مجلة جامعة الملك سعود، م١٠، العلوم الإدارية (١)، ص ص ١١٩ - ١٣٩ ، الرياض (١٤١٨هـ/ ١٩٩٨م)

دالة التكاليف اللوغاريثمية المتسامية في صناعة التكرير بالمملكة العربية السعودية: مصفاة الرياض[1]

مطلق مشعل الحارثي و عبدالمحمود محمد عبدالرحمن

قسم تنمية الطلب، أرامكو السعودية ـــ الظهران وأستاذ مشارك بقسم الاقتصاد، كلية العلوم الإدارية، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٤١٦/١٢/٣هـ، وقبل للنشر في ١٤١٧/٥/٢هـ)

ملخص البحث. يختص هذا البحث بدراسة هياكل التكاليف في قطاع التكرير بالمملكة العربية السعودية متخذا من مصفاة الرياض حالة خاصة لدراسة ذلك القطاع الحيوي المهم. ويستخدم البحث دالة التكاليف اللوغاريثمية المتسامية بصيغها المختلفة كنموذج معتمد وذلك نسبة لثراء النتائج التي يمكن استخلاصها من تلك الدالة فيما يختص بطبيعة اقتصاديات الحجم التي تحكم عمل المصفاة والمرونات المختلفة التي تحدد طبيعة العلاقات الرابطة بين مختلف العناصر المستخدمة في الإنتاج.

وتشير النتائج المتحصل عليها إلى هيمنة عنصر رأس المال في العملية الإنتاجية ليحظى بالتالي بالشق الأكبر من إجمالي التكاليف التي تتحملها المصفاة. وبدراسة المرونات السعرية، التقاطعية ومرونات إحلال ألن الجزئية المستمدة من الدالة المقدرة يتبين وجود علاقات تكاملية قوية بين العمل من جهة وكل من رأس المال والطاقة من جهة أخرى. كذلك تتوافر علاقات تبادلية تجمع بين رأس المال من ناحية وكل من الطاقة والمواد الخام من ناحية أخرى غير أن مرونات التقاطع المتحصل عليها تشير إلى ضعف تلك العلاقات التبادلية بين مجمل العناصر. وتفيد تلك النتائج في استكشاف إمكانيات الإحلال بين العناصر المختلفة بغرض تخفيض تكاليف الإنتاج.

---

(1) يمثل البحث جزءاً من رسالة ماجستير أعدها الباحث الأول تحت إشراف الباحث الثاني بقسم الاقتصاد، كلية العلوم الإدارية، جامعة الملك سعود وتمت مناقشتها بتاريخ ١٤١٥/٦/٦هـ الموافق ١٩٩٤/١١/٩م.

المقدمة

نطرح في هذا البحث دراسة مفصلة لهيكل التكاليف في إحدى المنشآت الخاصة بصناعة التكرير في المملكة العربية السعودية، ألا وهي مصفاة الرياض. وتهدف الدراسة إلى التعرف على طبيعة العلاقة بين العناصر الإنتاجية المستخدمة في المصفاة وعلى إمكانية إحلال تلك العناصر محل بعضها البعض. كما تهدف الدراسة إلى تحديد مرونات الطلب السعرية لتلك العناصر، والتعرف على طبيعة عوائد واقتصاديات الحجم للمصفاة من خلال مرونات التكاليف المختلفة الأخرى. وتتجاوز تطبيقات الدراسة مصفاة الرياض إلى بقية المصافي التي تُعرِف قطاع التكرير بالمملكة العربية السعودية، وذلك نتيجة للتشابه البين في الهياكل الفنية والاقتصادية لتلك المصافي[٢].

وتنتج المصفاة منتجات مكررة ومشتقات متعددة منها البنزين، الديزل، غاز البترول السائل، الأسفلت، الفاكيوم بتوم، وقود الطائرات والقاز (الكيروسين). وتركز دراستنا هذه على المنتجات النهائية البيضاء white products فقط. وتشمل: البنزين، وقود الطائرات والقاز، الديزل وغاز البترول السائل، وذلك نظراً لأنها تشكل النسبة العظمى من إنتاج المصفاة إضافة لتجانسها من ناحية طبيعة المنتج، الكثافة وأوجه الاستخدام.

