاد

المقدمة

ليس جديداً القول بان هناك حاجة مستمرة ومتزايدة لاستخدام البيانات الاقتصادية المتسقة عن القطاعات المختلفة في الاقتصاد القومي لدعم وإسناد عملية التحليل الاقتصادي وتطوير النماذج الاقتصادية الكلية.

وتعرض مصفوفة الحسابات القومية Social Accounting Matrix (SAM) اطاراً شاملاً من المعلومات الأساسية لهذا النوع من النماذج والتحليل. فهي تتضمن كلا من المستخدم- المنتج (جداول المدخلات- المخرجات) وحسابات الناتج والدخل القومي في اطار متناسق.

وبينما يتم اعداد جداول المستخدم – المنتج عادة مرة واحدة كل خمس سنوات او شيء من هذا القبيل، فان حسابات الناتج والدخل القومي تعد سنوياً وبتباطؤ زمني، أي لفترة زمنية سابقة. اما تحديث مصفوفة حسابات قومية لفترة لاحقة، فأنها لا تعد مسالة صعبة فحسب، وإنما تعد مسالة تحدي.

ولتركيب مصفوفة حسابات قومية موسعة قابلة للتحليل الاقتصادي، فان البيانات المطلوبة هي من السعة بحيث يصعب توفيرها، وعند ذلك ينبغي ان تستكمل بواسطة معلومات اضافية ومن مصادر مختلفة، مثل الاحصاءات الصناعية، مسوحات العمل، البيانات الزراعية، الحسابات الحكومية، حسابات التجارة الخارجية، ومسوحات الاسر وغيرها. اما المشكلة الرئيسية في تحديث مصفوفة الحسابات القومية فانها تكمن في أيجاد طريقة كفوءة وقليلة الكلفة لدمج المعلومات المستحصلة من تلك المصادر والتوفيق بينها، بضمنها البيانات المستقاة من سنين سابقة.

ان الطريقة التقليدية لبناء مصفوفة حسابات قومية حديثة متماسكة ومتسقة، هي البدء من مصفوفة حسابات لسنة اساس معينة سابقة، ثم تحديثها لفترة لاحقة من خلال ادخال معلومات جديدة عن مجاميع الصفوف والاعمدة، لتلك المصفوفة مع بقاء المعلومات حول التدفقات الداخلية التي تتضمنها الـ (SAM) ثابتة، وغالبا ما يتم البدء من مصفوفة حسابات غير متسقة ومعلومات غير متكاملة عن مجاميع الصفوف والاعمدة والتدفقات المختلفة في الـ (SAM).

مشكلة البحث

ان أهم المشاكل في تقدير أو تحديث مصفوفة الحسابات القومية هو عدم التناسق في المعلومات التي تتضمنها مصفوفة الحسابات القومية والذي يظهر من خلال اخطاء القياس أو التباين في مصادر المعلومات أو عدم ملائمتها أو اتساقها، أو ربما لنقص فيها، وعند ذلك فان ما نحتاجه هو منهج أو مدخل ملائم لتقدير مجموعة متناسقة من الحسابات التي لا تستخدم فقط المعلومات المجودة بكفاءة، وانما تكون مرنة بدرجة كافية لدمج المعلومات بحيث تغطي الاجزاء المختلفة للـ SAM.

هدف البحث

يهدف البحث الى تسليط الضوء على طريقة Cross. Entropy (C.E) والية استخدامها في تقدير وتحديث مصفوفة الحسابات القومية والخصائص التي تميزها عن الطرق الأخرى ولاسيما طريقة R.A.S .

فرضية البحث

ان تقدير وتحديث مصفوفة الحسابات القومية من خلال طريقة (C.E) يكون ممكنا عن طريق البدء ببيانات غير متسقة ومقدرة بنسبة معينة من الخطأ.

اهمية البحث

ان طريقة (C.E) تتميز بأنها مرنة جدا وتعمل على دمج الاخطاء العشوائية بالمتغيرات وذات قيود متباينة. على انها تفترض معرفة مسبقة عن الاجزاء المختلفة من الـ (S.A.M).

وللوصول الى هدف البحث سيتم التعرض أولا الى هيكل مصفوفة الحسابات القومية والصيغ الرياضية لمشكلة التقدير، نتبعها في ثانيا وثالثا مناقشة لمنهج الطريقتين في التقدير والتحديث والمقارنة بينهما اما في الفقرة رابعا فتتم مناقشة اهم العناصر الأساسية لتقدير الـ S.A.M وهي انواع المعلومات أو البيانات المطلوبة. اما في الفقرة خامسا فسيتم مناقشة الالية التي تتم بها معالجة اخطاء البيانات أو مشاكل الخطأ في القياس من خلال طريقة C.E ليتم مناقشة المضامين الاقتصادية والنتائج التي توصل اليها البحث ومطابقة النتائج مع فرضية البحث وهدفه.

اولاً: هيكل مصفوفة الحسابات القومية (SAM)

تعد مصفوفة الحسابات القومية (SAM) نظاماً شاملاً لتنظيم البيانات الاقتصادية في اطار محدد لفترة زمنية معينة[1]. وبالإضافة الى انها تعطي صورة عامة عن الاقتصاد القومي، فانها توضح عملية التدفق في القطاع العائلي، المتمثلة بالعوائد، وانتهاءاً بأسواق السلع والخدمات من خلال انفاقها على السلع النهائية. وتتضمن مصفوفة الحسابات القومية القياسية حسابات الانتاج، السلع، عناصر الانتاج، والمؤسسات.

