مستخلص

نمو معامل الإنتاجية الكلية و التطور التقني وأثرهما في خدمة النقل الجوي بالمملكة العربية السعودية
دراسة تطبيقية على الخطوط الجوية العربية السعودية
(1990–1970)

فريد هاشم فلمبان

كلية الاقتصاد والإدارة – جامعة الملك عبد العزيز بجدة

شهدت الخطوط السعودية نموا كبيرا من حيث المدخلات والمخرجات . وتهدف هذه الدراسة إلى تحليل الإنتاجية الكلية باستخدام طريقة حسابات النمو بالإضافة إلى تحليل دالة تكاليف " السعودية " من خلال الاستعانة بالدالة اللوغاريتمية المتسامية للتكاليف متعددة الإنتاج وللفترة التي تغطيها الدراسة (1970–1990م) . وباستخدام طريقة احتساب المعلومات الكاملة للإمكان الأعظم (FIML) تمّ تقدير الدالة من خلال البيانات السنوية المتوفرة . وقد أظهرت النتائج الإحصائية للدراسة أن التغير التقني في الخطوط السعودية مستخدم للوقود وموفر لرأس المال والعمل و أن معدل التغير التقني يزيد بزيادة أسعار رأس المال والعمل وينخفض بانخفاض أسعار الوقود وأن معدل النمو في معدل التغير التقني سالب. كذلك أظهرت النتائج أن معدل نمو الإنتاجية الكلية سالب في جميع السنوات وأن التغير التقني له أكبر التأثير على التغير في معامل الإنتاجية الكلية يقدر بحوالي 98% بالإضافة إلى تأثير التسعير غير الحدي والذي يقدر في المتوسط بحوالي 2% أما اقتصاديات الحجم ليس لها أي تأثير يذكر.

Abstract

Total Factor Productivity Growth and Technical Change Effects on Air Transportation Industry in Saudi Arabia:
An Application to Saudi Arabian Airlines (1970-1990)

Fareed H. Felemban
Asst. Professor, Dept. of Economics
Faculty of Economics and Administration
King Abdulaziz University, Jeddah

Saudia experienced a substantial growth in both inputs and outputs. This paper attempts to analyze the Total Factor Productivity (TFP) and the Saudia cost function for the period 1970-1990. For this reason, a Translog Multiproduct Cost Function (TMCF) as well as Growth Accounting Approach have been used to analyze the contribution of technical change , non-marginal cost pricing, and non-constant return to scale to the growth in total factor productivity.

The Pattern of the biased technical change is labor and capital – saving and energy – using, and the rate of technical change is decelerating. The pattern of the contribution of technical change is negative and different through time . The effect of technical change about 98% , while the effect of non-marginal cost pricing about 2% , and the scale effect near to zero.

المقدمة

نظراً لأهمية وسائل النقل في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية ودورها في نمو الأسواق ونقل عناصر الإنتاج ، أعطت الحكومة السعودية أولوية قصوى لقطاع النقل في خطط التنمية المختلفة . وقد كان طبيعيا أن تولي الدولة النقل الجوي أهمية خاصة بسبب اتساع مساحة المملكة وانخفاض كثافتها السكانية ، فقامت ببناء المطارات الحديثة في مختلف المدن وتم تزويدها بالتجهيزات الأساسية.

لقد شهدت الخطوط السعودية نموا كبيرا من حيث المدخلات والمخرجات . وعلى الرغم من قيامها بإنجاز الجزء الأكبر من عمليات النقل الجوي الخارجي وكافة عمليات النقل الداخلي باعتبارها الناقل الوحيد داخليا ، إلا أنها تعاني من تحقيق خسائر تشغيلية كبيرة ولفترة طويلة من الزمن بسبب ارتفاع تكاليف التشغيل.

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير التغير التقني في معامل الإنتاجية الكلية باستخدام طريقة حسابات النمو بالإضافة إلى بيان أهمية التغير التقني على هذه الصناعة من خلال البيانات السنوية التي تم تجميعها عن الكميات المنتجة وأسعار عناصر الإنتاج والتكاليف المختلفة للفترة التي تغطيها الدراسة (1970-1990م).

تطور إيرادات ونفقات "السعودية"

مؤسسة الخطوط الجوية العربية السعودية " السعودية " هي مؤسسة وطنية تملكها الدولة وتتولى المؤسسة الجزء الأكبر من عمليات النقل الجوي الدولي بينما تنفرد تماما بأعمال النقل الداخلي. ويرجع إنشاء مؤسسة الخطوط الجوية العربية السعودية إلى عام 1945م حيث تسلم جلالة المغفور له الملك عبد العزيز آل سعود طائرة من طراز دي سي - 3 كهدية من الرئيس الأمريكي فرانكلين روزفلت ، ثم تم التعاقد على شراء طائرتين أخريين بهدف إنشاء خطوط جوية منتظمة. ومنذ ذلك الحين حققت "السعودية" تطورا كبيرا من حيث حجم أسطول الطائرات ومستوى الخدمات وعدد الرحلات المحلية والدولية ، وقد حققت "السعودية" معدلات نمو عالية في الإيرادات التشغيلية السنوية خلال فترة الدراسة.

وكما هو واضح من الجدول رقم (1-م) أن "السعودية" حققت نموا ملحوظا في الإيرادات التشغيلية ولكن معدل نمو النفقات التشغيلية السنوية كان بدرجة أكبر مما ترتب عليه تحقيق السعودية لخسائر تشغيلية في معظم السنوات. ولم تحقق أرباح إلا في أربع سنوات فقط هي 73 ، 74 ، 83 ، 1984م. وقد بلغت أقصى خسارة سنوية 863 مليون ريال في عام 1981م. أما أعلى أرباح تشغيلية فقد تم تحقيقها في عام 1984م وبلغت 138 مليون ريال وأن السبب في خسائر " السعودية " قد يعود إلى عدم الاستغلال الكامل للمقاعد والأطنان الكيلو مترية المتوفرة وتشغيل عنصر عمالي أكثر من الحاجة والتضخم العالمي.

كذلك يتضح من الجدول رقم (2-م) أن "السعودية" حققت نموا ملحوظا في الإيرادات التشغيلية السنوية للفترة ما بين 1970-1990م فقد ازدادت الإيرادات التشغيلية من 145 مليون ريال عام 1970م لتصل إلى 7680 مليون ريال عام 1990م أي بزيادة قدرها ثلاثة وخمسون ضعفا خلال هذه الفترة. وتكون إيرادات الركاب الجزء الأكبر من إيرادات التشغيل السنوية حيث يبلغ متوسط إيرادها 74% من مجموع الإيرادات التشغيلية للفترة بين 1970 و 1990م . أما باقي الإيرادات التشغيلية فتأتي من البريد والشحن 11.73%، فالإيرادات الأخرى 9.36%، الرحلات الخاصة 2.36% ، امتياز الحج 1.38% ، ورحلات الحج الخاصة 1.26% لنفس الفترة.

