دراسة مقارنة لنماذج قياس معامل التغير التكنولوجى فى الزراعة المصرية

د/أيمن محمد محمد أبوزيد دكتور/ أحمد محمد صلاح الخولى دكتور/ حسن نبيه إبراهيم أبوسعد

قسم الاقتصاد الزراعى، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

مقدمة

يعد قطاع الزراعة من القطاعات الهامة بالمقتصد المصرى حيث بلغت قيمة الناتج الزراعى الإجمالى نحو مائه مليار جنيه عام ٢٠٠٥ مثلت نحو ١٥% من قيمة الناتج القومى الإجمالى[1]، ويعزى جزء لا يستهان به من نتائج التنمية الزراعية الرأسية والأفقية في مصر إلى استخدام مختلف الأساليب التكنولوجية الحديثة في كل من الإنتاج النباتى والحيوانى والسمكى، وتعد طرق تقدير الزيادة في الناتج الزراعى والتى تعزى إلى التغير التكنولوجى من عدمه من الموضوعات الهامة التى نالت الإهتمام خلال الآوانه الأخيرة، وهناك العديد من المجالات الزراعية التى شهدت ومازالت تشهد تغيرات تكنولوجية واسعة النطاق تحتاج تقديرها وتقييمها بكل دقه، ذلك للتعرف على آثارها على كل من المزارع وقطاع الزراعة، مما يساعد على رسم محاور جديدة لسياسات التنمية الزراعية ووضع التوصيات اللازمة أمام متخذى القرار.

ونظراً لأهمية دور التغير التكنولوجى فى الزراعة المصرية فقد تعددت الدراسات المتعلقة به، وقد جاءت هذه الدراسات فى موضوعات كثيرة منها ما يتعلق بمفهوم التكنولوجيا والتغير التكنولوجى بالإضافة إلى الأنواع المختلفة للتكنولوجيا، كما أن بعض هذه الدراسات حاولت وضع أسس وطرق مختلفة لقياس التغير التكنولوجى، إلا أن الملاحظ فى معظم هذه الدراسات أنها قامت بشكل أو بآخر بقياس هذا التغير في ضوء طريقة معينة وفى ضوء توافر

---

(1) مركز معلومات مجلس الوزراء، موقع مركز معلومات مجلس الوزراء على شبكة المعلومات الدولية، البيانات الاقتصادية، ٢٠٠٧.

بيانات معينة، وذلك بهدف التعرف على خصائص ومعالم التغير التكنولوجى وبالتالى تفهم جوانبه المختلفة.

المشكلة البحثية

يعد قياس التغير التكنولوجى بمعالمه المختلفة بشكل دقيق ووفقاً للأسس والقواعد الاقتصادية من أهم المتطلبات والمعطيات لكثير من متخذى القرار على مستوى القطاع الزراعى والذى مر بالعديد من التغيرات التكنولوجية سواء على مستوى القطاعات الفرعية به أو على مستوى الأنشطة النباتية والحيوانية، كما أن قياس التغير التكنولوجى يعد من الأهمية بمكان للوقوف على واقع ذلك التغير وما ترتب عليه من آثار ومعرفة الوضع الراهن والمأمول من هذا النوع من التغير في الفترة القادمة .

وتكمن المشكلة البحثية أساساً فى تعدد مناهج وطرق وأساليب قياس التغير التكنولوجى الأمر الذى يؤدى إلى تعدد النتائج والتقديرات المتحصل عليها عند القياس. وعلى الرغم من قياس نفس المعالم باستخدام نفس المتغيرات، إلا أن النتائج المتحصل عليها تختلف بإختلاف طرق القياس مما يؤدى إلى تضارب تقديرات معالم التغير التكنولوجى، كما يعد إهمال وعدم تحديد نوع وشكل التغير التكنولوجى المراد قياسة من المشاكل التى تؤدى إلى هذا التضارب من جهة ثانية، وتعد طبيعة المتغيرات المستخدمة فى القياس أحد مصادر التضارب فى التقديرات من جهة ثالثة مما يؤدى إلى تضارب شديد وتعدد فى تقديرات معالم التغير التكنولوجى.

هدف الدراسة

تستهدف هذه الدراسة حصر المناهج والطرق والأساليب المختلفة فى تقدير التغير التكنولوجى بأشكاله المختلفة، ثم تقدير معالم التغير التكنولوجى باستخدام أكثر هذه الطرق شيوعاً، ومقارنة النتائج المتحصل عليها إحصائياً لاستنتاج وجود فروق معنوية بين الطرق المختلفة فى القياس من عدمه، وذلك لوضع حد للتضارب وعدم الدقة فى تقديرات معالم التغير التكنولوجى وبالتالى الاستناد إلى أنسب الطرق التى يجب استخدامها عند تقدير معالم التغير التكنولوجى.

مصادر المعلومات والبيانات

تم الاستناد إلى الكثير من البيانات الثانوية سواء البيانات الإحصائية المنشورة والغير منشورة بمطبوعات ومذكرات وتقارير وسجلات كل من وزارة التخطيط، والجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء، ووزارة الزراعة واستصلاح الأراضى، ووزارة الرى، بجانب الاستناد إلى بيانات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، بالإضافة إلى الإطلاع على الكثير من المراجع العربية والأجنبية بجانب الإطلاع على الدراسات المتخصصة بالمجلات والدوريات العلمية العالمية والعديد من رسائل الماجستير والدكتوراه ذات الصله بموضوع الدراسة.

الطريقة البحثية

حتى يمكن تحقيق الأهداف البحثية فقد اعتمدت الدراسة على حصر المناهج والطرق والأساليب المختلفة فى تقدير التغير التكنولوجى بأشكاله المختلفة، ثم تقدير معالم التغير التكنولوجى باستخدام أكثر هذه الطرق شيوعاً، ومقارنة النتائج المتحصل عليها إحصائياً لاستنتاج وجود فروق معنوية بين الطرق المختلفة فى القياس من عدمه، وذلك باستخدام طرق التحليل الإحصائى الوصفى لتوصيف العديد من متغيرات الدراسة بغرض التعرف على طبيعية وشكل هذه المتغيرات،كما اعتمدت الدراسة على استخدام طرق التحليل الكمية في العديد من نقاط البحث بالدراسة، وكذا أسلوب الانحدار المتعدد في تقدير دوال الإنتاج بالإضافة إلى استخدام أسلوب الفرق بين متوسطين (إختبار (t)) لمقارنة الأزواج.

ونتيجة عدم توافر بيانات عن الإنتاج الزراعى بشكل أكثر تفصيلاً على مستوى المزارع ذات السعات الإنتاجية المختلفة والتى يمكن من خلالها قياس التغير التكنولوجى المتضمن والذى يلزم قياسه توافر سجلات مزرعيه لعدد كبير من المزارع خلال فترة زمنية طويلة، لذلك فإن الدراسة تقوم على تقدير التغير التكنولوجى الغير متضمن بالعناصر باستخدام ما يمكن تقديره من الطرق وذلك باستخدام متغيرات الدراسة خلال الفترة من عام ١٩٧٢ وحتى عام ٢٠٠٥.

مجالات الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على تقدير التغير التكنولوجى باستخدام أربع من طرق قياس التغير التكنولوجى (أكثر طرق قياس التغير التكنولوجى شيوعاً) بالنسبة للزراعة ككل بجانب قياسه على مستوى قطاعات الإنتاج النباتى والحيوانى والسمكى أيضاً يتم القياس على مستوى بعض الأنشطة النباتية خاصة المحاصيل الحقلية التالية :القمح - الأرز - الأذرة الشامية - القطن - قصب السكر - الأذرة الرفيعة - الأذرة النيلى- الفول السودانى - العدس - الفول البلدى - الطماطم - البطاطس - السمسم - الحمص، وذلك لأهمية هذه المحاصيل سواء على مستوى المساحة المزروعة أو بسبب الأهمية من حيث التوسع الرأسى وأيضا الأهمية على الصعيد التصديرى أو الاستيرادى، وبالتالى فقد تم تقدير التغير التكنولوجى لبعض الأنشطة النباتية دون محاصيل الفاكهة ودون الأنشطة الحيوانية وذلك لعدم توافر بيانات عن تكاليف الإنتاج لتلك الأنشطة خلال فترة الدراسة.