والـ (SAM) مصفوفة مربعة لها عدد متساو من الاعمدة التي تمثل حسابات الانفاق والصفوف التي تمثل الموارد للنشاطات الاقتصادية المختلفة. وكل خلية من هذه المصفوفة تمثل المدفوعات من حسابات العمود الى حسابات الصف. وبافتراض ان (T) هي مصفوفة التدفقات

---

(1)- لمزيد من التفاصيل عن مصفوفات الحسابات القومية انظر على سبيل المثال:

-G Pyatt , The SAM Approach in retrospect and prospect, University of Warwick, 1987

(Transactions) للـ (SAM) فان الخلية الواحدة في المصفوفة t_{ij} ، تبين مقدار المدفوعات من حساب العمود (j) الى حساب الصف (i)

واستناداً إلى مبدأ القيد المزدوج في حسابات مسك السجلات، فان التوازن متحقق بين الموارد والاستخدامات لكل نشاط اقتصادي. وهذا يعني ان مجموع كل صف من صفوف المصفوفة يجب ان يساوي مجموع العمود المناظر له في المصفوفة. اي ان:

$$y_t = \sum_i t_{ij} = \sum_j t_{ij} \cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

حيث ان:

yt= مجموع الموارد والاستخدامات للحساب (i)

اما مصفوفة المعاملات الفنية (A) للـ SAM والتي تدعى بمصفوفة المعاملات الهيكلية والتي تعبر عن العلاقات الفنية بين المدخلات والمخرجات، فيمكن انشاؤها من مصفوفة التدفقات (T) بتقسيم الخلايا (t_{ij}) في كل عمود من المصفوفة (T) على مجموع العمود نفسه، وبذلك فان كل عنصر من عناصر المصفوفة (A) يمكن حسابه كما يلي:

$$a_{ij} = \frac{t_{ij}}{y_j} \cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

حيث ان:

a_{ij} = تمثل المدخلات من السلعة (i) لانتاج وحدة واحدة من السلعة (j) المنتجة في القطاع (j) .

ولما كان مجموع كل عمود من الاعمدة للمصفوفة (A) يجب ان يساوي واحد (حسب تعريف aij) فسوف يترتب على ذلك ان تكون المصفوفة (A) مفردة Single . ولان مجموع الاعمدة يجب ان يساوي مجموع الصفوف (كما ذكرنا) فان ما تقدم يمكن وضعه بصيغة المصفوفات وكما يلي:

$$Y=AY \quad \rightarrow \quad A=I \ldots\ldots\ldots (3)$$

ان الصيغة التقليدية لمصفوفة الحسابات القومية (SAM)، وكما ذكرنا، تتضمن حسابات الانتاج، السلع والخدمات، عناصر الانتاج، ومختلف المؤسسات، التي تستلم الدخل وتطلب السلع.

اما الهيكل الرئيسي لمصفوفة حسابات قومية فهو موضح في الشكل (1).

الشكل (1) الهيكل الرئيسي لمصفوفة الحسابات القومية

بقية العالم	المؤسسات	عناصر الإنتاج	السلع	النشاطات	الإنفاق / الموارد
			المبيعات		المؤسسات
الصادرات	الطلب النهائي			المستلزمات الوسيطة	السلع
				القيمة المضافة	عناصر الإنتاج
تدفق رأس المال		دخول عناصر الإنتاج	الضرائب الكمركية	ضرائب غير مباشرة	المؤسسات
			الاستيرادات		بقية العالم
تدفقات رأس المال الأجنبي	الناتج المحلي الإجمالي	الدخل الكلي لعناصر الإنتاج	الامتصاص الكلي	التكاليف الكلية	المجموع

ويلاحظ من الشكل (1) ان المؤسسات الإنتاجية تدفع الى المؤسسات الأخرى من اجل الحصول على المستلزمات الوسيطة وتدفع الى عناصر الإنتاج لإتمام عملية الإنتاج، وهي تدفع الضرائب غير المباشرة ايضاً، ولكنها في المقابل تستلم الإيرادات (المقبوضات) من مبيعاتها لذلك الناتج.

ان حساب السلع والخدمات يبين عملية شراء السلع من النشاطات المختلفة (المنتجين) وبقية انحاء العالم (الاستيرادات). وكذلك الضرائب الكمركية على السلع المستوردة. وهو يسجل ايضاً عملية بيع المدخلات (المستلزمات الوسيطة) الى النشاطات، وكذلك بيع المنتجات النهائية الى القطاع العائلي والحكومة، إضافة الى قطاع الاستثمار وبقية العالم.

ويتبين من المصفوفة في الشكل (1) ان الناتج المحلي الاجمالي (GDP) مقدراً من وجهة نظر التكاليف، لانه يساوي المدفوعات من قبل النشاطات المختلفة (المؤسسات) الى عناصر الانتاج او الناتج المحلي الاجمالي محسوباً بطريقة القيمة المضافة.

اما الناتج المحلي الاجمالي GDP بسعر السوق فيساوي الـ GDP بسعر الكلفة زائداً الضرائب غير المباشرة والضرائب الكمركية. وهو من وجهة نظر الانفاق يساوي الطلب النهائي الكلي

(الاستهلاك، الاستثمار، الحكومي) زائداً الصادرات ناقصاً الواردات.