أما نفقات التشغيل فكما هو واضح من الجدول رقم (3-م) أنها ارتفعت باستمرار من 223 مليون ريال في عام 1970م إلى 7881 مليون ريال في عام 1990م أي بزيادة قدرها خمسة وثلاثون ضعفا في هذه الفترة. وتشكل الرواتب والأجور الجزء الأكبر من هذه النفقات 32.1% يليها المصاريف الأخرى 20.64% فالاستهلاك 9.81% ووقود الطائرات 8.77% فالإيجارات ورسوم الهبوط 8.62% والخدمات العامة 8.16% وعمولات الحركة 5.57% وطعام الركاب 3.25% ومواد الصيانة 3.11% وذلك للفترة 1970 وحتى 1990م.

التأسيس النظري للدراسة

يمكن دراسة أثر التغير التقني من خلال دالة التكاليف أو من خلال الإنتاجية. وفيما يلي مناقشة مبسطة لهذين الاتجاهين في القياس.

أولا: دالة التكاليف للإنتاج المتعدد

إن الصيغة العامة لدالة التكاليف :

$$C = g(Y_1, Y_2, \ldots\ldots, Y_m ; P_1, P_2, \ldots\ldots, P_n ; T) \quad (1)$$

حيث : C ترمز للتكاليف الكلية و $(Y_1,\ldots\ldots,Y_m)$ ترمز للمخرجات و $(P_1,\ldots\ldots,P_n)$ ترمز لأسعار المدخلات و T ترمز للتغير التقني (مستوى التكنولوجيا)

ويفترض أن هذه الدالة متجانسة من الدرجة زائد واحد. وبإعادة كتابة الدالة رقم (1) في الصورة اللوغاريتمية نحصل على دالة التكاليف اللوغاريتمية التالية :

$$\ln C = g(\ln Y_{1t}, \ln Y_{2t}, \ldots\ldots, \ln Y_{mt} ; \ln P_{1t}, \ln P_{2t}, \ldots\ldots, \ln P_{nt} ; T) \quad (2)$$

وبتطبيق سلسلة تايلور التوسعية على هذه الدالة الأخيرة ، نحصل على دالة التكاليف اللوغاريتمية المتسلمية على النحو التالي:

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \ln Y_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln P_i + \alpha_T T + 0.5\,\alpha_{TT} T^2 + (0.5) \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} \ln Y_i \ln Y_j + (0.5) \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} \ln P_i \ln P_j + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln Y_i \ln P_j + \sum \alpha_{iT} \ln Y_i T + \sum_{j=1}^{n} \beta_{iT} \ln P_j T \qquad (3)$$

حيث ($\alpha_{ji} = \alpha_{ij}$) و ($\beta_{ji} = \beta_{ij}$).

C ترمز للتكاليف السنوية.

Y ترمز لمستوى الإنتاج (المخرجات).

P ترمز لسعر عنصر الإنتاج (المدخلات).

T ترمز للزمن كمقياس للتغير التقني .

ونظراً لأن دالة التكاليف يجب أن تُظهر تجانس بدرجة زائد واحد (Homogeneity of degree plus one) في أسعار عناصر الإنتاج ، فان القيود التالية ضرورية وكافية لشرط التجانس الخطي في أسعار عناصر الإنتاج:

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_j = 1 \qquad \sum_{i=1}^{n} \beta_{ij} = 0 \qquad (j = L, K, E)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} = 0 \qquad \sum_{j=1}^{n} \beta_{iT} = 0 \qquad (i = 1,2,3,4)$$

ونظراً لأن التجانس في هيكل الإنتاج يتطلب أن تكون دالة تكاليف الإنتاج المتعدد متجانسة في المخرجات (Homogeneous in output) ، بالإضافة إلى فرضية التجانس في أسعار عناصر الإنتاج ، فان هذه الفرضية تضع قيود أخرى على دالة تكاليف الإنتاج المتعدد اللوغاريتمية المتسامية:

$$\sum_{i=1}^{m} \alpha_{ij} = 0 \qquad (j = 1,2,3,4)$$

$$\sum_{i=1}^{m} \gamma_{ij} = 0 \qquad \sum_{i=1}^{m} \alpha_{iT} = 0 \qquad (i = 1,2,3,4)$$

هذا ويمكن اشتقاق معادلات الطلب على عناصر الإنتاج في دالة التكاليف الأساسية. وتكون صيغتها علـى النحو التالي[1]:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_j} = \frac{P_j}{C}\frac{\partial C}{\partial P_j} = \frac{P_j X_j}{C} = S_j \qquad (4)$$

حيث Sj حصة عنصر الإنتاج j من التكاليف الكلية . ومن دالة تكاليف الإنتاج المتعدد اللوغاريتمية المتسامية نشـتق دوال حصة عنصر الإنتاج j كالتالي:

$$S_j = \beta_j + \sum_{i=1}^{n} \beta_{ij} \ln P_i + \sum_{i=1}^{m} \gamma_{ij} \ln Y_i \qquad (5)$$

مرونات تكاليف الإنتاج:

لتقدير مرونات تكاليف الإنتاج نستخدم مؤشرات نموذج دالة التكاليف اللوغاريتمية المتسامية بالإضافة إلى المعادلة التالية:

$$\varepsilon_{CY_j} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y_j} = \alpha_i + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{ij} \ln Y_j + \sum_{i=1}^{m} \gamma_{ij} \ln P_i \qquad (6)$$

---

[1] للمزيد من التفصيل يمكن الرجوع إلى:
Shephard, R. W. (1970) Theory of Cost and Production Function. Princeton: Princeton University Press.

ثانيا: الإنتاجية (Productivity)

تُعرف الإنتاجية عادة على أنها فعالية أو كفاءة العمليات الإنتاجية التي استخدمت في تحويل عناصر الإنتاج (Inputs) إلى منتجات (Outputs) . أي تعبر عن العلاقة بين المدخلات والمخرجات. وعادة ما تُصاغ كنسبة المخرجات إلى المدخلات. ويعبر معامل الإنتاجية الكلية (Total Factor Productivity TFP) عن العلاقة التي تربط بين القيمة الحقيقية للمخرجات بإجمالي القيمة الحقيقية للمدخلات المستخدمة. أي أن الزيادة في القيمة الحقيقية للمخرجات بالنسبة لإجمالي المدخلات يعني زيادة في الإنتاجية.

كيندريك (Kendrick) و دينسون (Dennison) وفابريكانت (Fabricant) و أبراموفيتز (Abramovits) استخدموا نموذج معدل من مقياس لاسبيرز (Paasche TFP index)، حيث عُوملت أسعار عناصر الإنتاج على أنها أوزان لعناصر الإنتاج (للحصول على عامل المدخلات الكلي "التجميعي" Index of Aggregate Inputs)، مع بقاء هذه الأوزان ثابتة لعدد سنوات أساس مختارة.

