قياس الكفاءة والتقنية للأنشطة الإبداعية في قطاع بحثي

الدكتور قبيس سعيد عبد الفتاح
استاذ بحوث العمليات

الدكتور نوفل قاسم علي الشهواني
باحث علمي

ملخص

خلال العقد الأخير من القرن العشرين بدرت حاجة ملحة لتفصيل المكونات التي تنطوي عليها معدلات التقدم التقاني المقاس أينما كان. وقد توصلت عدة جهود الى أن أهم عنصرين فيه بشكل عام هما الكفاءة والتقنية. ولكن أياً من الدراسات لم تتطرق الى تلك المكونات بحيث تعزى بشكل واضح الى الأنشطة الإبداعية، وخاصة البحث والتطوير (ب&ت). هذه الدراسة تقدم إشتقاق إقتصادي رياضي لتلك المقاييس في قطاع بحثي. وجدت الدراسة أن الكفاءة البحثية متزايدة ومعها تقنية متزايدة أكثر بينما كانت الكفاءة التطويرية وتقنيتها متراجعة احياناً.

كلمات مفتاحية: تغيرات الكفاءة الفنية، التغيرات التقنية، البحث والتطوير، النمو والتقدم

MEASURING THE EFFICIENCY AND TECHNICALITY OF INNOVATION ACTIVITIES IN R&D SECTOR

Dr. Qubais Saeed Abdul – Fattah FAHADI
Professor of Operations Research

Dr. Nawfal Kasim Ali SHAHWAN
Scientific Researcher

Abstract

Through the last decade of the 20th century, a need for breaking down the components of the measured technological change rates was created. So many efforts found that efficiency and technical change were the most important factors in. But non-of those efforts related those factors with the innovational activities, ment by research and development.

This paper submits econo-mathematical applied measures in a research sector. The study found that research efficiency was increased, besides more increasing techincality, while those due to development were somewhat slowdown.

Key words: efficiency changes, technical changes, R&D, growth and progress

قياس الكفاءة والتقنية للأنشطة الإبداعية في قطاع بحثي

Measuring the Efficiency and Technicality of Innovational Activities in (R&D) Sector

الدكتور قبيس سعيد عبد الفتاح
استاذ بحوث العمليات *

الدكتور نوفل قاسم علي الشهواني
باحث علمي **

1. مدخل***

اقترحت دراسة سابقة[1] للباحثين الحاليين نموذجاً رياضياً لإشتقاق مقاييس للكفاءة المجسدة والتقنية المجسدة بالموارد الاقتصادية الداخلة في الإنتاج ضمن إطار عمل دالة إنتاج كوب . دوكلاس وفيها يدخل البحث والتطوير (ب&ت) أو أي من مكوناته عنصراً ثالثاً من عناصر الإنتاج.

تهدف الدراسة إلى قياس الكفاءة والتقنية اللتان تعزيان إلى الأنشطة البحثية الإبداعية في قطاع بحثي باستخدام النموذج الرياضي المقترح للقطاع الإنتاجي، على أساس ان نشاط القطاع البحثي تنطبق عليه منظومة دالة الإنتاج من حيث المدخلات والعمليات الإنتاجية اقتصادياً وفنياً والاختلاف يتحدد فقط في المخرجات، أي في إنتاج المعرفة العلمية والتطبيقية مع/أو بدلاً من إنتاج السلع. وقبل التعرف على خطوات ومراحل النموذج والمقاييس التي تقدمها يجدر تسليط الضوء على طبيعة الجهود السابقة قبل التطوير الحالي للنموذج الرياضي المطبق.

من أوائل الدراسات المتميزة التي قدرت الرقم القياسي لإنتاجية العنصر الكلي TFP مقياس التقدم التقاني بطريقة عرفت لاحقاً بأسلوب تحليل الحساسية هي الدراسة الرائدة للاقتصادي سولو عام 1957، ثم ظهرت الدراسات التي تحلل العلاقة بين الأنشطة الإبداعية ومكونات معدل نمو إنتاجية العنصر الكلي، وبخاصة دراسات الاقتصادي كريلجز[2] عن القطاع الزراعي في البداية ثم عن القطاع الصناعي التحويلي لاحقاً، ومع تطور ادوات 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[3] ثم دراسات الاقتصادي تيرلكج[4] 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

---

* جامعة الموصل

** شركة الكندي العامة

*** يشكر الباحثان الإختصاصي التربوي (الأستاذ عبد المنعم يحيى علي) على الجهد المبذول في التصويب اللغوي والمرجعة للبحث.

استمر في الثمانينات وحتى الوقت الحاضر وجميع هذه الدراسات لم يميز الكفاءة عن التقنية في مكوناته.

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 تقنية وكلتاهما غير مجسدة تؤلفان التقانة غير المجسدة. ففي عام 1982 امكن إشتقاق مقياس TFP بطريقة التحليل غير المعلماتي Non-Parametric دعي باسم مقياس Malmquist وذلك باستخدام البرمجة غير العاملية رياضياً واسلوب تحليل النشاط هندسياً. وهذه الطريقة سمحت بإرجاع نمو الإنتاجية إلى عنصرين هما التغير التقني وتغيرات الكفاءة التقنية، من قبل عالم الرياضيات (كيف) مع الاقتصاديين كريستنسن ودي–ورت[5] بحيث كانا مكافئين لمقياسين سابقين هما مقياس Tornquist ومقياس Divisa بميزات ومآخذ متفاوتة. والأخيران يركزان فقط على الأداء الكفء فنياً في الإنتاج، وهما صحيحان فقط عند استخدام دالة الإنتاج اللوغاريتمية المحولة ولا يميزان بين مكونات نمو الإنتاجية. وهذا ما حاولته دراسة **كيف** وزملائه المشار إليها باستخدام دالة الإنتاج المتسامية Transcendental Production Function.

في عام (1990) استخدم يافاز مع كوكز[6] طريقة غير معلماتية لحل مشكلات البرمجة الخطية وإشتقاق مقياسي الكفاءة والتقنية من المقياس الرئيس المركب منهما TFP.

ثم طور الاقتصادي فير مع آخرين[7] طريقة غير عاملية لقياس نمو الإنتاجية باستخدام دوال المسافة التي تقيس تباعدات (فئات أو قطاعات معينة) بشكل نسبي عن تقانة، هي تقانة التطبيق الافضل Best Practice Technology المثلى ومعبرة عن نسب اللحاق بها Catching - Up. وتشير الدراسة إلى انها تحلل التقانة وترجع تطوراتها إلى إبداعات تقنية والى تغيرات كفاءة (ونهوض) وانها تسمح (أي الطريقة) بوجود الاداء غير الكفء ولا تفترض شكلاً دالياً للتقانة وللإنتاج.

الاضافة الجديدة: والى هنا تجدر الإشارة إلى أن جميع الأدبيات السابقة[8] 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 أو بدون آثار(ب&ت) الصناعي أو الأنشطة الإبداعية المختلفة المكونة لها. أما الدراسات التي أجرت مثل هذا التمييز بين الكفاءة والتقنية في نمو TFP فقد اعتمدت أساليب مختلفة غير دالة الإنتاج كوب–دوكلاس، ولم تقدر أية علاقة لمكونات معدلات التقدم التقاني التي تعزى إلى البحث والتطوير، أي أنها أرجعت مكونات نمو الإنتاجية الى تغيرات كفاءة وتغيرات تقنية كما سبق القول، وكلاهما غير مجسد ويكونان معاً مقياس نمو TFP وهو أصلا مقياس للتقدم

التقاني غير المجسد والخارجي في منظومة دالة الإنتاج. وبكلمات أخرى أن أياً من الدراسات السابقة لم تتطرق إلى الكفاءة والتقنية التي تولدها أنشطة(ب&ت) الكلي ولا لمكوناتها الإبداعية من أبحاث أساسية أو تطبيقية أو مشروعات تطوير، ولم تشر إلى أهميتها وقياسها وتقدير آثارها على النمو الاقتصادي وعلى التقدم التقاني بشكل مباشر أو غير مباشر، وهذه الصورة التحليلية تطرح العديد من التساؤلات. وهذا ما أقدمت عليه دراسة سابقة للباحثين عام1999[9].

استناداً إلى النموذج الرياضي الذي تم تطويره في الدراسة أعلاه[10]، نصت الفرضية على وجود آثار أيجابية مباشرة وغير مباشرة(مجسدة) لأنشطة البحث والتطوير (ب&ت) الصناعي المحلي في قطاع إنتاجي أو بحثي على الإنتاج المقاس فيه وآثار أخرى مماثلة لها على الإنتاجية الكلية المقاسة مقياساً للتقدم التقاني فيه. وتتجسد الآثار غير–المباشرة للنشاط الإبداعي بأحد شكلين أو بكليهما، وهما تغيرات الكفاءة الفنية المجسدة بالعمل البشري؛ والتغيرات التقنية التي تتجسد برأس المال المادي كالأجهزة والمعدات الفنية وغيرها. فإذا كانت كلتا التغيرات إيجابية يقال بأنه قد حصلت تحسينات فنية مجسدة بالعمل تعزى إلى النشاط الإبداعي، وكذلك قد حصلت تحسينات تقنية مجسدة برأس المال وتعزى إلى النشاط الإبداعي نفسه.

كما تم وفي الدراسة ذاتها إشتقاق مقياس مستقل (بشكل متجه زمني) لكل من هاذين النوعين من التغيرات، فقد تم الحصول على مقياس للكفاءة الفنية المجسدة والتغيرات التقنية المجسدة. والنشاط الإبداعي هو أحد نوعين؛ أنشطة الأبحاث التطبيقية (Applied Researches) R ومشروعاتها التصنيعية، أو أنشطة التطوير (Development)(D) الداخلي للباحثين، وهما يمثلان مكونات مجموعة النشاط الإبداعي الكلي المتاح أي (ب&ت) الكلي في القطاع البحثي.

أي أن هناك ثلاثة مقاييس للنشاط الإبداعي البحث، التطوير، (ب&ت)؛ (R, D, R&D). ومن ثم يمكن قياس آثار كفاءة وآثار تقنية لكل من (R, D, R&D) كلاً على حدة.

