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

الدكتور قبيس سعيد عبدالفتاح الفهادي* **الدكتور نوفل قاسم علي الشهوان****
رائد عبد القادر حامد الدباغ***

ملخص

الهدف الرئيس من هذه الدراسة هو تصميم برنامج جاهز للخطوات الرياضية وتطبيقاتها الإحصائية ذات العلاقة التي تضمنها النموذج الرياضي المقترح في دراسة سابقة والهادف لقياس الكفاءة المجسدة بالعمل والتقنية المجسدة برأس المال التي تعزى إلى الأنشطة الإبداعية في عمليات الإنتاج الصناعي (أو الزراعي) أو النشاط الاقتصادي عموماً. كما تهتم الدراسة بعرض إمكانات العمل الآلي باستخدام الحاسب الإلكتروني لكشف العلاقة بين الدراسات التطبيقية، في علم الاقتصاد مثلاً مع العلوم الأخرى مثل الرياضيات والإحصاء.
وأثبتت هذه الدراسة فاعلية هذا الاتجاه ودعماً إضافياً لصحة واختبار إطار عمل النموذج المقترح فضلاً عن اختزال الوقت المطلوب للوصول إلى مخرجات دقيقة من اكثر من ثلاث وسبعين متغيراً مدعمة بالبيانات بشكل سلاسل زمنية وتجهيز الباحث بمخرجات العمل بتقرير حاسوبي من أثني عشر صفحة من التحليلات الكمية وخمسة عشر مخططاً بيانياً في اقل من نصف دقيقة. كما تقترح الدراسة في الوقت ذاته تطوير مثل هذه التوجهات وتطوير أدائها.

الكلمات المفتاحية: البحث والتطوير، التقدم التكنولوجي، النمو الاقتصادي، تغيرات الكفاءة، التغيرات التقنية

1- مدخل

اقترحت دراسة سابقة[1] نموذجاً رياضياً لاشتقاق مقاييس للكفاءة المجسدة والتقنية المجسدة بالموارد الاقتصادية الداخلة في الإنتاج ضمن إطار عمل دالة إنتاج كوب- دوكلاس وفيها يدخل البحث والتطوير (ب & ت) عنصراً من عناصر الإنتاج. ان اشتقاق تلك المقاييس تطلب عمليات

* أستاذ بحوث العملياتا جامعة تكريت.
** باحث علمي ومحاضر، كلية الإدارة والاقتصاد . جامعة الموصل.
*** مدرس/ قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد. جامعة الموصل.

تحويل رياضية متعددة ومعقدة ومتجهات من القيم والبيانات التي يتم الحصول عليها على درجة من الدقة والحساسية لأية أخطاء ممكنة، وان احتمالات تلك الأخطاء كبيرة لسبب بسيط وهو أنها تستلزم بالضرورة امتلاك المحلل المنفذ لخطوات النموذج الرياضي المقترح قدرٍ عال 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 سواءً 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 او 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) مقياساً للتقدم التقاني وعلى النمو الاقتصادي[2].

وعليه تسوق الدراسة فرضيتها العلمية *"بان مقياسي الكفاءة والتقنية يجسدان الآثار غير المباشرة للأنشطة الإبداعية (أي أل ب&ت) على الإنتاج وعلى معدلات نمو الإنتاجية الكلية غير العاملية، وأن أجراء إعادة تقدير آثار الكفاءة والتقنية على الإنتاج يقدم اختباراً لفاعلية ودور تلك المتغيرات المقاسة في النمو الإقتصادي 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[3] Minitab 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 الـ 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- الإطار النظري للنموذج: استذكار

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[4] 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**[5] 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&ت) بوصفه أهم عنصر من عناصر التغير التقاني وبين نمو الإنتاجية مثل دراسات الاقتصادي **مانسفيلد** وكذلك **ميناسيان**[6] ثم دراسات الاقتصادي **تيرلكج**[7] 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 وباساليب متباينة توصلت محاولاته في الغالب الى عنصرين رئيسين يؤلفان شطري الرقم القياسي للإنتاجية

غير العاملية هما تغيرات الكفاءة وتغيرات تقنية وكلتاهما غير مجسدة تؤلفان التقانة غير المجسدة. ففي عام 1982 أمكن اشتقاق مقياس TFP بطريقة التحليل غير المعلماتي 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** و**دي ورت**[8] بحيث كانا مكافئين لمقياسين سابقين هما مقياس **Tornquist** ومقياس **Divisa** بميزات ومآخذ متفاوتة. والأخيران يركزان فقط على الاداء الكفوء فنياً في الإنتاج، وهما صحيحان فقط عند استخدام دالة الإنتاج اللوغاريتمية المحولة ولا يميز ان بين مكونات نمو الإنتاجية. وهذا ما حاولته دراسة كيف وزملاؤه المشار اليها باستخدام دالة الإنتاج المتسامية Transcendental Production Function.