ولقد أثبت نادري (Nadri) أن هذه المؤشرات تعاني من تحيز الأرقام القياسية سواء كانت تضخيم أو تقليل مجموع التغير في معامل الإنتاجية الكلية. بالإضافة إلى أن هذه المؤشرات لا توافق قانون فيشر العكسي (حاصل ضرب عامل السعر والكمية يجب أن يساوي معدل التكاليف الكلية بين الفترتين) والذي يعتبر من خواص الفصل المناسب بين تأثير الكمية والسعر.

لتجنب هذا القصور قام كل من سولو (Solow) و ريشتر (Richter) و جرقنسون وجريليش (Jorgenson-Girlishness) و ستار (Star) و هولتن (Hulten) و ديويرت (Diewert) باستخدام مؤشر ديفيزيا لمعامل الإنتاجية الكلية (Divisia Total Factor Productivity). وقد كان سولو من أوائل الذين بينوا أن مؤشر معامل الإنتاجية الكلية في صيغة ديفيزيا يمكن أن يُشتق من دالة الإنتاج بالإضافة أنه غير متحيز ويتلاءم مع قانون فيشر العكسي.

مؤشر ديفيزيا التقليدي لمعامل الإنتاجية الكلية ونظرية الإنتاج:

إن الطريقة التقليدية لقياس الإنتاجية باستخدام طريقة حسابات النمو (Growth Accounting Approach) تعتمد على فرضيات التقليديين الجدد (Neoclassical) :

- كل المدخلات متغيرة في الأجل الطويل.

- المنافسة كاملة.
- ثبات العائد النسبي.
- تدفق رأس المال نسبي إلى مخزون أصول رأس المال (Stock of capital assets) .

من أهم الدراسات التي قامت باستخدام هذه الطريقة دراسة دينسون عام 1962م وعام 1967 ودراسة جرقنسون وجريليش عام 1967م.قام نورث ورثي (Noethworthy) بمقارنة الطرق المستخدمة من قبل كل من دينسون و جرقنسون وكيندريك لقياس وتحليل معامل الإنتاجية الكلية وتوصل إلى أن دينسون ابتعد عن فرضيات دالة الإنتاج عند قياسه للإنتاج وعند قياسه لرأس المال ، بينما ابتعد كيندريك عن نظرية الإنتاج عند قياسه لرأس المال.

في الجزء التالي سوف نتعرض باختصار للتأسيس النظري لطريقة حسابات النمو لمعامل الإنتاجية الكلية في حالة الإنتاج المتعدد (Growth Accounting Approach).

طريقة حسابات النمو لمعامل الإنتاجية الكلية في حالة الإنتاج المتعدد :

صناعة النقل الجوي من الصناعات التي تنتج العديد من المنتجات المختلفة. إذا كانت المنشأة تخفض تكاليف إنتاج m منتج باستخدام n عنصر إنتاج فان دالة التكاليف يمكن أن تكتب كالتالي:

$$C = g(Y_{1t}, Y_{2t}, \ldots, Y_{mt}, P_{1t}, P_{2t}, \ldots\ldots, P_{nt}, T) \qquad (1)$$

حيث تعبر C عن أقل تكلفة للمنتجات مع الأخذ في الاعتبار أسعار عنصر الإنتاج P_i ومستوى الإنتاج Y_j والمستوى التكنولوجي T .

ويتفاضل لوغاريتم المعادلة رقم (1) بالنسبة للزمن t وبعد الترتيب نحصل على:

$$\frac{d \ln C_t}{d t} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \ln C_t}{\partial \ln P_{it}} \cdot \frac{d \ln P_{it}}{d t} + \sum_{j=1}^{m} \frac{\partial \ln C_t}{\partial \ln Y_{it}} \cdot \frac{d \ln Y_{it}}{d t} + \frac{\partial \ln C_t}{\partial t} \qquad (7)$$

وبما أن

$$\frac{\partial \ln C_t}{\partial \ln P_{it}} = \frac{P_{it} X_{it}}{C_t} \quad \text{و} \quad \frac{\partial \ln C_t}{\partial \ln Y_{jt}} = \frac{\partial C_t}{\partial Y_{jt}} \cdot \frac{Y_{jt}}{C_t} = \varepsilon_{CY_t} \qquad (8)$$

حيث، تعبر ε_{CY} عن مرونة تكاليف الإنتاج.

المعادلة رقم (7) يمكن أن تكتب كالتالي:

$$\frac{\dot{B}}{B} = \frac{\dot{C}}{C} - \sum \frac{P_{it} X_{it}}{C} \cdot \frac{\dot{P}_i}{P_i} - \sum \varepsilon_{CY_j} \cdot \frac{\dot{Y}_j}{Y_j} \qquad (9)$$

حيث $\dot{B}/B = \partial \ln C_t / \partial t$ تعبر عن الانتقال النسبي في دالة التكاليف و $\dot{C}/C = d \ln C_t / d t$

وبهذا يمكن إعادة صياغة المعادلة رقم (9) لتصبح:

$$-\frac{\dot{B}}{B} = \sum \varepsilon_{CY_j} \frac{\dot{Y}_j}{Y_j} - \frac{\dot{X}}{X} \qquad (10)$$

حيث تعبر $\dot{X}/X$ عن مؤشر تجميع عناصر الإنتاج (Index of Aggregate Inputs). إذا بمعرفة المعلومات عن مرونة تكاليف الإنتاج ومعلومات عن نمو مستويات الإنتاج يمكننا استخدام المعادلة (10) لحساب الانتقال في دالة التكاليف الناتجة عن التغير التقني.

وللربط بين الانتقال في دالة التكاليف $-\dot{B}/B$ ومقياس معامل الإنتاجية الكلية $\dot{TFP}$، نبدأ من معادلة نمو معامل الإنتاجية ونستخدم الجزء الذي يعبر عن نمو مستويات الإنتاج ونكتبها كالتالي:

$$\frac{\dot{Y}^P}{Y^P} = \sum_j \frac{r_j Y_j}{R} \cdot \frac{\dot{Y}_j}{Y_j} \qquad (11)$$

حيث تعبر $R = \sum r_j Y_j$ عن الإيراد الكلي و r_j تعبر عن سعر المنتج j .