الاطار النظرى وبعض المفاهيم للتغير التكنولوجى

اعتمدت العديد من الدراسات التى تمت فى مصر لقياس التغير التكنولوجى على تفسيره على أنه عبارة عن الانتقال الحادث فى دالة الإنتاج، إلا أن هذا غير صحيح حيث أن الانتقال فى دالة الإنتاج عبارة عن شقين أحدهما راجع إلى التغير التكنولوجى والآخر راجع إلى كفاءة عناصر الإنتاج، ويعبر التغير التكنولوجى[٢] عن التقدم فى المعرفة دون توفير معلومات أكثر من المتاحة بالفعل، بل يشترط توفر المعرفة الخاصة بكيفية استخدام تلك المعلومات وتوفر جزء من التنظيم الذى يزيد من فاعلية استخدام المعلومات،ويرى العديد من الاقتصاديين أن التغير

(2) Edwin Mansfield, Technological Change ,Introduction to a vital area of Modern Economic " W.W. Norton Company ,Inc ., 1971.

التكنولوجى هو عملية تلقائية، غير قابلة للتوقف أو التحكم فيها. ويشير التغير التكنولوجى أيضا[٣] إلى تطبيق المعلومات والمعارف العلمية الجديدة فى طرق الإنتاج لأي نشاط اقتصادى.

و تبرز أهمية دراسة التغير التكنولوجى[٤] بسبب ندرة الموارد وعلى ذلك فان التغير التكنولوجى يسمح بالحصول على إنتاج أعلى بنفس القدر من تلك الموارد وبالتالى يحصل المجتمع على منافع أكثر، ولكن نتيجة للتغير التكنولوجى يكون هناك رابحين وخاسرين كما أن تكاليف ذلك التغير قد تكون مرتفعة. كما أن التغير التكنولوجى له تأثيرات على القطاعات المختلفة فعلى سبيل المثال فإن هذا التغير التكنولوجى يؤثر فى قطاع الزراعة على كل من الدخل، والعمالة الزراعية،و المدخلات الإنتاجية، وأسواق المنتجات، كما يؤثر أيضا على البنية التحتية للقطاع الزراعى. وفى جانب المستهلكين للسلع والمنتجات الزراعية فإنه يؤثر على كل من الكمية والجودة والأسعار، ومن ناحية ثالثة فإن التغير التكنولوجى أدى إلى هجرة جزء من العمالة الزراعية إلى بعض القطاعات الأخرى مما أثر على كل من الدخل القومى والتجارة.

أما بالنسبة لمصادر التغير التكنولوجى فهى كثيرة ومتنوعة ويمكن حصرها فى التحسن فى نوعية المدخلات (الأرض- رأس المال – العمل – الإدارة ....). ويمثل كل من عنصرى الأرض ورأس المال الثابت ما يمكن أن يطلق عليه رأس المال الطبيعى، والذى يتم التحسين فى نوعيته من خلال التوسع فى مشروعات البنية التحتية. بينما يطلق على كل من عنصرى العمل والإدارة رأس المال البشرى، والذى يتم التحسين فيه من خلال التعليم والتدريب. وكنتيجة لكل من الاستثمار فى كل من رأس المال الطبيعى ورأس المال البشرى يتم التحسين المستمر فى معدلات النمو الاقتصادى والإنتاجية الكلية للموارد[٥] بالإضافة إلى الاستثمار فى البحث والتطوير كوسيلة من وسائل خلق التكنولوجيا الجديدة.

([3]) Hans P. Binswagner and Vernon W. Ruttan, Induced Innovation technology, Institutions and Development, The Johns Hopkins University press, 1978.

([4]) Loren Tauer , Technical (Technological) Change, Why are we interested in technical change?, Cornell University, 2002 .

([5]) Total Productivity

يحدث التغير التكنولوجى بطريقتين أساسيتين[٦] الأولى بانتقال دالة الإنتاج إلى أعلى عن مستواها الحالى وبالتالى تحقيق أكبر قدر ممكن من الناتج من نفس القدر من عناصر الإنتاج المستخدمة، أما الطريقة الثانية فهى التى تحدث من خلال التأثير على عملية إحلال المورد وزيادة العائد من استخدام عنصر إنتاجي محدد، حيث تؤدى إلى تغيير فى المعدلات الحدية للإحلال وانتقال هذه المعدلات إلى مستوى أفضل من سابقتها، إلا أن انتقال الدالة الإنتاجية قد يكون متحيزاً لصالح أحد عنصرى الإنتاج (رأس المال أو العمل) أو قد يكون محايداً. ولتفهم عملية تحيز التغير التكنولوجى فإن الأمر يستلزم استعراض بعض المفاهيم الاقتصادية التى ترتبط بالتحسن فى الإنتاج ويمكن أن تعكس حاله من حالات التغير التكنولوجى و نظيرتها التى لا تعكس تغيراً تكنولوجياً.

أما لمفهوم التغير التكنولوجى المتضمن والغير متضمن[٧] فيمكن توضيحه من خلال إنتقال داله الإنتاج ونسبة النواتج الحدية، فإذا أدى التغير التكنولوجى[٨] إلى إنتقال داله الإنتاج مع بقاء نسبة الإنتاجية الحدية للعناصر الإنتاجية دون تأثر، أى أن التأثير يكون فقط فى الجزء الثابت من الدالة الإنتاجية فإن التغير فى هذه الحالة هو تغير تكنولوجى محايد لهيكس، وفى هذه الحالة وطالما أن نسب الإنتاجية الحدية للمتغيرين لا تتغير فإن التغير التكنولوجى هنا يسمى تغير تكنولوجى غير متضمن والتغير عبر الزمن يكون في ثابت الداله دون التغير فى الإنتاجية الحدية لأى من عنصرى الإنتاج أما التغير التكنولوجى المتضمن فيأخذ أحد ثلاث أشكال تغير تكنولوجى متضمن فى عنصر العمل وتغير تكنولوجى متضمن فى عنصر رأس المال وأخيراً تغير تكنولوجى متضمن فى كل من العمل ورأس المال.

بالنسبة للتغير المتضمن فى عنصر العمل فإن التغيرات الإنتاجية تكون ناتجة عن التغير فى الإنتاجية الحدية لعنصر العمل عبر الزمن، أما فى حالة التغير التكنولـوجى المتـضمن فـى عنصر رأس المال فإن التغيرات الإنتاجية تكون ناتجة عن التغير فى الإنتاجية الحدية لرأس المال

---

(6) J .J van Duijn ' the Long wave in Economic Life 'Mackays of chatham Ltd, Great Britain ,1983.

(7) Disembodied and Embodied Technological Change

(8) بافتراض نسب مزج ثابتة بين كل من العمل ورأس المال

عبر الزمن وفى حالة التغير التكنولوجى المتضمن فى كل من عنصرى العمل ورأس المال فـإن التغيرات الإنتاجية تكون محصلة للتغير فى الإنتاجية الحدية لكل من العمل ورأس المـال عبـر الزمن.

وحيث أن التغير التكنولوجى المتضمن تم إدخاله فى عناصر الإنتاج نفسها فيجب تعديل وحدات قياس عناصر الإنتاج من الوحدات الفيزيقية إلى وحدات الكفاءة ،كما يجب أن يؤخذ فـى الاعتبار أن مفهوم الحيادية سوف يعرف استناداً إلى وحدات الكفاءة وبالتالى فإن المعدل الحـدى للاستبدال بين العناصر المعرفة بوحدات الكفاءة تظل ثابتة بما يحقـق مفهـوم حياديـة التغيـر التكنولوجى المتضمن.

مناهج وأساليب وطرق قياس التغير التكنولوجى

يمكن التعبير عن التقدم التكنولوجى بأنة انتقال منحنى الإمكانيات الإنتاجية إلى وضع أفضل[9]، وبافتراض أن (t) تشير إلى دليل يعكس التغير التكنولوجى، فان منحنى الإمكانيات الإنتاجية يمكن كتابته على النحو الوارد بالمعادلة (١):

$$Y = F(X,t) \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث

Y : متجه قيمة الإنتاج الكلى

X : متجه عناصر الإنتاج

t : متجه متغير الزمن

وعلى ذلك فإنه يمكن تعريف التغير التكنولوجى على أنه المعامل الخاص بالمتغير(t) فى المعادلة (١) والذى يؤثر على العلاقة بين كل من مدخلات عناصر الإنتاج والمخرجات الإنتاجية، ومن ثم يمكن القول أن هناك تغيراً تكنولوجياً إذا كان ($\partial F/\partial t \neq 0$) وذلك عند الانتقال من (t_1) إلى (t_2) وعلى ذلك فإذا كانت ($\partial F/\partial t \rangle 0$) يقال أن هناك تقدما تكنولوجيا

([9]) R. M. Solow, "Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth," American Economic Association, Papers, May 1962.

