# دور البحث والتطوير في التقدم التكنولوجي والنمو الاقتصادي: نموذج حاسوبي لقياس الكفاءة والتقنية

***فبيس سعيد الفهادي، ونوفل قاسم الشهواني، ورائد عبد القادر الدباغ ****

## ملخـص

الهدف الرئيس من هذه الدراسة هو تصميم برنامج جاهز للعمليات الرياضية وتطبيقاتها الإحصائية ذات العلاقة التي تضمنها النموذج الرياضي المقترح في دراسة سابقة، والهادف لقياس الكفاءة المجسدة بالعمل وبالتقنية (المجسدة برأس المال المادي) التي تعزى إلى الأنشطة الإبداعية للبحث والتطوير (ب وت) في عمليات الإنتاج الصناعي (أو الزراعي) أو في الاقتصاد الكلي عموماً. كما تهتم الدراسة بإمكانات العمل الآلي باستخدام الحاسب الإلكتروني لكشف العلاقة بين الدراسات التطبيقية، في علم الاقتصاد مثلاً، مع العلوم الأخرى مثل الرياضيات والإحصاء.

أثبتت هذه الدراسة فاعلية هذا الاتجاه وقدمت دعماً إضافياً لصحة ولاختبار إطار عمل النموذج المقترح، فضلاً عن اختزال الوقت المطلوب للوصول إلى مخرجات دقيقة مكونة من اكثر من ثلاثة وسبعين عموداً من المتغيرات الاقتصادية، وتزود الباحث بمخرجات العمل التجريبي حاسوبياً في تقرير من اثنتي عشرة صفحة من نتائج التحليلات الكمية وخمسة عشر مخططاً بيانياً في غضون ثوان، في حال التطبيق ببيانات أي شركة أو قطاع. وتقترح الدراسة في الوقت ذاته استكمال تطوير مثل هذه التوجهات والاستفادة من تطبيقاتها.

## 1- المقدمـة

اقترحت دراسة سابقة (عبد الفتاح والشهواني، 1999) نموذجاً رياضياً لاشتقاق مقاييس للكفاءة المجسدة والتقنية المجسدة بالموارد الاقتصادية الداخلة في الإنتاج ضمن إطار عمل دالة إنتاج كوب- دوغلاس وفيها يدخل رأسمال البحث والتطوير (ب وت) [Research and Development (R&D)] عنصراً من عناصر الإنتاج. ان اشتقاق تلك المقاييس يتطلب عمليات تحويل رياضية متعددة ومعقدة ومتجهات من القيم والبيانات (عند التطبيق التجريبي) للحصول عليها، تكون على درجة من الدقة والحساسية لأية أخطاء ممكنة، وان احتمالات تلك الأخطاء كبيرة لأنها تستلزم بالضرورة امتلاك المحلل المنفذ لخطوات النموذج الرياضي المقترح قدراً عالياً من المهارة يتناسب والحاجة لتطبيق النموذج. ولذا فان اختصار خطوات التحويل والاشتقاق بالاستعانة ببرنامج جاهز يؤدي كل تلك العمليات ومعها تقدير النماذج الاحتمالية المطلوبة فيه، يعني اختصار تكلفة الزمن والجهد، وتحاشي أية احتمالات لأخطاء القياس في ضوء حساسية المتغيرات لأي تغير في البيانات، فضلاً عن تلافي مسألة الخوض في مهام تحليلية ذات طابع تخصصي بعيد عن هدف الحصول على تلك المقاييس الذي يعد بحد ذاته مرحلة أولية لإعادة التقدير القياسي والتحليل الاقتصادي اللاحقين.

أما أهمية الحاجة للاستفادة من البرنامج واستخدامه فتزداد مع تزايد واتساع مجالات التطبيق في مجالات ودراسات الإنتاجية سواء الصناعية او الزراعية او البحثية او الكلية لعموم الاقتصاد على المستوى الكلي من ناحية، وعلى المستوى الجزئي من ناحية ثانية (شركة، منشأة، مؤسسة، محطة زراعية، قسم... الخ) او حتى على مستوى الاقتصاد الدولي او الإقليمي لمجموعة بلدان في مجموعة معينة من ناحية ثالثة.

وتتجسد مشكلة البحث في الواقع بمدى تفهم خطوات ومراحل النموذج الرياضي أصلاً وكيفية إجراء التقدير القياسي، وغياب ما يشخص حالات الخطأ واحتمالاته الكثيرة بالنسبة للباحث المستفيد إلا عند المراحل النهائية له، عند إعادة تقدير آثار المقاييس (المتغيرات) الجديدة المشتقة (الكفاءة والتقنية) على نمو إنتاجية العنصر الكلي (TFP)

* جامعة تكريت، وجامعة دهوك، وجامعة الموصل، العراق على الترتيب. تاريخ استلام البحث 2003/2/16، وتاريخ قبوله 2004/4/28.

مقياساً للتقدم التقاني وعلى النمو الاقتصادي (عبد الفتاح والشهواني، 2001).

وعليه تسوق الدراسة فرضيتها العلمية "ان مقياسي الكفاءة والتقنية يجسدان الآثار غير المباشرة للأنشطة الإبداعية (ب وت) على الإنتاج وعلى معدلات نمو الإنتاجية الكلية غير العاملية، وان إجراء إعادة تقدير آثار الكفاءة والتقنية على الإنتاج يقدم اختباراً لفاعلية ودور تلك المتغيرات المفاسة في النمو الاقتصادي وفي التقدم التقاني تطبيقاً من ناحية، ومن ناحية أخرى يطرح إثباتاً إضافياً لدعم إطار عمل النموذج وأهميته في التطبيق".

تستند منهجية البحث إلى توظيف إمكانات البرمجة تحت البرمجية الجاهزة Minitab (American Megatrends, 1996 Under Windows؛ وعلى إدخال البيانات الأساس التي تقيس مدخلات ومخرجات النشاط الإنتاجي (الصناعي) والإبداعي والتي يمكن استخراجها من الحسابات الختامية لميزانية النشاط السنوية؛ وأخيراً على مقدرة وإمكانات المستفيد User في استخدام البرمجية الإحصائية Minitab او نظيره الذي يعمل في بيئة برنامج Windows.

في المبحث الثاني القادم تتطرق الدراسة الى الإطار النظري والخلفية التاريخية لاتجاهات العلاقة تمهيداً لصياغة النموذج الجديد بإطار عمل مناسب. وفي المبحث الثالث يتم عرض الخطوات الرياضية للنموذج المستخدم Algorithms وتطبيقه. وقد تم توصيف البرنامج وخطواته التحليلية في المبحث الرابع. وأخيراً تناول المبحث الخامس ملاحظات ختامية عن النظام وعمل البرنامج الى جانب التطبيق والاستخدام المباشر للنموذج.

## 2- الاستعراض المرجعي

من بين أوائل الدراسات المتميزة التي قدرت الرقم القياسي لإنتاجية العنصر الكلي بطريقة عرفت لاحقاً بأسلوب تحليل الحساسية هي الدراسة الرائدة للاقتصادي سولو عام 1957 عن دالة الإنتاج المجموعي والتقدم التكنولوجي (Solow, 1957) في الولايات المتحدة للمدة بين (1909-1949).

ثم ظهرت مباشرة الدراسات التي تحلل العلاقة بين الأنشطة الإبداعية ومكونات معدل نمو إنتاجية العنصر الكلي TFP مقياس التقدم التقاني الخارجي في دالة الإنتاج، وبخاصة دراسات الاقتصادي كريلجز (Griliches, 1957, 1958) عن القطاع الزراعي في البداية ثم عن القطاع الصناعي التحويلي لاحقاً. ومع تطور أدوات القياس في مطلع الستينات تطورت الأدبيات التجريبية لدراسة واقع العلاقة بين (ب وت) بوصفه أهم عنصر من عناصر التغير التقاني وبين نمو الإنتاجية مثل دراسات الاقتصادي مانسفيلد وكذلك ميناسيان (Minqsian) ثم دراسات الاقتصادي تيرلكج (Terleckyj) في السبعينات. تناول معظم هذه الدراسات اتجاهات وتركيب العلاقة بين الأنشطة الإبداعية والإنتاجية في الصناعات المختلفة في الولايات المتحدة وضمن إطار العمل نفسه تقريباً، الذي استمر في الثمانينات وحتى الوقت الحاضر.

ومع بداية الثمانينات ظهر اتجاه متميز لدراسة مكونات التقدم التقاني الخارجي وبأساليب متباينة توصلت محاولاته في الغالب الى عنصرين رئيسين يؤلفان شطري الرقم القياسي للإنتاجية غير العاملية هما تغيرات الكفاءة وتغيرات التقنية، وكلتاهما غير مجسدة، تؤلفان التقانة غير المجسدة. ففي عام 1982 أمكن اشتقاق مقياس TFP بطريقة التحليل غير المعلمي Non-Parametric دعي باسم مقياس Malmquist وذلك باستخدام البرمجة غير العاملية رياضياً وأسلوب تحليل النشاط هندسياً. وهذه الطريقة سمحت بإرجاع نمو الإنتاجية الى عنصرين هما التغير التقني وتغيرات الكفاءة التقنية، من قبل عالم الرياضيات (كيف) مع الاقتصاديين كريستنسن ودي ورت (Cave et al., 1982) بحيث كانا مكافئين لمقياسين سابقين هما مقياس Tornquist ومقياس Divisa بميزات ومآخذ متفاوتة. والأخيران يركزان فقط على الاداء الكفء فنياً في الإنتاج، وهما صحيحان فقط عند استخدام دالة الإنتاج اللوغاريتمية المحولة ولا يميزان بين مكونات نمو الإنتاجية. وهذا ما حاولته دراسة كيف ورفاقه المشار اليها باستخدام دالة الإنتاج المتسامية Transcendental Production Function.

وفي عام 1990 استخدم **يافاز** مع **كوكز** (Chavas and Cox, 1990) طريقة غير معلمية لحل مشكلات البرمجة الخطية واشتقاق مقياسي الكفاءة والتقنية من المقياس الرئيس المركب منهما TFP.

ثم طور الاقتصادي فير مع آخرين (Fare et al., 1994) طريقة غير-عاملية لقياس نمو الإنتاجية باستخدام دوال المسافة التي تقيس تباعدات (فئات او قطاعات معينة) بشكل نسبي عن تقانة هي تقانة التطبيق الأفضل Best Practice المثلى ومعبرة عن نسب اللحاق بها Catching Up. وتشير الدراسة الى انها تحلل التقانة وترجع تطوراتها الى إبداعات تقنية والى تغيرات كفاءة (ونهوض) وانها تسمح، أي الطريقة، بوجود الأداء غير الكفء ولا تفترض شكلاً دالياً للتقانة وللإنتاج.

والى هنا تجدر الإشارة الى ان جميع الأدبيات السابقة

(عبد الفتاح والشهواني، 1999) التي ربطت بين تحليل اتجاهات نمو الإنتاجية ومكونات (ب وت) اعتمدت في الغالب الأعم المقياس التقليدي لنمو الإنتاجية باستخدام دالة إنتاج كوب- دوغلاس دونما إمكانية التمييز بين الكفاءة والتقنية في نمو الإنتاجية مع او بدون آثار (ب وت) الصناعي او الأنشطة الإبداعية المختلفة المكونة لها. اما الدراسات التي أجرت مثل هذا التمييز فقد اعتمدت أساليب مختلفة عدا دالة الإنتاج كوب- دوغلاس الا انها لم تقدر أية علاقة لها مع البحث والتطوير، ذلك انها أرجعت مكونات نمو الإنتاجية الى تغيرات كفاءة وتغيرات تقنية كما سبق القول وكلاهما غير مجسد لان مقياس نمو TFP اصلاً هو مقياس للتقدم التقاني. وبكلمات أخرى، إن أياً من الدراسات السابقة لم تتطرق إلى الكفاءة والتقنية التي تولدها أنشطة (ب وت) الكلي ولا لمكوناتها الإبداعية من أبحاث أساسية او تطبيقية او مشروعات تطوير، ولم تشر إلى أهميتها وقياسها وتقدير آثارها على النمو الاقتصادي وعلى التقدم التقاني بشكل مباشر او غير مباشر. وهذه الصورة التحليلية تطرح العديد من التساؤلات، وهذا ما أقدمت عليه دراسة سابقة عام 1998 تمت الإشارة اليها في مدخل هذه الدراسة.