ويمكن أن تكتب معادلة النمو في مستويات الإنتاج باستخدام مرونات التكاليف ، بدلا عن نسبة مشاركة المنتجات في الإيراد الكلي، كالتالي:

$$\frac{\dot{Y}^c}{Y^c} = \sum_j \frac{\varepsilon_{CY}}{\varepsilon_{CY_j}} \cdot \frac{\dot{Y}_j}{Y_j} = (\sum \varepsilon_{CY_j})^{-1} (\sum \varepsilon_{CY_j} \cdot \frac{\dot{Y}_j}{Y_j}) \qquad (12)$$

لتوضيح العلاقة بين $\dot{Y}^P/Y^P$ و $\dot{Y}^c/Y^c$ نفترض أن المنشأة تستعمل التسعير الحدي، وعليه تكون:

$$\varepsilon_{CY_j} = \frac{\partial C}{\partial Y_j} \cdot \frac{Y_j}{C} = \frac{r_j Y_j}{C} \qquad (13)$$

و

$$\sum \varepsilon_{CY_j} = \sum \frac{r_j Y_j}{C} \qquad (14)$$

إذا

$$\frac{\dot{Y}^c}{Y^c} = \sum \left(\frac{r_j Y_j}{\sum r_j Y_j}\right) \cdot \frac{\dot{Y}_j}{Y_j} = \frac{\dot{Y}^P}{Y^P} \qquad (15)$$

المعادلة السابقة توضح أنه تحت التسعير الحدي فان $\dot{Y}^c/Y^c = \dot{Y}^P/Y^P$.

ما هي أهمية المعادلة السابقة في تفسير وتحليل معامل الإنتاجية الكلية **TFP**؟ باستخدام المعادلة رقم (12) نستطيع كتابة المعادلة رقم (10) كالتالي:

$$\begin{aligned} -\frac{\dot{B}}{B} &= \left(\sum \varepsilon_{CY_j}\right)\frac{\dot{Y}^c}{Y^c} - \frac{\dot{X}}{X} \\ &= \left(\sum \varepsilon_{CY_j} - 1\right)\frac{\dot{Y}^c}{Y^c} + \left(\frac{\dot{Y}^c}{Y^c} - \frac{\dot{Y}^P}{Y^P}\right) + \left(\frac{\dot{Y}^P}{Y^P} - \frac{\dot{X}}{X}\right) \end{aligned} \qquad (16)$$

وبما أن

$$\dot{TFP} = \frac{\dot{Y}^P}{Y^P} - \frac{\dot{X}}{X} \qquad (17)$$

المعادلة رقم (16) يمكن أن يعاد ترتيبها كالتالي:

$$\dot{TFP} = \left(-\frac{\dot{B}}{B}\right) + \left[\left(1 - \sum \varepsilon_{CY_j}\right) \cdot \frac{\dot{Y}^c}{Y^c} + \left(\frac{\dot{Y}^c}{Y^c} - \frac{\dot{Y}^P}{Y^P}\right)\right] \qquad (18)$$

المعادلة السابقة تعطينا تفسير مفصل لنمو معامل الإنتاجية الكلية. وينقسم هذا التأثير إلى نمو معامل الإنتاجية الكلية ناتج عن:

1. انتقال منحنى التكاليف (التغير التقني) (Technical Change).
2. الحركة على طول دالة التكاليف (اقتصاديات الحجم) (Scale Economies).
3. التسعير غير الحدي (Non-marginal cost pricing).

ومما سبق نلاحظ أنه للوصول إلى تفسير مفصل لنمو معامل الإنتاجية الكلية فإننا نحتاج إلى معرفة مرونات التكاليف والتي يمكن الحصول عليها عن طريق قياس هيكل التكاليف.

الدراسات التطبيقية السابقة

تعتبر عناصر الإنتاج والتغير التقني حجرا الزاوية في تحديد حجم الناتج. فزيادة التقدم التقني مثلا يؤدي إلى ارتفاع إنتاجية المنشآت مما يترتب عليه الزيادة في حجم الناتج. وقد ظهرت العديد من الدراسات التي تناولت موضوع التغير التقني وأثره في الناتج في العديد من القطاعات (الصناعة، الزراعة، الخدمات، ..). ومن أهم الدراسات التي ظهرت لبيان أثر التغير التقني على هيكل تكاليف صناعة الطيران في العديد من الدول باستخدام الدوال اللوغاريتمية المتسامية المتعددة الإنتاج – على سبيل المثال – ما قام به جلين وآخرون (Gillen, Oum, and Tretheway)[2] في عام 1990م من تقدير لدالة تكاليف صناعة الطيران الكندية للفترة 1964–1981م اعتمادا على استخدام التكاليف الكلية والتكاليف المتغيرة لشركات الخطوط الممثلة لهذه الصناعة كمتغير تابع في الدالة اللوغاريتمية المتسامية. هذا وقد أظهرت النتائج الإحصائية لنموذج التكاليف الكلية أن قيمة معامل النقاط المحذوفة يساوي 0.204 بينما قيمة معامل متوسط طول المرحلة يساوي 0.247– أما من حيث أثر التغير التقني على استخدام عناصر الإنتاج في صناعة الطيران الكندية فقد أظهرت قيم المعاملات اتجاه تقنية الإنتاج في الصناعة إلى توفير استخدام عنصري العمل والطاقة. كذلك تبين من الدراسة أن صناعة الطيران الكندية ذات غلة كثافة مرورية متزايدة حيث تتراوح قيمة هذا المعامل بين 1.15 –1.26 في حين تتميز معظم شركات الطيران الكندية بأنها ذات غلة إنتاج ثابتة لحجم شبكة الخطوط التي تطير عليها– باستثناء شركتا الخطوط الكندية ونوردير[3].

---

[2] D.W. Gillen, ToHoon Oum, and M. W. Tretheway, "Airline Cost Structure and Policy Implication: A Multi-product Approach", Journal of Transport Economic and Policy, 24 (1), Jan. 1990 PP. 9-34.

[3] المرجع السابق، ص. 20-21.

أما من حيث نموذج التكاليف المتغيرة فقد أظهرت النتائج الإحصائية للدراسة أن قيمة معامل النقاط المحذوفة يساوي 0.308 بينما قيمة معامل متوسط طول المرحلة يساوي 0.112- كذلك تبين أن قيمة معامل الكثافة المرورية يساوي 1.49 مما يدل على أن صناعة الطيران الكندية ذات كثافة مرورية متزايدة ، في حين ثبت عدم قدرة نموذج التكاليف المتغيرة على رفض فرضية ثبات غلة إنتاج صناعة الطيران الكندية[4].

وفي عام 1995م قام بلتاجي وآخرون (Baltagi, Griffen, and Rich)[5] بتقديم نموذج للحصول على تقديرات إحصائية للتغير التقني في مؤسسة معينة ومقارنة هذه التقديرات بمؤشر إنتاجية عناصر الإنتاج بين مؤسسات عدة اعتمادا على بيانات تتكون من 293 مشاهدة لأربع وعشرون شركة طيران أمريكية للفترة بين 1971م حتى 1986م. وبتطبيق الدالة اللوغاريتمية المتسامية و استخدام التكاليف المتغيرة كدالة في الإنتاج ، أسعار عناصر الإنتاج، طول المسافة ، عدد النقاط المخدومة ، التغير التقني ، متغير صوري للتعبير عن الشركة.