في عام 1990 استخدم **يافاز** مع **كوكز**[9] طريقة غير معلماتية لحل مشكلات البرمجة الخطية واشتقاق مقياسي الكفاءة والتقنية من المقياس الرئيس المركب منهما TFP.

ثم طور الاقتصادي فير مع آخرين[10] 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 الكفوء ولا تفترض شكل دالي للتقانة وللإنتاج.

والى هنا تجدر الإشارة الى ان جميع الأدبيات السابقة[11] التي ربطت بين تحليل اتجاهات نمو الإنتاجية ومكونات (ب&ت) اعتمدت في الغالب الأعم المقياس التقليدي لنمو الإنتاجية باستخدام دالة إنتاج كوب– دوكلاس دونما إمكانية التمييز بين الكفاءة والتقنية في نمو الإنتاجية مع او بدون آثار (ب&ت) الصناعي او الأنشطة الإبداعية المختلفة المكونة لها. اما الدراسات التي أجرت مثل هذا التمييز فقد اعتمدت أساليب مختلفة عدا دالة الإنتاج كوب– دوكلاس 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&ت) 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 المشار اليها في مدخل هذه الدراسة.

وقبل صياغة هذه التساؤلات بما يخدم الفروض العلمية للدراسة الحالية، من المناسب هنا الإشارة الى ان الأنشطة الإبداعية تهدف الى ابتكار منتوج جديد او تطوير منتوج موجود او تطوير عمليات إنتاج جديدة في الإنتاج، وان أنشطة (ب&ت) منتوج يصب في تطوير الكفاءة الفنية للعمل في حين ان أنشطة (ب&ت) عمليات تسهم في حصول 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&ت) الكلي يحسن المنتوج والعمليات وتترك 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&ت) على النمو والتقدم، فضلاً عن آثارها المباشرة على النمو والتقدم ايضاً.

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

ان الإجابة على هذه التساؤلات كانت من مسؤولية اصل الدراسة السابقة لعام 1998[12] وقدمت إجابات وافية ومتكاملة بالتطبيق على عدد من فروع الصناعة التحويلية في العراق وتم نشر أحد هذه التطبيقات حديثاً[13]. فما هو الجديد في الأمر؟

هنا تلوح أمام الباحث مشكلة من نوع آخر في الدراسة، والتي 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- خوارزمية النموذج

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

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

حيث ان: (R = KR , KD, or KR&D)[14].

وبافتراض أنها تأخذ شكل دالة إنتاج كوب–دوكلاس:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

والافتراض الضمني:

وكذلك فان:

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

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

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

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

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:

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

ان المعادلة الأساسية لنموذج دالة إنتاج يسمح فيها للأنشطة الإبداعية للبحث والتطوير مع الكفاءة والتقنية اللتان تتركهما وتعمل بموجبهما كعناصر للإنتاج هي المعادلة (6). وتهدف الدراسة الى الحصول على مقياس الكفاءة والتقنيـة ومعلماتها المقدرة والمعادلة (6) تحتوي على مجهولين هما (K_R , L_R) ولابد من معادلتين على الأقل تحوي كل منها 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:

$$1.\quad \ln \hat{\text{va}}_{1,t} = \hat{a}_o + \hat{a}_1 \ln L_t + \hat{a}_2 \ln k_t \qquad ...(14)$$

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

حيث ان: va القيمة الحقيقية المضافة لمقياس الناتج.