وهذا يتضمن الحصول على مخرجات إنتاجية أعلى بنفس القدر من عناصر الإنتاج، فى حين إذا كانت ($\partial F/\partial t\langle 0$) فيقال أن هناك تدهورا تكنولوجياً، ويعنى ذلك انه يمكن الحصول على إنتاج أقل بنفس القدر من العناصر الإنتاجية، ووبالتالى فإن معدل التغير التكنولوجى يقيس نسبة التغير فى المخرجات التى ترجع إلى التأثير الجزئى لمعامل التغير التكنولوجى(t) ويحسب معدل التغير التكنولوجى من العلاقة:

$$[\partial F(X,t)\partial t]/y = \partial Ln\ F(X,t)/\partial t$$

و يمكن قياس معدل التغير التكنولوجى من خلال أحد المناهج الثلاثة التالية:

أولاً: تقدير معدل التغير التكنولوجى باستخدام داله الإنتاج

باستخدام دالة الإنتاج على الصورة الواردة بالمعادلة (١) والتى يمكن منها اشتقاق المعدل السنوى للتغير التكنولوجى على النحو التالى :

$$[\partial Ln\, F(X,t)/\partial t] \quad \text{.......(1-a)}$$

ثانياً تقدير معدل التغير التكنولوجى باستخدام دالة التكاليف

يتم ذلك بتقدير دالة التكاليف على الصورة الواردة بالمعادلة (٢):

$$C = c(p_X, y, t) \quad \text{.......(2)}$$

حيث (C) تشير إلى تكاليف الإنتاج في حين تشير (p_X)الى أسعار العناصر الإنتاجية (X) وتشير (y) إلى حجم الإنتاج أما (t) فهو متغير الزمن والذى يعكس التغير التكنولوجى.

والتى يمكن استخدامها فى اشتقاق المعدل السنوى للتغير التكنولوجى في الصورة التالية:

$$\partial C(p_X, y, t)/\partial t = -[\partial C(p_X, y, t)/\partial y][\partial F(X,t)/\partial t] \quad \text{.......(2-a)}$$

ثالثا: تقدير معدل التغير التكنولوجى باستخدام دالة الأرباح

بتقدير دالة الأرباح على الصورة الواردة بالمعادلة (٣):

$$\pi = \pi(p_y, p_X, t) \quad \text{.......(3)}$$

حيث (π) تشير إلى قيمة الأرباح في حين تشير (p_y) الى أسعار المنتج (y) في خين تشير (p_x) الى أسعار العناصر الإنتاجية (X)أما (t) فهو متغير الزمن والذى يعكس التغير التكنولوجى والتى يمكن استخدامها فى اشتقاق المعدل السنوى للتغير التكنولوجى في الصورة التالية:

$$\partial\pi(p_X, p_y, t)/\partial t = [\, p_y \partial f(X,t)/\partial t \quad \text{.....(3-a)}$$

ويتضح من استعراض المناهج الثلاثة المختلفة لتقدير معدلات التغير التكنولوجى أن المنهج الأول والذى يستند إلى داله الإنتاج هو أهم هذه المناهج وأكثرها شيوعاً من حيث الاستخدام وسهولة توفر البيانات والمعلومات المطلوبة لإجراء مختلف التقديرات الخاصة بالتغير التكنولوجى. وبناء على ذلك فسوف يتم عرض الأساليب المختلفة الخاصة بالمنهج الأول والذى يستند إلى دالة الإنتاج.

وعلى ذلك يمكن تقسيم أساليب قياس التغير التكنولوجى التى تستند إلى مفهوم دالة الإنتاج إلى مجموعتين، تعتمد الأولى منها على استخدام الأرقام القياسية بصورها المختلفة في حين تعتمد الثانية على العلاج الايكونومترى للعلاقات الإنتاجية، وتتضمن المجموعة الأولى طريقتين مختلفتين هما الرقم القياسى الحسابى ، الرقم القياسى الهندسى .

أما المجموعة الثانية والتى تعتمد على القياس الإيكونومترى للعلاقات الإنتاجية فتشتمل (نموذج لوكاس – نموذج جوهانسن – نموذج جريلك – نموذج هيكس – أحمد لتأثير الاسعار على التغير التكنولوجى – نموذج الدلة الإنتاجية على الصورة كوب – دوجلاس – نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى – نموذج ترانسدنتدال – نموذج ترانسنتدال المعدل- نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة – كما أن هناك العديد من طرق تقدير معالم دالة الإنتاج ذات المرونة الإحلالية الثابتة والتى منها: طريقة كمينتا، وطريقة بودكن وكلاين، و طريقة بايزن وطريقة التطبيق الأفضل لحد الإنتاج عن متوسط الدالة الإنتاجية.

الإطار النظرى لطرق التغير التكنولوجى

الأسلوب الأول : أسلوب الرقم القياسى لقياس التغير في الكفاءة الفنية للإنتاج

١- طريقة الرقم القياسي الحسابي لقياس التغير التكنولوجى[١٠]

([10]) Pan A.Yotopoulos&Jeffery B.Nugent, Economics of Development Empirical Investigation ,Harper &Row, Publishers,New York ,1976. pp 144 -162

تتلخص هذه الطريقة في التعبير عن كل المتغيرات الخاصة بدالة الإنتاج كأرقام قياسية وذلك بأخذ فترة زمنية معينة كأساس مشترك لهذه المتغيرات وكذا باستخدام ترجيحات مناسبة، وعليه فان الرقم القياسي للإنتاجية (I_O) يمكن تعريفه كالتالي[11] :

$$I_O = \frac{Q/Q_\circ}{P_{K\circ}K_\circ(K/K_\circ)+P_{L\circ}L_\circ(L/L_\circ)} = \frac{Q}{P_{K\circ}K+P_{L\circ}L} \quad \ldots\ldots(4)$$

حيث $P_{K\circ}$ و $P_{L\circ}$ هي أسعار رأس المال و العمل في فترة الأساس، وباعتبار أن ترجيحات رأس المال والعمل هي أنصبتهما في الناتج في فترة الأساس وعلى ذلك يمكن كتابه المعادلة (٤)كالتالي:

$$Q = I_O(P_{K\circ}K + P_{L\circ}L) \quad \ldots\ldots(5)$$

وتوضح المعادلة (٥) أن الرقم القياسي مبني على دالة إنتاج خطيه كتوليفة لعنصرين إنتاجيين، وهذه الدالة تعتريها بعض العيوب من الناحية النظرية حيث أن تفاضل هذه الدالة يبين أن الإنتاجيات الحدية للعناصر تتغير فقط من خلال تغيير الثابت (I_O)،كما أن نسب الإنتاجيتين الحديتين (المعدل الحدي للاستبدال) يظل ثابتا بغض النظر عن أي نمو سريع لرأس المال بالنسبة للعمل، وعليه فان هذا الرقم القياسي يعيبه أنه لا يربط بين التغيرات في الإنتاجيات الحدية والتغيرات في نسب المدخلات (نسب العوامل).

٢- طريقة الرقم القياسي الهندسي لقياس الإنتاجية.

عند تقدير هذا الرقم القياسي يتم الإعتماد على عدة فروض أساسية تتمثل فى تجانس الدالة الإنتاجية، بجانب سيادة المنافسة الكاملة، كما يفترض عدم وجود أخطاء قياس في البيانات، والتغير التكنولوجي يكون في تلك الحالة محايدا بالنسبة لكل من راس المال والعمل. ويختلف هذا الرقم القياسي عن سابقه في أنه يسمح بتغير أسعار المدخلات وبالتالي تغير الإنتاجيات الحدية للمدخلات ويرجع السبب في ذلك إلى أن الرقم القياسي الهندسي قد تم اشتقاقه من دالة إنتاجية أكثر شيوعاً على النحو التالي[12]:

([11]) M. Abramovitz, " Economic Growth in the United States," American Economic Review, September 1962.

([12]) R. M. Solow, " Technical Change and the Aggregate Production Function," Review of Economics and Statistics, August 1957.

$$Q = A(t)F(K,L) \quad \ldots\ldots(6)$$

حيث تتغير (A) مع الزمن وباستقلاليه عن كل من عنصرى الإنتاج (العمل ورأس المال). ويعرف التغير التكنولوجي في هذه الحالة على أنه تغير تكنولوجي غير متضمن في العناصر ومحايداً وفقاً لهيكس. وبالرغم من أنه ليس من الضروري وضع دالة إنتاج أكثر تحديدا من الناحية الرياضية بالنسبة للدالة السابقة إلا أنه إذا ما تم الاستناد إلى دالة كوب دوجلاس والتي تتضمن انتقالاً أسياً [١٣] في الجزء الثابت كالتالي :

$$Q = Ae^{rt}K^{\alpha}L^{\beta} \quad \ldots\ldots(7)$$

حيث تشير (t) إلى متغير الزمن أما (r) فتشير إلى معامل التغير التكنولوجى.