أي ان:

الناتج المحلي الإجمالي بسعر السوق= الناتج المحلي الإجمالي بسعر الكلفة + الضرائب غير المباشرة والضرائب الكمركية

= الطلب النهائي (الإنفاق الاستهلاكي+ الإنفاق الاستثماري + الإنفاق الحكومي+ صافي التجارة الخارجية)

ان مصفوفة المعاملات الهيكلية (A) لمصفوفة الحسابات القومية تعد المادة الخام لكثير من التحليلات الاقتصادية والنمذجة (صياغة النماذج)، حيث ان معاملات المدخلات (المستخدمات الوسيطة)، والمحسوبة من خلال مصفوفة الاستخدام، هي معاملات المستخدم- المنتج لليونيتيف، أما المعاملات والتي تعود الى عناصر الإنتاج الأساسية هي معاملات القيمة المضافة، والتي تعبر عن آلية توزيع الدخل على عناصر الإنتاج.

وبالمقابل فان متجه المعاملات العمودي لحساب السلع يمثل حصص كل من الناتج المحلي والاستيرادات، بينما تعبر الحسابات من السلع التي تخص المستهلكين النهائيين عن حصص الانفاق. على ان من الجدير بالذكر ان هناك تقليد ثابت يفترض ان مختلف المعاملات المذكورة تعد ثابتة في الفترة القصيرة واستناداً الى ذلك فان تطوير مختلف النماذج يعتمد المضاعفات الخطية مع ان البيانات يمكن ان تقدم نقطة البداية لتقدير المعلمات للدوال غير الخطية مثل دوال الانتاج النيوكلاسيكية، دوال الطلب على عناصر الانتاج اضافة الى دوال الانفاق للقطاع العائلي.

ومبدئياً يكون من الممكن وجود تدفقات **Transactions** سالبة بما يؤدي الى ان تكون المعاملات في الـ **SAM** سالبة ايضاً، وعند ذلك فان هذه القيود يمكن ان تسبب مشاكل في بعض طرق التقدير، وكذلك يمكن ان تسبب مشاكل في تفسير المعاملات او التعبير عنها.

ومن الأساليب المعتمدة للتعامل مع هذه المشكلة هو معاملة الإنفاق السالب كموارد موجبة او معاملة الموارد السالبة كنفقات موجبة، وهذا يعني اذا كانت قيمة المعاملة **tij** سالبة فأننا ببساطة نضع القيد مساوياً الى الصفر، ونضيف القيمة التي نحصل عليها الى **tij** هذه الطريقة ستغير مجموع الصف والعمود ولكنها ستبقيهما متساويان.

ثانياً:- طريقة R.A.S في التقدير

تعد طريقة **R.A.S** التي استخدمها **R.stone** و **G.A.Brown** من اهم الطرق التي استخدمت من اجل تتبع موضوع تطور المعاملات الفنية لمصفوفة المستخدم- المنتج. وطريقة **R.A.S***التي فكر بتطبيقها كل من **G.Brook** في بلجيكا و **C.E.Prell** في فرنسا حول المبادلات الدولية تعني وانطلاقاً من جدول مربع يخص التدفقات الدولية تم انشاؤه لفترة التخطيط الأساسية (الشكل رقم 2)، الانتقال الى جدول مشابه يخص الفترة النهائية من خلال تقسيم الاستيرادات الكلية لكل بلد، بالاستناد الى علاقات مستقرة تمت ملاحظتها سابقاً تقع بين معدل نمو الناتج المحلي والاستيرادات، اما الصادرات فيفترض ان تم استنتاجها سابقاً بالاستناد الى فرضيات تتعلق بالارصدة التجارية.

الشكل رقم (2) : هيكل التدفقات الدولية

البلدان المصدرة \ البلدان المستوردة	1,2……..j……n	الصادرات الكلية
1,2……..i…… n	E^t t / ij	E^t_i
الاستيردات الكلية	$M\,j^t$	

E^t_j = تدفق الاستيردات من **i** باتجاه **j** في اللحظة **t**

(*) هذه الطريقة تاخذ اسمها من حقيقة ان المصفوفة **At** لسنة معينة قادمة يمكن استنتاجها من المصفوفة الأساسية **A0** وذلك باجراء ضرب سبق لمصفوفة قطرية **r** تعبر عن ظاهرة الاحلال في المستخدم **input** وبعملية ضرب لاحقة لمصفوفة قطرية **S** تعبر عن ظاهرة تحوير وتبديل نسب القيم المضافة من قبل القطاعات الاقتصادية أي ان: $\frac{At}{Ao} = r\,S$

ثم بعد ذلك تتم عملية ملء المربعات بافتراض ان هيكل المبادلات الدولية الذي تمت ملاحظته في السابق سوف يتبدل بواسطة معالجات بسيطة من خلال استخدام المؤشرات التي تؤدي الى التناسب الثنائي بعضها على الاستيرادات الكلية والبعض الأخر على الصادرات الكلية لأقطاب الشبكة[2].

هذه المؤشرات تفترض بان نمو صادرات بلد معين سبق وان تحققت من خلال زيادة معينة في مشتريات الدول الاخرى عن فترة الاساس، وتفترض كذلك بان الموضوع نفسه ينطبق على نمو الاستيرادات.