وتطبيق الاجراء المذكور حسب سياقه في البرنامج:

$$1a.\quad \frac{\partial \ln \hat{\text{va}}_{1,t}}{\partial t} = \hat{a}'_o + \hat{a}'_1 \frac{\partial \ln L_t}{\partial t} + \hat{a}'_2 \frac{\partial \ln k_t}{\partial t} \qquad ...(16)$$

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

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

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

$$2a1.\quad \frac{\partial \text{nk}_{\text{R,t}}}{\partial t} = \left[\partial \ln \hat{va}_{2,t} - \hat{b}'_o - \hat{b}'_1 \frac{\partial \ln L_t}{\partial t} - \hat{b}'_2 \frac{\partial \ln k_t}{\partial t} - \hat{b}'_3 \frac{\partial \ln R_t}{\partial t} \right] / \left[\hat{\text{b}}'_5 \right] - \left[\hat{b}'_4 \right] / \left[\hat{b}'_5 \right] * \frac{\partial \ln L_{R,t}}{\partial t}$$

$$= \text{C}_{44} - K_1 / K_2 = C_{44} - K_5 \qquad ...(20)$$

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

$$2b1.\quad (\dot{k}/k)_{R,t} = \left[(\dot{v}a/va)_{2,t} - \hat{b}_o'' - \hat{b}_1''(\dot{L}/L)_t - \hat{b}_2''(\dot{k}/k)_t - \hat{b}_3''(\dot{R}/R)_t\right] / \left[\hat{b}_5''\right] - \left[\hat{b}_4''\right] / \left[\hat{b}_5''\right] * (\dot{L}/L)_{R,t}$$

$$= C_{45} - K_3/K_4 = C_{45} - K_6 \qquad ...(21)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

ومن ثم يكون الرقم القياسي للكفاءة وللتقنية:

$$L_{R,t} = \exp(\ln L_{R,t}) \qquad ...(26)$$

$$k_{R,t} = \exp(\ln k_{R,t}) \qquad ...(27)$$

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

$$\ln \hat{va}_{2,t} = \ln \hat{A}_2 + \hat{\alpha}_1 \ln L_t + \hat{\beta}_1 \ln k_t + \delta_1 \hat{\alpha}_1 \ln L_{R,t} + \delta_2 \hat{\beta}_1 \ln k_{R,t} + \hat{\gamma} \ln R_t = \ldots \quad (6)$$

$$\ln \hat{va}_{2,t} = \hat{b}_o + \hat{b}_1 \ln L_t + \hat{b}_2 \ln k_t + \Delta\hat{\alpha} \ln L_{R,t} + \Delta\hat{\beta} \ln k_{R,t} + \hat{\gamma} \ln R_t = \ldots \quad (15)$$

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

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

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

4- توصيف 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 بشكل كفء وسريع 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)][15].

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:

أولاً: استدعاء وتنفيذ الماكرو الرئيس ويتضمن المهام الآتية:

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

MTB > % EFF

وتتضمن العمليات الرئيسة للبرنامج الإجراءات الآتية:

أ. بناء سلاسل رأسمال (ب&ت) الكلي ورأسمال الأبحاث التطبيقية ورأسمال التطوير المحلي تلقائياً وفق افتراضات معينة وبالصيغة المطلوبة[16].

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-دوكلاس احدهما أولي بعنصري إنتاج (L, K) فقط وثلاثة أخرى بديلة بثلاثة عناصر إنتاج (L,K,R) يكون 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 الثلاثة واحدة تلو الأخرى.

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

الجدول-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

ثانياً: 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 (k , L) بعد السماح للمتغير الثالث (R) عنصراً في الإنتاج يعكس الآثار الداخلية للأخير على العنصرين الأوليين (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 (8 , 7) 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 (24) الى (27).
7- يستمر الماكرو الفرعي مع كل ملف (برنامج فرعي) يتم اختياره بما يأتي:

أ. احتساب معدل نمو إنتاجية العنصر الكلي $(\dot{TFP}/TFP)$مقياس التقدم التقاني الخارجي (غير المجسد) من دالة إنتاج كوب-دوكلاس غير مقيدة في العمود (C_{55}).
ب. احتساب الأرقام القياسية لمدخلات ومخرجات الإنتاج.

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

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.

ثالثاً: 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&ت) من نمو الإنتاجية، او تطبيق النموذج نفسه مع (ب&ت) المجسد بمشتريات سلع متوسطة من جهات تجري (ب&ت)، 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[17].

5- 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-2: المتغيرات الأساسية للنموذج التطبيقي (المدخلات)

العمود	اسم المتغير	دلالة المتغير
C1	Output	مقياس الناتج كالقيمة المضافة (VA) مثلاً.
C2	Work	متغير العمل مقاس 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&ت) 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 والتي تتكون من الأعمدة C278 ,....., C2 , C1 وبعدد مشاهدات كبير جداً يتحدد واستيعاب الحاسبة. والى جانب ذلك فان هناك واجهة اخرى خاصة بكتابة إيعازات النظام تسمى بواجهة تطبيق الايعازات Session والتي يظهر من خلالها مؤشر البرمجية الجاهزة MTB> (Minitab Prombt) حيث يتم 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 والتي يمكن خزنها بشكل ملفات نصوص Text File.