وباستخدام دالة إنتاج Cobb-Douglas الموسعة بثلاثة عناصر للإنتاج (المعادلة–1 في المبحث القادم)، فان النموذج الرياضي النهائي يتضمن خمسة عناصر مستقلة في الإنتاج هي: العمل ورأس المال والنشاط الإبداعي ثم الكفاءة والتقنية اللذان يتركهما ذلك النشاط.

وتتجسد مشكلة البحث في الواقع بمدى تفهم خطوات ومراحل تطبيق النموذج الرياضي للحصول على مقاييس الكفاءة والتقنية للأنشطة الإبداعية المختلفة في القطاع البحثي. وعليه تسوق الدراسة فرضيتها العلمية *بان قياس الآثار المباشرة لتلك الأنشطة الإبداعية على عنصري الإنتاج الرئيسين، العمل وأس المال بشكل متغيرات مستقلة يجسد الآثار غير المباشرة للأنشطة الإبداعية (ب&ت) على الإنتاج بصورة تغيرات في الكفاءة الفنية وفي التغيرات التقنية*، وتقدم تلك المقاييس في الوقت ذاته اختباراً لفاعلية ودقة عمل النموذج الرياضي الجديد.

ومن المناسب هنا الإشارة إلى أن الأنشطة الإبداعية تهدف إلى ابتكار أو تطوير منتج أو إلى تطوير عمليات إنتاج جديدة، وان أنشطة (ب&ت) منتج تصب في تحسن الكفاءة الفنية للعمل في حين أن أنشطة (ب&ت) عمليات الإنتاج تسهم في حدوث تغير تقني، وكلاهما مجسد بالعمل وبرأس المال على الترتيب.

من ناحية ثانية فقد عدت تغيرات الكفاءة والتغيرات التقنية أهم عنصرين يمكن أن يؤثرا إيجابياً في كل من الإنتاج البحثي وفي النمو الاقتصادي للشركة وللتقدم التقاني فيها. هذا يعني أن (ب&ت) الكلي يحسن المنتج والعمليات ويترك آثاره المباشرة على العمل ورأس المال أولاً. ومن ثم تتجسد هذه الآثار بعد ذلك بشكل عناصر إنتاج مستقلة، وهذه الآثار المقاسة (والمجسدة) تؤثر بدورها على الإنتاج وعلى النمو الاقتصادي وعلى التطور التقاني فيه، حالها حال أي متغير إقتصادي تقني ذي علاقة مباشرة، أي أنها تحمل آثاراً غير مباشرة لأنشطة (ب&ت) على النمو والتقدم، فضلاً عن آثارها المباشرة عليهما ايضاً.

2- نموذج رياضي للإبداعات في قطاع بحثي

يقصد بالإبداعات كافة الأنشطة المتعلقة بأحد مجالين هما الأبحاث والتطوير، وتنقسم الأبحاث إلى نوعين؛ أبحاث أساسية تسهم في الإضافات العلمية الجديدة في الميادين المختلفة ويكون ناتجها غالباً براءات الاختراع والاختراقات العلمية التي توثق لأصحابها، وكذلك الأبحاث التطبيقية التي تترجم التطبيق الأولى لنتائج الأبحاث الأساسية. وتشمل أنشطة التطوير كل من التدريب والتأهيل وتنمية رأس المال البشري عن طريق إقامة الدورات أو التفرغ للدراسات الأكاديمية والتخصصية أو التدريب أثناء العمل (كالتعليم المستمر وتطوير العاملين..الخ) وتتضمن التطبيق الأول للأبحاث التطبيقية أو التطبيق الثاني للأبحاث الأساسية.

وهذه الإبداعات قد تكون بشكل حلقات ملحقة بخطوط الإنتاج ومختبراته وميادينه الموقعية أو المستقلة في قطاعات الصناعات التحويلية أو الإستخراجية وفي الزراعة وفي الخدمات البحثية والعلمية والتجارية، أو بشكل قطاعات متخصصة بالأبحاث والتطوير مثل مؤسسات الأبحاث المختلفة والشركات البحثية الصناعية المتخصصة ومركز إباء للأبحاث الزراعية والمركز القومي للمختبرات الإنشائية وغيرها.

وفي هذه الدراسة تتم محاولة قياس الكفاءة والتقنية اللتين تعزيان إلى الأنشطة الإبداعية المتاحة في القطاع البحثي قيد الدراسة، لعلها الأولى عربياً وعالمياً.

دالة الإنتاج البحثي: بافتراض دالة إنتاج عامة التي هي علاقة فنية لربط المدخلات بالمخرجات لقطاع بحثي يتسم بمدخلات متنوعة Miscellaneous ومخرجات غير متجانسة

Heterogeneous ، ناتجه: المشروعات البحثية والتطبيقية بالدرجة الأساس. وبافتراض تقدم تقاني حيادي خارجي غير مجسد وعنصر الإبداع التقني R مقاساً بأنشطة (ب&ت) الكلية أو أحد مكوناتها الرئيسة عنصراً ثالثاً في دالة إنتاج متجانسة من الدرجة الأولى وهذه الدالة في القطاع البحثي هي:

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

حيث ان: $(R = KR , KD, or KR\&D)$ [11]

فان إسهامات عنصري الإنتاج التقليديين L, K بعد السماح للعنصر الثالث بالظهور في دالة إنتاج كوب–دوكلاس تتغير كما يأتي :

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

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

وهذا التغير يشير إلى آثار داخلية للإبداع أولاً على إسهام عنصري الإنتاج الأخرين، العمل ورأس المال، حيث أن:

- VA : القيمة المضافة مقياس للناتج
- L : ساعات العمل البحثي
- K : رأس المال المادي التشغيلي (رأس المال العامل+تكلفة رأس المال الثابت)
- R : رأس المال التقني KR أو رأس المال التطويري KD أو رأسمال البحث والتطوير (ب&ت) الكلي KR&D
- e : الأساس الطبيعي
- λ : معدل نمو التقدم التقاني الخارجي(عن منظومة الإنتاج) غير–المجسد
- α_j : إسهام (حصةShare) العمل البحثي في الناتج
- β_j : إسهام رأس المال البحثي في الناتج
- γ_j : إسهام رأسمال النشاط الإبداعي المحدد في الناتج

وحسب الفرضية التي تنص على أن تغير الاستجابات المقدرة (وهي: مرونات الإنتاج) للعنصرين (L, k) 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، فان النشاط البحثي والتطويري ينطوي على عمل نمطي يتخلله إبداع ريادي في ظل النشاط العلمي R_i، وهذه الآثار التي تقيس تغيرات كفاءة فنية مجسدة بالعمل التقني وتغيرات تقنية مجسدة برأس المال، يمكن صياغتها رياضياً بشكل:

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

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

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

وقياس هذه الآثار الداخلية (أي الكفاءة والتقنية) من النماذج الاحتمالية المقدرة لدالة الإنتاج يكون بالتحويل الخطي للمعادلة (6)، 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 أن: $\lambda_1 t.\ln e = \lambda_2 t.\ln e = 1$

بمعنى ان الافتراض الضمني يعني أن كلاً من الكفاءة والتقنية هما دالة في الإبداع:

$$L_R = f(R)\ ,\ K_R = f(R) \quad .....(9)$$

وكذلك فان :

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

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

وهنا يفترض تجانس وحدات قياس (L , L_R) كمياً وتباين مستويات العمل نوعياً وتجانس وحدات (K , K_R) في قيمة تدفق رصيد رأس المال والتباين النوعي في الأداء.

وعليه فان:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 = \delta_1\alpha_1 \quad , \quad \alpha_1 = \alpha_2 + \Delta\alpha \\ \Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = \delta_2\beta_1 \quad , \quad \beta_1 = \beta_2 + \Delta\beta \end{aligned}\right\} \quad .....(12,13)$$

إن المعادلة الأساسية للنموذج الرياضي الذي يتضمن دالة إنتاج يسمح فيها للأنشطة الإبداعية للبحث والتطوير مع الكفاءة والتقنية اللتين تتركهما وتعمل جميعاً بموجبها كعناصر للإنتاج هي المعادلة (6). ويهدف البحث هنا إلى الحصول على مقياس الكفاءة والتقنية ومقدراتها، والمعادلة (6) تحتوي على مجهولين هما (K_R , L_R) ولابد من معادلتين لعلاقتين رياضيتين على الأقل تحتوي كل منهما على كلا المجهولين لغرض الإشتقاق والقياس. وبتوظيف البدهية الرياضية التي تفيد بتقريب تغير لوغاريتم المتغير بمعدل نموه، وتقدير النموذجين الاحتماليين (7) و (8) وفق هذه البدهية تجريبياً فإن :

1. $\ln \hat{v}a_{1,t} = \hat{a}_o + \hat{a}_1 \ln L_t + \hat{a}_2 \ln k_t \quad .....(14)$
2. $\ln \hat{v}a_{2,t} = \hat{b}_o + \hat{b}_1 \ln L_t + \hat{b}_2 \ln k_t + \hat{b}_3 \ln R_t + \hat{b}_4 \ln L_{R,t} + \hat{b}_5 \ln K_{R,t} \quad .....(15)$

حيث ان: va هي القيمة الحقيقية المضافة (بالأسعار الثابتة طيلة مدة الدراسة) لمقياس الناتج.

الإشتقاق الرياضي

وبتطبيق الإجراء المذكور حسب سياقه في البرنامج :

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

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

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

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

2*a*1. $\frac{\partial \ln k_{R,t}}{\partial t} = \left[\partial \ln \hat{v}a_{2,t} - \hat{b}'_o - \hat{b}'_1 \frac{\partial \ln L_t}{\partial t} - \hat{b}'_2 \frac{\partial \ln k_t}{\partial t} - \hat{b}'_3 \frac{\partial \ln R_t}{\partial t}\right] / \left[\hat{b}'_5\right] - \left[\hat{b}'_4\right] / \left[\hat{b}'_5\right] * \frac{\partial \ln L_{R,t}}{\partial t}$ .....(20)

$= C_{44} - K_1/K_2 = C_{44} - K_5$

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

2*b*1. $(\dot{k}/k)_{R,t} = \left[(\dot{v}a/va)_{2,t} - \hat{b}''_o - \hat{b}''_1(\dot{L}/L)_t - \hat{b}''_2(\dot{k}/k)_t - \hat{b}''_3(\dot{R}/R)_t\right] / \left[\hat{b}''_5\right] - \left[\hat{b}''_4\right] / \left[\hat{b}''_5\right] * (\dot{L}/L)_{R,t}$ .....(21)

$= C_{45} - K_3/K_4 = C_{45} - K_6$

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

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

والصيغتان 2a2 و2b2 في المعادلتين (3-22) و(3-23) تقدمان مقياسي الكفاءة والتقنية على الترتيب بصيغة تغير في لوغاريتم القيم بين الفترة (t) والفترة (t-1) خلال التطبيق اللاحق ببيانات القطاع البحثي. أما المتغيران C45. C48 ... فهما ناتجا تحويلات رياضية بشكل متغيرات (متجهات) في شاشة المخرجات عند التطبيق التجريبي.