وقبل صياغة هذه التساؤلات بما يخدم الفروض العلمية للدراسة الحالية، من المناسب الإشارة هنا الى ان الأنشطة الإبداعية تهدف الى ابتكار منتوج جديد او تطوير منتوج موجود او تطوير عمليات إنتاج جديدة في الإنتاج، وان أنشطة (ب وت) المنتوج يصب في تطوير الكفاءة الفنية للعمل، في حين ان أنشطة (ب وت) العمليات تسهم في احداث تغيير تقني، وكلاهما مجسد بالعمل وبرأس المال على الترتيب.

من ناحية ثانية فقد عدت تغيرات الكفاءة والتغيرات التقنية أهم عنصرين يتكون منهما التقدم التقاني كما لاحظنا. هذا يعني ان (ب وت) الكلي يحسن المنتوج والعمليات ويترك آثاره المباشرة على العمل ورأس المال وتتجسد هذه الآثار فيها، وهذه الآثار المجسدة تؤثر بدورها على الإنتاج وعلى النمو الاقتصادي وعلى التطور التقاني فيه، أي انها تحمل آثاراً غير مباشرة لأنشطة (ب وت) على النمو والتقدم، فضلاً عن آثارها المباشرة على النمو والتقدم ايضاً.

والسؤال هنا: هل بالإمكان قياس الكفاءة المجسدة وقياس التقنية المجسدة بما يعزوهما الى أنشطة (ب وت)؟ وإذا أمكن القياس والحصول على مقاييس منفصلة لها، هل يفترض بها ان تكون على علاقة (مؤثرة) بنمو الإنتاجية؟ بصياغة اخرى؛ ما أهمية مكونات المجموعة الأولى في تفسير نمو المجموعة الثانية؟

ان الإجابة عن هذه التساؤلات كانت من مسؤولية اصل الدراسة السابقة لعام 1998 (الشهواني، 1998) وقدمت إجابات وافية ومتكاملة بالتطبيق على عدد من فروع الصناعة التحويلية في العراق وتم نشر أحد هذه التطبيقات حديثاً (عبد الفتاح والشهواني، د.ت.). فما هو الجديد في الأمر؟

هنا تلوح أمام الباحث مشكلة من نوع آخر في الدراسة، أشير إليها في بداية البحث، وهي ما يواجهه الباحث الاقتصادي من صعوبات في تطبيق النموذج الرياضي المقترح لتقديم الحلول لتلك التساؤلات. بمعنى ان ما يحول دون الاستفادة من النموذج هو تعقد المراحل والإجراءات العملية لتطبيق الخطوات الرياضية وبالدقة المطلوبة لغرض الحصول على تلك المقاييس الجديدة. وكيفية تدارك هذه المسألة هو هدف هذه الدراسة التي بين أيدينا الآن.

ولغرض الادخار بالوقت والكلفة والجهد في التطبيق والاستفادة من إمكانات النموذج ولمجالات متعددة ومستويات شتى في القطاعات المختلفة، فقد تمت صياغة برنامج جاهز يؤدي الدور المطلوب بشكل مكمل وحاسم للتطورات التي جاءت بها الدراسة الأولى، وقبل برمجة النموذج نتعرف على توصيف مركز للعمليات الرياضية في القياس.

## 3- منهجية الدراسة

### 3-1 خوارزمية النموذج

بافتراض دالة إنتاج عامة وتقدم تقاني حيادي خارجي غير مجسد وعنصر الإبداع التقني R مقاساً بأنشطة (ب وت) او أحد مكوناتها الرئيسة، عنصراً ثالثاً في دالة إنتاج عامة متجانسة من الدرجة واحد:

$$VA = A(t)\, f(K,\ L,\ R) \qquad \ldots(1)$$

حيث ان: $(R = KR, KD, \text{or } KR\&D)$ *.

وبافتراض أنها تأخذ شكل دالة إنتاج كوب-دوغلاس:

$$VA = A_1 e^{\lambda_{1t}} L^{\alpha_1} K^{\beta_1} \qquad \ldots(2)$$

فان تغير إسهامي عنصري الإنتاج التقليديين بعد السماح بظهور العنصر الثالث:

$$VA = A_2 e^{\lambda_{2t}} L^{\alpha_2} K^{\beta_2} R^{\gamma} \qquad \ldots(3)$$

* انظر قائمة الرموز والمختصرات في الملحق رقم (3).

يشير إلى آثار داخلية للإبداع على إسهام العناصر الأخرى في الإنتاج [لتعريف الرموز الواردة في النموذج ينظر الملحق (3)]:

$$VA = A_2 e^{\lambda_{2t}} (L_R * L)^{\alpha_2} (K_R * K)^{\beta_2} R^{\gamma} \quad \ldots(4)$$

وهذه الآثار تقيس تغيرات كفاءة مجسدة بالعمل التقني وتغيرات تقنية مجسدة برأس المال،

$$VA = A_2 e^{\lambda_{2t}} (L_R{}^{\Delta\alpha} * L^{\alpha_1})(K_R{}^{\Delta\beta} * K^{\beta_1}) R^{\gamma} \quad \ldots(5)$$

$$VA = A_2 e^{\lambda_{2t}} L^{\alpha_1} K^{\beta_1} L_R^{\Delta\alpha} K_R{}^{\Delta\beta} R^{\gamma} \quad \ldots(6)$$

وقياسها من النماذج الاحتمالية المقدرة لدالة الإنتاج بالتحويل الخطي لها، وتجريبياً:

$$\ln \hat{V}a_t = \ln A_1 + \hat{\alpha}_1 \ln L_t + \hat{\beta}_1 \ln K_t \quad \ldots(7)$$

$$\ln \hat{V}a_t = \ln A_2 + \hat{\alpha}_2 \ln L_t + \hat{\beta}_2 \ln K_t + \hat{\gamma}_2 \ln R_t \quad \ldots(8)$$

حيث ان: $\lambda_1 t.\ln e = \lambda_2 t.\ln e = 1$

والافتراض الضمني:

$$LR = f(R), KR = f(R) \quad \ldots(9)$$

وكذلك فان:

$$L^{\alpha_1} = (L * L_R)^{\alpha_2} = (L * L_R)^{\alpha_1 + \Delta\alpha}$$
$$L^{\alpha_1} = L^{\alpha_1} * L_R^{\Delta\alpha} \quad \ldots(10)$$

$$K^{\beta_1} = (K * K_R)^{\beta_2} = (K * K_R)^{\beta_1 + \Delta\beta} \quad \ldots(11)$$

$$K^{\beta_1} = K^{\beta_1} * K^{\Delta\beta} \quad \ldots(12)$$

وهنا يفترض تجانس وحدات قياس العمل (L) ووحدات قياس كفاءته ($L_R$) كمياً مع تباين مستويات العمل نوعياً، وكذلك تجانس وحدات قياس رأس المال والتقنية المجسدة به ($K, K_R$) في قيمة التدفق الرصيد لرأس المال والتباين النوعي في الأداء. وعليه فان:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 = \delta_1 \alpha_1 \quad , \quad \alpha_1 = \alpha_2 + \Delta\alpha \\ \Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = \delta_2 \beta_1 \quad , \quad \beta_1 = \beta_2 + \Delta\beta \end{aligned}\right\} \quad \ldots(13)$$

ان المعادلة الأساسية لنموذج دالة إنتاج يسمح فيها للأنشطة الإبداعية للبحث والتطوير مع الكفاءة والتقنية اللتين تتركهما وتعمل بموجبهما كعناصر للإنتاج هي المعادلة (6). وتهدف الدراسة الى الحصول على مقياس الكفاءة والتقنية ومعلماتها المقدرة، والمعادلة (6) تحتوي على مجهولين هما ($K_R, L_R$) ولابد من معادلتين على الأقل تحوي كل منهما كلا المجهولين لغرض الاشتقاق. وبالاستفادة من البديهية الرياضية بتقريب تغير لوغاريتم المتغير بمعدل نموه، وتقدير النموذجين الاحتماليين (7) و(8) وفق هذه البديهية تجريبياً وكما يأتي:

1. $$\ln \hat{v}a_{1,t} = \hat{a}_o + \hat{a}_1 \ln L_t + \hat{a}_2 \ln k_t \quad \ldots(14)$$

2. $$\ln \hat{v}a_{2,t} = \hat{b}_o + \hat{b}_1 \ln L_t + \hat{b}_2 \ln k_t + \hat{b}_3 \ln R_t + \hat{b}_4 \ln L_{R,t} + \hat{b}_5 \ln K_{R,t} \quad \ldots(15)$$

حيث ان: va القيمة الحقيقية المضافة لمقياس الناتج.

وتطبيق الاجراء المذكور حسب سياقه في البرنامج:

1a. $$\frac{\partial \ln \hat{v}a_{1,t}}{\partial t} = \hat{a}'_o + \hat{a}'_1 \frac{\partial \ln L_t}{\partial t} + \hat{a}'_2 \frac{\partial \ln k_t}{\partial t} \quad \ldots(16)$$

2a. $$\frac{\partial \ln \hat{v}a_{2,t}}{\partial t} = \hat{b}'_o + \hat{b}'_1 \frac{\partial \ln L_t}{\partial t} + \hat{b}'_2 \frac{\partial \ln k_t}{\partial t} + \hat{b}'_3 \frac{\partial \ln R_t}{\partial t} + \hat{b}'_4 \frac{\partial \ln L_{R,t}}{\partial t} + \hat{b}'_5 \frac{\partial \ln k_{R,t}}{\partial t} \quad \ldots(17)$$

1b. $$(\dot{v}_a / v_a)_{1,t} = \hat{a}''_o + \hat{a}''_1 (\dot{L}/L)_t + \hat{a}''_2 (\dot{k}/k)_t \quad \ldots(18)$$

2b. $$(\dot{v}_a \hat{/} v_a)_{2,t} = \hat{b}''_o + \hat{b}''_1 (\dot{L}/L)_t + \hat{b}''_2 (\dot{k}/k)_t + \hat{b}''_3 (\dot{R}/R)_t + \hat{b}''_4 (\dot{L}/L)_{R,t} + \hat{b}''_5 (\dot{k}/k)_{R,t} \quad \ldots(19)$$

$$2a1.\ \frac{\partial \ln k_{R,t}}{\partial t} = \left[\partial \ln \hat{va}_{2,t} - \hat{b}'_O - \hat{b}'_1 \frac{\partial \ln L_t}{\partial t} - \hat{b}'_2 \frac{\partial \ln k_t}{\partial t} - \hat{b}'_3 \frac{\partial \ln R_t}{\partial t}\right] / \left[\hat{b}'_5\right] - \left[\hat{b}'_4\right] / \left[\hat{b}'_5\right] * \frac{\partial \ln L_{R,t}}{\partial t} = C_{44} - K_1/K_2 = C_{44} - K_5 \quad \ldots(20)$$

حيث ان $C_{44}$: المتغير رقم (44) وهو متجه من القيم ناتج الحد الأول من الطرف الأيمن من المعادلة؛ $k_1$: ثابت تناسب.

$$2b1.\ (\dot{k}/k)_{R,t} = \left[(\dot{va}/va)_{2,t} - \hat{b}''_O - \hat{b}''_1(\dot{L}/L)_t - \hat{b}''_2(\dot{k}/k)_t - \hat{b}''_3(\dot{R}/R)_t\right] / \left[\hat{b}''_5\right] - \left[\hat{b}''_4\right] / \left[\hat{b}''_5\right] * (\dot{L}/L)_{R,t} = C_{45} - K_3/K_4 = C_{45} - K_6 \quad \ldots(21)$$

$$2a2.\ \frac{\partial \ln k_{R,t}}{\partial t} = (C_{46})/(K_5 - K_6) = C_{46}/K_7 = C_{47} \quad \ldots(22)$$

$$2b2.\ \frac{\partial \ln k_{R,t}}{\partial t} = (C_{45}) - K_6 * \left(\frac{\partial \ln L_{R,t}}{\partial t}\right) = C_{45} - K_6 * C_{47} = C_{48} \quad \ldots(23)$$

وكذلك المتغيرات (C45.... C48) هي تحويلات رياضية بشكل متغيرات (متجهات) في شاشة المخرجات.