وبإجراء التفاضل الكلي للدالة (٦) بالنسبة للزمن يمكن الحصول على المعادلة التالية:

$$\frac{A^{\bullet}}{A} = \frac{Q^{\bullet}}{Q} - \alpha\frac{K}{K} - \beta\frac{L^{\bullet}}{L} \quad \ldots\ldots(8)$$

والمعادلة (٨) تعد من النتائج الهامة لنموذج سولو حيث تعبر $\frac{A^{\bullet}}{A}$ عن معامل التغير التكنولوجى أو ما يطلق عليه الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، وهذه المعادلة توضح ان التغير التكنولوجى هو التغير فى الناتج الذى لا يرجع لتغيرات فى كل من راس المال والعمل.

وبالتالى فإن أى من المعادلتين (٧) و (٨) يمكن تقديرهما لأى فترة زمنية تتوافر فيها بيانات عن الناتج ورأس المال والعمل وعن أنصبة كل من العمل ورأس المال. والجزء $\frac{\Delta A}{A}$ يتم حسابه كباقى ويعبر عن التغير التكنولوجى.

ويمكن تقدير $\frac{A^{\bullet}}{A}$ باستخدام سلسلة زمنية عن الناتج لكل ساعة عمل أدمى (q) ورأس المال لكل ساعة عمل أدمى (k) والنصيب الثابت لرأس المال (α). وبالتالى فإن المقدار $\frac{A^{\bullet}}{A}$ يعبر عن نسب الزيادة في إنتاجية ساعة العمل الآدمى التى ترجع إلى زيادة

([13]) Exponential Shifts

الإنتاجية ويكون الجزء الأخر $\alpha\frac{k^{\bullet}}{k}$ معبراً عن نسبة الزيادة في إنتاجية ساعة العمل الآدمى [١٤]والتى تعزى إلى زيادة رأس المال لكل ساعة عمل آدمى.

إلا أن هناك عدة صعوبات نتيجة لاقتراض دالة إنتاجية تجميعية وهى صعوبة فهم وقياس هذه الدالة، كما لا يمكن الحصول على الإنتاج عند توليفة معينة مرغوبة من راس المال والعمل، كذلك فان البيانات الإجمالية لعدة وحدات إنتاجية غير دقيقه حيث أن لكل وحدة إنتاجية دالة إنتاج معروفة يجب أن توصف وتقدر بدون أخطاء، كما أن هناك فرضا ضمنيا يقضى بإن مرونة الإحلال بين راس المال والعمل كبيرة ، ويعبر هذا النموذج عن التغير التكنولوجى الكلى المحايد والغير متضمن.

١- نموذج لوكاس

اعتمد هذا النموذج على تأثير الاستثمار على التغير الفنى وقد حدد نموذجه فى دالة الإنتاج التجميعية التالية :

$$y_t = A(t)F(X_t) \quad \ldots\ldots(9)$$

حيث: X_t كمية عناصر الإنتاج المستخدمة لإنتاج y_t ، أما $A(t)$ فهو ثابت انتقالى محايد حيث يشير $[\frac{dA}{dt}\frac{1}{A}]$ إلى معدل التغير التكنولوجى المحايد. وبالتالى فان التغير في $A(t)$ يكون نتيجة لعمليات الإنتاج المنفصلة التى تستخدم نفس الكمية من عناصر الإنتاج لانتاج المستوى (y_t) من الناتج ويعرف هذا المعدل كالتالى:

$$\frac{\Delta A(t)}{\Delta(t)} = d(X_{(t)}, A_{(t)})$$

حيث : $(X_{(t)})$ هى كمية الموارد المتعلقة بالبحث والابتكار. وقد أستخدم لوكاس بيانات سلسلة زمنية ربع سنوية بالولايات المتحدة وتوصل إلى أن معدل التغير الفنى يتناسب عكسيا مع معدل الأجر وسعر الفائدة خلال الفترة ١٩٤٧ – ١٩٦٠.

٢- طريقة جوهانسن لقياس التغير التكنولوجى المحايد[١٥]

([14]) Pan A.Yotopoulos&Jeffery B.Nugent, Economics of Development Empirical Investigation ,Harper &Row, Publishers,New York ,1976. pp 144 -162

يعتبر نموذج جوهانسن مناسباً في حالة البيانات المقطعية [١٦] والتى تعبر عن إنتاجيات بعض الصناعات في فترتين زمنيتين بافتراض داله كوب دوجلاس للصناعة (i) في الفترة الزمنية (t)

$$Q_{it} = A_{it}K_{it}^{\alpha_i}L_{it}^{\beta_i} \quad \text{.....(10)}$$

وبافتراض عائد ثابت للسعة أى بافتراض أن مجموعة المرونات الإنتاجية تساوى الوحدة وبافتراض ثبات المرونة الإحلالية عبر الزمن .

وحتى يمكن تقدير الدالة فإنه يمكن تقدير المعادلة على النحو التالى:

$$Log(\frac{q_{i2}}{q_{i1}}) = Log\ C + \alpha_i Log(W) + Log\psi_i \quad \text{.....(11)}$$

وبافتراض أن α_i, ψ_i غير مرتبطين فإنه يمكن تقدير هذه المعادلة بواسطة بيانات مقطعية عن إنتاجية العمل في فترتين زمنيتين وبيانات مقطعية عن نصيب رأس المال الثابت. ويفسر المعلم α_i على أنه مساهمة الزيادة النسبية في الأجور أما الجزء الثابت في المعادلة (١١) وهو $(Log\ C)$ فيتم تفسيره على أنه الوسط غير المرجح للتغير التكنولوجى فيما بين مجموعة الصناعات. كما يشير الباقى ψ_i إلى وقوع مكون التغير التكنولوجى لصناعة معينة (i) فوق أو تحت التغير التكنولوجى المتوسط لمجموعة الصناعات موضع الدراسة.

٣- طريقة جريلك [١٧]

حاول جريلك أن يجد مقياسا بديلا للتغير التكنولوجي وذلك من خلال دالة إنتاج يتم فيها شرح كل أشكال الزيادة في الإنتاجية. وبدلا من النموذج العام فقد كون جريلك نموذجا يشرح ذلك الجزء من زيادة الإنتاج الذي لا يرجع إلى الزيادة في رأس المال ولا في العمل. وعلية فقد أخذ جريلك مقياس سولو للتغير التكنولوجي وقام بشرحه.

---

(15) L. Johansen, " A Method for Separating the Effects of Capital Accumulation and Shifts in Production Functions upon Growth in Labor Productivity," ECONOMIC JOURNAL, December 1961.

(16) Cross section Data.

(17) Z. Griliches, " Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change," Econometrica, October 1957.

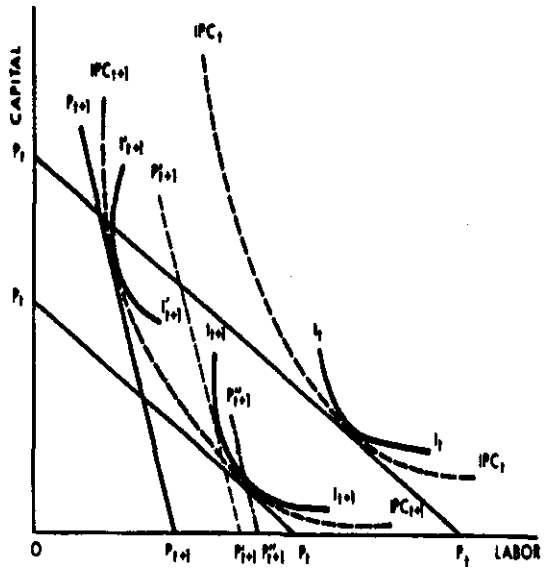
وقد طبق جريلك طريقة لتقدير دالة الإنتاج لقطاع الزراعة [١٨] في فترة معينة ثم قام بإحلال قيم الثوابت في فترة أخرى ليرى حجم الزيادة في الإنتاج التي ترجع إلى كل عنصر, وأي زيادة غير مشروحة أرجعها إلى التغير التكنولوجي.