الأشكال الرياضية للكفاءة والتقنية

وللحصول على لوغاريتم المتغير الذي يقيس الكفاءة والتقنية من الصيغتين (2a2) و (2b2) نفترض القيمة الأولى في كل متجه من المقياسين المشتقين تساوي واحداً صحيحاً :

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

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

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

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

ومن ثم يكون الرقم القياسي للكفاءة وللتقنية بالقيم الخطية الجارية وليس اللوغاريتمية :

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

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

وحال الحصول على القيم الخطية للمتغيرين يمكن بعدها تقدير دالة الإنتاج بخمسة متغيرات مستقلة أو بتوليفة من (N-1) من تلك المتغيرات :

$$\ln \hat{va}_{2,t} = \ln \hat{A}_2 + \hat{\alpha}_1 \ln L_t + \hat{\beta}_1 \ln k_t + \delta_1 \hat{\alpha}_1 \ln L_{R,t} + \delta_2 \hat{\beta}_1 \ln k_{R,t} + \hat{\gamma} \ln R_t = ...(6) \quad (28)$$

$$\ln \hat{va}_{2,t} = \hat{b}_o + \hat{b}_1 \ln L_t + \hat{b}_2 \ln k_t + \Delta\hat{\alpha} \ln L_{R,t} + \Delta\hat{\beta} \ln k_{R,t} + \hat{\gamma} \ln R_t = ...(15) \quad (29)$$

ومن ثم تقدير أثر(ب&ت) أو أحد مكوناته مع الكفاءة والتقنية على التقدم التقاني وهذا خارج إطار الهدف البحثي للدراسة الحالية.

3- برمجة مقياسي الكفاءة والتقنية

بعد عرض الخطوات الرياضية والتحويلات التطبيقية التي تطرأ على البيانات تتناول هذه الفقرة الأشكال الرياضية المختلفة للمتغيرات الاقتصادية المستخدمة في مراحل النموذج وبرمجة خطواته والتعرف على خطوات البرنامج المستخدم وصياغته في التحويل. حيث يتكون البرنامج المصمم من برمجية رئيسة Main Macro وثلاثة برامج فرعية Submacros.

ولغرض الاستفادة من البرنامج[12] وتطبيق النموذج الرياضي المبرمج على بيانات مختارة لشركة أو قطاع بحثي يتم اتباع الخطوات الرئيسة الآتية :

استدعاء وتنفيذ الماكرو الرئيس، ويتضمن إدخال بيانات المتغيرات الأساس بشكلها الخام وتنفيذ الماكرو، حيث تتضمن العمليات الرئيسة للبرنامج الإجراءات الآتية :

أ. بناء سلاسل رأسمال (ب&ت) الكلي ورأسمال الأبحاث التطبيقية ورأسمال التطوير المحلي تلقائياً وفق افتراضات معينة وبالصيغة المطلوبة كما وردت في المعادلة (1) أعلاه.

ب. تثبيت قيم جميع المتغيرات (عدا متغير العمل) بأسعار سنة معينة هي سنة الأساس في السلاسل الزمنية للمخفض Deflator في العمود C_{11} ضمن لوحة البيانات في البرنامج.

ج. إجراء التحويلات اللوغاريتمية لجميع المتغيرات.

د. تقدير النماذج الاحتمالية لدالة إنتاج كوب–دوكلاس أحدهما أولي بعنصري إنتاج (L,K) فقط وثلاثة أخر 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- تناولت إحدى البرامجيات الفرعية للنماذج الثلاثة الأخيرة من قبل المستخدم بحسب أحد المتغيرات (K_r, K_d, $K_{r\&d}$) وترشيح نموذجه الفرعي مع البرمجية الرئيسة للنموذج الأولي لغرض تطبيق النموذج الكلي وقياس الكفاءة والتقنية في كل حالة. و قد يجرى تقدير الحالات الثلاث واحدة تلو الأخرى.

تم بناء البرامج الفرعية الثلاثة استناداً لكل واحد من المتغيرات الإبداعية، 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 المعادلتين (12,13) 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 الأوليين (L, k) بشكل تغيرات كفاءة مجسدة وتغيرات تقنية مجسدة فيها على الترتيب. ومنها يتم إشتقاق المعادلة الأساسية رقم (6).

4- تقدير الانحدارات الإحصائية الخطية المتعددة في النماذج الاحتمالية المختلفة لدالة إنتاج غير مقيدة (مع عوائد حجم متغيرة) بالشكل اللوغاريتمي أولاً، ثم بمقاييس التغير في لوغاريتماتها ثانياً، ثم بأسلوب تحليل الحساسية ثالثاً لدالة النمو الاقتصادي.

5- الانتقال إلى التطبيق التجريبي للنموذج المبين في العلاقتين (8 , 7) والبدء بتطبيق الماكرو الفرعي (1 , 2 , or 3) كما مبين في المعادلات من (14) إلى (23) في الفقرة السابقة.

6- إدخال تحويلات الأشكال المختلفة لمقياسي الكفاءة والتقنية كما في (24) إلى (27).

7- يستمر الماكرو الفرعي مع كل ملف (خاص ببرنامج فرعي) يتم اختياره بما يأتي :

أ. احتساب معدل نمو إنتاجية العنصر الكلي ($T\dot{F}P / TFP$)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(C57).

د. احتساب الاتجاه الكلي لدالة الإنتاج المجموعي.

4- قياس الآثار غير-المباشرة للأنشطة البحثية والتطويرية في القطاع البحثي

"إشتقاق الكفاءة والتقنية لأنشطة(ب&ت) الكلية والجزئية"

تستكمل الإجراءات التطبيقية لمنهجية النموذج الرياضي وفق بيانات المتغيرات الاقتصادية المتاحة للقطاع البحثي، وعملية إشتقاق مقاييس (الأرقام القياسية) للكفاءة البحثية وللتقنية البحثية ثم الكفاءة التطويرية ولتقنية أنشطتها، وأخيراً لكفاءة (ب&ت) الكلي ولتقنيتة. ويتم في هذا الصدد بناء المخططات الرياضية المختلفة لتلك المتغيرات مع التحليل الاقتصادي للتغيرات السنوية الحاصلة منذ السنة الأولى لفترة النشاط البحثي التطبيقي والتطويري ولغاية نهاية المدة المحددة.

4-1 قياس الكفاءة البحثية وتقنتيها

بتطبيق العمليات الرياضية التمهيدية المعتمدة في النموذج وفرضياته المصاغة في المعادلات من (5) إلى (15) على متغيرات الدراسة المأخوذة من واقع القطاع البحثي وتطبيق الإشتقاقات الرياضية للنموذج الواردة في المعادلات (16) إلى (23) نحصل على المقياس L_{Kr}, d $\text{Log } k_{Kr}$ وكذلك على (L_{Kr}) المدرجة في الجدول[13]، وهما التغيرات المقاسة في لوغاريتمات الكفاءة والتقنية. وبتطبيق المعالجات الرياضية التي تطلبها عمل البرنامج لأغراض التقدير القياسي اللاحق، والمدرجة في المعادلات (24) إلى (29) ثم الحصول على التحويلات الرياضية المختلفة لذينك المتغيرين وبصيغة لوغاريتمات ثم البيانات الخطية للمتغيرات المطلوبة ومنها استحصلت معدلات النمو السنوية وكذلك الأرقام القياسية لها، وهذا الهدف الأول الرئيس المتحقق للدراسة مع جانب الأبحاث التطبيقية، وهكذا.

والمخطط (1) يبين التوفيق الأولي لمنحنيي الكفاءة البحثية والتقنية البحثية معاً، حيث يتبين حجم الشوط البعيد الذي قطعه القطاع البحثي في التقنيات العلمية وفي الأبحاث التطبيقية التي طبقها في السنوات الأخيرة في ظل تطورات الكفاءة المتحققة.

وفي ما يأتي تسليط اكبر للضوء على التطورات المقاسة لكل منهما بصورة مستقلة.

أولاً: <u>الكفاءة البحثية</u>

يلاحظ على الكفاءة البحثية (L_{Kr}) من الجدول (1) التذبذب صعوداً وهبوطاً خلال السنوات (1988-1990)، ثم الميل نحو الاستقرار تقريباً في السنوات بين (1991-1994)، وبعد ذلك تضاعفت مستوياتها اكثر من مرة إلى أن بلغت في نهاية المدة خمسة أضعاف مستواها القياسي الأولي تقريباً عما في بدايتها [لاحظ المخطط(2)]، وهذا الاتجاه يتطابق والتحولات الإيجابية التي شهدها القطاع البحثي خلال هذه الفترات وأكدتها أرقام القيمة الحقيقية المضافة والمؤشرات الحساباتية للقطاع البحثي من مشاريعه البحثية المنفذة، كما هو واضح في المخطط البياني المذكور. وسجلت الكفاءة البحثية متوسط معدل نمو سنوي $(dL/L)_{Kr}$ قدره (0.024) في السنة طيلة مدة الدراسة، وللسنوات (1994-1998) اكثر من (0.086) سنوياً، لا بل أن الفضل في هذه

المعدلات الإيجابية كان لهذه السنوات مع التشخيص التفصيلي الجلي للمعدلات الإيجابية والسلبية لكل سنة من تلك السنوات [لاحظ المخطط(3)].