وللحصول على لوغاريتم الرقم القياسي للكفاءة وللتقنية من الصيغتين (2a2) و(2b2) نفترض أن القيمة الأولى في متجه كل من المقياسين المشتقين "واحد صحيح":

$$\ln L_{R,1} = 1 \quad , \quad \ln k_{R,1} = 1$$

ونطبق الصيغة الرياضية الآتية بالنسبة لبقية قيم كل متجه من المتجهين:

$$\ln L_{R,t} = \ln L_R(t) = \frac{\partial \ln L_{R,t}}{\partial t} + \ln L_{R,t-1} = C_{47}(t) + C_{49}(t-1) = C_{49} \quad \ldots(24)$$

$$\ln k_{R,t} = \ln k_R(t) = \frac{\partial \ln k_{R,t}}{\partial t} + \ln k_{R,t-1} = C_{48}(t) + C_{50}(t-1) = C_{50} \quad \ldots(25)$$

ومن ثم يكون الرقم القياسي للكفاءة وللتقنية:

$$L_{R,t} = \exp(\ln\ L_{R,t}) \quad \ldots(26)$$

$$k_{R,t} = \exp(\ln\ k_{R,t}) \quad \ldots(27)$$

ويمكن بعدها تقدير دالة الإنتاج بخمسة متغيرات مستقلة او بتوليفة من (N-1) من تلك المتغيرات:

$$\ln \hat{va}_{2,t} = \ln \hat{A}_2 + \hat{\alpha}_1 \ln L_t + \hat{\beta}_1 \ln k_t + \delta_1 \hat{\alpha}_1 \ln L_{R,t} + \delta_2 \hat{\beta}_1 \ln k_{R,t} + \hat{\gamma} \ln R_t =$$

$$\ln \hat{va}_{2,t} = \hat{b}_O + \hat{b}_1 \ln L_t + \hat{b}_2 \ln k_t + \Delta\hat{\alpha} \ln L_{R,t} + \Delta\hat{\beta} \ln k_{R,t} + \hat{\gamma} \ln R_t =$$

N = 1, 2,....., 5

وتقدير أثر (ب وت) او أحد مكوناته مع الكفاءة والتقنية على التقدم التقاني.

$$(\dot{TFP}/TFP)_t = \lambda + (\dot{L}/L)_{R,t} + (\dot{k}/k)_{R,t} + (\dot{R}/R)_t \quad \ldots(28)$$

### 2-3 وصف وصياغة البرنامج لمقاييس الكفاءة والتقنية

بعد عرض الخطوات الرياضية والتحويلات التطبيقية التي تطرأ على البيانات نتناول في هذا المبحث وصف البرنامج المستخدم وصياغته في التحويل. فقد تم استخدام البرمجية الجاهزة (Minitab 10.5X Under Windows) لكتابة البرنامج الرئيس وكافة الروتينات الفرعية المطلوبة في التحليل، حيث تعد البرمجية الجاهزة Minitab إحدى البرمجيات المهمة في صياغة لوائح العمل التي يتم توظيفها في مجالات الإحصاء والرياضيات، وتضم هذه البرمجية مجموعة كبيرة من الإيعازات التي تستخدم في التحويلات الرياضية Mathematical Transformations فضلاً عن عدد كبير من الفقرات التي تستخدم في الاختبارات الإحصائية وفي التحليلات الإحصائية الأخرى مثل تحليل الانحدار المتعدد والانحدار متدرج الخطوات Stepwise Regression وتحليل التباين في الانحدار الخطي المتعدد... الخ. ولأجل الاستفادة من هذه الإيعازات على النحو المطلوب فقد تم استخدام إمكانات البرمجية الجاهزة في كتابة برامج Macros مرتبة بشكل روتينات تستدعى بمجرد

كتابة اسم الماكرو بعد علامة النسبة المئوية (%) لغرض التنفيذ Invoking the Macro. وقد تم استخدام الماكرو الشامل Global Macro لتحليل البيانات المخزونة في لائحة عمل البرنامج والحصول على النتائج بشكلها النهائي آخذين في الحسبان سهولة استخدام البرنامج من قبل المستخدم.

يتكون البرنامج المصمم في هذا البحث من برنامج رئيس Main Macro تم خزنه تحت اسم EFF.MAC [ينظر الملحق رقم (1)] وثلاثة برامج فرعية Submacros هي EFF1.MAC, EFF2.MAC, EFF3.MAC [ينظر الملحق رقم (2)]*.

ولغرض الاستفادة من البرنامج وتطبيق النموذج الرياضي المبرمج على بيانات مختارة لشركة صناعية او منشأة عامة او صناعة تحويلية او قطاع صناعي او اقتصادي معين يتم اتباع الخطوات الرئيسة الآتية:

### 3-2-1 استدعاء وتنفيذ الماكرو الرئيس، ويتضمن المهام الآتية:

1- إدخال بيانات المتغيرات الأساس بشكلها الخام كما هو موصوف في الفقرة القادمة.
2- تنفيذ الماكرو الرئيس بكتابة الإيعاز الآتي:

MTB > % EFF

وتتضمن العمليات الرئيسة للبرنامج الإجراءات الآتية:

أ- بناء سلاسل رأسمال (ب وت) الكلي ورأسمال الأبحاث التطبيقية ورأسمال التطوير المحلي تلقائياً وفق افتراضات معينة وبالصيغة المطلوبة (الشهواني، 1998).
ب- تثبيت قيم جميع المتغيرات (عدا العمل) بأسعار سنة معينة هي سنة الأساس في السلاسل الزمنية للمخفض Deflator في العمود $C_{11}$.
ج- إجراء التحويلات اللوغاريتمية لجميع المتغيرات.
د- تقدير النماذج الاحتمالية لدالة إنتاج كوب-دوغلاس أحدها أولي بعنصري إنتاج (L, K) فقط وثلاثة أخرى بديلة بثلاثة عناصر إنتاج (L,K,R)، ويكون أحد عناصر النشاط الإبداعي (R) الثلاثة ($K_r$, $K_d$, $K_{r\&d}$) عنصراً ثالثاً للإنتاج.

3- اختيار النموذج الأفضل من بين النماذج الثلاثة الأخيرة من قبل المستخدم على أساس اكثر المتغيرات الثلاثة ($K_r$, $K_d$, $K_{r\&d}$) معنوية إحصائية وترشيح هذا النموذج مع النموذج الأولي لغرض تطبيق النموذج وقياس الكفاءة والتقنية. وقد يحتاج المستخدم لتقدير الحالات الثلاث واحدة تلو الأخرى.

إن عملية الاختيار تتطلب من المستفيد (المستخدم) ترشيح واحد من البرامج الفرعية الثلاثة الآتية في (الجدول رقم 1).

**الجدول رقم (1): أشكال متغيرات الأنشطة الإبداعية مع البرامج المقابلة لكل منها**

| المتغير الثالث في دالة الإنتاج | المقياس | الماكرو الفرعي |
|---|---|---|
| R: $K_r$ | رأسمال الابحاث التطبيقية | EFF1.MAC |
| R: $K_d$ | رأسمال التطوير المحلي | EFF2.MAC |
| R: $K_{r\&d}$ | رأسمال البحث والتطوير | EFF3.MAC |

### 3-2-2 الماكرو الفرعي

تم بناء البرامج الفرعية الثلاثة استناداً الى اختيار النموذج الأفضل. ويتضمن كل برنامج فرعي مجموعة من التحويلات الرياضية وفق الخطوات الآتية:

1- التفاضل الزمني للوغاريتمات المتغيرات.
2- معدلات النمو (التغيرات النسبية) في مقاييس المتغيرات.
3- بالاستفادة من الفرضية في المعادلة (13) بشقيها يبدأ الإطار النظري للنموذج المقترح بافتراض ان "تغير الاستجابات المقدرة (مرونات الإنتاج) للعنصرين (L, k) بعد السماح للمتغير الثالث (R) عنصراً في الإنتاج، يعكس الآثار الداخلية للأخير على العنصرين الأولين (L, k) بشكل تغيرات كفاءة مجسدة وتغيرات تقنية مجسدة فيها على الترتيب. ومنها يتم اشتقاق المعادلة الأساسية رقم (6).
4- تقدير الانحدارات الخطية المتعددة في النماذج الاحتمالية المختلفة لدالة إنتاج غير مقيدة (مع عوائد حجم متغيرة) بالشكل اللوغاريتمي اولاً ثم بمقاييس التغير في لوغاريتماتها ثانياً ثم بأسلوب تحليل الحساسية ثالثاً لدالة النمو الاقتصادي والتقدم التقاني.
5- الانتقال الى التطبيق التجريبي للنموذج المبين في العلاقتين (7, 8) والبدء بتطبيق الماكرو الفرعي (1, 2, or 3) كما مبين في المعادلات من (14) الى (23) في الفقرة السابقة.
6- إدخال تحويلات الأشكال المختلفة لمقياسي الكفاءة والتقنية كما في المعادلات من (24) الى (27).
7- يستمر الماكرو الفرعي مع كل ملف (برنامج فرعي) يتم

* للحصول على البرنامج الجاهز بكامله يمكن الاتصال بأحد الباحثين بجامعة الموصل.

اختياره بما يأتي:

أ- احتساب معدل نمو إنتاجية العنصر الكلي ($TFP / TFP$) مقياس التقدم التقاني الخارجي (غير المجسد) من دالة إنتاج كوب-دوغلاس غير مقيدة في العمود ($C_{55}$).

ب- احتساب الأرقام القياسية لمدخلات ومخرجات الإنتاج.

ج- ج. احتساب معدلات التقدم التقاني من الرقم القياسي للعنصر الكلي في (أ) أعلاه في العمود (C57): Technological Change.

د- احتساب الاتجاه الكلي لدالة الإنتاج المجموعي.

هـ. تقديم مخططات بيانية (Graphs) خمسة لدالة الإنتاج المجموعي مع التقدم التقاني ومعدلات التقدم التقاني والرقم القياسي للإنتاجية الكلية A(t) والرقم القياسي لتغيرات الكفاءة وللتغير التقني.

### 3-2-3 التطبيق القياسي

بعد الحصول على مقاييس مختلفة الأشكال للتغير التقني، ولتغيرات الكفاءة التقنية يمكن للمستخدم الاستمرار بالتحليل الكمي وتقدير آثار الكفاءة والتقنية على الإنتاج في دالة الإنتاج وعلى النمو الاقتصادي وعلى تفسير اكبر قدر ممكن من التقدم التقاني وأية تحليلات أخرى بحسب الحاجة كتقدير معدلات العائد على (ب وت) من نمو الإنتاجية، او تطبيق النموذج نفسه مع (ب وت) المجسد بمشتريات سلع متوسطة من جهات تجري (ب وت)، وذلك باستخدام الانحدار المتدرج او غيره في البرنامج (Minitab) نفسه والتحقق من اتجاهات ومستوى وأهمية الآثار (غير المباشرة) للبحث والتطوير والمجسدة بالكفاءة وبالتقنية بشكل مباشر (الشهواني، 1998).

## 4- ملاحظات ختامية عن النظام وعمل البرنامج

لقد تم استخدام لائحة عمل البرمجية الجاهزة Minitab لإدخال بيانات القيم الأولية للمتغيرات وهي المدخلات الأساسية للبرنامج بالقيم الجارية وهي:

**الجدول رقم (2): المتغيرات الأساسية للنموذج التطبيقي (المدخلات)**

| العمود | اسم المتغير | دلالة المتغير |
|---|---|---|
| C1 | Output | مقياس الناتج كالقيمة المضافة (VA) مثلاً. |
| C2 | Work | متغير العمل مقاساً بعدد العمال الكلي او الفنيين فقط. |
| C3 | Capital | مقياس رأس المال في الإنتاج. |
| C4 | Res. | الإنفاق السنوي على الأبحاث التطبيقية (R). |
| C5 | Dev. | الإنفاق السنوي على التطوير (D). |
| C6 | R & D | الإنفاق الكلي على الـ (ب وت) المحلي. |
| C10 | Name | اسم الصناعة ويدرج تحته السنوات الخاصة بالسلاسل الزمنية. |
| C11 | C.P.I | الرقم القياسي لأسعار المستهلك (او للناتج) او أي مخفض آخر. |

حيث توصف لائحة عمل البرمجية الجاهزة بواجهة البيانات Data Sheet وتتكون من الأعمدة C1, C2,..., C278 وبعدد مشاهدات كبير جداً يتحدد باستيعاب الحاسبة. والى جانب ذلك فان هناك واجهة اخرى خاصة بكتابة إيعازات النظام تسمى واجهة تطبيق الايعازات Session التي يظهر من خلالها مؤشر البرمجية الجاهزة MTB> (Minitab Prombt) حيث تتم كتابة جميع الإيعازات من هذه الواجهة الى جانب إمكانية اختيار هذه الإيعازات من القائمة الرئيسة للنظام. وهناك واجهة المخرجات Output لطبع النتائج الخاصة بتنفيذ الإيعازات التي يمكن خزنها بشكل ملفات نصوص Text Files.

ان الغرض من هذا الوصف السريع لبعض واجهات البرمجية الجاهزة Minitab هو تأشير المراحل الآتية أمام المستفيد من استخدام البرنامج:

1- إدخال بيانات البحث الأساس في الأعمدة المحددة كما في (الجدول رقم 2) اعلاه.