٤- نموذج هيكس - أحمد لتأثير الأسعار على التغير الفنى [١٩]

استخدم هيكس و أحمد مفهوم منحنى الإمكانيات الفنية (IPC) لشرح مفهوم التغير التكنولوجى معتمدا على أن كل مستوى من مستويات المعرفة الأساسية له دالة إنتاجية فنية تمثل الحد الأقصى عند هذا المستوى[٢٠]. وكل دالة من هذه الدوال تمثل المماس لمجموعة من منحنيات الإمكانيات الفنية التي تمثل كل منها نسب مختلفة لخلط العناصر. ويوضح الشكل (١) أنه تم استخدام عملية إنتاجية(I_t) ومنحنى (IPC) المرتبط بها هو (IPC_t) وذلك في الفترة الزمنية(t). وبفرض ثبات النسب السعرية وهو ما يمثله الخط (P_tP_t) فإن ظهور (I_t) يؤدي إلى تخفيض التكلفة. وبمجرد استحداث (I_t)فإن الجزء من منحنى (IPC_t)يصبح غير مستخدم. أما في الفترة ($t+1$)فإن (IPC_t)ينتقل إلى (IPC_{t+1}) و إذ ظلت أسعار العناصر كما هي فإن المنظمين سوف ينتقلون إلى استخدام المقدار (I_{t+1}) من عنصر العمل في الفترة ($t+1$) أما إذا تغيرت أسعار العناصر إلى ($P_{t+1}P_{t+1}$)فإن المنحنى (I_{t+1})يكون أكثر ربحية بالنسبة للمنظمين. وتغير أسعار العناصر من (P_tP_t) إلى ($P_{t+1}P_{t+1}$)ينطوي على ارتفاع أسعار العمل بالنسبة لرأس المال وعلى ذلك فإن الانتقال من (I_{t+1}) إلى (I_{t+1}^-) يكون أكثر توفيرا لعنصر العمل.

(18) Z. Griliches, "The Sources of Measured Productivity Growth: United States Agriculture 1940-1960," Journal of Political Economy, August 1963.
(19) V. W. Ruttan, " Research on the Economics of Technological Change in American Agriculture," Journal of Farm Economics, November 1960.
(20) S. Ahmad, " On the Theory of Induced Invention," Economic Journal, June 1966.

شكل رقم(١) استخدام مفهوم منحنى الإمكانيات الفنية لشرح مفهوم التغير التكنولوجى



Source: Pan A.Yotopoulos&Jeffery B.Nugent, Economics of Development Empirical Investigation ,Harper &Row, Publishers,New York ,1976.

يتضح من نموذج هيكس- أحمد أن تقلص المعارف العلمية الأساسية يشكل قيودا على درجة اختيار التكنولوجيا, حيث يقل تحدب المنحنى (IPC) .

٥- نموذج كوب دوجلاس

ويأخذ هذا النموذج الصورة التالية فى حالة موردين إنتاجين:

$$Y = AK^{(b+f_1(t))}L^{(\alpha+f_2(t))} \quad \text{.....(12)}$$

حيث :

Y = الإنتاج ،

A = ثابت دالة الإنتاج.

K = المورد الإنتاجى الأول.

b = المرونة الإنتاجية للمورد الإنتاجى الأول.

L = المورد الإنتاجى الثانى.

α = المرونة الإنتاجية للمورد الإنتاجى الثانى.

$f_1(t)$ =تأثير التغير التكنولوجى للمورد الإنتاجى الأول.

$f_2(t)$ =تأثير التغير التكنولوجى للمورد الإنتاجى الثانى.

ومن هذا النموذج يمكن اشتقاق النواتج الحدية والمرونات الإنتاجية ومعدل التغير التكنولوجى على النحو التالى:

$$MP_K = [b + f_1(t)]\left[\frac{Y}{K}\right]$$
$$MP_L = [\alpha + f_2(t)]\left[\frac{Y}{L}\right] \quad \text{.....(13)}$$

حيث (MP_K) الناتج الحدى لعنصر رأس المال ، أما (MP_L) عبارة عن الناتج الحدى للعمل.

المرونة الإنتاجية للمورد الأول : $E_K = b + f_1(t)$

المرونة الإنتاجية للمورد الثانى : $E_L = \alpha + f_2(t)$

معدل التغير التكنولوجى : $RT = [f_1(t)/\log K + f_2(t)/\log L]$

ويؤخذ اللوغاريتم لكل من طرفى المعادلة، ثم تقدر هذه الدالة بطريقة المربعات الدنيا، ، ومن مميزات تلك الطريقة أن التغير التكنولوجى واضح لكل مورد منفصل عن المورد الآخر.

٦- نموذج سولو

بافتراض أن التغير التكنولوجى محايد[٢١] أى أن الانتقال فى داله الإنتاج سوف يحافظ على ثبات المعدل الحدى للإحلال التكنولوجى بين عنصرى الإنتاج فإن نموذج سولو فى حالة موردين إنتاجين يكون على الصورة التالية:

$$Q = AK^b L^\alpha e^{rt} \quad \text{.....(14)}$$

حيث :

Q = قيمة الإنتاج الكلى.

A = ثابت دالة الإنتاج.

K = رأس المال .

([21]) يعرف التغير التكنولوجى على أنه محايد لهيكس إذ لم يتأثر المعدل الحدى للإحلال التكنولوجى على الرغم من زيادة أو انخفاض حجم الإنتاج مع ثبات الكميات المستخدمة من العناصر الإنتاجية.

b = المرونة الإنتاجية لرأس المال.

L = العمل.

α = المرونة الإنتاجية للعمل

r = معامل التغير التكنولوجى فى حين تشير (t) الى متغير الزمن

ومن هذا النموذج يمكن اشتقاق النواتج الحدية و المرونات الإنتاجية ومعدل التغير التكنولوجى كما يلى :

الناتج الحدى لرأس المال $MP_K = b\frac{Q}{K_1}$

الناتج الحدى للعمل $MP_L = \alpha\frac{Q}{L}$

المرونة الإنتاجية بالنسبة لرأس المال $\varepsilon_K = b$

المرونة الإنتاجية بالنسبة للعمل $\varepsilon_L = \alpha$

معدل التغير التكنولوجى $RT = r$

وتقدر هذه الدالة بطريقة المربعات الدنيا بعد أخذ اللوغاريتم للطرفين، ومن مميزاتها أن التغير التكنولوجى يظهر لكل الموارد كحزمة واحدة حيث لا يمكن فصل التأثير التكنولوجى لكل مورد على حدة.

٧- نموذج ترانسدنتدال

ويأخذ هذا النموذج فى حالة موردين إنتاجيين الصورة التالية :

$$Y = AK^b L^\alpha e^{(Tr_1K+Tr_2L)} \quad \text{.....(15)}$$

حيث:

r_1 : المعدل السنوى للتغير التكنولوجى الخاص برأس المال.

r_2 : المعدل السنوى للتغير التكنولوجى الخاص بالعمل .

T : مقياس التغير التكنولوجى لكل مورد إنتاجى وهو مقياس تحكمى يخضع لتقدير الباحث، وتعبر بقية الرموز فى هذا النموذج عن المدلولات السابق الإشارة إليها فى النموذج السابق.

ومن هذا النموذج يمكن اشتقاق النواتج الحدية والمرونات الإنتاجية ومعدل التغير التكنولوجى كالتالى:

الناتج الحدى للمورد الإنتاجى الأول : $MP_K = b\frac{Y}{K} + Tr_1 Y = Y\left[\frac{b}{K} + Tr_1\right]$

الناتج الحدى للمورد الإنتاجى الثانى : $MP_L = \alpha\frac{Y}{L} + Tr_2 Y = Y\left[\frac{\alpha}{L} + Tr_2\right]$

المرونة الإنتاجية للمورد الإنتاجى الأول : $\varepsilon_K = b + Tr_1 K$

المرونة الإنتاجية للمورد الإنتاجى الثانى : $\varepsilon_L = \alpha + Tr_2 L$

معدل التغير التكنولوجى : $RT = r_1 + r_2$

ومن مميزات هذه الدالة إمكانية فصل تأثير التغير التكنولوجى لكل مورد إنتاجى على حدة.

٨- نموذج تراانسندنتال المعدل

ويأخذ هذا النموذج فى حالة موردين إنتاجيين الصورة التالية :

$$Y = AK^b L^\alpha e^{(r_1 K + r_2 L)} \quad \text{.....(16)}$$

حيث تعطى الرموز نفس المدلولات السابقة.

والتعديل الذى تم إدخاله فى هذا النموذج هو حذف (T) لصعوبة وضع مقاييس معيارية لها يلتزم بها جميع الباحثين. ومن هذا النموذج يمكن اشتقاق النواتج الحدية و المرونات الإنتاجية ومعدل التغير التكنولوجى كما يلى :

الناتج الحدى للمورد الإنتاجى الأول : $MP_K = (b + r_1 K)(\frac{Y}{K})$

الناتج الحدى للمورد الإنتاجى الثانى : $MP_L = (\alpha + r_2 L)(\frac{Y}{L})$

المرونة الإنتاجية للمورد الإنتاجى الأول : $E_K = b + r_1 K$

المرونة الإنتاجية للمورد الإنتاجى الثانى : $E_L = \alpha + r_2 L$

معدل التغير التكنولوجى للمورد الإنتاجى الأول : $RT_1 = \frac{b}{K} + r_1$

معدل التغير التكنولوجى للمورد الإنتاجى الثانى : $RT_2 = \frac{\alpha}{L} + r_2$

ويقدر هذا النموذج بعد أخذ اللوغاريتم لكل طرف من أطراف المعادلة، ومن مميزاته إمكانية فصل تأثير التغير التكنولوجى لكل مورد من الموارد الإنتاجية على حدة.