ثانياً : <u>التقنية البحثية</u>

ما أن بدأت التغيرات التقنية البحثية بعد عام 1988 تتضاعف حتى عادت الى مستواها الأولي عام (1990)* والسبب يكمن في تأثير أحداث الخليج والعدوان الثلاثيني على البنى الصناعية للبلد، ولكن أخذت تلك الأرقام القياسية للتغيرات التقنية بعد ذلك تسجل أرقاماً دراماتيكية بلغت أكثر من 1000 ضعفاً أواسط عام 1993 وحتى نهايتها. ثم تضاعفت مستويات التقنية البحثية (k_{Kr}) كثيراً حتى وصلت ذروتها عام 1996 بأكثر من 27 ألف ضعفاً واستقرت على هذا المستوى المقارب نفسه في السنوات التالية في المخطط(4)، وسجلت متوسط معدل نمو سنوي متوسط $(dk/k)_{Kr}$ طيلة المدة (0.27751–) في السنة، أي أن الفضل في المعدلات الإيجابية كان للسنوات الواقعة قبل عام 1994 كما في المخطط (5).

4-2 قياس كفاءة التطوير الداخلي وتقنيته

تم إدراج نتائج إجراءات النموذج الرياضي التطبيقي لمقاييس الكفاءة والتقنية العائدة للتطوير والتأهيل العلمي الداخلي للشركة في الجدول (2)، وقد أظهرت المقاييس المختلفة لهذين المتغيرين ان السنتين 1995،1996 شهدتا اكثر المستويات المنخفضة في التخصيصات المنفقة على أنشطة التطوير والتدريب والدراسات، وهي فعلاً الحالة التي سبق تشخيصها من معاينة البيانات الخام للإنفاق على(ب&ت) وبخاصة على التطوير وبالأسعار الجارية. وفي الحقيقة نتذكر هنا أن الذي تم بناؤه لهذا الغرض وفق أسس وردت في دراسة سابقة كانت اقيامه في أدناها في ذينك السنتين [الجدول(2)]، ومع هذا ظهرت لدينا كفاءة تطوير وتقنية تطوير متزايدة خلال هاتين السنتين، مما يشخص وجود فجوة تباطؤ زمني في ظهور الآثار الاقتصادية للاستثمار في التأهيل والتطوير كما في حالة الاستثمار في التعليم تماماً، ولم تستمر الحالة على هذا المنوال، حيث تراجعت تلك المؤشرات لاحقاً بعد تلك السنتين اللتين شهدتا اهتماماً متميزاً بالتطوير والتأهيل، حيث شهدت تلكما السنتان اكبر عدد من الترشيحات لكوادر القطاع البحثي المختلفة لمقاعد الدراسات العليا داخل القطر وغير ذلك من المؤشرات مما يبعث على التوقع بظهور آثار مماثلة لاحقاً.

أولاً: <u>الكفاءة التطويرية</u>

* تلاحظ تطورات الرقم القياسي للتغيرات التقنية $k(t)_{Kr}$.

يلاحظ على الكفاءة التطويرية الفاعلية الكبيرة التي تجاوزت مستويات رأسمال التطوير الداخلي بمعدلات فائقة وهذه الصورة يلخصها المخططان البيانيان (6) و(7)، مما يشير بوضوح إلى أهمية الإنفاق على التطوير العلمي للكوادر والتخصصات المختلفة في النهوض بالكفاءة الفنية الكلية للشركة على مدى بضع سنوات. وان هذا الركن يقدم فاعلية يمكن التعويل عليها في خلق المستويات المرغوبة من النهوض والكفاءة بالاتجاه المطلوب. أما معدلات النمو السنوي للكفاءة التطويرية فيوضحها المخطط (8) حيث يمر المنحنى من الأوساط الحسابية لها على طول مدة الدراسة، وسجلت متوسط معدل نمو سنوياً قدره (38,359) بالمئة في السنة.

وإذا علمنا أن الأرقام بعد سنة (1988) كانت آخذة بالنزول إلى أن وصلت إلى الصفر عام (1991)، ثم استمرت على منوالها في الهبوط مسجلة أرقاماً سلبية بلغت نهايتها الدنيا عام (1994)، حيث انعطف المنحنى (مع الأرقام) بالاتجاه الإيجابي بعد عام (1996)، لتأكدت أمامنا فاعلية الكفاءة التي سبقت الإشارة إليها قبل قليل، ولعرفنا بما لا يقبل الشك ان الفضل الأساس لذلك المعدل المتوسط كان للسنوات التي تلت سنة (1994)، وان القفزات الكبيرة شهدتها الأعوام (1997–2000). وهذا مؤشر تفاؤلي يبعث على التوقع بالآثار الإيجابية لهذه المعدلات كلاً على المتغيرات الهدفية للشركة من قيمة مضافة ونمو اقتصادي وتقدم تقاني.

ثانيا : <u>التقنية التطويرية</u>

سجلت المقاييس المختلفة لمتجه التغير التقني الذي يعزى إلى التطوير تصاعدا كبيرا وبشكل متميز وبمقادير أعلى بكثير من الكفاءة البحثية في المبحث السابق، ووصلت ذروتها نهاية عام 1995 [Log k_{Kd}=50.6185] ولكن أخذت الأرقام بعد هذه الفترة تتراجع بشكل أسرع في المخططين (9) و(10).

3–4 قياس كفاءة (ب&ت) الكلي وتقنيته

قدم التطبيق التجريبي للنموذج الرياضي مقياسي الكفاءة والتقنية للـ(ب&ت) الكلي بصيغة التغير في لوغاريتم البيانات المقاسة لكل منهما dLog $L_{Kr\&d}$ ، dLog $k_{Kr\&d}$ ومنها تم أجراء تحويلات متعددة للحصول على أشكال رياضية متباينة لها (بشكل لوغاريتمات قياسية) ثم متغيرات خطية، كما في المخطط (12) المشترك والمخططين (13) و (14) بشكل مفصل لكل منهما، ثم معدلات سنوية للتغير النسبي، كما في الجدول (3) والمخطط (15) بشكل مشترك و (16) المنفصل بشكل مستقل لهما، والأرقام القياسية لهما $L(t)_{Kr\&d}$ و $k(t)_{Kr\&d}$ على الترتيب. وبأخذ الاتجاه التراكمي الجزئي لكل منهما حصلت الدراسة على رأسمال الكفاءة البحثية والتطويرية

(الكلية) $Pars.L(t)_{Kr\&d}$ ورأسمال التقنية الكلية للبحث والتطوير $Pars.k(t)_{Kr\&d}$ وذلك لغرض مقارنة بيانات هذين المقياسين مع بيانات رأسمال (ب&ت) القياسي الكلي للشركة $Kr\&d(t)$.

5- خاتمة واستنتاجات Conclusions

ان هذا العمل هو نموذج للتطوير الاقتصادي وتقييس التطوير التقني الملائم للبيئات النامية تماماً وذلك لغياب البيانات الإحصائية التي تقيس تغيرات الكفاءة والتغير التقني المجسدين في عناصر الإنتاج الرئيسة (العمل ورأس المال) على الترتيب، والتي تعزى إلى أنشطة (ب&ت) الإبداعية أو إلى أحد مكوناته. كما انه ملائم كذلك للاقتصادات المتقدمة فهو يقدم طريقة جديدة ومتفردة لقياس الكفاءة والتقنية، 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 سبق، مقارنة مع ما ورد في الدراسة. وهذا الأسلوب مواكب لآخر تطورات العمل البرمجي في الاستفادة في توظيف البرمجيات الجاهزة المعدة خصيصاً لهذا الغرض. تم استخدام أعلى مستويات البرمجة (Macros) في تطبيق النظام مما يعزز صحة النتائج المستحصلة من تطبيق نموذج البحث. كما يمكن استخدام النموذج لأغراض التنبؤ المستقبلي كاتجاه زمني مطلق لتغيرات الكفاءة والتغيرات التقنية المجسدتين بالعمل وبرأس المال على الترتيب، أو بافتراض قيم مستقبلية للمتغيرات الأخرى في أحد أنماط النموذج المعتمد في القياس والتنبؤ بالوقت نفسه.

تضاعفت الكفاءة البحثية خمسة أضعاف مستواها، بينما شهدت التغيرات التقنية البحثية اتساعاً جدّ كبير ينسجم مع طبيعة وحجم التجارب التطبيقية للقطاع. وتجاوزت كفاءة التطوير مستويات رأسمال التطوير الأصلي بمعدلات فائقة. في حين سجل التغير التقني التطويري تصاعداً أعلى.

وتتوحد هذه الاتجاهات تماماً عند الحصول على مقياسي الكفاءة والتقنية المشتركة لأنشطة (ب&ت) الكلية معاً، وقد تضاعفت الكفاءة الكلية اكثر من سبعة أضعاف مع تضاعف التغيرات التقنية الكلية بمديات جدّ واسعة.

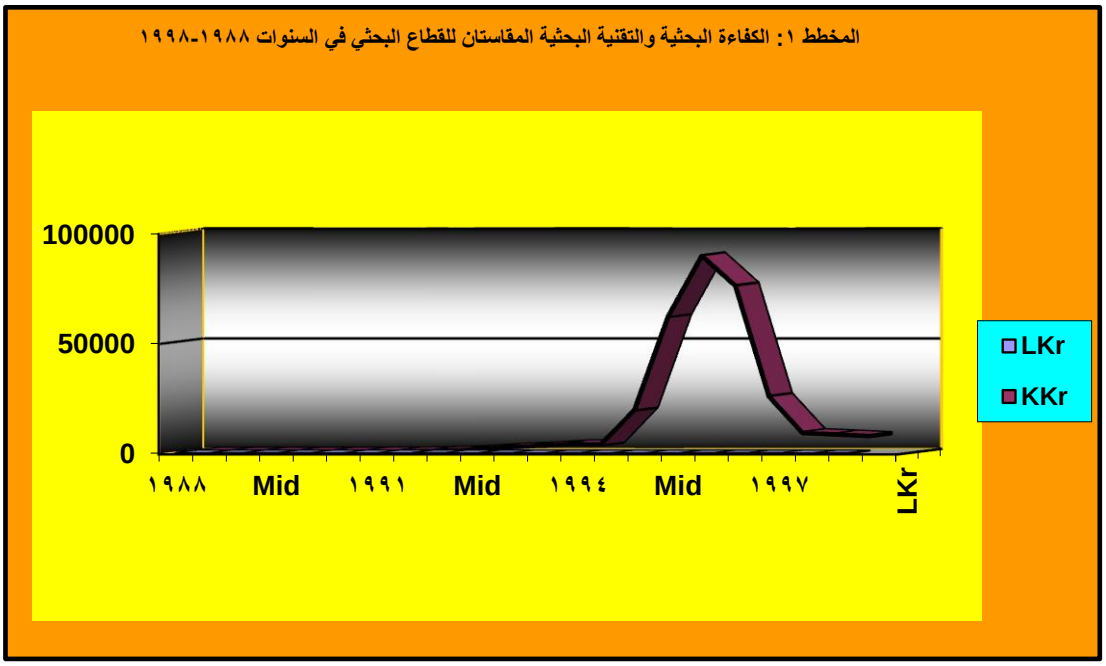
الجدول 1: تطور تقنية الأبحاث التطبيقية (المجسدة) وتقنيتها (المجسدة) المقاستان باستخدام النموذج الرياضي واستخراج أرقامها القياسية في القطاع البحثي