2- حفظ هذه البيانات تحت اسم اختياري باستخدام إيعاز الحفظ Save.

3- الانتقال الى واجهة تطبيق الايعازات Session Window وتنفيذ الماكرو الرئيس.

4- متابعة التحويلات الرياضية الحاصلة على البيانات نتيجة تنفيذ الماكرو الرئيس وذلك من خلال واجهة البيانات Data Sheet Window .

5- متابعة النتائج النهائية من تنفيذ الماكرو الرئيس في واجهة الإخراج Output Window.

6- بعد متابعة النماذج الثلاثة المحتسبة في الخطوات (1-5) في واجهة إخراج النظام يلاحظ أن البرنامج يعطي ثلاثة اختيارات يكون في كل منها متغيرات النشاط الإبداعي إما (ب وت) الكلي او أحد مكوناته عنصراً ثالثاً في الإنتاج، وعلى المستخدم اختيار النموذج الأفضل الذي يتضمن المتغير الثالث الأكثر معنوية بين النماذج الثلاثة. وفي هذه المرحلة يتم تنفيذ أحد الروتينات الفرعية وذلك بالإيعاز إلى النظام بتشغيل أحد هذه

البرامج وبالشكل الآتي:

MTB > % EFF1

7- يطبع النظام وفق آلية البرنامج أربعة انحدارات متعددة للماكرو الرئيس هي تقديرات المعادلة رقم (2) والمعادلة رقم (3) والمعادلة رقم (4) بالمقاييس الثلاثة للمتغير (R) في خوارزمية النموذج، كما يطبع تقديرات أربع معادلات لكل ماكرو فرعي بشكل $(\dot{X}/X)$ , (d logX) لمتغيرات المعادلات الأربع السابق ذكرها.

8- يقدم البرنامج جميع المتغيرات المقاسة مكونة من عدد من المشاهدات هو حجم العينة نفسه التي يتم العمل بضوئها في سبعين عموداً واربعة أعمدة أخرى إضافية لنتائج الانحدارات هي (C196, C197, C198, C199) ويلاحظ ان صيغة المتغير $(\dot{X}/X)$ فيها تظهر بشكل (dX/X). اما باقي المتغيرات فلا تحتاج إلى التعريف ويسهل معرفة الشكل التحويلي للمتغير من رمزه، سوى استخدام الرمز (P.S.X) للجمع الجزئي Partial Summation للمتغير (X) بدلاً من الرمز (Pars. X). وكل متغير يرد بشكل X(t) فهو بشكل قياسي في الفترة (t) وليس بقيمته الفعلية.

## استنتاجات وتوصيات

جرى تطبيق النموذج ببيانات أربع صناعات تحويلية في العراق هي: الشركة العامة لكبريت المشراق (1971-1995)؛ الشركة العامة للإسمنت الشمالية (1974-1996)؛ معمل الغزل والنسيج في الموصل (1968-1987)؛ ودار الكتب للطباعة والنشر (1970-1995). ثم استخدم النموذج تطبيقاً تجريبياً اعطى النتائج ذاتها التي سبق تطبيق مراحلها يدوياً على الحاسوب وذلك في الدراسة الموسعة عن صناعة الكبريت في العراق*.

ان هذا العمل هو نموذج للتنمية الاقتصادية وتقييس التطوير التقني الملائم للاقتصادات النامية تماماً وذلك لغياب البيانات الإحصائية التي تقيس تغيرات الكفاءة والتقدم التقني المجسدين في عناصر الإنتاج الرئيسة (العمل ورأس المال) على الترتيب، والتي تعزى الى أنشطة (ب وت) الإبداعية او إلى أحد مكوناته. كما انه ملائم كذلك للاقتصادات المتقدمة لأنه يقدم طريقة جديدة ومتفردة لقياس الكفاءة والتقنية، ولأنه يقدر آثار كل منها مجتمعة ومنفردة مع الأنشطة الإبداعية الأساسية على التقدم التقاني، ومع عنصري الإنتاج أعلاه على الإنتاج وعلى النمو الاقتصادي، وتفسير اكبر قدر ممكن من هذه المتغيرات الهدفية (المعتمدة) وبأسلوب غير مطروق فيما سبقه، مقارنة مع ما ورد في الدراسات المرجعية المشار اليها في مقدمة البحث. وهذا الأسلوب مواكب لآخر تطورات العمل البرمجي في الاستفادة من البرمجيات الجاهزة، حيث تم استخدام أعلى مستويات البرمجة (Macros) في تطبيق النظام مما يعزز صحة النتائج المتحصلة من تطبيق نموذج البحث، فضلا عن الدقة والسرعة والإسهام في الجانب العلمي لتفاعل اكثر من اختصاص في العمل التطبيقي.

كما يمكن استخدام النموذج لأغراض التنبؤ المستقبلي كاتجاه زمني مطلق لتغيرات الكفاءة والتغيرات التقنية المجسدتين بالعمل وبرأس المال على الترتيب، او بافتراض قيم مستقبلية للمتغيرات الأخرى في أحد أنماط النموذج المعتمد في القياس وفي التنبؤ بالوقت نفسه.

وبهذا يكون هذا العمل قد سجل محاولة متفردة في القياس والصياغة البرمجية والتطبيق عربياً وعالمياً بشقيه الرياضي والاقتصادي القياسي وكذلك في أسلوب توظيفه حاسوبياً.

* تجدر الاشارة الى امكانية الرجوع الى الجانب التجريبي للنموذج (والمطبق حاسوبيا بدون برمجيات جاهزة)، كما يمكن تطبيقه على العينات المختلفة من حيث طول السلاسل الزمنية وبيئة التطبيق وملاحظة جداول المتغيرات الاقتصادية وتحويلاتها الرياضية المختلفة وعندها يتم التعرف على أهمية النموذج الرياضي- القياسي المقترح ونمذجته حاسوبياً كما بينت مباحث هذه الدراسة.

**الملحق (1): الماكرو الرئيس تحت البرمجية الجاهزة Minitab**

```
GMACRO
EFF.MAC
    Name c1 'Output'
    name c2 'Work'
    name c3 'Capital'
    name c4 'R'
    name c5 'D'
    name c6 'R&D'
    name c7 'K.Res.'
    name c8 'K.Dev.'
    name c9 'K.R&D'
    name c10 'Years'
    name c11 'CPI'
    name c12 'va'
    pars c4 c7
    pars c5 c8
    pars c6 c9
    let c12=(c1/c11)*100
    name c13 'L'
    let c13=c2*359*8
    name c14 'k'
    let c14=(c3/c11)*100
    name c15 'Kr'
    let c15=(c7/c11)*100
    name c16 'Kd'
    let c16=(c8/c11)*100
    name c17 'Kr&d'
    let c17=(c9/c11)*100
    name c18 'Logva'
    log c12 c18
    name c19 'LogL'
    log c13 c19
    name c20 'Logk'
    log c14 c20
    name c21 'LogKr'
    log c15 c21
    name c22 'LogKd'
    Log c16 c22
    Name c23 'LogKr&d'
    log c17 c23
    read c196;
    format (a17).
    EQUATION NO. 1
    End
Print c196
    name c24 = 'eq1'
    regr c18 2 c19 c20;
    constant;
    coefficients 'eq1';
    dw.
    Read c197;
    format (a17).
    EQUATION NO. 2
    End
    Print c197
    name c25 = 'eq2'
    regr c18 3 c19 c20 c21;
    constant;
    coefficients 'eq2';
    dw.
    Read c198;
    format (a17).
    EQUATION NO. 3
    End
    print c198
    name c26 = 'eq3'
    regr c18 3 c19 c20 c22;
    constant;
    coefficients 'eq3';
    dw.
    read c199 ;
    format (a17).
    EQUATION NO. 4
    End
    print c199
    name c27 = 'eq4'
    regr c18 3 c19 c20 c23;
    constant;
    coefficients 'eq4';
    dw.
    read c200;
    format (A60).
    Choice The More Significant Equation From Eq2,Eq3,Eq4
    (i.e. The Highest T-Value of Kr, Kd or Kr&d)
    Run One of The Following Files To Execute Your Choice
    { 1- EFF1.MTB, 2- EFF2.MTB, 3- EFF3.MTB }
    end
    print c200
                ENDMACRO
```

**الملحق (2) : الماكرو الفرعي تحت البرمجية الجاهزة Minitab**

```
GMACRO
EFF1.MAC
# Subroutine No. 1
name c28 'dLog va'
name c29 'dLog L'
name c30 'dLog k'
name c31 'dLog Kr'
name c36 'dva/va'
name c37 'dL/L'
name c38 'dk/k'
name c39 'dKr/Kr'
diff 1 c18 c28
diff 1 c19 c29
diff 1 c20 c30
diff 1 c21 c31
diff 1 c12 c32
diff 1 c13 c33
diff 1 c14 c34
diff 1 c15 c35
divi c32 by c12 c36
divi c33 by c13 c37
divi c34 by c14 c38
divi c35 by c15 c39
name c40 = 'eq1a'
regr c28 2 c29 c30 ;
constant;
coefficients 'eq1a';
dw.
Name c41 = 'eq2a'
Regr c28 3 c29 c30 c31 ;
Constant;
Coefficients 'eq2a';
Dw.
Name c42 = 'eq1b'
Regr c36 2 c37 c38 ;
Constant;
Coefficients 'eq1b';
Dw.
name c43 = 'eq2b'
regr c36 3 c37 c38 c39 ;
constant;
coefficients 'eq2b';
dw.
read c201;
format (a50).
Change of growth elasticities of
Labour (d a2)
End
print c201
let k1 = c40(2)-c41(2)
print k1
print c201
let k4 = c42(3)-c43(3)
print k4
name c47 = 'dlogL.Kr'
name c48 = 'dlogk.Kr'
let c44=(c28-c41(1)-c40(2)*c29-
c40(3)*c30-c41(4)*c31)/k2
let c45=(c36-c43(1)-c42(2)*c37-
c42(3)*c38-c43(4)*c39)/k4
let c46 = c45-c44
let k5=k1/k2
let k6=k3/k4
let k7=k5-k6
let c47=c46/k7
let c48=c45+k6*c47
name c49 = 'logL.Kr'
name c50 = 'logk.Kr'
let c49(1) =1
let c50(1) =1
count c10 k10
do k8 = 2: k10
let c49(k8)=c47(k8)+c49(k8-1)
let c50(k8)=c48(k8)+c50(k8-1)
enddo
name c51 ='L.Kr'
name c52 ='k.Kr'
expo c49 c51
expo c50 c52
diff 1 c51 c53
diff 1 c52 c54
name c53 = 'L^/L. Kr'
name c54 ='k^/k. Kr'
let c53=c53/c51
let c54=c54/c52
name c55 ='TFP^/TFP'
name c56 ='A(t)'
let c55=c36-c24(2)*c37-c24(3)*c38
let c56(1)=1
do k9 = 2: k10
let c56(k9)=c55(k9)*c56(k9-
1)+c56(k9-1)
enddo
name c57='T.Change'
pars c56 c57
name c58 ='L(t)'
let c58=c13/c13(1)
name c59 ='k(t)'
let c59=c14/c14(1)
name c60 = 'Kr(t)'
let c60 = c16/c16(1)
let c67=c51/c51(1)
let c68=c52/c52(1)
pars c58 c64
pars c59 c65
pars c60 c66
plot 'T.P.'*'Years' 'L+k P.'*'Years';
Connect;
Overlay.
plot 'TFP^/TFP'*'Years';
connect.
plot 'A(t)'*'Years';
connect.
plot 'L.Kr'*'Years';
connect.
plot 'k.Kr'*'Years';
connect.
read c201;
format (a50).
(IF TECHNOLOGICAL CHANGE
IS ASSUMED AXOGENOUSLY
DISEMBODIED, THE TFP^/TFPL
= C55).
(IF TECHNOLOGICAL CHANGE
IS ASSUMED AXOGENOUSLY
EMBODIED IN CAPITAL, THE
(TFP^/TFP).L = C73).
END
name c69 = 'APL'
let c69 = c12/c2
name c70 ='logAPL'
log c69 c70
name c71 = 'k/L'
let c71 = c14/c2
name c72 = 'logk/L'
log c71 c72
name c73 ='TFPL'
let c73 =c70-c24(3)*c72
print c201
ENDMACRO
```

| | | |
|---|---|---|
| read c201;<br>format (a50).<br>Change of growth<br>elasticities of Capital (d a3)<br>end<br>print c201<br>let k2 = c40(3)-c41(3)<br>print k2<br>read c201;<br>format (a50).<br>Change of growth elasticities of<br>Labour (d b2)<br>end<br>print c201<br>let k3 = c42(2)-c43(2)<br>print k3<br>read c201;<br>format (a50).<br>Change of growth elasticities of<br>Capital (d b3)<br>end | name c61 = 'va(t)'<br>let c61 = c12/c12(1)<br>name c62 = 'T.P.'<br>pars c61 c62<br>name c63 = 'L+k P.'<br>let c63 = c62-c57<br>let c63(1)=1<br>name c64 = 'L.Acc.'<br>name c65 = 'k. Acc.'<br>name c66 = 'Kr.Acc.'<br>name c67 = 'L(t).Kr'<br>name c68 = 'k(t).Kr' | |