ويتناول الجزء الأول من الدراسة طبيعة الإنتاج وهياكل التكاليف التي تحكمه في المصفاة، أما الجزء الثاني فيعرف المتغيرات الواردة في الدراسة. ويتعرض الجزء الثالث لنتائج التقدير الخاصة بدوال التكاليف اللوغاريثمية المتسامية بصيغها المختلفة كما يتضمن التحليلات المبنية على تلك النتائج. ويختتم الجزء الأخير من البحث متعرضا لأهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة.

---

(٢) للحصول على نبذة تخص صناعة التكرير بالمملكة العربية السعودية بصورة عامة ومصفاة الرياض بصورة خاصة، انظر الحارثي[١] والحارثي وعبدالرحمن[٢].

١ ــ الإنتاج والتكاليف

تختار مصفاة الرياض ـ مثلها مثل أي منشأة إنتاجية أخرى ـ مزيجا من عناصر الإنتاج في ظل تقنية معينة بحيث يحقق المزيج المختار مستوى إنتاجياً معيناً بأقل تكلفة ممكنة. وتستخدم المصفاة عناصر الإنتاج المعتادة من رأسمال(K)، عمل(L)، طاقة(E) ومواد خام(M). وفي ظل مستوى إنتاجي معين من المنتجات البيضاء وبافتراض أن أسعار عناصر الإنتاج محددة خارجيا، فإن تكلفة الإنتاج الكلية الحقيقية للمنتجات البيضاء للمصفاة يمكن كتابتها على النحو المعتاد التالي:

$$RTCWP = RP_K K + RP_L L + RP_E E + RP_M M$$

حيث:

RTCWP التكلفة الكلية الحقيقية للمنتجات البيضاء.

RP_K السعر الحقيقي لرأس المال.

RP_L السعر الحقيقي للعمل.

RP_E السعر الحقيقي للطاقة.

RP_M السعر الحقيقي للمواد الخام.

ويمكن من هذه المعادلة اشتقاق دالة التكاليف ودوال الطلب على عناصر الإنتاج المختلفة بالطرق المعهودة[٣]. كما يمكن استخلاص دالة التكاليف الضمنية على النحو التالي:

$$RTCWP = f(XWP,\ RP_K,\ RP_L,\ RP_E,\ RP_M)$$

لتمثل العلاقة بين أقل تكاليف ومستوى إنتاجي معين من المنتجات البيضاء XWP في ظل الأسعار المعطاة. وطبقا للنظرية الاقتصادية فإن دالة التكاليف أعلاه تمتلك الخصائص المعهودة من كون أنها دالة متصلة بمشتقات جزئية أولى وثانية، كما أنها غير متناقصة ومتجانسة من الدرجة الأولى في الأسعار[٤].

---

(٣) انظر على سبيل المثال Berndt [٣]، ص ص ٤٤٦ـ٤٨٦.

(٤) انظر على سبيل المثال Fuss and McFadden[٤].

وتستخدم دراستنا هذه الدالة اللوغاريثمية المتسامية The Transcendental Logarithmic Cost Function(Translog) والتي تفيد في قياس مرونات الإحلال بين العناصر وكذلك مرونات الطلب السعرية والتقاطعية. وتتميز هذه الدالة بمرونتها، حيث تقود لقيم متغيرة من المرونات وذلك بخلاف الدوال التقليدية الأخرى. وتتخذ الدالة الشكل التالي تحت قيد التماثل $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ [٥] :

$$\begin{aligned}
\ln RTCWP_t &= \alpha_0 + \alpha_{XWP}\ln XWP_t + \alpha_K \ln RP_{Kt} + \alpha_L \ln RP_{Lt} + \alpha_E \ln RP_{Et} \\
&+\alpha_M \ln RP_{Mt} + \frac{1}{2}\beta_{XWPXWP}(\ln XWP_t)^2 + \beta_{XWPK}(\ln XWP_t)(\ln RP_{Kt}) \\
&+\beta_{XWPL}(\ln XWP_t)(\ln RP_{Lt}) + \beta_{XWPE}(\ln XWP_t)(\ln RP_{Et}) \\
&+\beta_{XWPM}(\ln XWP_t)(\ln RP_{Mt}) + \frac{1}{2}\beta_{KK}(\ln RP_{Kt})^2 + \beta_{KL}(\ln RP_{Kt})(\ln RP_{Lt}) \\
&+\beta_{KE}(\ln RP_{Kt})(\ln RP_{Et}) + \beta_{KM}(\ln RP_{Kt})(\ln RP_{Mt}) + \frac{1}{2}\beta_{LL}(\ln RP_{Lt})^2 \\
&+\beta_{LE}(\ln RP_{Lt})(\ln RP_{Et}) + \beta_{LM}(\ln RP_{Lt})(\ln RP_{Mt}) \\
&+\frac{1}{2}\beta_{EE}(\ln RP_{Et})^2 + \beta_{EM}(\ln RP_{Et})(\ln RP_{Mt}) + \frac{1}{2}\beta_{MM}(\ln RP_{Mt})^2 + \varepsilon_t
\end{aligned}$$