Year	dlog L_{Kr}	Dlog k_{Kr}	LogL_{Kr}	Logk_{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

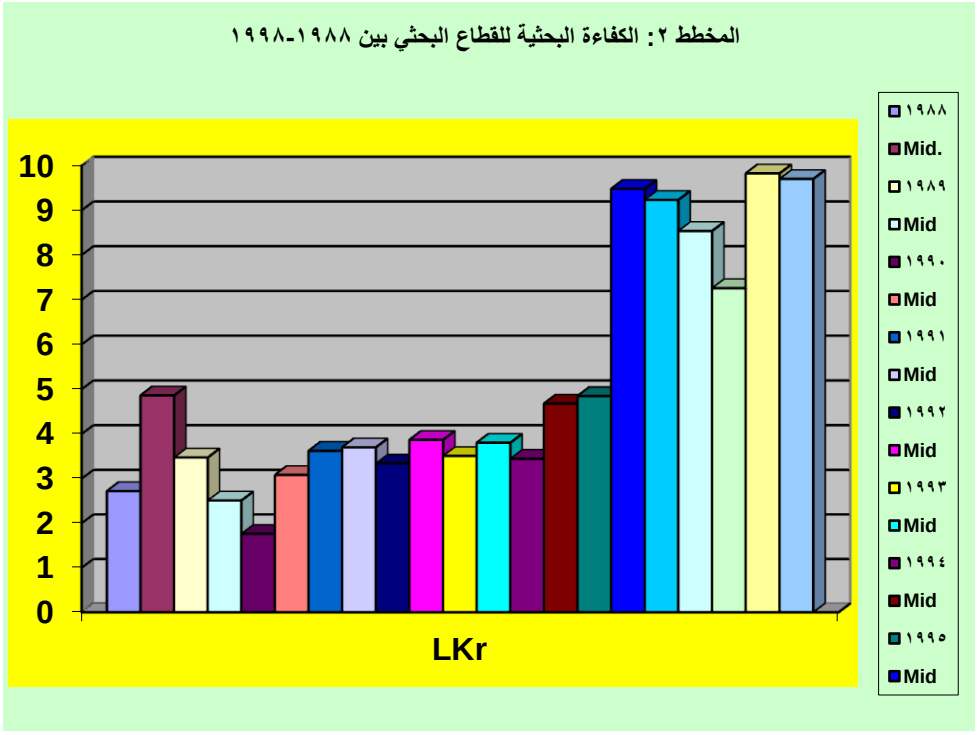
تكملة الجدول (1)

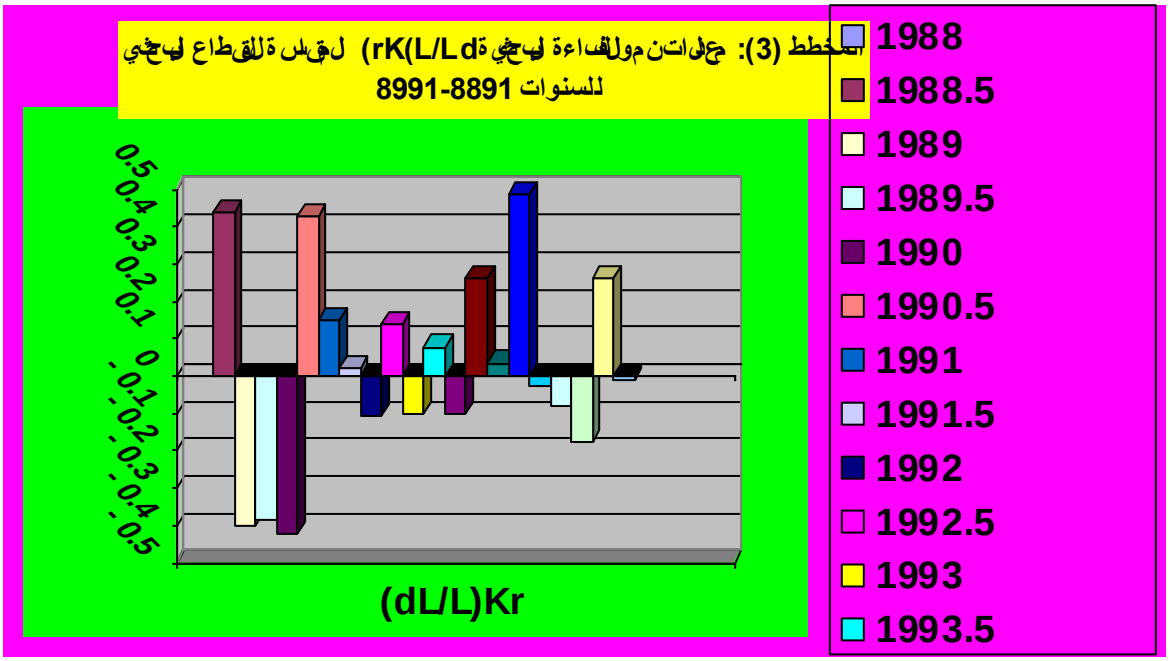
Year	$(dL/L)_{Kr}$	$(dk/k)_{Kr}$	Kr(t)	Kr.Acc.	L(t).Kr	k(t).Kr
1988	*	*	1.0000	1.000	1.00000	1.0
Mid.	0.440712	0.76177	18.8517	19.852	1.78799	4.2
1989	-0.399842	-0.03508	52.0352	71.887	1.27728	4.1
Mid	-0.384875	-0.97743	66.4066	138.293	0.92231	2.1
1990	-0.423519	-0.79387	68.0117	206.305	0.64791	1.1
Mid	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

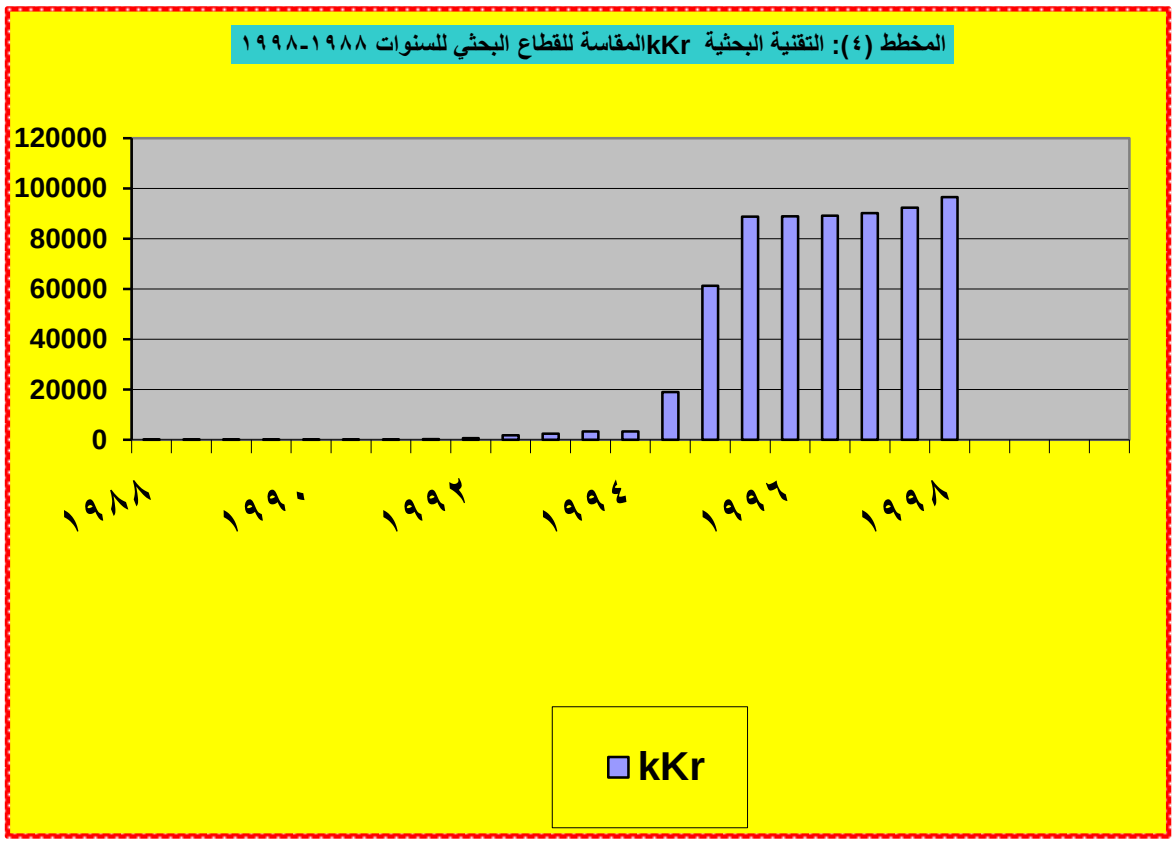
المخطط ١: الكفاءة البحثية والتقنية البحثية المقاستان للقطاع البحثي في السنوات ١٩٨٨-١٩٩٨