**الملحق رقم (3): مفتاح الرموز والمختصرات لأهم التحويلات الرياضية للمتغيرات الاقتصادية للدراسة.**

الاحرف الكبيرة : تشير الى ان المتغير بالاسعار الجارية.
الاحرف الصغيرة : تشير الى ان المتغير بالاسعار الثابتة وبسنة أساس معينة.
k : رأس المال العامل في المنشأة (j) والمقاس في نهاية السنة (I) فيها.
L : مجموع عدد ساعات العمل الكلية السنوية في الصناعة (j) خلال السنة مثلاً.
va : القيمة المضافة المحسوبة بتكلفة عناصر الإنتاج في الصناعة (j) في نهاية الفترة (I).
r : الانفاق السنوي على الابحاث التطبيقية والتجارب المختبرية والميدانية والموقعية.
d : الانفاق السنوي على التطوير الداخلي (ابداعات، تدريب، تأهيل، تحوير، تصنيع).
r&d : الانفاق الكلي السنوي على أنشطة (ب وت) المحلية الصناعية في المنشأة (j).
kr : رأسمال المعرفة التي تمتلكها المنشأة (j) على الابحاث التطبيقية.
kd : رأسمال التطوير الداخلي المحلي للصناعة (j).
kr&d : رأسمال المعرفة البحثية والتطوير الكلي للصناعة (j).
t : الانفاق السنوي على (ب وت) غير المباشر المجسد بمستوردات تقنية.
kt : رأسمال(ب وت) المجسد بالاستيرادات التقانية من المستخدمات الوسيطة في الإنتاج.
kH : رأس المال البشري.
z : kH, kt, kr&d, kr, Va, k, L.
$\Delta z_t = (\partial z / \partial t)_t$ : تغير المتغير z في الفترة (t).
$(\dot{z} / z)_t$ : معدل نمو المتغير z في الفترة (t).
$\gamma, \beta, \alpha$ : مرونات الناتج للعمل ورأس المال الطبيعي ولرأسمال (ب وت) المحلي.
$L_{kx}$ : تغيرات الكفاءة التي تعزى الى رأسمال النشاط الإبداعي المحلي (r&d, d, r = x).
$k_{kx}$ : التغيرات التقنية التي تعزى الى رأسمال النشاط الإبداعي المحلي (r&d, d, r = x).
x/va : كثافة الانفاق على النشاط الإبداعي x من القيمة المضافة.
x : أحد متغيرات الانشطة الابداعية للبحث والتطوير المحلي او المستورد t, r&d, d, r.
Logx : لوغاريتم المتغير x.
TFP : إنتاجية العناصر الكلية Total Factor Productivity.
λ : معدل نمو التغير التقاني الخارجي غير المجسد.

$\dot{TFP}/TFP$ : معدلات نمو إنتاجية العنصر الكلي = $\dot{A}(t)/A(t)$ .

A(t) : الرقم القياسي لإنتاج العنصر الكلي ويساوي مقياس الكفاءة (الادارية والتنظيمية والتقانة غير المجسدة) في الفترة (t).

va(t) : الرقم القياسي للقيمة المضافة في الفترة (t).

L(t) : الرقم القياسي للعمل في الفترة (t).

k(t) : الرقم القياسي لرأس المال الطبيعي (العامل) في الفترة (t).

$L_{kx}(t)$ : الرقم القياسي لتغيرات الكفاءة التي تعزى الى نشاط (x) في الفترة (t).

$k_{kx}(t)$ : الرقم القياسي للتغير التقني الذي يعزى الى نشاط (x) في الفترة (t).

C44 : مقدار رياضي في عملية الاشتقاق يأخذ التسلسل44 عند التطبيق التجريبي ببيانات واقعية.

C45 : مقدار رياضي في عملية الاشتقاق يأخذ التسلسل 45 عند التطبيق التجريبي ببيانات واقعية.

TP : الإنتاجية الكلية Total Productivity للعمل ولرأس المال (L, k).

TP(t) : الرقم القياسي للإنتاجية الكلية للعمل ولرأس المال في الفترة (t).

Par.S.A(t) : المجموع الجزئي التراكمي Partial Summation للتغير التقاني، ويساوي:

Par.S.A(t) = Par.S.TP(t) - Par.S.va(t);

Par.S.TP(t) : المجموع الجزئي التراكمي للإنتاجية الكلية في الفترة (t).

Par.S.va(t) : المجموع الجزئي التراكمي القياسي للقيمة المضافة.

**الجدول 1: تطور تقنية الأبحاث التطبيقية (المجسدة) وتقنيتها (المجسدة) المفاستين باستخدام النموذج الرياضي واستخراج أرقامها القياسية في القطاع البحثي**

| Year | dlog $L_{Kr}$ | Dlog $k_{Kr}$ | Log$L_{Kr}$ | Log$k_{Kr}$ | $L_{Kr}$ | $K_{Kr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1988 | * | * | 1.00000 | 1.0000 | 2.71828 | 2.7 |
| Mid. | 0.581091 | 1.43451 | 1.58109 | 2.4345 | 4.86026 | 11.4 |
| 1989 | -0.336359 | -0.03448 | 1.24473 | 2.4000 | 3.47200 | 11.0 |
| Mid | -0.325610 | -0.68180 | 0.91912 | 1.7182 | 2.50709 | 5.6 |
| 1990 | -0.353132 | -0.58438 | 0.56599 | 1.1339 | 1.76119 | 3.1 |
| Mid | 0.559343 | 2.01073 | 1.12533 | 3.1446 | 3.08124 | 23.2 |
| 1991 | 0.161563 | 1.30022 | 1.28690 | 4.4448 | 3.62153 | 85.2 |
| Mid | 0.021061 | 1.19532 | 1.30796 | 5.6401 | 3.69861 | 281.5 |
| 1992 | -0.102764 | 0.97600 | 1.20519 | 6.6161 | 3.33740 | 747.0 |
| Mid | 0.147235 | 0.87563 | 1.35243 | 7.4917 | 3.86680 | 1793.2 |
| 1993 | -0.097825 | 0.31860 | 1.25460 | 7.8103 | 3.50644 | 2466.0 |
| Mid | 0.080654 | 0.30586 | 1.33526 | 8.1162 | 3.80097 | 3348.3 |
| 1994 | -0.098534 | -0.01508 | 1.23672 | 8.1011 | 3.44430 | 3298.1 |
| Mid | 0.305828 | 1.74969 | 1.54255 | 9.8508 | 4.67650 | 18973.6 |
| 1995 | 0.035452 | 1.17250 | 1.57800 | 11.0233 | 4.84527 | 61285.5 |
| Mid | 0.670891 | 0.37107 | 2.24889 | 11.3944 | 9.47725 | 88820.4 |
| 1996 | -0.026384 | -0.16656 | 2.22251 | 11.2278 | 9.23046 | 75193.1 |
| Mid | -0.078198 | -1.10308 | 2.14431 | 10.1247 | 8.53616 | 24952.8 |
| 1997 | -0.162278 | -1.08690 | 1.98203 | 9.0378 | 7.25748 | 8415.6 |
| Mid | 0.302666 | -0.08186 | 2.28470 | 8.9560 | 9.82273 | 7754.1 |
| 1998 | -0.012670 | -0.09702 | 2.27203 | 8.8590 | 9.69906 | 7037.2 |

**تكملة الجدول (1)**

| Year | $(dL/L)_{Kr}$ | $(dk/k)_{Kr}$ | Kr(t) | Kr.Acc. | L(t).Kr | k(t).Kr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1988 | * | * | 1.0000 | 1.000 | 1.00000 | 1.0 |
| Mid. | 0.440712 | 0.76177 | 18.8517 | 19.852 | 1.78799 | 4.2 |
| 1989 | -0.399842 | -0.03508 | 52.0352 | 71.887 | 1.27728 | 4.1 |
| Mid | -0.384875 | -0.97743 | 66.4066 | 138.293 | 0.92231 | 2.1 |
| 1990 | -0.423519 | -0.79387 | 68.0117 | 206.305 | 0.64791 | 1.1 |
| Mid | 0.428415 | 0.86611 | 31.8746 | 238.180 | 1.13353 | 8.5 |
| 1991 | 0.149187 | 0.72753 | 20.7492 | 258.929 | 1.33229 | 31.3 |
| Mid | 0.020841 | 0.69739 | 14.9023 | 273.831 | 1.36064 | 103.6 |
| 1992 | -0.108230 | 0.62318 | 11.7669 | 285.598 | 1.22776 | 274.8 |
| Mid | 0.136909 | 0.58340 | 5.9603 | 291.558 | 1.42252 | 659.7 |
| 1993 | -0.102770 | 0.27283 | 4.1118 | 295.670 | 1.28995 | 907.2 |
| Mid | 0.077487 | 0.26351 | 2.6166 | 298.287 | 1.39830 | 1231.8 |
| 1994 | -0.103552 | -0.01520 | 1.9169 | 300.204 | 1.26709 | 1213.3 |
| Mid | 0.263487 | 0.82617 | 1.2725 | 301.476 | 1.72039 | 6980.0 |
| 1995 | 0.034831 | 0.69041 | 1.0334 | 302.510 | 1.78247 | 22545.7 |
| Mid | 0.488747 | 0.31001 | 1.5371 | 304.047 | 3.48648 | 32675.2 |
| 1996 | -0.026736 | -0.18123 | 2.5615 | 306.608 | 3.39570 | 27662.0 |
| Mid | -0.081337 | -2.01342 | 8.1004 | 314.709 | 3.14028 | 9179.6 |
| 1997 | -0.176188 | -1.96506 | 17.9549 | 332.664 | 2.66988 | 3095.9 |
| Mid | 0.261154 | -0.08530 | 28.5006 | 361.164 | 3.61358 | 2852.6 |
| 1998 | -0.012750 | -0.10188 | 39.3248 | 400.489 | 3.56809 | 2588.8 |

| Year | .dlog $L_{Kd}$ | dlog $k_{Kd}$ | Log $L_{Kd}$ | Log $k_{Kd}$ | $L_{Kd}$ | $k_{Kd}$ | $(dL/L)_{Kd}$ | $(dk/k)_{Kd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1988 | * | * | 1.0000 | 1.0000 | 3 | 2.71828e+00 | * | * |
| Mid. | 6.27526 | 13.4861 | 7.2753 | 14.4861 | 1444 | 1.95530e+06 | 0.998 | 1.0 |
| 1989 | 4.74682 | 11.4010 | 12.0221 | 25.8871 | 166387 | 1.74829e+11 | 0.991 | 1.0 |
| Mid | 0.66235 | 2.3402 | 12.6844 | 28.2272 | 322681 | 1.81525e+12 | 0.484 | 0.9 |
| 1990 | 0.68271 | 2.5404 | 13.3671 | 30.7677 | 638659 | 2.30269e+13 | 0.495 | 0.9 |
| Mid | -1.84644 | -4.1270 | 11.5207 | 26.6407 | 100779 | 3.71447e+11 | -5.337 | -61.0 |
| 1991 | -0.31927 | -0.1980 | 11.2014 | 26.4427 | 73234 | 3.04721e+11 | -0.376 | -0.2 |
| Mid | 1.16833 | 3.3532 | 12.3697 | 29.7958 | 235565 | 8.71284e+12 | 0.689 | 1.0 |
| 1992 | 1.88976 | 5.1332 | 14.2595 | 34.9291 | 1558909 | 1.47739e+15 | 0.849 | 1.0 |
| Mid | 0.35729 | 1.2488 | 14.6168 | 36.1779 | 2228394 | 5.15055e+15 | 0.300 | 0.7 |
| 1993 | 1.83105 | 4.8469 | 16.4478 | 41.0248 | 13906122 | 6.55880e+17 | 0.840 | 1.0 |
| Mid | -1.11509 | -2.1744 | 15.3328 | 38.8503 | 4559622 | 7.45548e+16 | -2.050 | -7.8 |
| 1994 | -0.94383 | -1.4955 | 14.3889 | 37.3548 | 1774301 | 1.67098e+16 | -1.570 | -3.5 |
| Mid | 2.72981 | 6.2448 | 17.1187 | 43.5995 | 27200030 | * | 0.935 | * |
| 1995 | 2.89588 | 7.0190 | 20.0146 | 50.6185 | 492306560 | * | 0.945 | * |
| Mid | -2.49950 | -7.2792 | 17.5151 | 43.3393 | 40431108 | * | -11.176 | * |
| 1996 | 0.21717 | 0.4288 | 17.7323 | 43.7681 | 50238116 | * | 0.195 | * |
| Mid | -5.62672 | -13.2945 | 12.1056 | 30.4737 | 180875 | 1.71611e+13 | -276.750 | * |
| 1997 | -4.71162 | -10.7715 | 7.3939 | 19.7022 | 1626 | 3.60214e+08 | -110.232 | -47640.5 |
| Mid | -3.41104 | -8.5815 | 3.9829 | 11.1207 | 54 | 6.75529e+04 | -29.297 | -5331.3 |
| 1998 | -1.20513 | -2.7258 | 2.7778 | 8.3949 | 16 | 4.42435e+03 | -2.337 | -14.3 |