وبعبارة اخرى، اذا كانت الافضلية عند تحليل الاثار التي تحكم المبادلات الدولية معطاة اولاً الى موضوع نمو الصادرات لوحدها سوف نحصل على نموذج تكون الصادرات فيه عبارة عن نسبة معينة من الاستيرادات وكما ياتي:

$$X_{ij}^{t} = S_{j}^{'} \; X_{ij}^{o} \ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث ان:

X_{ij}^{0} = تعني صادرات البلد i باتجاه البلد j في الفقرة (o)

s'_j = مؤشر استيرادات البلد j

اما اذا كانت الأفضلية معطاة الى نمو الاستيرادات لوحدها فسوف نحصل على نموذج تكون الاستيرادات فيه عبارة عن نسبة معينة من الصادرات وكما ياتي:

$$X_{ij}^{t} = r_i' x^{0}{}_{ij} \cdots\cdots\cdots(5)$$

حيث ان: r'_i= مؤشر الصادرات في اتجاه البلد j

وبتركيب الفرضيتين السابقتين يتم الانتقال الى تناسب ثنائي يشخص طريقة R.A.S ذلك لان:

$$X_{ij}^{t} = r^{-} S_{ij}^{'} X_{ij}^{0} \cdots\cdots\cdots(6)$$

اما اذا اعتبرنا ان هناك ثلاث دول أو ثلاث مجموعات من الدول يتم التبادل التجاري بينهما فانه بالإمكان عرض تدفقات المبادلات تحت صيغة المصفوفة التالية:

$$Xo = \begin{bmatrix} 0 & X_{12}^{o} & X_{13}^{o} \\ X_{21}^{o} & 0 & X_{23}^{o} \\ X_{31}^{o} & X_{32}^{o} & 0 \end{bmatrix}$$

---

(2)– انظر في ذلك:

- مقالة ج بينار، (قنوات المبادلات الدولية والتخطيط المفتوح)، الاقتصاد التطبيقي، 1963، ص 249- 276.

- ب. مارتان– كورو، (النماذج التوقعية الخاصة بقنوات المبادلات الدولية وهيكلها)، فولي كوفي، (محاولة لتطبيق طريقة R.A.S على التجارة الدولية، د.ل.فان، (وضعية فرنسا التنافسية في السوق العالمية 1953– 1962)، منشورات C.E.P.R.E.L. العدد الخامس، تشرين الاول، 1965.

وعند ذلك يتم الانتقال الى مصفوفة السنة t ، وذلك بافتراض أن نمو الاستيردات الكلية لكل بلد من البلدان سوف يؤدي الى مضاعفة كل عمود من الأعمدة بالمكافئ S الذي هو دالة لنمو الاستيردات الكلية، وبان نمو الصادرات الكلية لكل بلد من البلدان سوف يؤدي الى مضاعفة كل صف من الصفوف بالمكافئ r الذي هو دالة لنمو الصادرات الكلية لكل بلد من البلدان.
وبالتالي سوف يكون لدينا الاتي:

$$X_t = \hat{r}\, X_0\, \hat{S} \cdots\cdots\cdots (7)$$

حيث ان:

$\hat{r}$ = المصفوفة القطرية للمكافئات t

$\hat{S}$ = المصفوفة القطرية للمكافئات s

من خلال ما تقدم يتبين لنا ان طريقة (R.A.S) في تقدير مصفوفة التدفقات الدولية يمكن ان كون اساسا لبناء مصفوفة الحسابات القومية وتحديثها، الا ان من عيوب هذا التكنيك هو اعتماده التحليل الساكن بسبب افتراضه قصور او جمود ذاتي معين في المبادلات الدولية يكون من الصعوبة فيه توقع حركة التدفقات الدولية واتجاهاتها على المدى البعيد.

ثالثاً:- طريقة (C.E) Cross Entropy لتقدير SAM

ان المشكلة الرئيسية في تقدير مصفوفة حسابات قومية رتبتها (nxn) على سبيل المثال هي اننا نحتاج الى تقدير n2 من المعاملات المجهولة غير السالبة والتي تمثل مجموع خلايا مصفوفة الـ (T) او الـ (A). غير اننا لا نملك في المقابل سوى (2n-1) من الاعمدة والصفوف المستقلة اضافة الى القيود. (ولما كانت طريقة الـ R.A.S تفترض حالة التناسب الثنائي، فعند ذلك يكون علينا تقدير (2n-1) من المعاملات للـ Ri والـ (SI) للحصول على حل منفرد او حل وحيد).

ان المشكلة هنا هي كيفية تقدير مجموعة من المعاملات بمعلومات قليلة، واذا كان كل ما نعرفه هو مجموع الصف والعمود، فلن يكون ذلك كافياً من المعلومات لتعريف او تحديد المعاملات، وفي الوقت نفسه يسمح بتوفير درجات حرية اكبر من التقدير. وان تحديث الـ SAM المتوازنة في هذا الاطار يصبح حالة خاصة من مشكلة التقدير، عند معرفة مجموع الصفوف والاعمدة الخاصة بالمصفوفة.

ان فلسفة التقدير المتبناة هنا، هي استخدام كل المعلومات المتاحة، والمتاحة فقط، لتقدير المشكلة ذات العلاقة. والخطوة الأولى التي يتم اتخاذها في هذه الفقرة هي تحديد معنى (المعلومات) هنا، وبعد ذلك سنصف ونميز بين أنواع المعلومات التي يمكن دمجها سوية، ومن ثم بيان كيفية عمل ذلك. وسيتم التركيز هنا على المعلومات التي تتعلق بالمتغيرات غير العشوائية – stochastic Non بينما تركز الفقرة اللاحقة على كيفية استخدام المعلومات عن المتغيرات العشوائية.