٩- الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة[٢٢] :

تعد هذه الدالة من أكثر دوال الإنتاج الغير خطية استخداما في الدراسات التطبيقية[٢٣], و يمكن التعبير عن تلك الدالة في الصورة:

$$Q = A\left(\delta L^{-\rho} + (1-\delta)K^{-\rho}\right)^{-1/\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(17)$$

حيث:

Q : قيمة الإنتاج الكلى

A معلم الكفاءة [٢٤]

K : عنصر رأس المال

L : عنصر العمل

δ : معلم التوزيع والتى تتراوح قيمة بين الصفر والواحد الصحيح [٢٥]

ρ : معلم الإحلال[٢٦] والذى يعد كدالة فى مرونة الإحلال[٢٧] والتى تساوى $(\frac{1}{1+\rho})$[٢٨]

وفى دراسة الجندى [٢٩] أمكن وضع بعض الصيغ المختصرة لقياس التغير التكنولوجى ومرونة الإحلال بين عنصرى الإنتاج باستخدام الدالة ذات المرونة الإحلالية الثابتة[٣٠] على الصورة التالية:

---

(22) Constant Elasticity of Substitution (CES) Production Function

(23) K. Arrow, H. B. Chenery, B. S. Minhas and R. M. Solow, " Capital-Labour Substitution and Economic Efficiency," Review of Economics and Statistics, August 1961.

(24) Efficiency Parameter.

(25) Distribution Parameter.

(26) Substitution Parameter.

(27)يتم حساب المرونة الإحلالية σ كالتالي :

$$\sigma = \frac{d\,Ln(K/L)}{d\,Ln(MP_L/MP_K)} = \frac{d\,Ln(K/L)}{d\,Ln(w/r)} = \frac{d\,Ln(K/L)}{d\,Ln(R_{LK})}$$

(28) Elasticity of Substitution.

$$Q = A\left(\delta L^{-\rho} + (1-\delta)K^{-\rho}\right)^{-1/\rho}$$

وحيث أنه يصعب تقدير الدالة ذات المرونة الإحلالية الثابتة بشكلها السابق بالإضافة إلى صعوبة قياس جميع معاملات الدالة ومعالم التغير التكنولوجى المختلفة فإنه يمكن استخدام الصيغ المختصرة لإيجاد تقديرات الدالة.

وباستخدام العلاقة بين القيمة المضافة للناتج لكل عامل ($\frac{V}{L}$) والأجر الحقيقى السنوى للعامل (W) فى صورتها اللوغارتيمية وتقدير مرونة منحنى تلك الدالة والتى تعتبر هى نفسها مرونة الإحلال بين عنصرى الإنتاج (العمل ورأس المال) ومن ثم فإن المعلومات حول مرونة الإحلال يمكن الحصول عليها من انحدار القيمة المضافة للعامل ($\frac{V}{L}$) على الأجر الحقيقى السنوى (W) فى صورتها اللوغاريتمية وذلك بفرض أن تلك العلاقة تهدف إلى معظمة الربح وتحت شرط ثبات العائد للسعة [٣١] وعلى ذلك يمكن استخدام الصيغة المختصرة الواردة بالمعادلة (١٨) لتقدير باقى معالم التغير التكنولوجى [٣٢]:

$$In\frac{V}{L} = a_{\circ} + b_{\circ} InW + g_{\circ} t \quad \text{.....(18)}$$

وبتقدير المعادلة (١٨) يمكن اشتقاق معامل التغير التكنولوجى وذلك على النحو التالى:

$$g_{\circ} = \frac{\rho}{\rho + 1} j \quad \text{.....(19)}$$

حيث (j) عبارة عن معامل التغير التكنولوجى المحايد والذى يتم تقديره من خلال الدالة ذات المرونة الإحلالية الثابتة.

وبناء على استعراض الطرق المختلفة لقياس التغير التكنولوجى فقد تبين أن هناك بعض من هذه الطرق تعد هى الأكثر شيوعاً واستخداماً عند تقدير معلم التغير التكنولوجى وعلى ذلك

([29]) Magdy El Gunedy "Towards A More General Macro-Production Function ", Mansoura Journal For Agricultural Sciences ,vol 1, No 2 ,1987.

([30]) Constant Elasticity of substitutions

([31]) Constant Return to scale

(32)M. Ishaq Nadiri " Some Approaches to the Theory and Measurement of Total factor Productivity : A Survey " JEL. DEC. 1970 Vol VIII ،No. A PP 1137-1177.

فسوف يتم تقدير معلم التغير التكنولوجى بطرق أربع هى (نموذج الدلة الإنتاجية على الصورة كوب – دوجلاس – نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى – نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة فى صورتها العادية بالاضافة إلى تقديرها فى صورتها المختصرة) ثم إجراء إختبار (t) لمقارنة الأزواج لمعرفة مدى الإختلاف بين نتائج هذه الطرق والتى يرجع إليها التضارب فى تقديرات معلم التغير التكنولوجى.

القياس التطبيقى للتغير التكنولوجى ومناقشة النتائج والتوصيات

لقياس معامل التغير التكنولوجى بالطرق المختلفة فقد تم الاعتماد على بيانات سلسة زمنية طويلة تمتد من عام ١٩٧٢ وحتى عام ٢٠٠٥. وقد استخدمت بيانات قيمة الناتج الزراعى الإجمالى بشقية النباتى والحيوانى دون السمكى بالمليون جنيه خلال هذه الفترة كمتغير تابع وهى البيانات التى أمكن الحصول عليها من نشرات تقديرات الدخل القومى الزراعى، بينما كانت المتغيرات المستقلة فى النموذج هى كل من رأس المال الزراعى الإجمالى وحجم العمالة الزراعية الكلية المتاحة خلال نفس الفترة، ولتقدير التغير التكنولوجى فى الأنشطة المختلفة فقد تم تقدير دالة الإنتاج لنشاط إنتاج المحاصيل السابق الإشارة إليها باستخدام بيانات قيمة الناتج الكلى من الأنشطة المختلفة على المستوى القومى بالمليون جنيه كمتغير تابع وباستخدام بيانات رأس المال الإجمالى بالمليون جنيه لنفس الأنشطة وبالاستعانة بالبيانات التى تم تقديرها عن أعداد العمالة لنفس الأنشطة بالمليون عامل سنوياً.

وقد تم تقدير التغير التكنولوجى باستخدام كل من نموذج الدلة الإنتاجية على الصورة كوب–دوجلاس، نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى، نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة فى صورتها العادية بالاضافة إلى تقديرها فى صورتها المختصرة، وتشير النتائج فى جدول (١) إلى تقديرات معامل التغير التكنولوجى للناتج الزراعى ككل ومكوناته الرئيسية والمتمثلة فى الناتج النباتى والحيوانى والسمكى وبعض المحاصيل الرئيسية خلال الفترة (١٩٧٢–٢٠٠٥) ، وحتى يمكن التأكد من وجود فروق معنوية بين تقديرات معلم التغير التكنولوجى المتحصل عليها بتطبيق الطرق الأربع لقياس التغير التكنولوجى فقد تم استخدام إختبار (t) لمقارنة الأزواج وكانت نتائج هذا الإختبار على النحو الموضح بالجدول رقم (٢)، وقد أوضحت

نتائج إختبار (t) لمقارنة الأزواج بين نموذج سولو ونموذج الطريقة المختصرة لقياس التغير التكنولوجى عدم وجود فروق معنوية إحصائية بين كلا من الطريقتين وذلك يعنى أنه يمكن استخدام تقديرات أى من الطريقتين كبدائل جيدة لبعضها البعض دون حدوث تضارب فى نتائج هذه التقديرات.

كما يتبين من نتائج جدول (٢) عدم وجود فروق معنوية مؤكدة إحصائياً بين كل من نموذج سولو ونموذج كوب دوجلاس لقياس التغير التكنولوجى وعلى ذلك فإن نتائج تقديرات معامل التغير التكنولوجى باستخدام أى من الطريقتين لا يؤدى إلى تضارب فى نتائج التقديرات المتحصل عليها باستخدام أى منهما، وتعكس قيمة (t) لمقارنة الأزواج بين كل من الطريقة المختصرة ونموذج كوب دوجلاس عدم ظهور فروق معنوية مؤكدة إحصائياً بين نتائج تقديرات معامل التغير التكنولوجى باستخدام أى من الطريقتين وهذا يعنى عدم وجود تضارب بين تقديرات أى من الطريقيتن فى الوقت الذى يمكن أيضاً استخدام نتائج تقديرات أى من الطريقتين كبدائل جيدة لبعضها البعض .