وقد أظهرت النتائج الإحصائية للدراسة أن تحسن الكفاءة في استخدام الوقود وعامل الحمولة يلعبان دورا رئيسا في تطوير كفاءة الشركة بينما تلعب المنافسة دورا أقل. ذلك أن متوسط الأميال المقطوعة للجالون الواحد من الوقود يشكل 1.34% من معدل النمو السنوي المقدر بحوالي 4.15% بينما يشكل عامل الحمولة ما نسبته 0.38% من معدل النمو السنوي. أما المنافسة بين شركات الطيران فتكون ما نسبته 0.28% كمتوسط سنوي للزيادة في التغير التقني[6].

قياس دالة التكاليف

يوضح هذا النموذج العلاقة بين التغير التقني وحجم الإيرادات التشغيلية للخطوط الجوية العربية السعودية. ومن هذه العلاقة يمكننا تقدير المعاملات و المرونات وبيان طبيعتها في التحليل من خلال البيانات السلسلية التي تم تجميعها للفترة التي تغطيها الدراسة (1970–1990) وباستخدام الدالة اللوغاريتمية المتسامية حيث نبدأ بتحديد الفرضيات ثم صياغة النموذج وتوصيفه.

---

[4] المرجع السابق، ص. 28

[5] B. Baltagi, J. Griffen, and Rich, The M.asurement of Firm- Specific Indexes of Technical Change , The Review of Economics and Statistics, 77 (4) , November 1995 ,pp. 654-663.

[6] المرجع السابق ، ص 659- 660 .

أولا: فرضيات النموذج:

بافتراض أن دالة تكاليف الخطوط السعودية مستمرة ويمكن إيجاد مشتقاتها الجزئية. وبافتراض تحقق فرضيات دالة التكاليف اللوغاريتمية المتسامية العامة، يقوم هذا النموذج الخاص بالنمو على الفرضيات التالية:

1. أن معدل التغير التقني يتسارع مع مستوى التقنية المستخدمة.
2. أن التغير التقني موفر للمدخلات (Input saver)

ثانيا: صياغة النموذج:

يمكن تعريف معدل النمو في التكاليف الكلية للخطوط السعودية لمستوى معين من الإنتاج بافتراض ثبات أسعار المدخلات من الدالة رقم (3) الواردة بالتأسيس النظري كما يلي:

$$-V_t = \frac{\partial \ln C}{\partial T} = \alpha_T + \alpha_{TT}\, T + \sum_{i=1}^{n} \beta_{iT} \ln P_i + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{iT} \ln Y_i \qquad (19)$$

حيث تعبر V عن مؤشر التغير التقني.

ويعبر المؤشر α_T في المعادلة رقم (١٩) عن متوسط معدل التغير التقني عندما تكون أسعار عناصر الإنتاج ومستوى الإنتاج ومستوى التكنولوجيا قريبا جدا من نقطة التوسع (Expansion Point) . بينما يعبر المؤشر β_{iT} عن تحيز التغير التقني.

بأخذ التفاضل الثاني للمعادلة رقم (3) بالنسبة للوغاريتم أسعار عنصر الإنتاج (P) ومستوى التكنولوجيا (T) نحصل على :

$$\beta_{iT} = \frac{\partial^2 \ln C}{\partial \ln P_i\, \partial T} = \frac{\partial S_i}{\partial T} = \frac{-\partial V_t}{\partial \ln P_i} \qquad (20)$$

فإذا كان التغير التقني موجب دل ذلك على أن حصص القيم تتزايد بتغير مستوى التكنولوجيا أي أن التغير التقني في هذه الحالة موفر لاستخدام عناصر الإنتاج (Input Saver) .[7]

وبإجراء عملية التفاضل على الدالة رقم (3) مرتين بالنسبة لمستوى التكنولوجيا نحصل على المؤشـــر α_{TT} والذي يعبر عن درجة التسارع في التغير التقني.

$$\alpha_{TT} = \frac{\partial^2 \ \ln C_j}{\partial \ T^2} = \frac{-\partial V_i}{\partial T} \qquad (21)$$

ويلاحظ أن قيمة α_{TT} قد تكون سالبة أو موجبة أو مساوية للصفر . وعليه فإن معدل التغير التقني يكـــون علـــى التوالي متسارعاً أو متناقصاً أو ليس له علاقة بمستوى التكنولوجيا.

ثالثا: توصيف النموذج:

لتوصيف العلاقة السابقة (معادلة رقم 3) تم تعريف المتغيرات المختلفة وبيان كيفية استخدامها على النحـــو التالي:

- **C** ترمز للتكاليف الكلية السنوية للخطوط السعودية (بملايين الريالات) وتشمل كلا من الرواتب والأجور والمصاريف الأخرى والإهلاك والخدمات العامة المشتراة والإيجارات ورسوم الهبوط ووقود الطائرات وعمولات الحركة وطعام الركاب والصيانة.
- Y_i ترمز للمخرجات والتي تتمثل في العناصر المكونة للإيرادات التشغيلية السنوية للخطوط السعودية (بملايين الريالات) وهي إيرادات خدمات الركاب (Y_1) ، وإيرادات خدمات الشحن والعفش الزائد (Y_2) و إيرادات خدمات لبريد، (Y_3) وإيرادات خدمات الرحلات الإضافية والامتياز (Y_4).
- P_i ترمز لأسعار المدخلات والتي تتمثل في: سعر رأس المال (P_k) حيث تم استخدام الإهلاك السنوي، سعر العمل (P_L) حيث تم الحصول عليه بخارج قسمة الأجور والمرتبات على عدد

---

[7] D. Joorgenson , "Econometric Methods for Modeling Producer Behavior" in Griliches Z. and Intriligator M. (eds) Hand book of Econometrics, 1986, Vol. III, Elsevier Science Publisher, PP 1842-1915.

الموظفين، سعر الطاقة (P_E) ويقصد به خارج قسمة نفقات الوقود على كميات الوقود.

T ترمز للتغير التقني حيث تم التعبير عن الزمن بالسنوات.

ويلاحظ أن جميع هذه المتغيرات كمية وتم الحصول عليها من التقارير السنوية للخطوط السعودية للفترة من 1970م و حتى 1990م بالإضافة إلى البيانات التي تم الحصول عليها من إدارة الوقود و ارة تكلفة الرحلات بالخطوط السعودية.

النتائج الإحصائية للنموذج

لقد تم استخدام طريقة الإمكان الأعظم للمعلومات الكاملة (Full Information Maximum Likelihood FIML) لتقدير مؤشرات دالة تكاليف الإنتاج المتعدد اللوغاريتمية المتسامية المعادلة رقم (15). و تعتبر النتائج الإحصائية جيدة نوعا ما حيث أن معامل التحديد (R^2) عال لكل من الدالة المتسامية ودوال حصة التكاليف (Cost Share Equations) . فقيمة معامل التحديد تساوي 0.9732 لدالة التكاليف الكلية، 0.7253 لدالة حصة تكاليف رأس المال و 0.8648 لدالة حصة تكاليف الوقود[8].