تكملة الجدول (2)

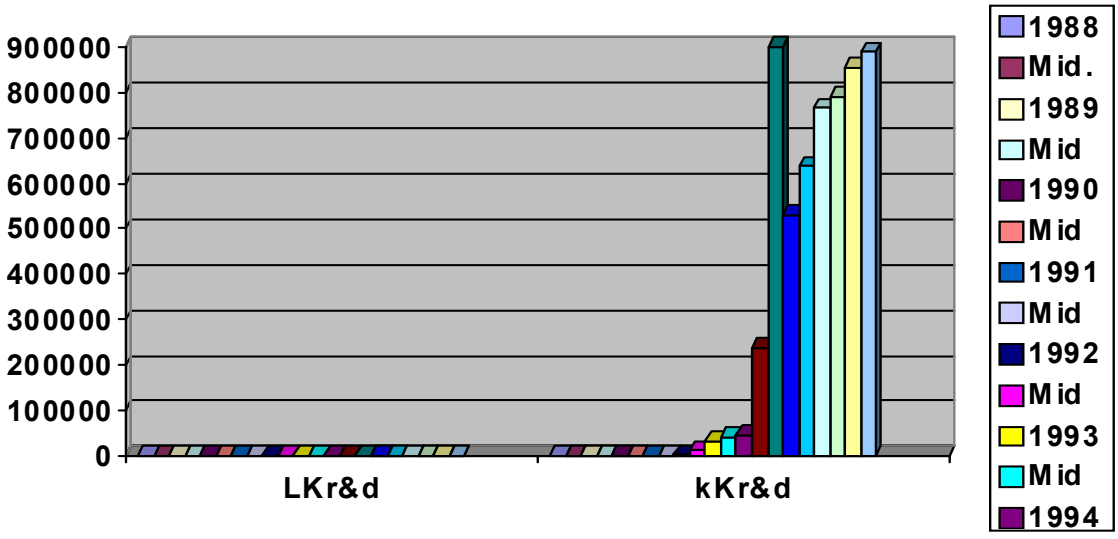
| Year | $L(t)_{Kd}$ | $k(t)_{Kd}$ | Kd(t) | Kd.Acc | Pars L(t)Kd | Pars k(t)Kd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1988 | 1 | 1.00000e+00 | 1.0000 | 1.000 | 1 | 1.00000e+00 |
| Mid. | 531 | 7.19316e+05 | 18.8517 | 19.852 | 532 | 7.19317e+05 |
| 1989 | 61210 | 6.43161e+10 | 52.0352 | 71.887 | 61742 | 6.43168e+10 |
| Mid | 118708 | 6.67794e+11 | 66.4066 | 138.293 | 180450 | 7.32111e+11 |
| 1990 | 234950 | 8.47111e+12 | 68.0117 | 206.305 | 415400 | 9.20322e+12 |
| Mid | 37074 | 1.36648e+11 | 31.8746 | 238.180 | 452474 | 9.33987e+12 |
| 1991 | 26941 | 1.12100e+11 | 20.7492 | 258.929 | 479415 | 9.45197e+12 |
| Mid | 86659 | 3.20527e+12 | 14.9023 | 273.831 | 566074 | 1.26572e+13 |
| 1992 | 573491 | 5.43502e+14 | 11.7669 | 285.598 | 1139565 | 5.56159e+14 |
| Mid | 819780 | 1.89478e+15 | 5.9603 | 291.558 | 1959345 | 2.45094e+15 |
| 1993 | 5115777 | 2.41285e+17 | 4.1118 | 295.670 | 7075122 | 2.43736e+17 |
| Mid | 1677391 | 2.74272e+16 | 2.6166 | 298.287 | 8752513 | 2.71163e+17 |
| 1994 | 652729 | 6.14721e+15 | 1.9169 | 300.204 | 9405242 | 2.77310e+17 |
| Mid | 10006332 | * | 1.2725 | 301.476 | 19411574 | * |
| 1995 | 181109472 | * | 1.0334 | 302.510 | 200521040 | * |
| Mid | 14873774 | * | 1.5371 | 304.047 | 215394816 | * |
| 1996 | 18481570 | * | 2.5615 | 306.608 | 233876384 | * |
| Mid | 66540 | 6.31323e+12 | 8.1004 | 314.709 | 233942928 | 2.77317e+17 |
| 1997 | 598 | 1.32515e+08 | 17.9549 | 332.664 | 233943520 | 2.77317e+17 |
| Mid | 20 | 2.48513e+04 | 28.5006 | 361.164 | 233943552 | 2.77317e+17 |
| 1998 | 6 | 1.62763e+03 | 39.3248 | 400.489 | 233943552 | 2.77317e+17 |

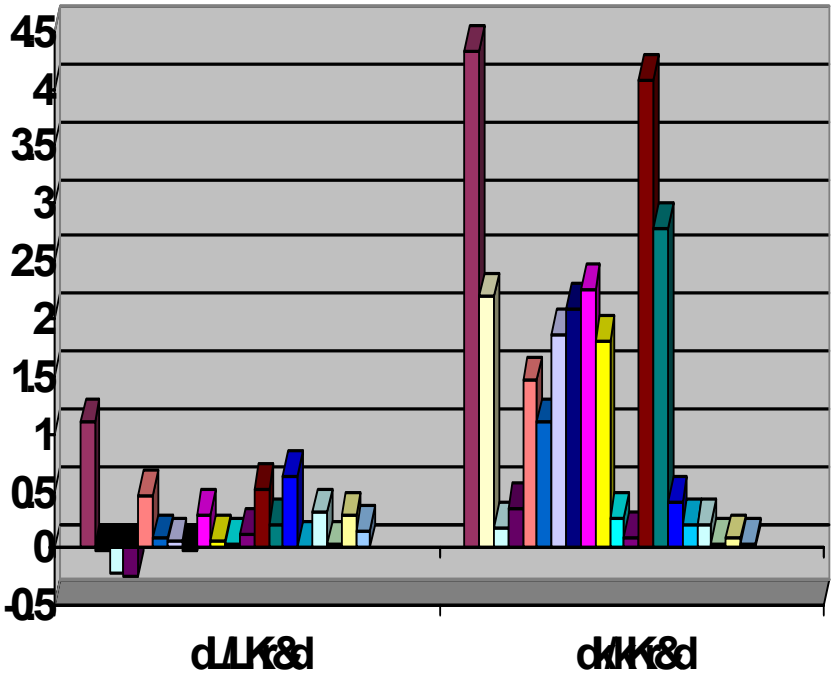
لجدول 3: تطور كل من كفاءة (ب وت) الكلي وتقنيته وأرقامها القياسية، مقاسة وفق النموذج الرياضي

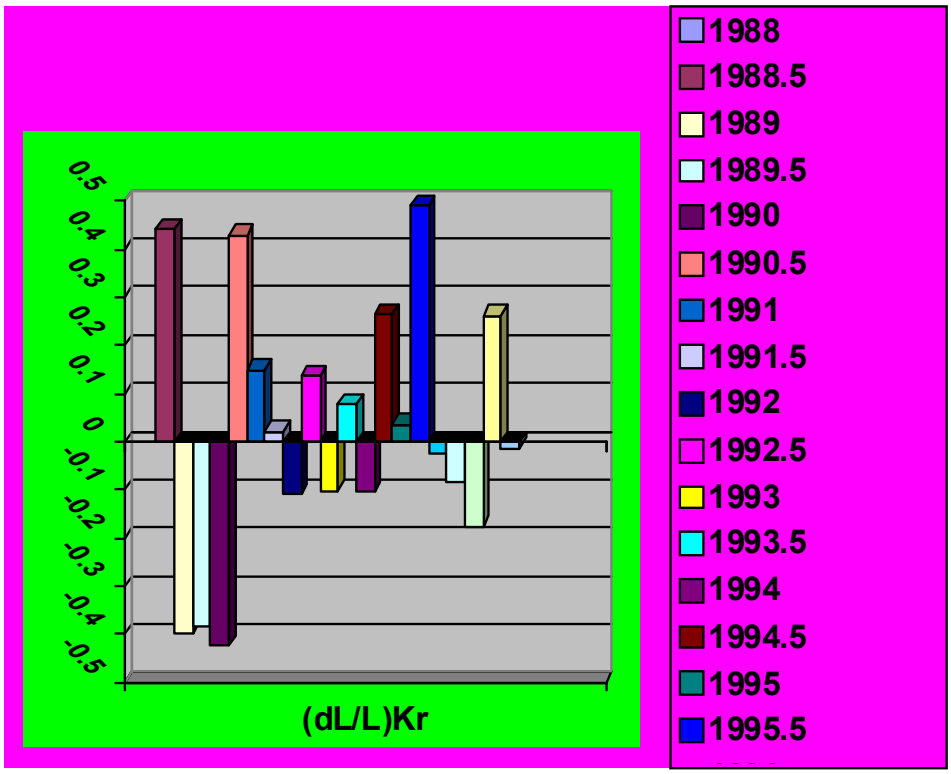
| Year | $(dLogL)_{Kr\&d}$ | $(dLogk)_{Kr\&d}$ | $logL_{Kr\&d}$ | $Logk_{Kr\&d}$ | $L_{Kr\&d}$ | $k_{Kr\&d}$ | $(dL/L)_{Kr\&d}$ | $(dk/k)_{Kr\&d}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1988** | * | * | 1.00000 | 1.0000 | 2.7183 | 3 | * | * |
| **Mid.** | 0.739010 | 1.75566 | 1.73901 | 2.7557 | 5.6917 | 16 | 0.522413 | 0.82721 |
| **1989** | -0.011464 | 1.17773 | 1.72755 | 3.9334 | 5.6268 | 51 | -0.011530 | 0.69202 |
| **Mid** | -0.259005 | 0.15439 | 1.46854 | 4.0878 | 4.3429 | 60 | -0.295640 | 0.14306 |
| **1990** | -0.262060 | 0.30640 | 1.20648 | 4.3942 | 3.3417 | 81 | -0.299605 | 0.26391 |
| **Mid** | 0.385381 | 0.89915 | 1.59186 | 5.2933 | 4.9129 | 199 | 0.319808 | 0.59309 |
| **1991** | 0.077715 | 0.74001 | 1.66958 | 6.0333 | 5.3099 | 417 | 0.074772 | 0.52289 |
| **Mid** | 0.048939 | 1.05136 | 1.71852 | 7.0847 | 5.5762 | 1194 | 0.047761 | 0.65054 |
| **1992** | -0.009629 | 1.13049 | 1.70889 | 8.2152 | 5.5228 | 3697 | -0.009675 | 0.67712 |
| **Mid** | 0.258124 | 1.18340 | 1.96701 | 9.3986 | 7.1493 | 12071 | 0.227500 | 0.69376 |
| **1993** | 0.059837 | 1.03170 | 2.02685 | 10.4303 | 7.5901 | 33870 | 0.058083 | 0.64360 |
| **Mid** | 0.042957 | 0.23678 | 2.06981 | 10.6671 | 7.9233 | 42919 | 0.042047 | 0.21084 |
| **1994** | -0.122345 | 0.08396 | 1.94746 | 10.7510 | 7.0109 | 46678 | -0.130144 | 0.08053 |
| **Mid** | 0.423068 | 1.62459 | 2.37053 | 12.3756 | 10.7030 | 236954 | 0.344966 | 0.80301 |
| **1995** | 0.191503 | 1.40863 | 2.56203 | 13.7842 | 12.9621 | 969218 | 0.174283 | 0.75552 |
| **Mid** | 0.489853 | -0.60221 | 3.05188 | 13.1820 | 21.1552 | 530746 | 0.387284 | -0.82614 |
| **1996** | 0.016867 | 0.01227 | 3.06875 | 13.1943 | 21.5150 | 537300 | 0.016726 | 0.01220 |
| **Mid** | -0.364455 | -2.06187 | 2.70430 | 11.1324 | 14.9438 | 68353 | -0.439729 | -6.86063 |
| **1997** | -0.374598 | -1.75182 | 2.32970 | 9.3806 | 10.2748 | 11856 | -0.454407 | -4.76508 |
| **Mid** | 0.098223 | -1.03902 | 2.42792 | 8.3416 | 11.3353 | 4195 | 0.093554 | -1.82644 |
| **1998** | -0.067501 | -0.34930 | 2.36042 | 7.9923 | 10.5954 | 2958 | -0.069831 | -0.41808 |

