جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومى

سلسلة مذكرات خارجية

مذكرة خارجية رقم (١٦٢٧)

تقدير دوال الإنتاج لقطاعات الاقتصاد المصرى الرئيسية

(دراسة فى منهجيات القياس)

إعداد

د. عبد الحميد سامى القصاص

مايو ٢٠٠٥

جمهورية مصر العربية – طريق صلاح سالم – مدينة نصر – القاهرة – مكتب بريد رقم ١١٧٦٥

A.R.E Salah Salem St. Nasr City , Cairo P.O.Box : 11765

تقدير دوال الإنتاج لقطاعات الاقتصاد المصري الرئيسية
(دراسة في منهجيات القياس)

إعداد

د. عبد الحميد سامي القصاص

مدير مركز التنبؤ الاقتصادي و نماذج التخطيط

معهد التخطيط القومي- مدينة نصر- ص.ب. ١١٧٦٥- القاهرة

Email : kassas44@hotmail.com

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
١- مقدمة	١
٢- أنواع دوال الإنتاج	٢
٣- منهجيات تقدير معلمات الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة	٥
٣-١ الصيغة الخطية لكمنتا	٥
٣-٢ صيغة الانحدار غير الخطي	٧
٣-٣ صيغة البرمجة غير الخطية	٧
٣-٤ صيغة برنامج *EasyReg*	٨
٤- تحليل النتائج و اختيار أفضل دوال إنتاج للقطاعات المختلفة	١٠
٤-١ تحليل نتائج المعلمات و المرونات	١٣
٤-٢ أفضل دوال إنتاج لقطاعات الاقتصاد المصري	١٩
٥- الخلاصة و التوصيات	٢٧
المراجع	٢٩

١- مقدمة

تمثل دوال الإنتاج أهمية خاصة في التنبؤ بالإنتاج و الناتج وكذلك بعض المتغيرات الاقتصادية الأخري. فدوال الإنتاج تمثل مقطعاً رئيسياً في النماذج الاقتصادية الكلية تُحسب منها و تُبني عليها معظم المتغيرات الاقتصادية الأخري ، التي يمكن حسابها من خلال نموذج اقتصادي. و بالرغم من ذلك فإن معظم النماذج الاقتصادية التي تم تطويرها لحالة مصر لم تولي اهتماما لتقدير معلمات و مرونات دوال الإنتاج إحصائيا – كما هو الحال بالنسبة للدوال الأخرى – و اعتمدت معظم هذه النماذج و النتائج والتنبؤات المعتمدة عليها علي معلمات و مرونات تم استعارتها من دراسات أو تقديرات دول مشابهة ، و هو ما يؤثر علي مصداقية و دقة نتائج تلك النماذج.

و عليه فإن الباحث في هذه الدراسة يسعى إلى الحصول علي أفضل تقدير لدوال إنتاج القطاعات الرئيسية للاقتصاد المصري، و ذلك من خلال قياس العديد من صيغ دوال الإنتاج و المفاضلة بينهما بغرض الحصول علي أفضل تقدير لمعلمات و مرونات دوال الإنتاج من التقديرات المختلفة. و سوف يتم التركيز علي الدوال ذات صيغ مرونة الإحلال الثابتة Constant Elasticity of Substitution (CES) و كوب و دوجلاس Cobb-Douglas ، حيث عوامل الإنتاج هي رأس المال و العمل (أو الأجور كبديل للعمالة). و لقد تم أخذ الأجور في الاعتبار لأنها في الواقع صورة أخرى من صور التعبير عن العمالة – حيث الأجور هي حاصل ضرب العمالة في متوسط الأجر– و هي نسبة من الناتج ، بالإضافة الي أنها تميز بين العاملين حسب مستوي الكفاءة و المهارة من خلال اختلاف الأجور. علما بأن الإتجاه الحديث الآن هو تقدير دوال الإنتاج بدلالة رأس المال المادي و رأس المال البشري (بدلاً من العمالة) نظراً لأن رأس المال البشري يميز بين العمالة من حيث المعارف و الخبرات و المهارات التي إكتسبوها من خلال التعليم و التدريب بدلاً من مجرد عدد العاملين.

الجدير بالذكر أن الباحث يود إحاطة القارئ أن هذه الدراسة هي دراسة في منهجيات القياس لدوال الإنتاج و ليست دراسة قياسية أو اقتصادية ، لذلك لم يعطي الباحث مساحة للتحليل الإقتصادى للنتائج.