ومن الجدير بالذكر ان البداية في ظهور (طريقة CE) وكيفية استخدامها كان من خلال نظرية المعلومات وكما طورت من قبل Shanon[3] وقد عدل Theil[4] هذه الطريقة لاستخدامها في التحليل الاقتصادي.

وبافتراض مجموعة من الحوادث Events عددها (n) :

3 -C.E. Shannon A Mathematical theory of communication (1948) Bell System technical Journal 27,379- 423.

4 - Henri . Theil , Economic and Information Theory (North Holland) , 1967

$E=E_1,E_2,E_3,\ldots E_n$

باحتمالات اساسية هي:

$q_1,q_2,\ldots q_n$

فان الاساس الذي يتم الاستناد اليه في مثل هذه التطبيقات هو تغير الافضليات (او الخيارات) حيث تحول الاحتمالات الأساسية الى احتمالات اساسية اخرى هي:

$(p_1,p_2,\ldots p_n)$

وبافتراض ان التغيير يقتصر على حدث واحد مقداره(Ei) فان المعلومة المستلمة مع الإشارة تساوي $-Ln\ (p_i)$، حيث ان كل حدث Ei يمتلك الاحتمال الاساسي الخاص به والذي نرمز له q_i اما المعلومة المضافة additional من pi فيمكن الحصول عليها من المعادلة التالية:

$$-Ln\frac{P_i}{q_i} = -\left[Lnp_i - Lnq_i\right] \ldots\ldots\ldots(8)$$

وبأخذ التوقع لقيم المعلومات فان:

$$-1(P:q) = -\sum_{i-1}^{m} PiLn\frac{P_i}{q_i} \ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

حيث ان: $I\ (p:q)$ هو مقياس leibler-Kullback للـ C.E الذي يعبر عن الفترة بين توزيعين احتماليين[6]. ولان مقياس Entropy مقياس ملائم للمعلومات، امكن تبرير استخدام هذا المقياس ليس فقط للاستدلا ل وانما لإغراض التقدير ايضاً حيث يهدف هذا الاسلوب لايجاد مجموعة من الاحتمالات p_i التي تدني الـ CE ما بين الاحتمالات الجديدة والاحتمالات السابقة (q) والمتسقة مع المعلومات التي يتم الحصول عليها من البيانات[7] الى ادنى حد ممكن.

---

[6] S.Kull Back, and R.A Leibler, on information and sufficiency .Ann. (1951) Math, stat, 4, 99-111.

[7] Jaget. Narain Kapur, K.Kesavan, Entropy optimization principles with applications (Academic press), 1992.

وقد استخدم كل من Golan ,Judge,Robinson طريقة C.E لتقدير المعاملات في جدول المدخلات- المخرجات، حيث اكدا على ان المسالة تتمثل في حساب مجموعة جديدة من معاملات (A) التي تدني (minimize) C.E ما بين (A) السابقة ومصفوفة المعاملات المقدرة الجديدة[8].

$$\min \quad \left[\sum_i \sum_j aijLn\frac{aij}{\overline{aij}}\right] ------(10)$$

$$\sum a_{ij}Y_j = Yi ----------(11)$$

$$\sum a_{ij} = 1 \quad and \quad 0 \le a_{ij} \le 1 ----(12)$$

ويتم الحصول على الحل من خلال تطبيق أسلوب لاكرانج للمسالة أعلاه وحلها كما يلي:

$$a_{ij}\frac{a_{ij}\exp(\ ,yi)}{\sum_{ij} a_{ij}\exp(\ ,yi)} ---------(13)$$

حيث تعبر yi عن مضاعفات لاكرانج المرافقة للمعلومات حول مجاميع الصف والعمود، اما المقام فيمثل عامل التحويل الطبيعي.

أن هذه الصيغة مشابهة لما تعبر عنه نظرية Bayes ، حيث ان التوزيع اللاحق (a_{ij}) يساوي حاصل ضرب التوزيع السابق (a_{ij}) ودالة الإمكان (احتمالية رسم البيانات بإعطاء معلمات مقدرة) قسوماً على عامل التحويل الطبيعي لتحويل الاحتمالات النسبية الى أحادية مطلقة والتشابه مع تقدير Bayes يكمن في ان أسلوبه يمكن ان يكون كقاعدة كفوءة لمعالجة المعلومات IPR ، حيث تستخدم معلومات إضافية لتحسين مجموعة ابتدائية من التقديرات[9].

وفي هذا الأسلوب فان أي مقدر كفوء يجب ان يحقق الشروط التي أكدها Zellner، وهي ان أسلوب التقدير ينبغي ان لا يهمل أي من المعلومات الداخلة ولا يحقن أي معلومات زائفة ويمكن ملاحظة ان مقدرات الـ CE متسقة وتعطينا افتراضات حول شكل التوزيع الأساسي الذي يمتلك خواص الإمكان الأعظم[11] .

---

8 Amos.Golan,George.Judge.and Sheman Robimson, Recovering information form in complete or partial multisectoral economic data, 1994, Review, of economic and statistics 76,541-9.

9 A.Zellner, Optimal Information processing and Bayes thoerm .1988,America Statistician 42,278-84.

11 Amos, Golam: Judge George: and Miller Douglas, Maximum Entropy Econometrics Robust Estimation with Limited Date .(John Wiley and sons).1996.