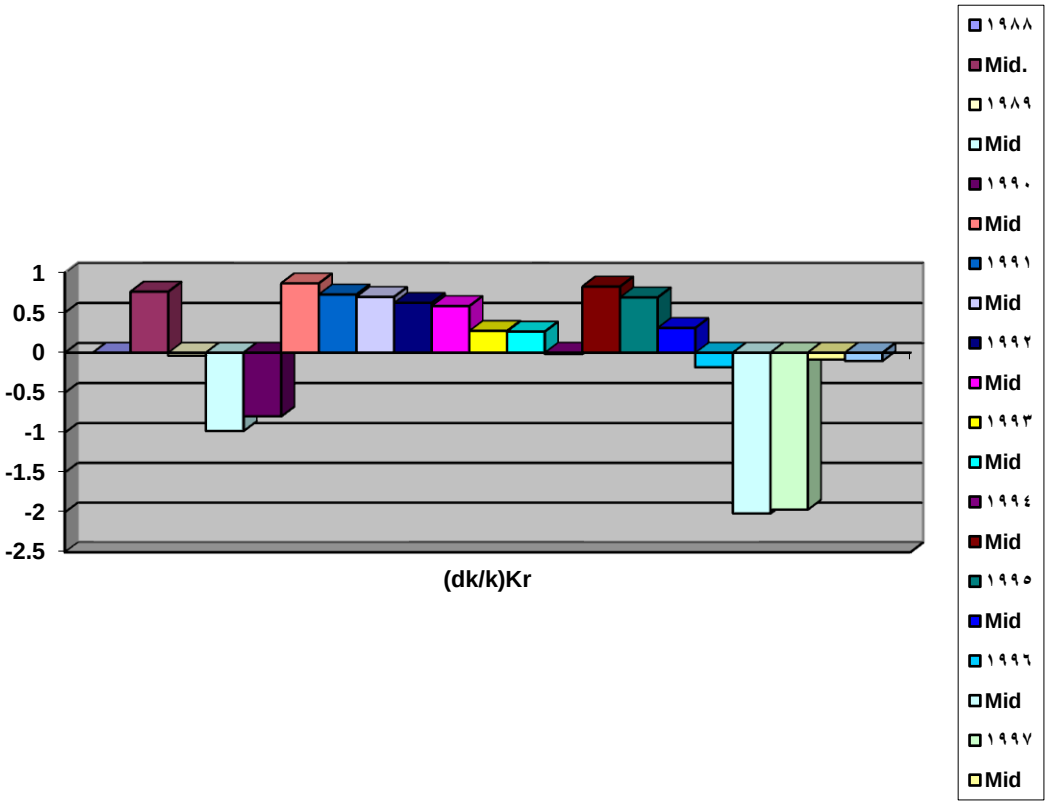
المخطط ٢: الكفاءة البحثية للقطاع البحثي بين ١٩٨٨-١٩٩٨




المخطط (3): مخرجات برنامج الإحصاء الرياضي لتقدير معامل الارتباط الخطي (rK(L/L
للسنوات 8891-8991
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


المخطط (٤): التقنية البحثية kKrالمقاسة للقطاع البحثي للسنوات ١٩٨٨-١٩٩٨
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
١٩٨٨
١٩٩٠
١٩٩٢
١٩٩٤
١٩٩٦
١٩٩٨
kKr

المخطط ٥: المعدلات السنوية لنمو التقنية البحثية للقطاع البحثي للسنوات ١٩٨٨-١٩٩٨



الجدول 2: تطور كفاءة التطوير(المجسدة) L_{Kr} وتقنيته (المجسدة) k_{Kr} المقاستان وفق النموذج الرياضي وأرقامها القياسية

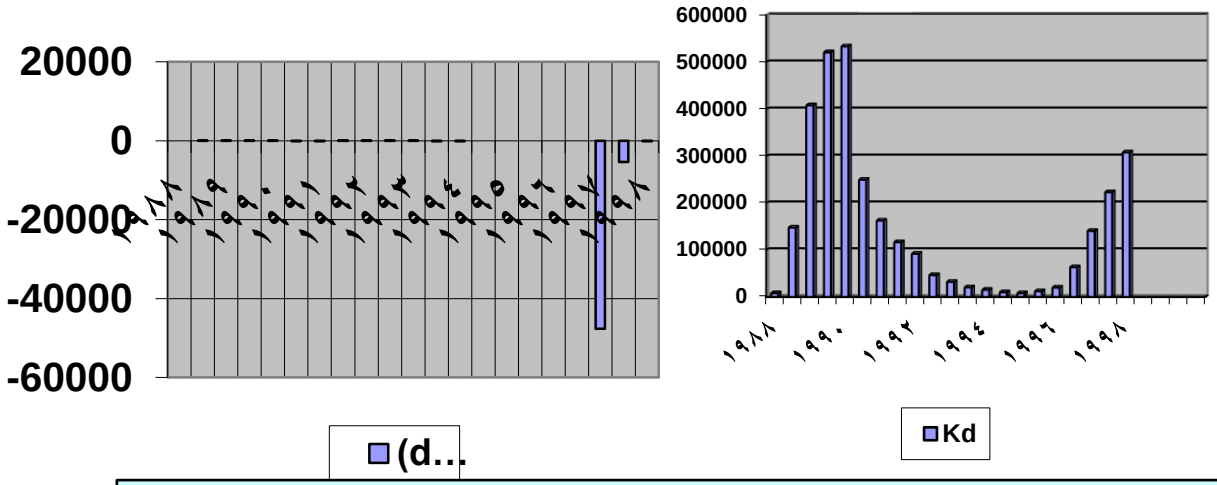
Year	.dlog L_{Kd}	dlog k_{Kd}	Log L_{Kd}	Log k_{Kd}	L_{Kd}	k_{Kd}	$(dL/L)_{Kd}$	$(dk/k)_{Kd}$
1988	*	*	1.0000	1.0000	3	2.71828e+00	*	*
Mid.	6.27526	13.4861	7.2753	14.4861	1444	1.95530e+06	0.998	1.0
1989	4.74682	11.4010	12.0221	25.8871	166387	1.74829e+11	0.991	1.0
Mid	0.66235	2.3402	12.6844	28.2272	322681	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

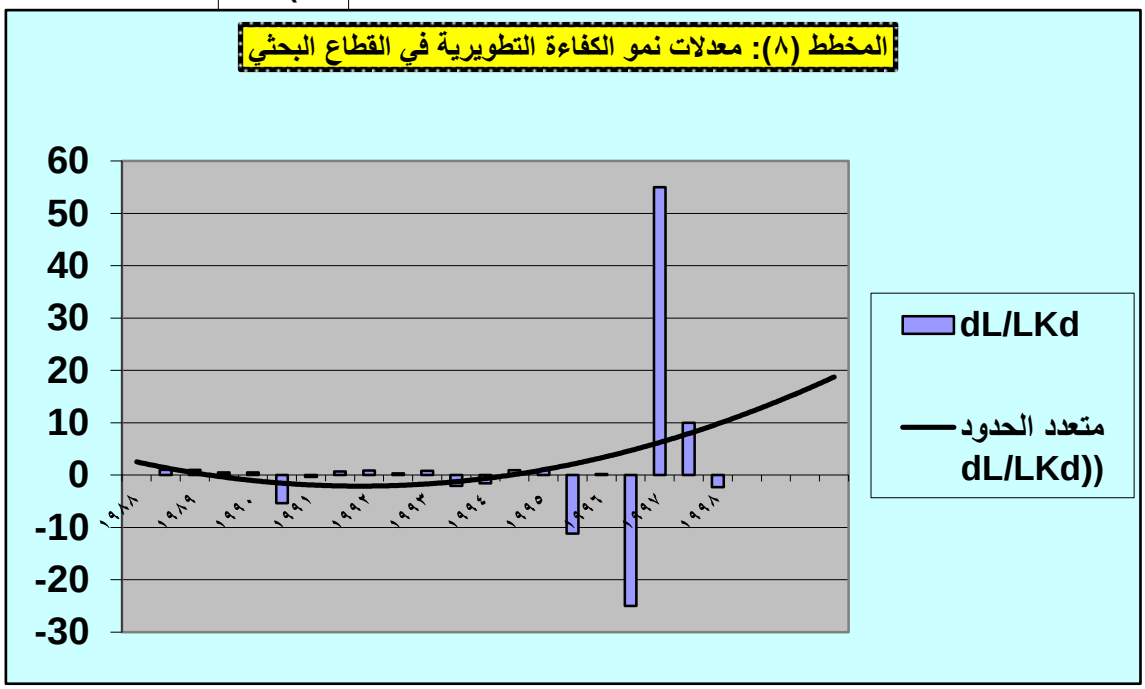
تكملة الجدول (2)

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

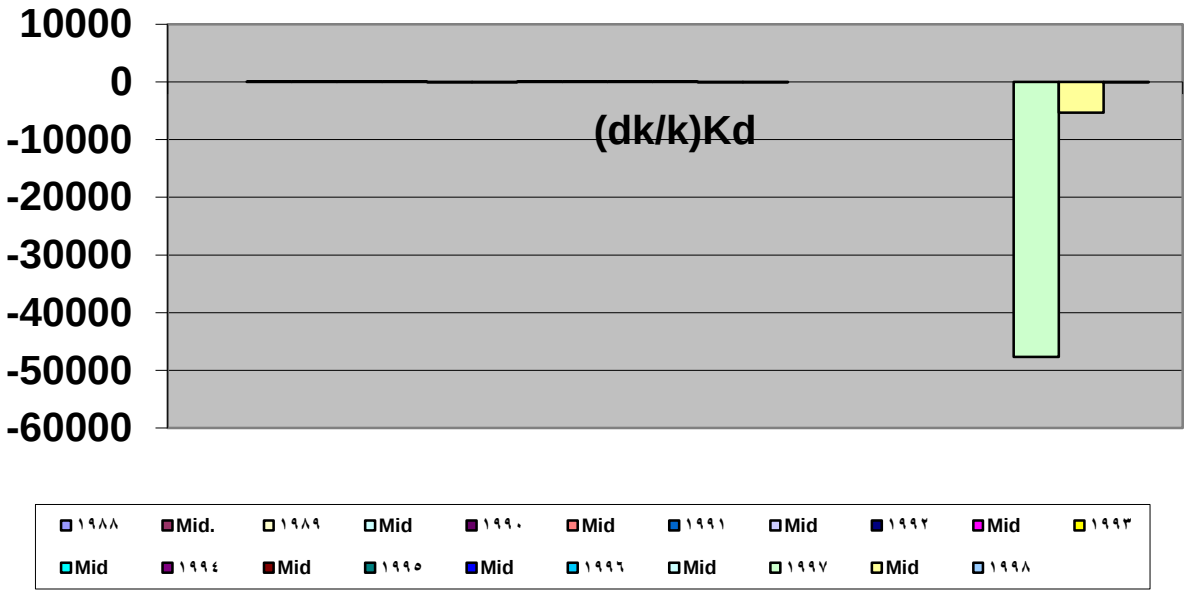
المخطط (٦): تطور رأسمال التطوير في القطاع ١٩٨٨-١٩٩٨