و بشكل عام ينقسم هذا البحث إلي ثلاثة مباحث رئيسية تلي المقدمة ، بالإضافة إلى التوصيات. ففي المبحث الثاني يتم إلقاء الضوء علي الأشكال المختلفة لدوال الإنتاج الاقتصادية. أما المبحث الثالث فقد خصص لعرض أهم منهجيات تقدير الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة التي وردت بالأدبيات. ثم يجئ تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من تجارب الحاسب وما تم التوصل إليه من أفضل دوال إنتاج للقطاعات

الرئيسية في الاقتصاد المصري. و أخيراً تم تلخيص أهم النتائج التي توصل إليها البحث ، كما تم اقتـراح مجموعة من التوصيات لمزيد من البحث مستقبلاً.

٢- أنواع دوال الإنتاج

دالة الإنتاج هي علاقة رياضية للتعبير الكمي عن حجم أو قيمة الإنتاج بدلالة عوامل الإنتاج (مثل: العمالة ، رأس المال و الموارد الطبيعية) و التي تأخذ الصورة العامة التالية :

$$Y = f(X_1, \ldots, X_n)$$

حيث :

Y مؤشر كمي للإنتاج

X_i مؤشر كمي لعامل الإنتاج المستخدم i ($i = 1,\ldots,n$)

و تعتبر دالة كوب و دوجلاس من أشهر و أكثر صيغ دوال الإنتاج استخداماً في الماضي (أنظر : [7]). و لكن بعد ظهور الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة CES في السـتينات (أنظـر: [4]) تراجـع استخدام دالة كوب و دوجلاس ، نظراً لأن دالة مرونة الإحلال الثابتة تمثل الصيغة العامة لدوال الإنتاج ، في حين تمثل الدوال الأخرى شائعة الاستخدام ، و منها كوب و دوجلاس، حالات خاصة منها (للمزيد من المعلومات عن دوال الإنتاج يمكن الرجوع على سبيل المثال إلى المراجع : [8], [14], [15] and [16] ,[9], [10], [11],) .

والمعادلة رقم (١) تبين شكل الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة في حالة عاملين من عوامل الإنتاج و هما في هذه الحالة العمل L و رأس المال K.

$$Y = \gamma \cdot [\delta . L^{-\rho} + (1 - \delta). K^{-\rho}]^{-\mu/\rho}, \qquad \rho \geq -1, 0 \leq \delta \leq 1, \gamma > 0, \mu > 0 \qquad (1)$$

حيث :

γ معلمة الكفاءة

δ معلمة التوزيع (نسبة مساهمة العمالة)

μ معلمة درجة التجانس

ρ معلمة الإحلال (وهي مقياس لمدي سهولة الإحلال بين عوامل الإنتاج)

σ مرونة الإحلال الثابتة ($\sigma = 1/(1+\rho)$) : هي مقياس لنسبة التغير في نسب استخدام المدخلات – عوامل الإنتاج– استجابة للتغير النسبي في أسعارها. فعلي سبيل المثال : اذا زاد السعر النسبي للمدخل i إلى المدخل j بنسبة ١٠% فإن نسبة المدخل i الي المدخل j سوف تقل بنسبة قدرها σ * ٠,١٠

L العمالة

K رأس المال

Y الناتج المحلي الإجمالي

و تتحدد معظم الدوال الأخري كحالات خاصة من الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة بناءً علي قيمة معلمة الإحلال ρ علي النحو التالي (كما هو موضح بالشكل رقم (١)) :

أ- **في حالة** $\rho = 0$ **فإن** $\sigma = 1$ (إحلال غير تام بين عوامل الإنتاج) وبالتالي تتحول الدالة (١) إلى دالة كوب و دوجلاس التالية :

$$Y = A_t . L^{\alpha} . K^{\beta} \qquad (2)$$

ب- **في حالة** $\rho = -1$ **فإن** $\sigma = \infty$ (إحلال تام بين عوامل الإنتاج) وبالتالي تتحول الدالة (١) إلى الدالة الخطية الموضحة بالمعادلة (٣).

$$Y = \alpha \cdot L + \beta \cdot K \qquad (3)$$

ج- **في حالة** $\rho = \infty$ **فإن** $\sigma = 0$ (ليس هناك إحلال بين عوامل الإنتاج) وبالتالي تتحول الدالة (١) الي دالة ليونتيف الموضحة بالمعادلة (٤).