إلا أنه قد تبين من بيانات الجدول رقم (٢) أن نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة يختلف احصائياً بفروق معنوية عن كل من نموذج سولو ونموذج كوب دوجلاس لقياس التغير التكنولوجى وهذا يعنى حدوث تضارب فى تقديرات معالم التغير التكنولوجى عند استخدام نتائج تقديرات معامل التغير التكنولوجى مقارنة بنتائج تقديرات معامل التغير التكنولوجى باستخدام طريقة سولو أو نموذج كوب دوجلاس لقياس التغير التكنولوجى، كما تبين وجود تضارب شديد بين نتائج تقديرات معامل التغير التكنولوجى باستخدام الطريقة المختصرة وتلك المتحصل عليها باستخدم الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة وهذا يعنى عدم جودة استخدام نتائج تقديرات أى من الطريقتين كبدائل لبعضها البعض.

جدول رقم (١) نتائج القياس التطبيقى لمعامل التغير التكنولوجى على مستوى قطاع الزراعة وبعض الأنشطة الزراعية الأخرى

(%)

	نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى.	الطريقة المختصرة	نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة.	نموذج كوب دوجلاس
الناتج الزراعى	1.70	4.24	5.30	-0.0008
الناتج النباتى	4.03	4.79	4.90	0.0002
الناتج الحيوانى	1.26	2.11	2.70	-0.0100
الناتج السمكى	-4.61	-9.76	-7.60	-0.0066
القمح	-0.61	1.38	1.90	-0.0056
الأرز	1.33	7.43	8.30	-0.0012
الذرة	1.16	1.87	2.30	0.0107
قصب السكر	0.38	1.16	1.70	-0.0022
الذرة الرفيعة	0.52	3.26	4.01	0.0105
بطاطس	-0.04	20.29	22.90	0.0008
الطماطم	2.13	0.00	2.30	0.0026
العدس	-0.24	-0.18	1.10	-0.0023
الحمص	-0.54	-2.92	2.90	0.0010
البصل	1.46	2.30	2.40	0.0003
الفول	-0.84	-3.47	6.50	-0.0016
الذرة النيل	0.58	2.52	6.50	-0.0016
السمسم	-0.01	1.45	2.40	0.0009
الكتان	-0.75	-3.98	2.10	0.0000
الفول السودانى	2.00	-7.47	3.60	0.0002
القطن	-0.10	3.36	3.90	0.0028

المصدر: نتائج التحليل لطرق القياس المختلفة .

جدول رقم (٢) نتائج إختبار (t) لمقارنة الأزواج بين طرق قياس التغير التكنولوجى

	نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى.	الطريقة المختصرة	نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة.	نموذج كوب دوجلاس
نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى.	----	0.75	3.02	1.13
لطريقة المختصرة		---	3.49	1.02
نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة لإحلالية الثابتة.			---	3.21
موذج كوب دوجلاس				---

قيمة (t) الجدولية عند مستوى معنوية (٥%) ودرجة حرية (١٩) تبلغ ١,٩٦.

وتشير نتائج تقديرات معالم التغير التكنولوجى للناتج الزراعى ككل ومكوناته الرئيسية والمتمثلة فى الناتج النباتى والحيوانى والسمكى وبعض المحاصيل الرئيسية خلال الفترة (١٩٧٢-٢٠٠٥) والواردة بالجدول رقم (١) أنه يمكن تلخيص النتائج فيما يلى :

أولاً : لما كان التغير التكنولوجى الزراعى يمكن تعريفه على أنه تغير المعارف التى يمتلكها المجتمع الزراعى والخاصة بمستوى فنون الإنتاج الزراعى والتى ينتج عند تطبيقها زيادة قدرة الموارد الاقتصادية الزراعية على إنتاج كميات أكبر من السلع الزراعية ، ووفقاً للمنطق الإنتاجى للقطاع الزراعى ككل أو بفروعه الرئيسية والتى تتضمن الإنتاج النباتى والحيوانى والسمكى أو بالنشاط الإنتاجى لكل محصول زراعى على حده فإنه يمكن قبول القيم الموجبه أو حتى الصفرية لمعامل التغير التكنولوجى إلا أنه لا يمكن قبول القيم السالبة لأن ذلك يعنى إرتداد النشاط الإنتاجى الزراعى عن إستخدام المعارف التكنولوجية المتعلقة بفنون الإنتاج الزراعى والتى تظهر بوضوح جلياً الزيادة المستمرة لإستخدام مختلف أشكال التكنولوجيا الزراعية سواء الميكانيكية أو البيولوجية أو الكيماوية أو الإشعاعية أو التنظيمية .

أما ظهور التغيرات التكنولوجية السالبة للتغير التكنولوجى لبعض المحاصيل الزراعية فيمكن أن يعزى إلى عدم دقه البيانات الإحصائية فيما يتعلق برأس المال أو العمال أو الناتج

الفيزيقى نفسه أو أسعار الناتج هذا بالاضافة إلى عدم إدخال المساحة المزروعة بالمحصول والتى تختلف من سنه إلى أخرى فقد يؤدى إلى تناقص الرقعة المزروعة إلى تناقص الناتج وبالتالى إلى سالبية معامل التغير التكنولوجى .

ثانياً : فيما يتعلق بقياس معامل التغير التكنولوجى على مستوى القطاع السمكى ككل يتبين أن هذا المعامل كان سالباً لجميع النماذج المستخدمة حيث يتراوح بين -٠,٠٠٦٦ و -٩,٧٦ رغم أن هذا القطاع قد حقق أعلى معدل نمو سنوى لناتجه طوال هذه الفترة لذلك قد يعزى سالبية معامل التغير التكنولوجى إلى قياسة على مستوى القطاع السمكى ككل فى حين أن هذا القطاع يحتوى على كل من الناتج السمكى والبحرى والبحيرى والنيلى والترعى والمصرفى والتى تختلف فميا بينها إختلافاً كبيراً فى مدى ملائمة الأشكال التكنولوجية التى تستخدم فى كل قطاع من هذه القطاعات السمكية علاوة على تفرد قطاع الاستزراع السمكى بقابليتة الشديدة للتحديث التكنولوجى بكل أشكاله بالإضافة إلى عدم دقة البيانات الإحصائية كما سبق أن قيل .

ثالثاً: إن استخدام نموذج كوب دوجلاس فى تقدير معلم التغير التكنولوجى قد أظهر تقديرات متدنية جداً سواء موجبة أو سالبة لجميع القطاعات والأنشطة الزراعية فالمعالم الموجبة تراوحت بين (صفر، و٠,٠١) بينما المعالم السالبة تراوحت بين (-٠,٠١ و - ٠,٠٠٠٨) وهذا يعنى أن معامل التغير التكنولوجى المقدر باستخدام التكنولوجيا الزراعية لا يظهر أى عائد من استخدامها ويمكن تفسير ذلك أن داله كوب دوجلاس داله متجانسة من الدرجة الأولى وأنها متزايدة بإنتظام إلا أنها غير محايدة فى قياسها للتغير التكنولوجى وفقاً لتعريف هيكس أو أن هذه الداله تتسم بأنها ذات مرونه إحلال متزايدة علاوة علي ذلك إن داله كوب دوجلاس يمكن بها قياس التغير التكنولوجى لكل مورد من الموارد الاقتصادية الزراعية على حده وليس لكل الموارد كحزمة واحدة .

رابعاً : جاءت نتائج قياس التغير التكنولوجى باستخدام نموذج الداله الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة تتمشى كثيراً مع منطق الإنتاج الزراعى إذا أظهر قياس معامل التغير التكنولوجى السنوى أنه موجب لجميع القطاعات الزراعية والمحاصيل الداخلة فى الدارسة ويتراوح بين (١,١- ٨,٣) باستثناء محصول البطاطس الذى بلغ معامل التغير التكنولوجى له

قرابة (٢٣%) وهذا يتمشى مع الزيادة المستمرة لاستخدام مختلف أشكال التكنولوجيا الزراعية كما سبق أن قيل من قبل.

خامساً : أما فيما يتعلق باستخدام كل من نموذج سولو والطريقة المختصرة لقياس التغير التكنولوجى فقد جاءت النتائج متدنية كثيراً وبصفة عامة عن استخدام نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة هذا بالإضافة إلى ظهور الكثير من القيم السالبة والتى لا تتمشى مع المنطق الإنتاجى الزراعى إذ بينما كانت التقديرات السالبة متفقة للنموذجين لكل من العدس والحمص والفول والكتان ومتضاربة لكل من محصول القمح والبطاطس والسمسم والقطن فهذه المحاصيل كانت ذات قيم سالبة فى نموذج سولو وموجبة فى نموذج الطريقة المختصرة وأيضا كان التضارب عكسياً لمحصول الفول السودانى حيث كان سالباً فى نموذج الطريقة المختصرة وموجباً فى نموذج سولو.