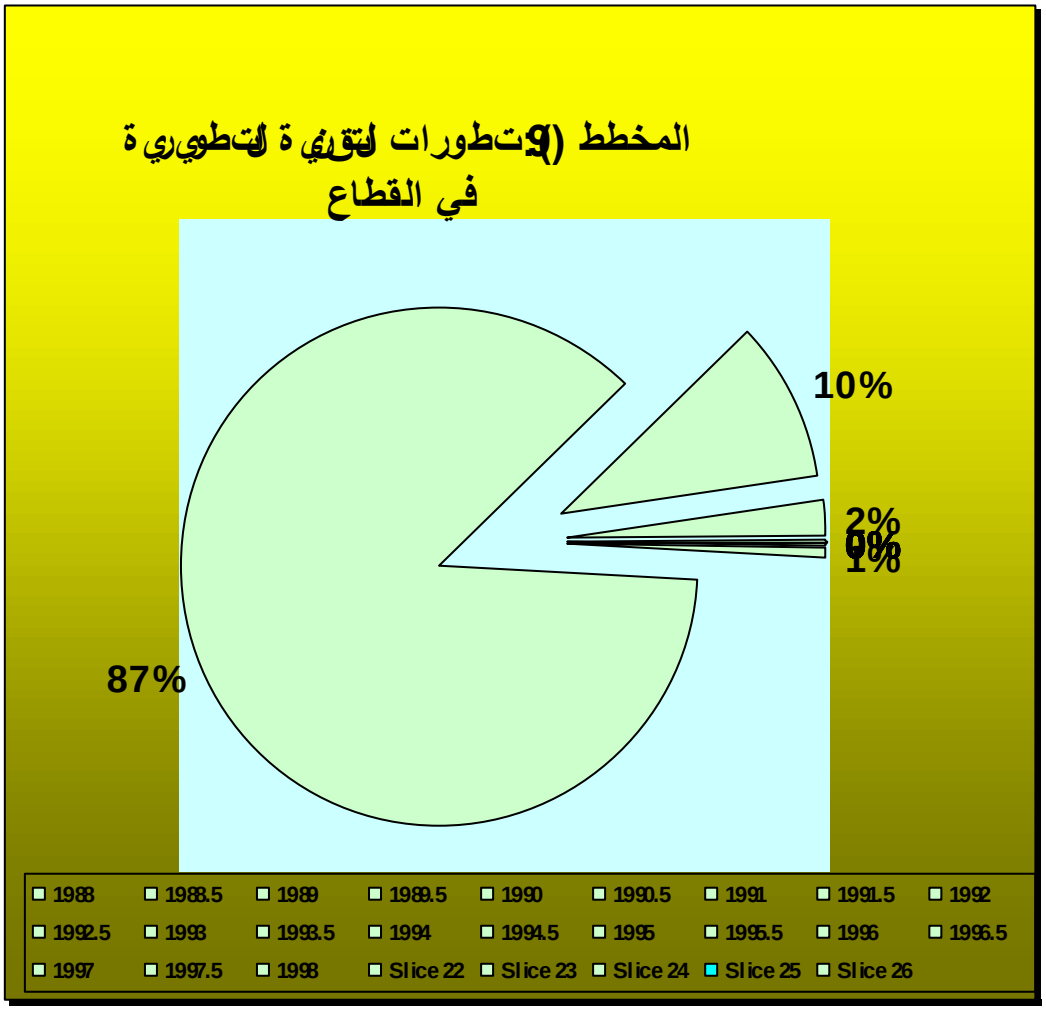
المخطط(٤-٨ب): معدلات نمو التقنية التطويرية في القطاع

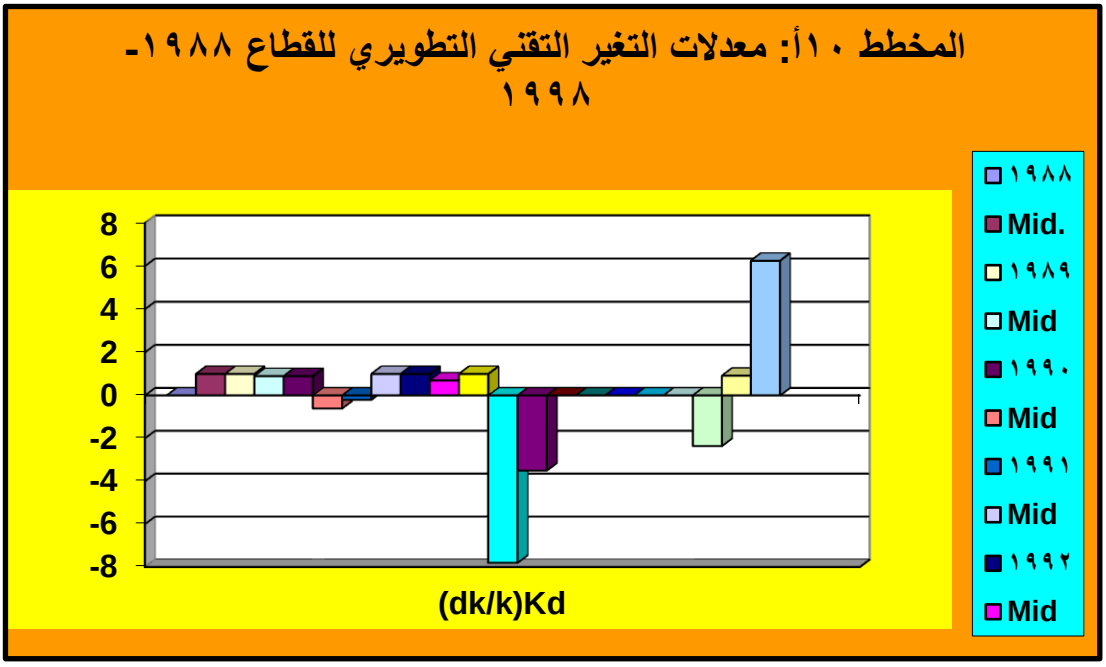




المخطط(١٠ب): معدلات نمو التقنية التطويرية في القطاع




المخطط (9) تطورات التقنية التطويرية في القطاع
10%
2%
1%
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


المخطط ١٠أ: معدلات التغير التقني التطويري للقطاع ١٩٨٨-١٩٩٨
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
(dk/k)Kd
١٩٨٨
Mid.
١٩٨٩
Mid
١٩٩٠
Mid
١٩٩١
Mid
١٩٩٢
Mid

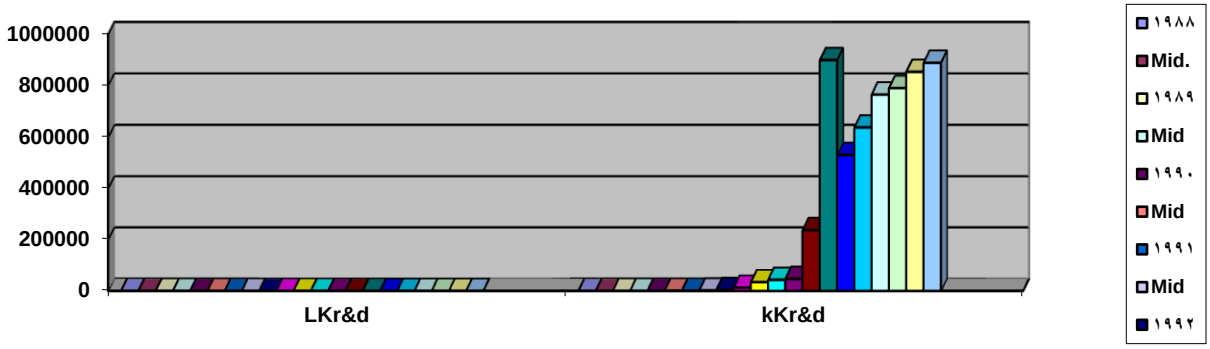
الجدول 3 : تطور كل من كفاءة(ب&ت) الكلي وتقنيته وأرقامها القياسية.. المقاستان وفق النموذج الرياضي

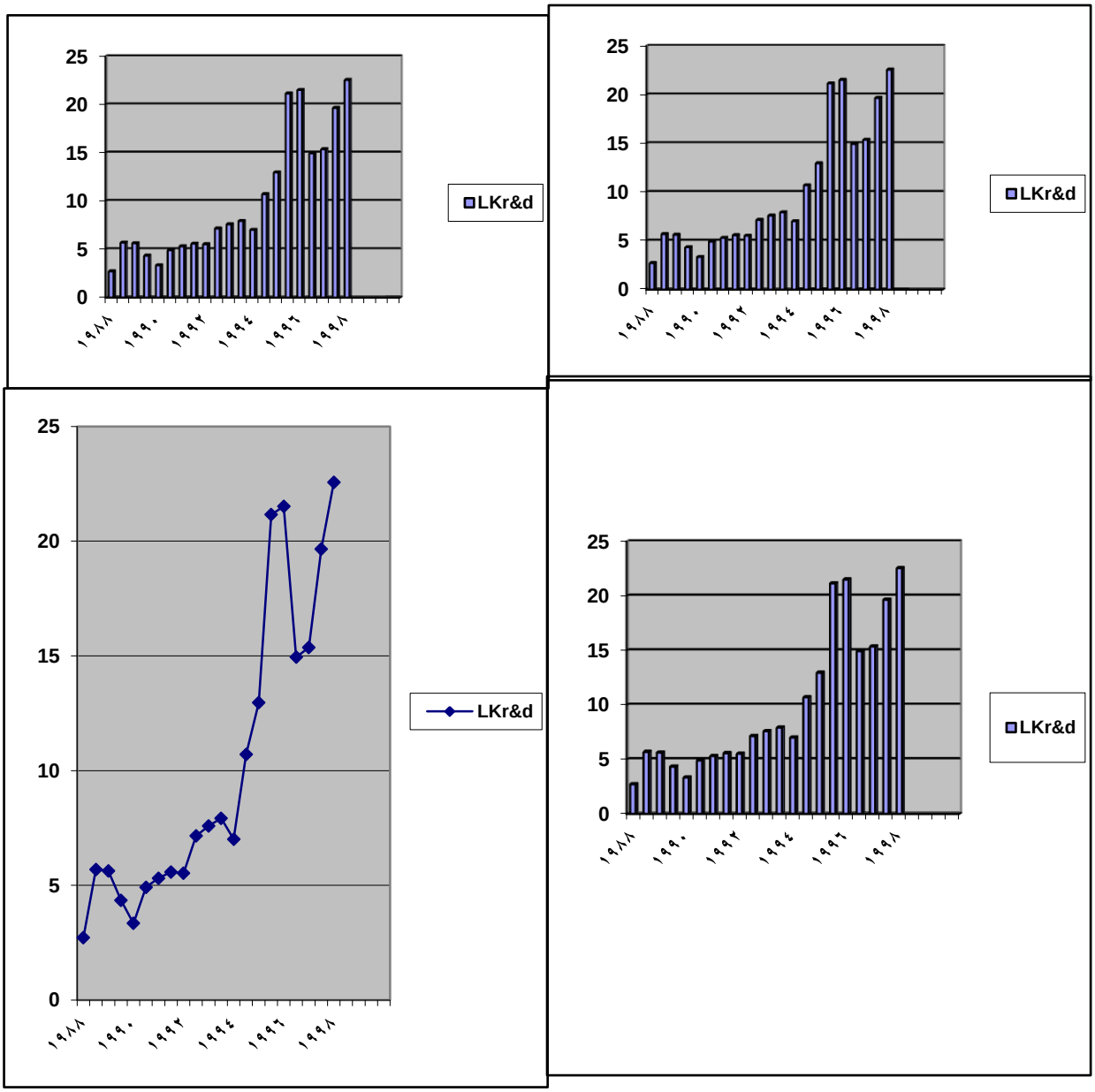
Year	$(dLogL)_{Kr\&d}$	$(dLogk)_{Kr\&d}$	$logL_{Kr\&d}$	$Logk_{Kr\&d}$	$L_{Kr\&d}$	$k_{Kr\&d}$	$(dL/L)_{Kr\&d}$	$(dk/k)_{Kr\&d}$
1988	*	*	1.00000	1.0000	2.7183	3	*	*
Mid.	0.739010	1.75566	1.73901	2.7557	5.6917	16	0.522413	0.82721
1989	-0.011464	1.17773	1.72755	3.9334	5.6268	51	-0.011530	0.69202
Mid	-0.259005	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