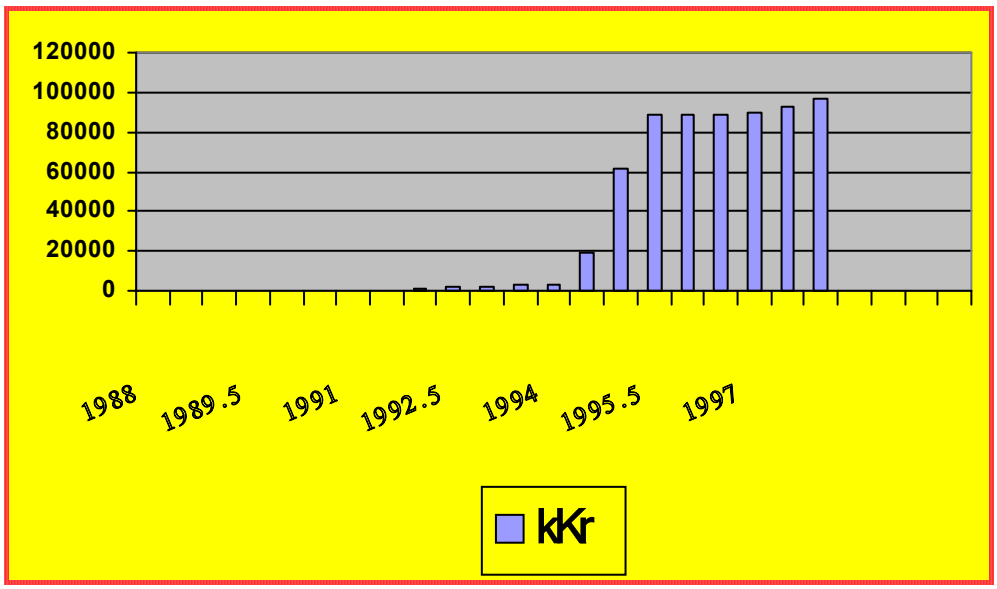
**تكملة الجدول (3)**

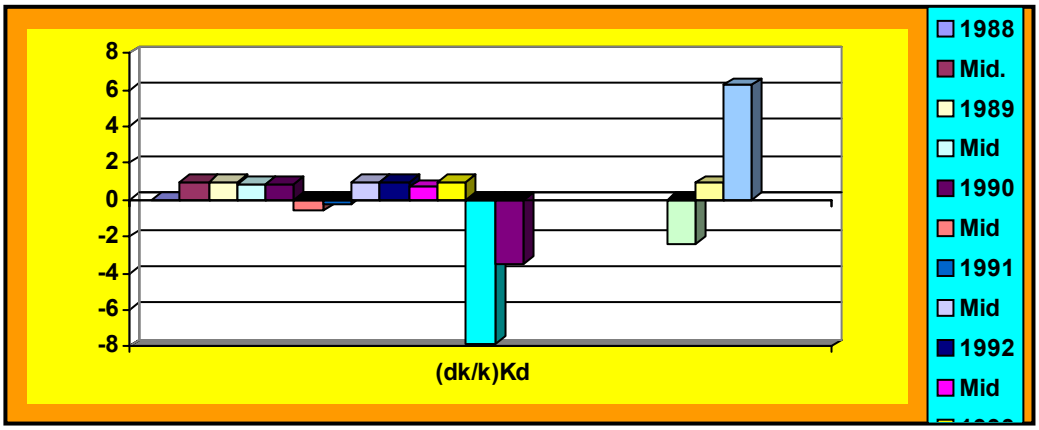
| Year | Kr&d(t) | $L(t)_{Kr\&d}$ | $K(t)_{Kr\&d}$ | Pras Kr&d(t) | Pars $L(t)_{Kr\&d}$ | Pars $k(t)_{Kr\&d}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1988** | 1.0000 | 1.00000 | 1 | 1.000 | 1.0000 | 1 |
| **Mid.** | 18.8517 | 2.09386 | 6 | 19.852 | 3.0939 | 7 |
| **1989** | 52.0352 | 2.06999 | 19 | 71.887 | 5.1639 | 26 |
| **Mid** | 66.4066 | 1.59766 | 22 | 138.293 | 6.7615 | 48 |
| **1990** | 68.0117 | 1.22934 | 30 | 206.305 | 7.9909 | 77 |
| **Mid** | 31.8746 | 1.80735 | 73 | 238.180 | 9.7982 | 151 |
| **1991** | 20.7492 | 1.95341 | 153 | 258.929 | 11.7516 | 304 |
| **Mid** | 14.9023 | 2.05139 | 439 | 273.831 | 13.8030 | 743 |
| **1992** | 11.7669 | 2.03173 | 1360 | 285.598 | 15.8347 | 2103 |
| **Mid** | 5.9603 | 2.63007 | 4441 | 291.558 | 18.4648 | 6544 |
| **1993** | 4.1118 | 2.79225 | 12460 | 295.670 | 21.2571 | 19004 |
| **Mid** | 2.6166 | 2.91481 | 15789 | 298.287 | 24.1719 | 34793 |
| **1994** | 1.9169 | 2.57915 | 17172 | 300.204 | 26.7510 | 51965 |
| **Mid** | 1.2725 | 3.93743 | 87170 | 301.476 | 30.6884 | 139135 |
| **1995** | 1.0334 | 4.76850 | 356555 | 302.510 | 35.4569 | 495691 |
| **Mid** | 1.5371 | 7.78255 | 195250 | 304.047 | 43.2395 | 690941 |
| **1996** | 2.5615 | 7.91494 | 197661 | 306.608 | 51.1544 | 88820 |
| **Mid** | 8.1004 | 5.49752 | 25146 | 314.709 | 56.6520 | 913748 |
| **1997** | 17.9549 | 3.77990 | 4362 | 332.664 | 60.4319 | 918110 |
| **Mid** | 28.5006 | 4.17002 | 1543 | 361.164 | 64.6019 | 919653 |
| **1998** | 39.3248 | 3.89783 | 1088 | 400.489 | 68.4997 | 920741 |

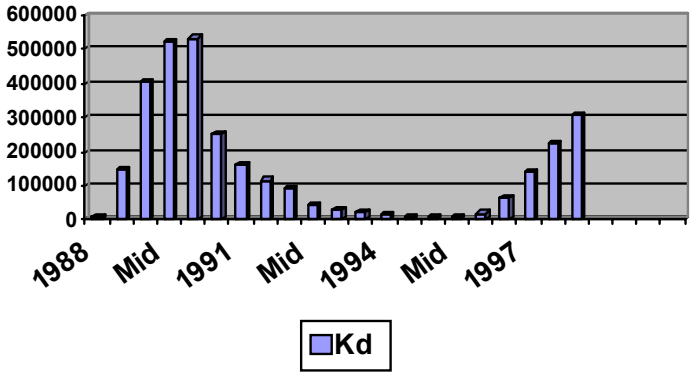


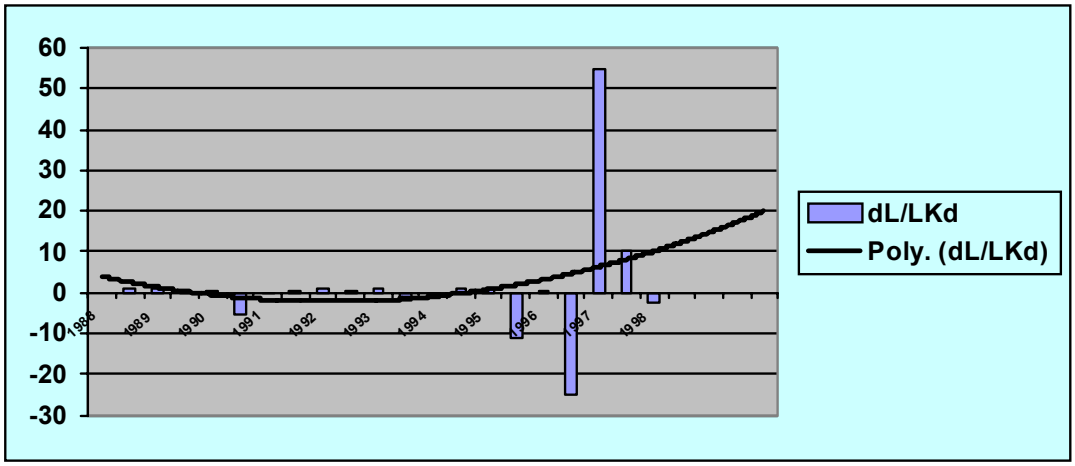

45
4
35
3
25
2
15
1
05
0
-05

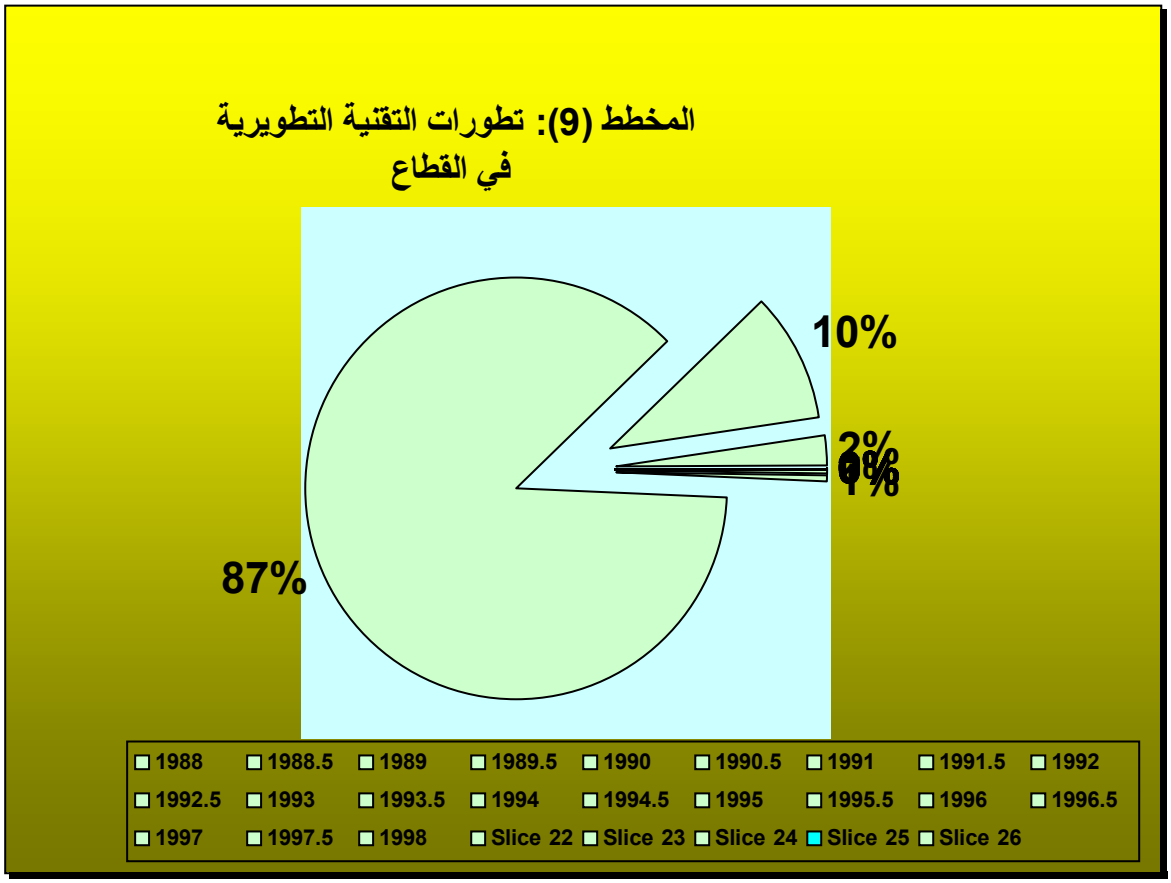

0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
(dL/L)Kr
1988
1988.5
1989
1989.5
1990
1990.5
1991
1991.5
1992
1992.5
1993
1993.5
1994
1994.5
1995
1995.5