رابعا: أنواع المعلومات المطلوبة لتقدير SAM

تأتي المعلومات المطلوبة لتقدير SAM من مصادر مختلفة وكما يأتي:

1- المصفوفات السابقة حيث توفر الـ SAM لسنة سابقة معلومات عن المعاملات الجديدة اما الأسلوب المتبع لتقدير مجموعة جديدة من المعاملات فتصبح قريبة من سابقتها باستخدام معلومات جديدة لتحديث المصفوفة الأولية.

2- قيود لحظية Moment Constraints، حيث ان اكثر المعلومات الشائعة التي ينبغي الحصول عليها هي بيانات عن مجاميع الصف والاعمدة لـ SAM جديدة، ومعاملة معاملات الاعمدة بانها متكافاة الاحتمالات مع افتراض ان مجاميع الاعمدة المطلوبة في المعادلة (11) هي مكافئة للمتوسطات المطلوبة لمجاميع الاعمدة والمرجحة بواسطة المعاملات- او اللحظة الاولى للتوزيع.

3- المتغيرات الاقتصادية الكلية: بالاضافة الى مجاميع الصف والعمود غالباً ما يكون لدينا معرفة إضافية عن SAM الجديدة. وعلى سبيل المثال، فان البيانات المتوفرة عن الحسابات القومية قد تشمل مختلف المتغيرات الكلية الرئيسة مثل القيمة المضافة، الاستهلاك، الاستثمار، الإنفاق الحكومي، الصادرات، والاستيرادات.

وقد تتوفر ايضاً معلومات عن بعض حسابات الـ SAM مثل ايرادات الحكومة ونفقاتها. هذه المعلومات يمكن ان تصاغ كقيود خطية اضافية تضاف على مختلف عناصر الـ SAM.

ولحساب المجموع في أي مصفوفة كلية G رتبتها nxn فيها واحد في بعض الخلايا واصفار في غيرها وبافتراض ان فيها عدد من القيود مقداره K تكون كما يلي:

$$\sum_i \sum_j g_{i.j}^{(k)} t_{ij} = Y^{(k)} \text{-------} (14)$$

حيث ان y هي قيمة التجميع، وهذه الشروط ببساطة تضاف الى مجموعة القيود في صياغة الـ CE وهذه الشروط تكون خطية في المعاملات ويمكن النظر اليها كقيود (لحظية) اضافية، وبافتراض معرفة مجاميع العمود فان هذه تعد حالة خاصة لهذه الصياغة العامة.

4- القيود المتباينة: في الوقت الذي قد لا تتوفر فيه المعرفة الدقيقة الخاصة بقيم المتغيرات الكلية المختلفة بضمنها مجاميع الصف والعمود فقد يكون من الممكن وضع قيود على بعض تلك المجاميع لان مثل هكذا قيود يمكن دمجها بسهولة وتوحيدها مثال ذلك تحديد القيود في المعادلتين (11) و(14).

5- الاصفار: بشكل عام، فان عددا من الخلايا في الـ SAM قد تكون خالية حيث تشير الى عدم وجود تدفق ومن المتوقع فان عمليات الصف والعمود ستؤدي الى ان تحتوي الـ SAM المحدثة على اصفار في أي مكان يكون فيه في الـ SAM الاصلية صفراً وعناصر لاصفرية في الاماكن الاخرى. مثل هذه القيود هي ايضاً سهلة الاندماج في طريقة CE بواسطة تحديد مدخلات الـ SAM لتكون صفراً في مسالة التقدير ومع ذلك فانه يمكن وبشكل مباشر ومن خلال طريقة CE السماح للعناصر الصفرية في الـ SAM السابقة لتصبح لاصفرية في الـ SAM المقدرة، والعكس صحيح في نظرية المعلومات، حيث ان الاحتمالية الصفرية ينتج عنها معلومة صفرية:

(بالفرضية) .X Iog x=0.

وعند التطبيق، ومن المعادلة (10) نستبدل a_{ij}. $\bar{a}_{i.j}$

$$\left(\bar{a}_{ij} + \delta\right)\left(a_{ij} + \delta\right)$$

حيث a هو رقم موجب صغير، حينئذ فان القيم (المقدرة) لمعامل a_{ij} يمكن ان تكون صفرية، وبنفس الطريقة يمكننا ان نترك مدخلات الخلايا غير مقيدة، حتى ولو كانت القيم السابقة تساوي صفر، مع السماح لا مكانية ظهور مدخل لاصفري.

خامساً : معالجة اخطاء القياس من خلال طريقة C.E:

معظم الطرق التطبيقية للنماذج القياسية والرياضية المختلفة على القضايا الاقتصادية في العالم الحقيقي يجب ان تتعامل مع مشاكل استخلاص النتائج من البيانات المختلفة، او مشاكل الخطا في القياس والتي تجعلنا ملزمين بادخال المتغيرات العشوائية في النماذج التي تؤطر العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية. ولمعالجة اخطاء القياس تفترض طريقة C.E ما ياتي:

1. مجاميع الصف والعمود هي معاملات غير ثابتة ولكنها تشتمل على اخطاء في القياسات.
2. التقدير الاولي: $\bar{A}$ ، غير مبني على SAM متوازنة.