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-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 بان البرنامج يعطي ثلاث اختيارات يكون في كل منها متغيرات النشاط الإبداعي إما (ب&ت) 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 أربعة 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 للمتغير (X) بدلاً من الرمز (Pars. X). وكل متغير يرد بشكل X(t) فهو يشكل قياسي وليس بقيمته الفعلية.

استنتاجات وتوصيات

جرى تطبيق النموذج ببيانات أربعة 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 تم استخدام النموذج تطبيقياً أعطى النتائج ذاتها التي سبق تطبيق مراحلها يدوياً على الحاسوب وذلك في الدراسة الموسعة عن صناعة الكبريت في العراق (ينظر الملحق (4))[18].

ان هذا العمل هو نموذج للتنمية الاقتصادية وتقييس التطوير التقني الملائم للاقتصادات النامية تماماً وذلك لغياب البيانات الإحصائية التي تقيس تغيرات الكفاءة والتقدم التقني المجسدان في عناصر الإنتاج الرئيسة (العمل ورأس المال) على الترتيب، والتي تعزى الى أنشطة (ب&ت) 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) وباسلوب 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 المجسدتان 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.

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;
    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)
```

```
        format (a17).
        EQUATION NO. 1
        End
    Print c196
```

```
        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
                read c201;
                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 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
```

```
                format (a50).
                Change of growth
    elasticities of Capital (d a3)
                end
                print c201
                let k2 = c40(3)-c41(3)
                print k2
                read c201;
                format (a50).
                        Change of
                  growth elasticities of
                  Labour (d b2)
                end
                print c201
                let k3 = c42(2)-c43(2)
                print k3
                read c201;
                format (a50).
                Change of growth
elasticities of Capital (d b3)
                  end
```