المخطط(11) : كفاءة(ب&ت) الكلي وتقنيته في القطاع البحثي بين 1988-1998

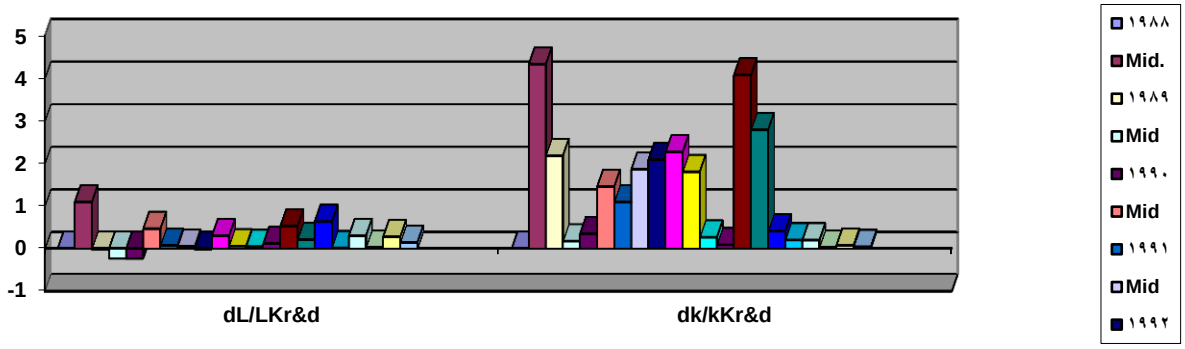




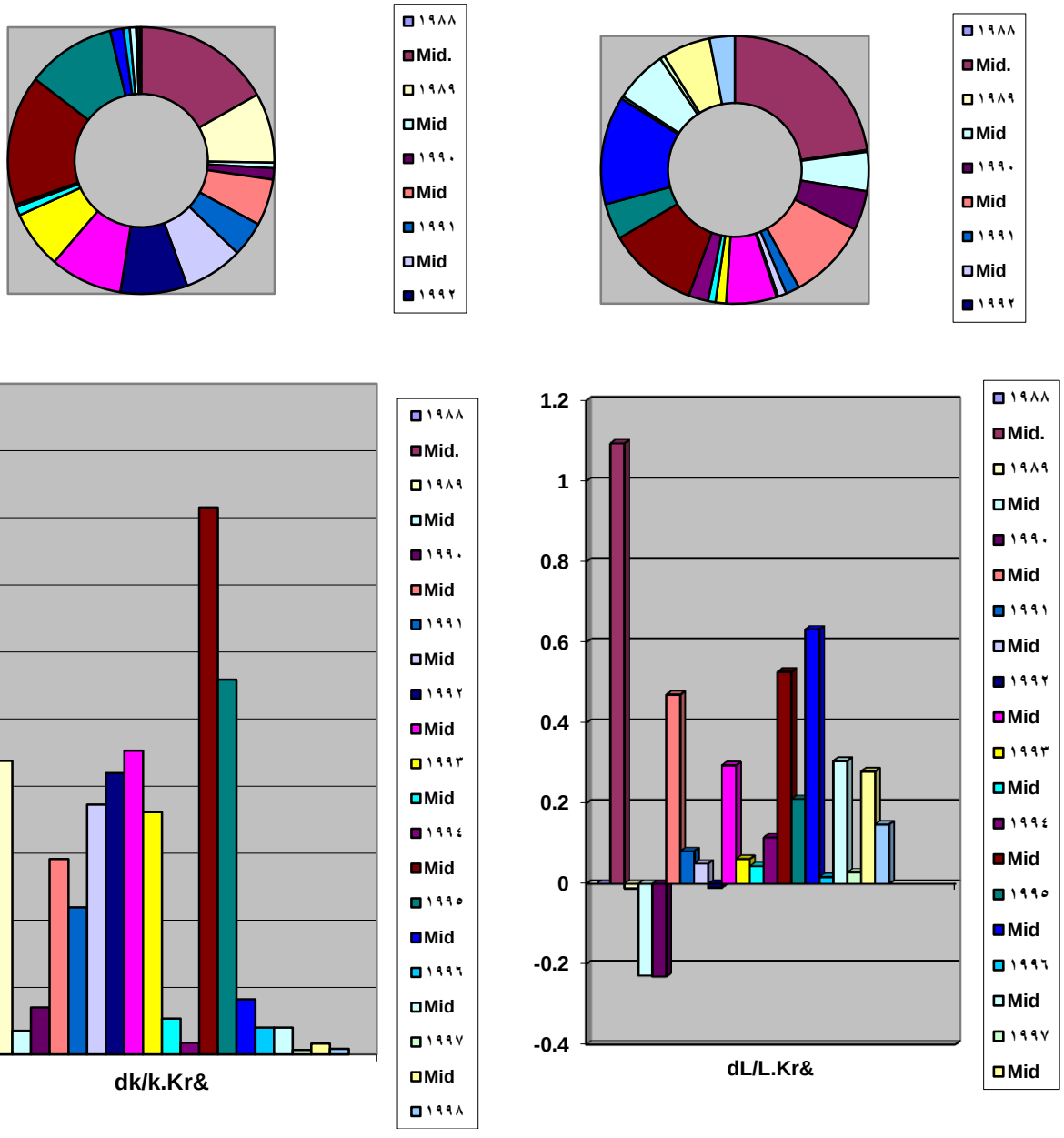
المخطط (12) : كفاءة(ب&ت) الكلي $k_{Kr\&d}$ للقطاع

المخطط (13) : تقنية(ب&ت) الكلي $k_{Kr\&d}$ للقطاع

المخطط(14) : معدلات نمو الكفاءة الكلية والتقنية الكلية للبحث والتطوير الكلي للقطاع (1988–1998)



المخطط(15) : معدلات نمو الكفاءة الكلية $dL/L_{Kr\&d}$ والتقنية الكلية $dk/k_{Kr\&d}$ للبحث والتطوير الكلي للقطاع



المصادر

[1] د. قبيس سعيد عبد الفتاح ود. نوفل قاسم الشهواني: "الآثار غير المباشرة للبحث والتطوير على الإنتاجية: نموذج رياضي مقترح لقياس الكفاءة والتقنية"، مجلة تنمية الرافدين، 1999،المجلد21، العدد58، ص ص161-172.

[2] 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", ***Journal of Political Economy***, 1958, 66(5), pp419-431.

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

[4] Terleckyj, Nester E., "State of Science and Research: Some New indicators, A Chartbook Summury", in :N. E. Terleckyj (ed.), **The State of Science and Research: Some New Indicators,** Washington, D. C., Colorado, 1977, pp4-43.

[5] 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, 2(365), pp74-86.

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

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

[8] ينظر في احدث عرض مسحي واسع في:

– د. قبيس سعيد عبدالفتاح الفهادي ود. نوفل قاسم علي الشهواني، "البحث والتطوير ونمو الإنتاجية"، ***مجلة تنمية الرافدين***، المجلد 21،، العدد 57، 1999، ص ص101-127.

[9] د. قبيس سعيد عبدالفتاح الفهادي ود. نوفل قاسم علي الشهواني، " البحث والتطوير والتقدم التقاني: تقدير الكفاءة المجسدة والتقنية المجسدة في صناعة الكبريت في العراق، **مجلة تنمية الرافدين**، المجلد22، العدد2000،60، ص ص164-195.

[10] د. قبيس سعيد عبدالفتاح ود. نوفل قاسم الشهواني: "الآثار غير المباشرة للبحث والتطوير على الإنتاجية: نموذج رياضي مقترح لقياس الكفاءة والتقنية"، مصدر سابق.

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

[12] د. قبيس سعيد عبدالفتاح الفهادي ود. نوفل قاسم علي الشهواني ورائد عبد القادر الدباغ، "(ب&ت) والتقدم التقاني والنمو الاقتصادي: نموذج حاسوبي لتقدير الكفاءة والتقنية"، **مجلة آفاق اقتصادية (الامارات العربية المتحدة)**، مقبول للنشر، كتاب اتحاد غرف التجارة والصناعة في دولة الامارات العربية المتحدة العدد: بلا في 2000/4/23.

[13] والشيء ذاته يطبق مع التطوير ثم مع (ب&ت) الكلي في المراحل التالية.