$$Y = Min(\alpha \cdot L , \beta \cdot K) \qquad (4)$$

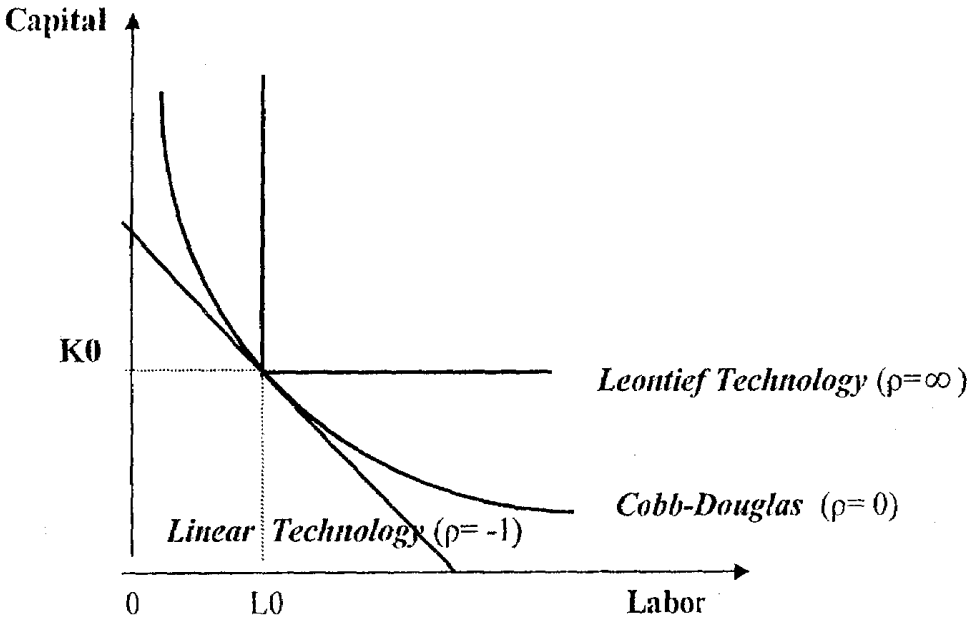
حيث :

A_t مقياس للتقدم التكنولوجي في الفترة الزمنية t

β ، α معلمات

L ، K ، Y كما هي معرفة سابقاً

شكل (١) الحالات الخاصة للدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة



و بشكل عام سوف يتم التركيز في هذا البحث علي تقدير دالة كوب و دوجلاس والدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة بإستخدام طرق مختلفة. بالنسبة لدالة كوب و دوجلاس فسوف يتم تقديرها باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS مع التفرقة بين حالتين : ١- الحالة الأولي : مجموع المرونات $(\alpha + \beta) \neq 1$ وفيها سوف يتم تحويل الدالة الي الشكل اللوغاريتمي و تقديرها بأسلوب الإنحدار الخطي ، ٢- الحالة الثانية : مجموع المرونات $(\alpha + \beta) = 1$ ، وفيها سوف يتم تقدير الدالة بأسلوب الإنحدار غير الخطي المشروط لبرنامج SPSS.

أما تقدير الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة فهي تحتاج الي معالجة مختلفة و لذلك فقد تم تخصيص المبحث التالي لها.

٣- منهجيات تقدير معلمات الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة

فيما يلي عرض لأهم المنهجيات المستخدمة – والمتاحة بالأدبيات– في تقدير معلمات دالة الإنتاج ذات مرونة الإحلال الثابتة. ففي هذا المبحث سوف يتم تناول طرق تقدير دالة مرونة الإحلال الثابتة من خلال أربعة صيغ مختلفة للدالة و تشمل :

١- الصيغة الخطية لكمنتا
٢- - صيغة الانحدار غير الخطي
٣- صيغة البرمجة غير الخطية
٤- صيغة برنامج EasyReg

أما بخصوص طرق التقدير فقد أستخدم الباحث أسلوب الانحدار غير الخطي المشروط لتقدير معلمات الصيغتين الأولي و الثالثة للدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة ، كما تم استخدام برنامج General Algebraic Modelling System (GAMS) الخاص بحل مشاكل البرمجة الرياضية في تقدير معلمات الدوال في صيغة البرمجة غير الخطية. أما بالنسبة لـ"وال في صيغة برنامج EasyReg فيمكن تقدير معلماتها من خلال البرنامج الإحصائي الجاهز EasyReg. وفيما يلي ملخص مختصر عن الصيغ المختلفة.

٣-١ الصيغة الخطية لكمنتا

تعتمد منهجية Kmenta (أنظر : [13]) علي تحويل المعادلة (١) الي الشكل اللوغاريتمي الموضح بالمعادلة (٥). ثم استخدام مفكوك سلسلة تيلور من الدرجة الثانية لإيجاد تقريب للدالة (٥) لتصبح علي الصورة (٦).

$$\ln Y = \ln \gamma - \frac{\mu}{\rho}\ln[\ \delta . L^{-\rho} + (1-\delta).K^{-\rho}\ ] \qquad (5)$$

$$\ln Y = \ln\gamma + \mu\delta \ln L + \mu(1-\delta)\ln K - \frac{1}{2}\rho\mu\delta(1-\delta)[\ln(L/K)]^2 \qquad (6)$$