هذا وسيتم مناقشة أثر التغير التقني على صناعة النقل الجوي في المملكة من خلال دالة التكاليف المقدرة ومن خلال معامل الإنتاجية الكلية وذلك على النحو التالي :

أولا: التغير التقني باستخدام دالة التكاليف المقدرة:

يعبر المؤشر ($\alpha_T = -0.27438$) عن معدل التغير التقني عندما تكون أسعار عناصر الإنتاج ومستوى الإنتاج و مستوى التكنولوجيا قريبا جدا من نقطة التوسع. أما المؤشر α_{TT} فيعبر عن تسارع (acceleration) التغير التقني. إذا كانت القيمة المقدرة لهذا المؤشر موجبة فان معدل التغير التقني متباطئ (decelerating) .أما إذا كانت قيمة المؤشر α_{TT} سالبة فان هذا يعني أن معدل التغير التقني متسارع (accelerating). يوضح الجدول رقم (1) أن قيمة هذا المؤشر موجبة أي أن معدل التغير التقني في الخطوط الجوية السعودية متباطئ (decelerating).

---

[8] لمزيد من التفصيل عن مؤشرات المعادلة رقم (3) أنظر الجدول رقم (4-م) في الملحق.

جدول رقم (1) متوسط معدل وتسارع التغير التقني المقدر

الخطوط الجوية السعودية (1970-1990)

المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
α_T	-0.27438	-10.0843
α_{TT}	0.00848	3.97636

$$\alpha_{TT} = \frac{\partial^2 \ln C}{\partial T^2}$$

يبين الجدول رقم (2) مؤشرات التحيز المقدرة (Estimated Bias) للتغير التقني بالنسبة لأسعار عناصر الإنتاج (β_{LT} , β_{KT} , β_{ET}) والتي تعبر عن التغير في التغير التقني السالب بالنسبة للتغير في أسعار عناصر الإنتاج. ويمكن أيضا أن تعبر عن التغير في حصة عنصر الإنتاج في التكاليف الكلية بالنسبة للتغير في الزمن. إذا كانت الإشارة موجبة فان هذا يعني أن التغير التقني مستخدم لعنصر الإنتاج (Input-Using). أما إذا كانت سالبة فان التغير التقني موفر لعنصر الإنتاج (Input-Saving).

جدول (2) يوضح أن التغير التقني في الخطوط السعودية مستخدم للوقود (Fuel-Using) وموفر لرأس المال والعمل (Labor-saving & Capital-Saving). وكذلك يبين لنا الجدول (3) أن معدل التغير التقني يزيد بزيادة أسعار رأس المال والعمل وينخفض بانخفاض أسعار الوقود.

جدول (2) التحيز المقدر للتغير التقني

الخطوط الجوية السعودية (1968-1990)

المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
β_{LT}	-0.00055	-0.35244
β_{ET}	0.00374	2.39732
β_{KT}	-0.00054	-2.11937

$$\beta_{iT} = \frac{\partial^2 \ln C}{(\partial \ln P_i)(\partial T)} = \frac{\partial S_i}{\partial T}$$

إن جمع معدل التغير التقني α_T مع قيمة مؤشر معدل التحيز التغير التقني (Biased Technical Change) β_{iT} يعبر عن معدل الزيادة أو الانخفاض المطلق في التكاليف . إن معدل الانخفاض المطلق في تكاليف الخطوط السعودية هو (0.2749-) لعنصر العمل و (0.27064-) لعنصر الوقود و (0.27492-). وهذا يعني أن نمط التغير المطلق للتغير التقني في الخطوط السعودية موفر لجميع عناصر الإنتاج.

يبين جدول رقم (3) مؤشرات درجة استجابة تكاليف المنتج بالنسبة للزمن. ومن الواضح أن درجة استجابة تكاليف المنتج خدمات الركاب وخدمات البريد وخدمات الرحلات الإضافية والامتياز تنخفض مع الزمن. أما بالنسبة لدرجة استجابة تكاليف إنتاج المنتج خدمات الشحن والعفش الزائد فتزيد مع التغير في الزمن.

جدول رقم (3) درجة استجابة تكاليف المنتج بالنسبة للزمن

الخطوط الجوية السعودية (1968-1990)

المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
α_{Y1T}	-0.00020	-0.19022
α_{Y2T}	0.00125	1.92089
α_{Y3T}	-0.00006	-0.84940
α_{Y4T}	-0.00099	-0.98549

$$\alpha_{iT} = \frac{\partial^2 \ln C}{(\partial \ln Y_i)(\partial T)} = \frac{\partial S_{Yi}}{\partial T}$$

يوضح الجدول رقم (4) مؤشر تأثير التغير في مستوى التكنولوجيا على مستوى التكاليف الكلية للخطوط السعودية (انتقال منحنى التكاليف بسبب التغير التقني). كما يوضح الجدول التالي:

- معدل النمو سالب في كل نقاط العينة .
- متوسط معدل النمو سالب 5.309 .
- خلال الأربعة سنوات الأولى القيمة المطلقة لمعدل النمو تتزايد.
- خلال الفترة 1975 إلى 1984 معدل النمو متقلب.
- خلال 1985 إلى 1990 القيمة المطلقة لمعدل النمو تتزايد.

جدول رقم (4) تأثير التغير التقني على التكاليف الكلية

الخطوط الجوية السعودية (1970-1990)

السنة	المؤشر (سنة 1980=100)	معدل التغير (%)
1971	145.473	-3.225
1972	140.525	-3.402
1973	135.055	-3.892
1974	128.878	-4.574
1975	125.006	-3.005
1976	119.918	-4.070
1977	115.678	-3.536
1978	110.949	-4.088
1979	105.140	-5.236
1980	100.000	-4.888
1981	95.044	-4.956
1982	90.202	-5.095
1983	85.564	-4.142
1984	79.909	-6.609
1985	75.541	-5.466
1986	70.494	-6.681
1987	65.473	-7.122
1988	60.310	-7.886
1989	55.109	-8.624
1990	50.323	-8.685
المتوسط	-	-5.309

التغير التقني ومعامل الإنتاجية الكلية:

بينت المعادلة رقم (18) أن النمو في معامل الإنتاجية الكلية TFP يمكن أن يكون بسبب كل من :

1) الانتقال في منحنى التكاليف الكلية (التغير التقني Technical Change).

2) تأثير اقتصاديات المنشأة (Scale economies).

3) تأثير التسعير غير الحدي (Non-marginal Cost Pricing).