واستناداً الى نموذج الانحدار القياسي فان:

$$y = \hat{a}x + e \text{ ------ } (15)$$

حيث أن $\hat{a}$ هي معاملات المتجه المطلوب تقديرها ، y تمثل متجه المتغيرات المعتمدة، وان x تمثل المتغيرات المستقلة، و e هي حد الخطأ. مع الأخذ بالاعتبار الفرضيات القياسية في تحليل الانحدار من وجهه نظر نظرية المعلومات وهي:

* هنالك الكثير من البيانات التي توفر درجة حرية مناسبة
* الخطأ العشوائي e عادة يفترض أن يكون موزعاً توزيعاً طبيعياً مع متوسط حسابي قدره صفراً وتباين ثابت. وهذا يمثل الكثير من المعلومات على هيكل الخطأ العشوائي. وان المعلمة الوحيدة التي ينبغي تقديرها هي تباين الخطأ العشوائي او حد الخطأ، وبتحقق هذه الفرضيات فاننا لا نحتاج الى استخدام المعلومات التي تكون على شكل بيانات لحظية معينة والتي تلخص جميع البيانات المطلوبة للحصول على تقدير كفوء تستخدم طريقة المربعات في التقدير وكما يلي:

$$\hat{a} = \left(x' x \right)^{-1} x' y$$

* افتراض عدم وجود أي معلومات مسبقة عن المعلمات المختلفة. وفرضية العدم هي ان $\hat{a}=0$، ونفترض ان ليس هنالك معلومات اخرى عن $\hat{a}$.
* المتغيرات المستقلة هي غير عشوائية أي من الممكن إعادة العينة بنفس المتغيرات المستقلة، بمعنى انها من ناحية المبدأ يمكن ان تتكرر في النموذج .

تلك الفرضيات مفيدة الى حد بعيد عند تقدير الـ SAM بسبب المعرفة القليلة عن بنية الخطأ العشوائي والبيانات النادرة. ان الـ SAM ليست نموذجاً إحصائيا ولا يمكن تقديرها بالاسلوب الذي يتم فيه التعامل مع النماذج الحصائية، حيث ان القضية ليست تحديد عملية تكون الخطا العشوائي، ولكن مشكلة التقدير هي في وجود أخطاء في القياسات، وان بيانات مثل قيم المعلمات للسنوات السابقة، والتي غالباً ما تتوفر عند تقدير الـ SAM، تقدم معلومات حول الـSAM الحالية، ولكن هذه المعلومة لا يمكن ان توضع في نموذج الانحدار القياسي. ولكن بالمقارنة مع النموذج القياسي، سيكون لدينا بيانات قليلة بالإضافة إلى المعرفة القليلة عن الأخطاء. ولكن بالمقابل لدينا الكثير من المعلومات بإشكال متنوعة حول المعاملات المطلوب تقديرها.

ولتضمين "الأخطاء في المتغيرات" ينبغي توسيع معيار CE ويتم ذلك بافتراض ان قيم المتغيرات المستقلة قد تم قياسها ولكنها تتضمن تشويش معين، مثل رفض تحديد أو تعريف "الأخطاء في المعادلات" على افتراض ان عملية التقدير تشمل بعضاً من تشويش. وبذلك نعيد كتابة الـ SAM والقيود المتسقة مع مجموع الصف والعمود كما يلي:-

$$Y = A\left[\bar{x} + e\right] = A\bar{x} + Ae \text{ -------- } (16)$$

$$Y = \bar{x} + e \text{ ---------- } (17)$$

حيث ان **Y** هو متجه الصف و χ مقدرة مع خطا عشوائي قدره **e** ، وهو متجه معلوم يمثل مجاميع العمود. وفي هذه الحالة، نفترض ان المجاميع الابتدائية للعمود في البيانات هي افضل تقديرات اولية. وبالمقابل نستطيع استخدام تقديرات بديلة، أي مجاميع اولية للصف ،كما في المعادلة **(17)** تعكس المتطلبات التي تجعل مجاميع العمود والصف متساوية[1]. ثم تحدد الاخطاء كمعدل موزون لثوابت معلومة وكما ياتي:

$$e_i = \sum_{(w)} W_{i(w)} \bar{V}_{i(w)} \text{ ---------- } (18)$$

بحيث ان الاوزان تتراوح بين الصفر والواحد وان مجموعها يساوي واحد

$$\sum_{(w)} W_{i(w)} = 1 \qquad 0 \le W_{i(w)} \le 1 \text{ ---------- } (19)$$

في عملية التقدير، فان الاوزان تعامل كاحتمالات مطلوب تقديرها. الثوابت $\bar{u}$ تعرف بـ "مجموعة الدعم او المساندة للاخطاء" وتستخدم العلامة **(-)** للاشارة الى انهن لسن متغيرات (عادة يجري اختيار مجموعة الدعم لتحقيق توزيع اولي متماثل مع عزوم لحظية تعتمد على عدد عناصر في المجموعة **w**) وبشكل عام، يكون من الممكن اضافة قيم اكثر من **w,u** لدمج معلومات كاملة اكثر حول توزيع الخطأ. وفي حالتنا، حددنا مجموعة دعم ذات ثلاثة عناصر وتوزيع اولي منتظم للاوزان. وقد حددت مجموعة الدعم لكي يكون

$-\bar{u}_3 = \bar{u}_1, \bar{u}_2 = 0$

وبتطبيق ما سبق على توزيع الخطأ، بمتوسط حسابي قدره صفر وبتباين مقداره

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{\omega} W_{\omega} \bar{\cup}_{\omega}^2$$

يمكن تحديد قيم اولية منفصلة لكل خطا، اذا رغبنا بذلك، لكن النقطة الأساسية هي انها مجرد قيم اولية وليس فرضية دائمة حول توزيع الخطأ.