```
let c60 = c16/c16(1)
name c61 = 'va(t)'
let c61 = c12/c12(1)
name c62 = 'T.P.'
pars c61 c62
name c63 = 'L+k P.'
let c63 = c62-c57
let c63(1)=1
name c64 = 'L.Acc.'
name c65 = 'k. Acc.'
name c66 = 'Kr.Acc.'
name c67 = 'L(t).Kr'
name c68 = 'k(t).Kr'
```

الملحق رقم (3): مفتاح الرموز والمختصرات

الاحرف الكبيرة : رمز المتغير بالاسعار الجارية

الاحرف الصغيرة :رمز المتغير بالاسعار الثابتة بسنة 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&ت) 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&ت) غير المباشر المجسد بمستوردات تقنية.

kt :رأسمال(ب&ت) 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.

γ, β, α : مرونات الناتج للعمل ورأس المال الطبيعي ولرأسمال (ب&ت) المحلي.

L_{kx} : تغيرات الكفاءة التي تعزى الى رأسمال النشاط الإبداعي (r&d , d , r = x).

k_{kx} : التغيرات التقنية التي تعزى الى رأسمال النشاط الإبداعي (r&d , d , r = x).

x/va : كثافة الانفاق على النشاط الإبداعي x من القيمة المضافة.

x : t , r&d , d , r

Logx : لوغاريتم المتغير x.

TFP : إنتاجية العنصر الكلي.

λ : معدل نمو التغير التقاني الخارجي غير المجسد.

$T\dot{F}P / TFP$: 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.

C45 : مقدار رياضي في عملية الاشتقاق.

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

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

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

Par.S.TP(t) : المجموع الجزئي التراكمي للإنتاجية الكلية مطروحة من:

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

The Role of Research and Development in Technological Progress and Economic Growth
A Software Model for Measuring Efficiency and Technology

Prof. Dr. Qubais Saeed Abdul Fattah Al-Fahdi [*]
Dr. Nawfal Qasim Ali Al-Shahwani [**]
Raed Abdul Qadir Hamed Al-Dabbagh [***]

Abstract

The purpose of this study is formulating a package program for a large number of arithmetic steps, transformations, and statistical applications for a suggested model. A new econometric work, in which a previous study admit and measured the embodied efficiency and technical changes (i.e. labor and capital). None of the post local or world works did previously. Those changes are due to innovational activities through out the industrial (or agricultural) processes of production or at the whole level of macroeconomic actions.

The study indicates at the same time the subscripted automation abilities between two or more of much applied science scopes, so as economics, arithmetic, 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. As well as summarizing many days of necessarily high technician work for obtaining an output of more than seventy columns of time-series data, fifteen pages of quantitative analysis procedures, and fifteen diagrams, all these outputs within less than one half minute. The applications of the model show impressive results with perfect successive and suggested widening those useful applications perhaps in a later study.

Keywords: R&D, technological progress, economic growth, efficiency changes, technical transfers

[*] Professor of Operations Research, Tikrit University.

[**] Scientific researcher and lecturer at the College of Administration and Economics - University of Mosul.

[***] Instructor / Department of Statistics, College of Management and Economics - University of Mosul.

المصادر

[1] د. قبيس سعيد عبدالفتاح ود. نوفل قاسم الشهوان، "الآثار غير المباشرة للبحث والتطوير على الإنتاج والإنتاجية: نموذج رياضي قياسي مقترح"، مجلة تنمية الرافدين، 1999، ص ص161-172.

[2] د. قبيس سعيد عبدالفتاح ود. نوفل قاسم الشهوان، "قياس الكفاءة والتقنية للأنشطة الإبداعية في قطاع بحثي"، مجلة تنمية الرافدين، المجلد 23(4)، العدد2001،66، ص ص95-119.

[3]Minitab Release 10.5X Under Windows , American Megatrends Inc. , 1996.

[4]Solow R.M., "Aggregate Production Function and Technological Change", *The Review of Economics and Statistics*, 1957, 28, pp117-124.

[5]Griliches, Zvi, "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change", *Econometrica*, 1957, 25(4), pp501-522 ;

- Griliches, Zvi, "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations", *The Journal of Political Economy*,1958, 66(5), pp419-431.

[6]Minasian, Jora, R., "Research and Development, Production Function and Rates of Return", *The American Economic Review*,1969, 2, pp80-85.

[7]Terleckyj, Nester E., "State of Science and Research: Some New indicators, A Chartbook Summery", in: *The State of Science and Research: Some New Indicators*, by; N. E. Terleckyj (ed.), Washington, D.C., Colorado, 1977a, pp3-43.

[8]Cave, D. W., L. R. Christensen, and W. E. Diewert, "Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers", The Economic Journal, 1982, 92(365), pp73-86.

[9]Chavas, Jean Paul and Thomas L. Cox., "A non Parametric Analysis of Productivity: The Case of U.S. and Japanese Manufacturing" , *The American Economic Review*, 1990 , 80 (3) , pp450-64.

[10] Fare, Rolf, et. al., "Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrial Countries", *The American Economic Review*, 1994, 1, pp66-83.

[11] ينظر في احدث عرض مسحي واسع في:

- د. قبيس سعيد عبدالفتاح الفهادي ود. نوفل قاسم علي الشهواني، "البحث والتطوير ونمو الإنتاجية" مجلة تنمية الرافدين، العدد 57، المجلد 21، 1999، ص ص99-122.

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

[13] د. قبيس سعيد عبدالفتاح ود. نوفل قاسم الشهواني، "البحث والتطوير والتغير التقاني: قياس وتقدير الكفاءة والتقنية في صناعة الكبريت في العراق"، مجلة تنمية الرافدين، المجلد (22)، العدد 59، ص ص79-106.

[14] للتعريف بالمؤشرات ينظر قائمة الرموز والمختصرات في الملحق رقم (3).

[15] يعرض الملحق رقم (2) البرنامج الفرعي الأول EFF1.MAC فقط لغرض الاختصار في العرض بسبب طول البرنامج الفرعي، حيث ان كل من الثاني والثالث يأخذ سياق البرنامج الفرعي الأول نفسه تقريباً مع اختلاف عنصر النشاط الإبداعي. للحصول على البرنامج الجاهز بكامله يمكن الاتصال بأحد الباحثين الكتاب على كلية الإدارة والاقتصاد ـ جامعة الموصل ـ العراق.

[16] للتفصيل ينظر: نوفل قاسم الشهواني، مصدر سابق، المبحث الأول من الفصل الرابع.

[17] المكان نفسه.

[18] د. قبيس سعيد عبدالفتاح ود. نوفل قاسم الشهواني، المصدر السابق.