جدول رقم (5) : مساهمة التغير التقني في معامل الإنتاجية الكلية للخطوط الجوية السعودية (1970-1990م)

السنوات	معامل الإنتاجية الكلية $T\dot{F}P$ (%)	مساهمة التغير التقني ($-\dot{B}$) (%)	مساهمة العائد النسبي غير الثابت $(1-\sum\varepsilon_{CY})Y^C$ (%)	مساهمة التسعير غير الحدي $(Y^P - Y^C)$ (%)
1975-1970م	-3.620	85.00	0.00	15.00
1980-1976م	-4.3٤4	101.0	0.00	-1.00
1985-1981م	-5.454	103.5	0.00	-3.50
1990-1986م	-7.800	101.5	0.00	-1.50
1990-1970م	-5.309	98.0	0.00	2.00

يوضح الجدول رقم (5) أن التغير التقني كانت له المساهمة الأكبر حيث بلغ في المتوسط 98% من التغير في معامل الإنتاجية الكلية، وكانت مساهمة التسعير غير الحدي في المتوسط 2% بينما لم يكن للعائد غير النسبي أي مساهمة تذكر. وهذا يؤكد أن الخطوط السعودية تعمل بعائد نسبي ثابت. إن نمط النمو في التغير النسبي كان مختلفا خلال السنوات تحت الدراسة، حيث كان معدل التغير المطلق في التغير التقني أكبر من معدل التغير المطلق في معامل الإنتاجية الكلية في الثلاث فترات الأخيرة. كما يوضح الجدول أن تأثير التسعير غير الحدي موجب في الثلاث فترات الأخيرة.

الخلاصة والتوصيات

نتيجة للخسائر التشغيلية الكبيرة التي تعرضت لها الخطوط السعودية ، ظهرت الحاجة إلى دراسة التكاليف من خلال البيانات السنوية المجمعة عن الفترة 1970م – 1990م . وباستخدام طريقة احتساب المعلومات الكاملة للإمكان الأعظم لتقدير الدالة اللوغاريتمية المتسامية للتكاليف متعددة الإنتاج أتضح :

- أن التغير التقني في الخطوط السعودية مستخدم للوقود وموفر لرأس المال والعمل .
- أن معدل التغير التقني يزيد بزيادة أسعار رأس المال والعمل وينخفض بانخفاض أسعار الوقود.
- كما أثبتت النتائج أن درجة استجابة تكاليف المنتج خدمات الركاب وخدمات البريد وخدمات الرحلات الإضافية والامتياز تنخفض مع الزمن. أما بالنسبة لدرجة استجابة تكاليف إنتاج المنتج خدمات الشحن والعفش الزائد فتزيد مع التغير في الزمن.
- معدل النمو في معدل التغير التقني سالب.
- التسعير غير الخدي له تأثير منخفض على معامل الإنتاجية الكلية.
- متوسط معدل النمو المطلق في التغير التقني أكبر من معدل النمو المطلق في معامل الإنتاجية الكلية.

وبناءًا على هذه النتائج فان الباحث يوصي بما يلي:

1. التركيز على تنمية خدمات البريد والرحلات الإضافية لأهميتهما في تخفيض التكاليف الكلية مع الزمن.

2. التطور التقني يستوجب العمل على استبدال الطائرات ذات الجسم العريض بالطائرات ذات الجسم الرفيع للتقليل من تكاليف الوقود في عمليات الإقلاع والهبوط في الرحلات الداخلية نظرا لما أظهرت الدراسة من أن حصة الوقود في التكاليف الكلية سوف تنخفض بزيادة مستوى إنتاج خدمات الركاب أو خدمات البريد أو خدمات الرحلات الإضافية والامتياز.

3. التركيز على تحسين خدمات الشحن والعفش الزائد لخفض تكاليف إنتاجها، حيث أثبتت الدراسة أن تكاليف هذا المنتج تزيد مع زيادة التغير التقني.

قائمة المراجع

المؤسسة العامة للخطوط الجوية العربية السعودية التقرير السنوي (أعداد مختلفة 1971-1990م)
جدة: مطبعة الخطوط السعودية.

Baltagi, B., J. Griffen, and Rich, The Measurement of Firm- Specific Indexes of Technical Change , The Review of Economics and Statistics, 77 (4) , November 1995, pp. 654-663.

Christensen L. R. , Jorgenson D. W., and Lau, " Transcendental Logarithmic Production Frontiers", Review of Economic and Statistics, February, 1973, 55 (1), pp. 228-256.

Denison, E. "Sources of Economic Growth in the United State and the Alternatives Before U.S." , N. Y. The Committee for Economic Development, 1962.

Denison, E. Why Growth Rate Differ: Post-War Experience in Nine Western Countries, Brookings Institution, Wachington D.C. 1967.

Diewert, W. E. "Exact and Superlative Index Numbers," Jounal of Econometrics 1976, 4(2), pp. 115-146.

Gillen D. W., Oum T. H., and Tretheway , "Airline Cost Structure and policy Implication: A multiproduct Approach", Journal of Transport Economic and Policy, 24 (1), Jan. 1990, pp. 9-34 .

Jorgenson, D. W. and Griliches Z. " The Explanation of Productivity Change" Review of Economic Studies July, 1967 , 34, pp.249-283.

Jorgenson, D. W. " Econometric Methods for Modeling Producer Behavior" in Griliches Z. and Intriligator M. D. (eds.) Handbook of Econometrics. 1986 Vol. III, Elsevier Science Publisher , pp.1842-1915.

Kendrick, J. W. " Productivity Trends in the United State" , Princeton Univ. Press 1961, Princeyon, New Jersy.

Nadiri, M. I. "Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey", Journal of Economic Literature December 1970, 8 (4), pp 1137-1178.

Shephard R. W. Theory of Cost and Production Function. Princeton University Press 1970.

ملحق الجداول

الجدول رقم (1-م)

تطور الإيرادات والنفقات التشغيلية السنوية (بالأسعار الجارية)

السنة	الإيرادات التشغيلية (بالمليون)	النفقات التشغيلية (بالمليون)	الدخل أو الخسارة التشغيلية (بالمليون)
1970	145	223	-78
1971	184	249	-65
1972	241	272	-31
1973	336	326	10
1974	484	452	32
1975	738	761	-24
1976	1167	1280	-113
1977	1804	1971	-167
1978	2581	2737	-157
1979	3197	3434	-237
1980	4220	4537	-317
1981	4991	5854	-863
1982	6533	6938	-405
1983	6948	6873	75
1984	7426	7288	138
1985	7255	7400	-145
1986	7079	7456	-233
1987	6734	6936	-400
1988	6356	7332	-480
1989	7153	7299	-146
1990	7680	7881	-201

المصدر: المؤسسة العامة للخطوط الجوية العربية السعودية ، التقرير السنوي ، مطبعة الخطوط السعودية ، جدة، الأعوام 71-1990م.