أو بصياغة أخري

$$\ln Y = \ln\gamma + \mu \ln K + \mu\delta \ln(L/K) - \frac{1}{2}\rho\mu\delta(1-\delta)[\ln(L/K)]^2 \qquad (7)$$

و بعد الحصول علي احدي المعادلتين (٦) أو (٧) يمكن تقدير قيم المعلمات باستخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد من خلال أحد برامج التحليل الإحصائي الجاهزة (فمثلا في حالة المعادلة (٧) يكون المتغير التابع هو Ln Y بينما المتغيرات المفسرة هي : Ln L, Ln (L/K), and $(Ln(L/K))^2$). و لكن للأسف هناك قيود علي معلمات الدالة ($\rho \geq -1, 0 \leq \delta \leq 1, \gamma > 0, \mu > 0$) وهو ما يصعب صياغتها في حالة الانحدار الخطي و هو ما حدا بالباحث الي استخدام أسلوب الانحدار الغير خطي المشروط للتعبير عن هذه القيود.

و لقد تم تطبيق هذه الطريقة كأحدي المنهجيات لتقدير معلمات دالة الإنتاج ذات مرونة الإحلال الثابتة للقطاعات المختلفة و ذلك من خلال أسلوب الانحدار غير الخطي – الذي يتم تقديرة بطريقة Sequential quadratic programming – للبرنامج الإحصائي SPSS 10.0.

علماً بأن هذه الطريقة تحتاج إلى وضع قيم ابتدائية و بعض القيود علي معلمات معادلة الانحدار غير الخطي. و بشكل عام كلما تم اختيار قيم ابتدائية مناسبة للمعلمات كلما تم الحصول علي قيم تقاربيه للمعلمات. كما أنة في بعض القطاعات – إذا لم يتم الحصول علي تقديرات جيدة – يحتاج الأمر إلي تغيير القيم الابتدائية و إعادة تشغيل البرنامج مرة أخري ، فمثلاً بدلا من وضع $\delta = 0.5$، يتم تجربة عدة قيم لـ δ و خاصة $\delta < 0.5$ أو $\delta > 0.5$ ، و يتم رصد النتائج و إجراء المقارنات ، حتي يتم الحصول علي أفضل تقدير.

و فيما يلي القيم الابتدائية و القيود التي تم استخدامها في تقدير الدالة :

القيم الابتدائية	القيود
$\gamma = 1$	$\gamma > 0$
$\delta = 0.5$	$0 \leq \delta \leq 1$
$\rho = 1$	$\rho \geq -1$
$\mu = 1$	$\mu > 0$

٣-٢ صيغة الانحدار غير الخطي

و تتمثل منهجية هذه الطريقة في استخدام و تقدير دالة مرونة الإحلال الثابتة التالية (و الموضحة بالمعادلة (١)) دون أي تحوير، من خلال أسلوب الانحدار غير الخطي لأحد البرنامج الإحصائية الجاهزة.

$$Y = \gamma \cdot [\delta . L^{-\rho} + (1-\delta). K^{-\rho}]^{-\mu/\rho} , \qquad \rho \geq -1, 0 \leq \delta \leq 1, \gamma > 0, \mu > 0$$

و لقد تم تقدير هذه المعادلة بنفس الأسلوب المستخدم في صيغة كمنتا من خلال البرنامج الإحصائي SPSS 10.0 ، كما تم استخدام نفس الشروط الابتدائية و القيود الموضوعة علي معلمات الدالة و الموضحة سابقاً .

٣-٣ صيغة البرمجة غير الخطية

تعتمد منهجية هذه الطريقة (المقترحة بواسطة : [12]) علي تحويل الدالة ذات مرونة الإحلال الثابتة الي دالة الإنتاج الموضحة بالمعادلة رقم (٨) ، ثم يتم تقدير معلمات المعادلة من خلال صياغة المشكلة في صورة نموذج برمجة غير خطية – يتم حله علي الحاسب باستخدام أحد برمجيات البرمجة الرياضية. و فيما يلي هيكل النموذج المستخدم :

$$\underset{\gamma, \delta, \rho, \nu}{\text{Minimize}} \ \sum \mathbf{r}_t^2$$

Subject to:

$$\mathbf{\ln Y_t = \ln \gamma - \frac{\mu}{\rho} \ln [\delta . L_t^{-\rho} + (1-\delta). K_t^{-\rho}] + r_t} \qquad , t = 1, \ldots, n \qquad (8)$$

حيث :

- **دالة الهدف** : هي أصغر قيمة لمربعات الأخطاء (أو البواقي) r .
- **قيود النموذج** : صيغة دالة الإنتاج الموضحة بالمعادلة رقم (٨) .
- **متغيرات النموذج** : هي معلمات دالة الإنتاج : γ, μ, ρ and δ .