وبالاعتماد على المعلومات حول حدود الخطأ، فان المعادلات **(17)** و**(18)**،**(19)** تضاف الى مجموعة القيود والمعادلة **(16)** تحل محل معادلة الـ**SAM** (المعادلة **3**) المشكلة هي ان المعادلة التي تعبر عن **SAM** هي معادلة غير خطية، وتشمل حاصل ضرب **e,A** وان مشكلة التدنية هي أيجاد مجموع **A** و**W** التي تدني الاخطاء الى اقل حد ممكن في الـ **CE**

$$I\left(A, W; \bar{A}\right) = \left[\sum_I \sum_J a_{i,j} \, In a_{i,j} - \sum_i \sum_j a_{i,j} \, In \bar{a}_{i,j}\right] +$$

$$\left[\sum_i \sum_{a\omega} W_{i\omega} In\omega_{i\omega} - \sum_i \sum_{\omega} W_{i\omega} In\eta\right] \text{ ---------- } (20)$$

ومقيدة بالمعادلات التي تكون فيها مجاميع الصف والعمود متساوية، وان قيم **A,W** تقع ما بين صفر وبين **1** (حيث ان **n** هي عدد العناصر في مجموعة دعم الخطا **W** مشيراً الى قيمة اولية منتظمة) واي تراكم اخر معلوم من المتطابقات او المتباينات .

المعادلة(20) تمت تدنيتها بالنسبة الى قيم A (معاملات SAM) وقيم W (الاوزان على حد الخطا)، حيث ان W تعامل كما تعامل A في عملية التقدير، وهنا نجد ان الحدود التي تشمل جميع قيم W يخصص لها اوزان متساوية لتعكس افضلية متساوية "للدقة" (لتقترب من A السابقة) في عملية تقدير المعلمات، وتوقعات(قيم W او حسن المطابقة للمعادلة حول مجاميع الصف والعمود)*

وهناك مصدر أخر لتقدير الخطا يمكن ان يظهر اذا كانت SAM الابتدائية، $\bar{A}$ هي بحد ذاتها SAM غير متوازنة أي ان الصفوف والاعمدة المتقابلة قد لاتكون متساوية هذه الحالة لا تغير اسلوب التقدير CE، ولكن تشير الى عدم امكانية الحصول على معيار صفري لـ CE لان الاولوية غير ممكنة والفكرة هي أيجاد SAM جديدة ممكنة .

سادسا: الاستنتاجات

من المناقشات السابقة يتبين ما ياتي:

1- ان طريقة C.E توفر الية مرنة ومتماسكة لتقدير مصفوفة حسابات قومية جديدة عند التعامل مع بيانات منقطعة وغير متناسقة وان هذه الطريقة تعد امتداداً منطقياً لطريقة R.A.S القياسية. والتي تفترض البدء في مصفوفة حسابات قومية اولية ومتناسقة ومعرفة مسبقة لمجاميع الصف والعمود.

2- ان هيكل طريقة C.E يسمح باستخدام مدى واسع من المعلومات المسبقة لاستخدامها بصورة كفوءة في التقدير استناداً الى نظرية المعلومات.

3- ان هذه المعلومات يمكن ان تكون باشكال مختلفة متضمنة العلاقات الخطية والغير الخطية، الاخطاء في المعادلات، واخطاء القياس.

4- ان طريقة C.E تعد كفوءة لانها تستخدم كل المعلومات التامة والمتاحة فقط، ولا تحشر اية معلومات افتراضية عند عملية التقدير.

5- ان هذه الطريقة تقدم امكانية هائلة للبدء في مصفوفة حسابات قومية غير متسقة وغير متوازنة لتقدير مصفوفة حسابات قومية جديدة.

6- على العكس من طريقة R.A.S التي تستخدم التحليل الساكن في التقدير فان طريقة C.E تعد طريقة متميزة لاستخدامها التحليل الحركي ليس فقط في التقدير وانما في تحديث البيانات فضلا عن الميزات الاخرى التي سبق ذكرها.

المصادر

1-Amos, Golam: Judge George: and Miller Douglas, Maximum Entropy Econometrics Robust Estimation with Limited Date .(John Wiley and sons).1996.

2-A.Zellner, Optimal Information processing and Bays theorem .1988,America Statistician 42,278-84.

3-Amos.Golan,George.Judge.and Shenan Robinson, Recovering information form in complete or partial multisectoral economic data, 1994, Review, of economic and statistics 76,541-9.

4-C.E. Shannon A Mathematical theory of communication (1948) Bell System technical Journal 27,379- 423

5-G Pyatt, The SAM Approach in retrospect and prospect, University of Warwick, 1987

6-Jaget. Narain Kapur, K.Kesavan, Entropy optimization principles with applications (Academic press), 1992

7-Henri . Theil , Economic and Information Theory (North Holland) , 1967

8-S.Kull Back, and R.A Leibler, on information and sufficiency .Ann. (1951) Math, stat, 4, 99-111.

9- ج. بينار، قنوات المبادلات الدولية والتخطيط المفتوح، الاقتصاد التطبيقي، 1963.

10 – النماذج التوقعية الخاصة بقنوات المبادلات الدولية وهيكلها، منشورات C.E.P.R.E.L. ، العدد الخامس، تشرين الاول 1965.