الجدول رقم (2-م)

الإيرادات التشغيلية السنوية (بالأسعار الجارية)

السنة	إيرادات الركاب	الشحن	الرحلات الخاصة	رحلات الحج الخاصة	إيرادات امتيازات	إيرادات البريد	إيرادات أخرى	المجموع
1970	106.2	10.8	17.56	-	-	1.7	9.19	145.45
1971	133.8	14.1	18.67	0.64	11.4	1.7	3.2	183.51
1972	165.2	20.24	24.15	42.4	22.2	2.3	30	241.29
1973	190.6	32.6	25.1	33.99	34.8	2.9	15.7	335.65
1974	290.2	59.4	32.3	34.1	41.5	4.4	21.9	483.8
1975	450.1	118.5	52.9	40	49.4	7.2	19.7	737.8
1976	758.8	187.1	82.9	53.1	35.8	10.5	38.8	1167
1977	1284	230.3	43.7	28.4	54.9	14.5	148.8	1804.2
1978	1907	310.9	58	32.9	44.5	17.4	210.4	2580.8
1979	2624	4205.5	73.9	39	52.1	26.9	254.8	3196.3
1980	3159	505.8	84.5	43.6	60	39.6	327.5	4219.7
1981	3774	647.5	75.7	70.5	68.4	50.8	303.3	4990.6
1982	5041	713.2	101.8	50.2	71	73.4	483.1	6533.3
1983	5214	728.7	145.9	182.3	75	101.1	600.9	6948.1
1984	5738	762.8	151	60.4	68.2	109.2	537	7426.1
1985	5566	577.7	174.5	54.9	67.7	106.7	707.7	7254.7
1986	5224	614.4	149.3	59.5	71.9	94.1	865.8	7079
1987	4889	507.3	154.6	85.7	67.8	92.8	936	6733.6
1988	44406	532.5	149.5	91	53.3	96.7	1027	6356.1
1989	5098	590	147.7	81.9	45.6	94.5	1096	7153.2
1990	5346	614	146.5	101.3	52.6	111.5	1308	7679.8

المصدر : المؤسسة العامة للخطوط الجوية العربية السعودية ، التقرير السنوي للخطوط السعودية الأعوام 1969-1990م

الجدول رقم (3-م)

مصادر التكاليف التشغيلية (بالأسعار الجارية)

السنة	الرواتب والأجور	مصاريف أخرى	الاستهلاك	خدمات عامة مشتراة	الإيجارات ورسوم الهبوط	وقود الطائرات	عمولات الحركة	طعام الركاب	مواد صيانة	المجموع
1970	79.7	32	25.29	22.2	13	26.2	7	6.38	7.2	231.9
1971	84	33	26	22.4	17	27.3	8	7.1	7.6	248.6
1972	90.25	37.4	27.4	22.8	20	29.84	10	8.4	8.2	326.1
1973	102.3	65.3	31.1	27.8	34.3	33.27	12.9	11	10.4	226.1
1974	131.8	96.4	38.9	34.6	33.8	45.5	18.6	20.1	12.2	451.5
1975	217.3	149	54.5	72.3	119.3	80.1	21.7	24.9	15.8	761.4
1976	319.7	327	86.5	124.3	175.4	122.3	41.2	53	24.8	1280
1977	529.6	421.5	147.4	217.9	278.8	167.2	61.7	99	40.2	1971
1978	752	710.7	1.6	304.4	318.4	197.9	90.8	123	37.5	2737
1979	954.9	732	246.8	322.1	527.9	323.4	130.7	135.6	47	3434
1980	1232	906.7	292.3	557.5	710.2	490.3	196.5	158.5	49	4537
1981	1096	1144	459.9	543.2	725.9	510.5	229.7	192.7	121.7	5854
1982	2174	1590	680.5	679	571.4	542.9	320.7	229	151.6	6939
1983	2130	1438	795.2	565	636.9	557.1	392	191.1	168	6873
1984	2385	1475	827.8	523.9	489.8	720.1	491.9	192.4	182.1	7288
1985	2499	1600	688.6	457.4	497.7	607.8	535.8	215.3	298.4	7400
1986	2502	1378	872.1	440	373.3	623.5	597	231.1	269	7312
1987	2340	1331	859	465.1	345.5	604.9	442.3	226.4	321.9	6936
1988	2573	1359	852.8	511.6	330	659	397	215.8	434.4	7333
1989	2619	1385	743.3	525.4	314.1	655.4	429.7	217.7	410.4	7300
1990	2772	1451	841.5	538.2	331.7	739.3	437.7	227	543.3	7881

المصدر : المؤسسة العامة للخطوط الجوية العربية السعودية ، التقرير السنوي للخطوط السعودية الأعوام 1969-1990م

جدول رقم (4-م) مؤشرات دالة تكاليف الإنتاج المتعدد اللوغاريتمية المتسامية الخطوط الجوية السعودية (1970-1990)

تقدير متوسط حصة عناصر الإنتاج		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
β_L	0.36448	6.5883
β_E	0.04696	2.2159
β_K	0.58856	8.2307

تقدير المرونات الذاتية والتقاطعية لحصة عناصر الإنتاج		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
β_{LL}	0.02365	1.29464
β_{EE}	0.04150	5.9464
β_{KK}	0.05050	1.7977
β_{KE}	-0.03416	-4.3390
β_{KL}	-0.01632	-0.7368
β_{EL}	-0.00732	-1.6758

مرونة التكاليف المقدرة		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
α_{Y1}	0.75827	56.5157
α_{Y2}	0.10531	12.4057
α_{Y3}	0.01046	12.3026
α_{Y4}	0.10606	9.9278

تقدير استجابة مرونة التكاليف الذاتية للتغير في مستوى الإنتاج		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
α_{Y11}	0.19096	20.6774
α_{Y22}	0.08525	22.9894
α_{Y33}	0.01028	31.7797
α_{Y44}	0.13184	2.6794

تقدير استجابة مرونة التكاليف التقاطعية للتغير في مستوى الإنتاج		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
α_{Y12}	-0.06840	-14.5280
α_{Y13}	-0.00779	-14.4922
α_{Y14}	-0.11476	-16.5265
α_{Y23}	-0.00113	-4.2861
α_{Y24}	-0.01572	-4.1815
α_{Y34}	-0.00136	-0.00136

درجة تحيز وفورات عنصر العمل المقدرة		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
γ_{Y1L}	0.00324	1.16864
γ_{Y2L}	-0.00321	-1.37016
γ_{Y3L}	0.00004	0.22673
γ_{Y4L}	-0.00007	-0.42770

درجة تحيز وفورات عنصر الوقود المقدرة		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
γ_{Y1E}	-0.00564	-2.93196
γ_{Y2E}	0.00968	2.72687
γ_{Y3E}	-0.00054	-1.2722
γ_{Y4E}	-0.00350	-0.60625

درجة تحيز وفورات عنصر رأس المال المقدرة		
المؤشر	التقدير	إحصائية - ت
γ_{Y1K}	0.00241	0.43393
γ_{Y2K}	-0.00647	-1.86317
γ_{Y3K}	0.00049	1.54904
γ_{Y4K}	0.00357	0.6602