سادساً : بالاشارة إلىَ نتائج القياس الواردة فى جدول (١) يظهر بوضوح إتفاق الثلاث نماذ فى قياس معامل التغير التكنولوجى السنوى لكل من الناتج الزراعى ككل بشقيه النباتى والحيوانى فى الإشارة الموجبة التى تتفق مع المنطق الإنتاجى الزراعى (وتعارض هذه النتائج لمعامل التغير التكنولوجى السنوى مع نتائج نموذج كوب دوجلاس إنما يرجع إلى سبق قيل قبلاً إلى أن هذه الداله غير محايدة وفقاً لتعريف هيكس بسبب المرونة الإحلالية المتزايدة) ، كما قد يعزى سالبية بعض المحاصيل فى كل من نموذج سولو والطريقة المختصرة إلى أن المساحة المحصولية لم تدخل فى التحليل إذ قد يرجع الاختلافات الانتاجية من سنة إلى أخرى إلى إختلاف الرقعة المزروعة بالمحصول من سنة إلى أخرى بينما لم يتأثر نتائج التقدير لكل من الناتج الزراعى ككل أو الإنتاج النباتى لثبات المساحة تقريباً من سنة إلى أخرى .

وعلى ذلك فإنه يمكن القول أنه يلزم الحذر والدقة عند استخدام أى من طرق قياس التغير التكنولوجى حيث أن بعضها يعطى تقديرات متدنية لمعامل التغير التكنولوجى فى حين أن بعضها يعطى تقديرات مرتفعة جدا لنفس المعلم رغم استخدام نفس المتغيرات من فإن الحذر يجب أن يتمثل فى ضرورة توضيح الطريقة المتبعة لقياس التغير التكنولوجى بجانب الدقة فى توصيف متغيرات الدراسة من جهة أخرى كما يجب عند المقارنة بين التغيرات التكنولوجية الحادثة فى القطاعات المختلفة أن يتم استخدام نفس طريقة القياس وبالتالى يمكن عزو الاختلاف

بين تقديرات التغيرات التكنولوجية إلى مصادرها الحقيقة دون ان يكون هناك تأثير لطريقة القياس والتى يمكن أن تؤدى على تضارب شديد فى تقديرات نتائج التغير التكنولوجى.

المراجع

([1]) مركز معلومات مجلس الوزراء، موقع مركز معلومات مجلس الوزراء على شبكة المعلومات الدولية، البيانات الاقتصادية، ٢٠٠٧.

1. Edwin Mansfield ,Technological Change, Introduction to a vital area of Modern Economic " W.W. Norton Company ,Inc.١٩٧١ ,.
2. Hans P. Binswagner and Vernon W. Ruttan ,Induced Innovation technology, Institutions and Development ,The Johns Hopkins University press, 1978.
3. J .J van Duijn ' the Long wave in Economic Life 'Mackays of chatham Ltd, Great Britain ,1983.
4. K. Arrow, H. B. Chenery, B. S. Minhas and R. M. Solow, " Capital-Labour Substitution and Economic Efficiency," Review of Economics and Statistics, August 1961.
5. L. Johansen, " A Method for Separating the Effects of Capital Accumulation and Shifts in Production Functions upon Growth in Labor Productivity," ECONOMIC JOURNAL, December 1961.
6. Loren Tauer , Technical) Technological) Change, Why are we interested in technical change ,?Cornell University, 2002.
7. M. Abramovitz, "Economic Growth in the United States," American Economic Review, September 1962.
8. M. Ishaq Nadiri " Some Approaches to the Theory and Measurement of Total factor Productivity : A Survey " JEL. DEC. 1970 Vol VIII ،No. A PP 1137-1177.
9. Magdy El Gunedy "Towards A More General Macro-Production Function ", Mansoura Journal For Agricultural Sciences ,vol 1, No 2,1987.
10. Pan A.Yotopoulos&Jeffery B.Nugent, Economics of Development Empirical Investigation ,Harper &Row, Publishers,New York ,1976. pp 144 -162
11. R. M. Solow, " Technical Change and the Aggregate Production Function," Review of Economics and Statistics, August 1957.
12. R. M. Solow, " Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth," American Economic Association, Papers, May 1962.
13. S. Ahmad, " On the Theory of Induced Invention," Economic Journal, June 1966.

14. V. W. Ruttan, "Research on the Economics of Technological Change in American Agriculture," Journal of Farm Economics, November 1960.

15. Z. Griliches, " Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change," Econometrica, October 1957.

16. Z. Griliches, "The Sources of Measured Productivity Growth: United States Agriculture 1940-1960," Journal of Political Economy, August 1963.

الملخص

يعد قطاع الزراعة من القطاعات الهامة بالمقتصد المصرى حيث بلغت قيمة الناتج الزراعى الإجمالى نحو مائه مليار جنيه عام ٢٠٠٥ مثلت نحو ١٥% من قيمة الناتج القومى الإجمالى ، ويعزى جزء لا يستهان به من نتائج التنمية الزراعية الرأسية والأفقية في مصر إلى استخدام مختلف الأساليب التكنولوجية الحديثة في كل من الإنتاج النباتى والحيوانى والسمكى، وتكمن المشكلة البحثية أساساً فى تعدد مناهج وطرق وأساليب قياس التغير التكنولوجى الأمر الذى يؤدى إلى تعدد النتائج والتقديرات المتحصل عليها عند القياس، وتستهدف هذه الدراسة حصر المناهج والطرق والأساليب المختلفة فى تقدير التغير التكنولوجى بأشكاله المختلفة، ثم تقدير معالم التغير التكنولوجى باستخدام أكثر هذه الطرق شيوعاً، ومقارنة النتائج المتحصل عليها إحصائياً لاستنتاج وجود فروق معنوية بين الطرق المختلفة فى القياس من عدمه، وذلك لوضع حد للتضارب وعدم الدقة فى تقديرات معالم التغير التكنولوجى. وبتقدير التغير التكنولوجى الغير متضمن بالعناصر باستخدام كل من نموذج الدلة الإنتاجية على الصورة كوب–دوجلاس، نموذج سولو لقياس التغير التكنولوجى، نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة فى صورتها العادية بالاضافة إلى تقديرها فى صورتها المختصرة على مستوى القطاع الزراعى ككل وعلى مستوى القطاع النباتى والحيوانى والسمكى بالاضافة إلى تقدير معامل التغير التكنولوجى على مستوى بعض الأنشطة النباتية، فقد أوضحت نتائج الدراسة عدم وجود فروق معنوية إحصائية بين نموذج سولو ونموذج الطريقة المختصرة لقياس التغير التكنولوجى، كما تبين عدم وجود فروق معنوية مؤكدة إحصائياً بين نموذج سولو ونموذج كوب دوجلاس لقياس التغير التكنولوجى، أيضا لم يتأكد وجود فروق معنوية إحصائياً بين كل من الطريقة المختصرة ونموذج كوب دوجلاس. إلا أنه قد تبين أن نموذج الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة يختلف احصائياً

بفروق معنوية عن كل من نموذج سولو ونموذج كوب دوجلاس لقياس التغير التكنولوجى، كما تبين وجود تضارب شديد بين نتائج تقديرات معامل التغير التكنولوجى باستخدام الطريقة المختصرة وتلك المتحصل عليها باستخدم الدالة الإنتاجية ذات المرونة الإحلالية الثابتة وهذا يعنى عدم جودة استخدام نتائج تقديرات أى من هذه الطرق كبدائل جيدة لبعضها البعض.

A Comparative Study for Measuring Technological Change Coefficient in Egyptian Agriculture

Dr. Ayman Abou Zeid., Dr. Ahmed El Kholei, Dr. Hassan Abou Saad

SUMMARY

The agricultural sector is considered one of the most important sectors in the Egyptian economy. It contributed about LE 100 billion in 2005, representing around 15% GNP. This paper aims to survey the different approaches for estimating technological change, then estimating technological change parameter for the most common approaches in use. Moreover, the obtained results are tested to find whether they are statistically significant or not. The paper concluded that there is not statistically significant relationship between the results obtained from Solo's and the reduced approaches. The same result has obtained for Solo and Cob-Doglus from one side, and the reduced and Cob-Doglus from the other side. However, the CES production function approach was statistically significance from Solo and Cob-Doglus approaches. Also, there was a great conflict between the obtained results of applying the reduced and CES production function approaches. In short, they could not be considered alternatives and the researcher should be very cautious in applying such approaches.