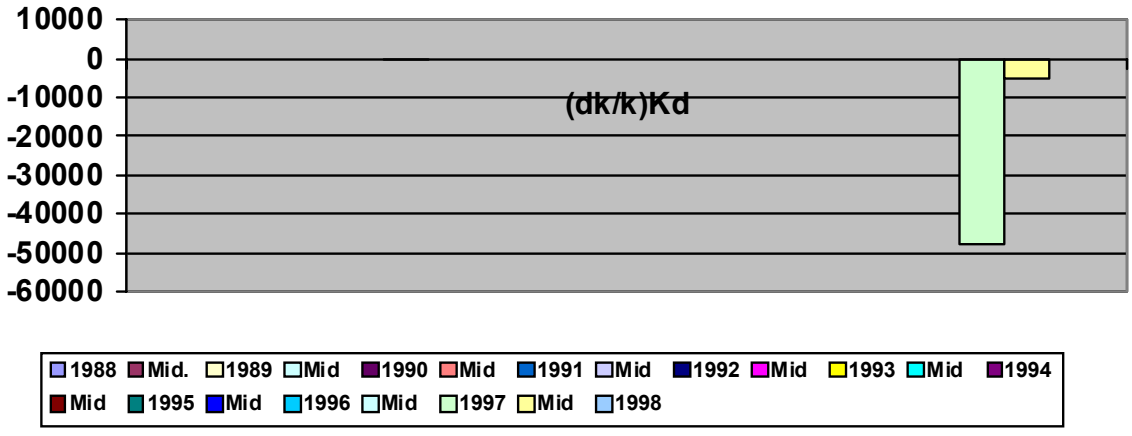

120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
1988
1989.5
1991
1992.5
1994
1995.5
1997
kKr

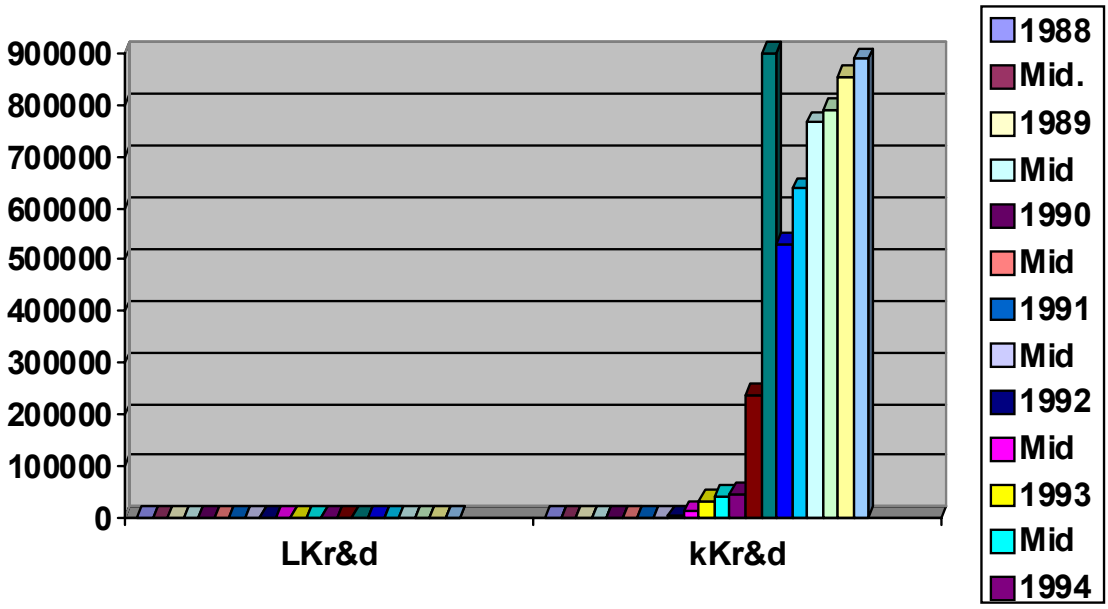

8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
(dk/k)Kd
1988
Mid.
1989
Mid
1990
Mid
1991
Mid
1992
Mid

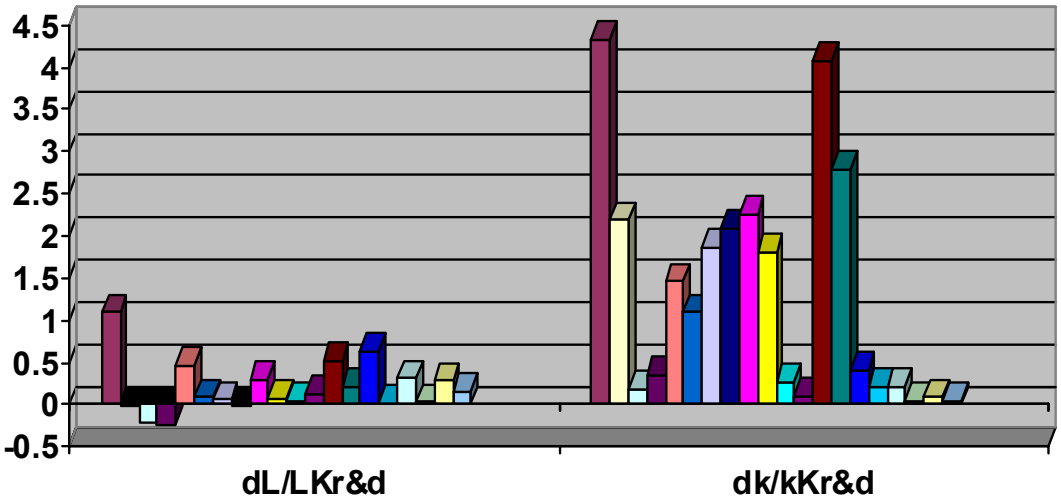

600000
500000
400000
300000
200000
100000
0
1988
Mid
1991
Mid
1994
Mid
1997
Kd

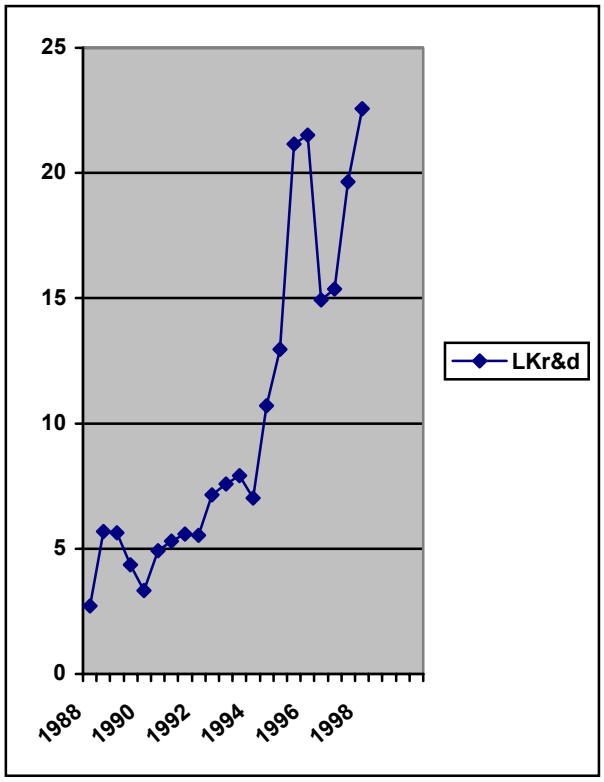

60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
dL/LKd
Poly. (dL/LKd)


المخطط (9): تطورات التقنية التطويرية
في القطاع
10%
2%
87%
1988
1988.5
1989
1989.5
1990
1990.5
1991
1991.5
1992
1992.5
1993
1993.5
1994
1994.5
1995
1995.5
1996
1996.5
1997
1997.5
1998
Slice 22
Slice 23
Slice 24
Slice 25
Slice 26


10000
0
-10000
-20000
-30000
-40000
-50000
-60000
(dk/k)Kd
1988
Mid.
1989
Mid
1990
Mid
1991
Mid
1992
Mid
1993
Mid
1994
Mid
1995
Mid
1996
Mid
1997
Mid
1998


900000
800000
700000
600000
500000
400000
300000
200000
100000
0
LKr&d
kKr&d
1988
Mid.
1989
Mid
1990
Mid
1991
Mid
1992
Mid
1993
Mid
1994


4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
dL/LKr&d
dk/kKr&d


25
20
15
10
5
0
1988
1990
1992
1994
1996
1998
LKr&d

## المراجـع


الشهواني، نوفل قاسم علي، 1998، آثار البحث والتطوير على الإنتاجية: نموذج مقترح لتقدير الكفاءة والتقنية بالتطبيق على عدد من وحدات الصناعة التحويلية في العراق بين 1968-1996، رسالة دكتوراة فلسفة في علم الاقتصاد مقدمة إلى كلية الإدارة والاقتصاد بجامعة الموصل.

عبدالفتاح، قبيس سعيد، ونوفل قاسم الشهواني، 1999، الآثار غير المباشرة للبحث والتطوير على الإنتاج والإنتاجية: نموذج رياضي قياسي مقترح، مجلة تنمية الرافدين، ص161-172.

عبدالفتاح، قبيس سعيد ونوفل قاسم الشهواني، 2001، قياس الكفاءة والتقنية للأنشطة الإبداعية في قطاع بحثي، مجلة تنمية الرافدين، المجلد 23(4)، العدد66، ص95-119.

عبدالفتاح، قبيس سعيد، ونوفل قاسم علي الشهواني، 1999، البحث والتطوير ونمو الإنتاجية، مجلة تنمية الرافدين، العدد 57، المجلد 21، ص99-122.

عبدالفتاح، قبيس سعيد، ونوفل قاسم الشهواني، البحث والتطوير والتغير التقاني: قياس وتقدير الكفاءة والتقنية في صناعة الكبريت في العراق، مجلة تنمية الرافدين، المجلد 22، العدد 59، ص79-106.

Cave, D.W., Christensen, L.R. and Diewert, W.E. 1982. Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers, *The Economic Journal*, 92(365): 73-86.

Chavas, Jean Paul and Thomas L. Cox. 1990. A Non Parametric Analysis of Productivity: The Case of U.S. and Japanese Manufacturing, *The American Economic Review*, 80 (3): 450-64.

Fare, Rolf et al. 1994. Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrial Countries, *The American Economic Review*, 1: 66-83.

Griliches, Zvi. 1957. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, *Econometrica*, 25(4): 501-522.

Griliches, Zvi. 1958. Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations, *The Journal of Political Economy*, 66(5): 419-431.

Minasian, Jora, R. 1969. Research and Development, Production Function and Rates of Return, *The American Economic Review*, 2: 80-85.

Minitab Release. 1996. 13.20 Under Windows, American Megatrends, Inc.

Solow, R.M. 1957. Aggregate Production Function and Technological Change, *The Review of Economics and Statistics,* 28: 117-124.

Terleckyj, Nester E. 1977a. State of Science and Research: Some New Indicators, A Chartbook Summary, In: *The State of Science and Research: Some New Indicators*, by; N.E. Terleckyj (ed.), Washington, D.C., Colorado: 3-43.

# The Role of Reseasrch and Development in the Advancement of Technology and Economic Growth: A Computer Model to Measure Efficiency and Technology

*Q.S. Al-Fahadi, N.Q. Al-Shahwany and R.A. Al-Dabbagh **

## ABSTRACT

The main purpose of this study is formulating a package program for a large number of arithmetic operations, transformations, and its statistical applications for a previously suggested model; a new econometric work, in which the study admits measuring the embodied efficiency and technical changes (i.e. in labor and in capital). None of the post local or abroad works did that before. Those changes are due to innovational activities of Research and Development (R&D) throughout the industrial (or agricultural) processes of production or at the whole macroeconomic level.

The study, at the same time, concerns the subscripted automation capabilities between two or more of much applied science scopes, so as economics, arithmetics, statistics and computers.

The study reached many conclusive trends for the effectiveness of this tremendous choice. Those results assisted the framework of the suggested model in summarizing great efforts of necessarily high technician work for obtaining an output of seventy three columns of economic variables, fifteen pages of quantitative analysis procedures, and fifteen diagrams of the most important variables. All these outputs can be made within few seconds. The applications of the model show impressive results with perfect success, suggesting widening and developing this type of work and making use of its applications.

* Tikreet University, Dhook University and Mosul University, Iraq. Received on 16/2/2003 and Accepted for Publication on 28/4/2004.