حيث ε_t هي العنصر العشوائي في الدالة. ويفترض في دوال التكاليف المستعملة أن تلبى دوما الشروط المتمثلة في التجانس من الدرجة الأولى في أسعار العناصر. ويتضمن ذلك فرض القيود التالية :

$$\begin{aligned}
\alpha_K + \alpha_L + \alpha_E + \alpha_M &= 1 \\
\beta_{KK} + \beta_{KL} + \beta_{KE} + \beta_{KM} &= 0 \\
\beta_{LK} + \beta_{LL} + \beta_{LE} + \beta_{LM} &= 0 \\
\beta_{EK} + \beta_{EL} + \beta_{EE} + \beta_{EM} &= 0 \\
\beta_{MK} + \beta_{ML} + \beta_{ME} + \beta_{MM} &= 0 \\
\beta_{KXWP} + \beta_{LXWP} + \beta_{EXWP} + \beta_{MXWP} &= 0
\end{aligned}$$

---

(٥) انظر Christensen, Jorgenson and Lau[٥].

ويقود فرض هذه القيود - إضافة إلى فرض قيد التماثل السابق الذكر - إلى تخفيض عدد المعالم المراد تقديرها في نموذج الدالة المتسامية من ١٨ إلى ١٢ معلمة فقط. ويرفع ذلك من درجات الحرية المتاحة للتقدير ويزيد من كفاية التقدير.

٢ ــ المتغيرات والبيانات

يمكن تصنيف المتغيرات الاقتصادية اللازمة لتقدير دالة التكاليف المختارة إلى:

(أ) التكاليف الحقيقية لجميع المنتجات النهائية الرئيسة RTCWP. وتشمل هذه التكاليف الحقيقية لرأس المال المستخدم؛ وتعكس تكلفة استخدام أصول المصفاة لإنتاج جميع المنتجات النهائية للمصفاة. وقد تم استخدام الصيغة التالية عند تقدير دوال التكاليف:

$$c_t = PK_t(r_t + D_t)$$

حيث:

PK	سعر رأس المال.
c	تكلفة رأس المال المستخدم.
r	سعر الفائدة.
D	ثابت يقيس استهلاك رأس المال ويساوى ٠,١٣ للمصفاة.

حيث تم استخدام القيمة الدفترية لأصول المصفاة في الصيغة أعلاه عند حساب تكلفة استخدام رأس المال[٦]. وتشمل التكاليف الكلية أيضا التكاليف الحقيقية للعمالة؛ وتتكون هذه من الرواتب والأجور، مصاريف التوظيف، مصاريف التدريب ومصاريف أخرى متنوعة تتعلق بالقوى العاملة. كما تضم مكونات التكاليف الحقيقية للطاقة؛ والتي تتكون من تكلفة استهلاك كل من الغاز السائل، الديزل، زيت الوقود، المياه المعالجة،

---

[٦] انظر Cowing and Holtman [٦] على سبيل المثال لا الحصر.

النافثا الخفيفة ، الكهرباء وغازات الوقود. كذلك تشمل التكاليف الكلية والتكاليف الحقيقية للمواد الخام ؛ والتي تتكون من تكلفة استهلاك كل من الزيت الخام (اللقيم) ومادة رابع إيثيل الرصاص.

وباستعمال النسبة المئوية لتكاليف المنتجات البيضاء إلى التكاليف الكلية لجميع المنتجات النهائية الرئيسة تم الحصول على مكونات التكاليف الحقيقية للمنتجات البيضاء RTCWP وذلك من خلال ضرب هذه النسبة في التكاليف الكلية ، ومن ثم تم تحويل تلك التكاليف إلى تكاليف حقيقية من خلال قسمة كل متغير على مؤشر أسعار المستهلكين.

(ب) إجمالي كمية المنتجات البيضاء بملايين البراميل XWP ؛ وهي عبارة عن مجموع المنتجات البيضاء.

(ج) الأسعار الحقيقية لعناصر الإنتاج. حيث يتمثل السعر الحقيقي لرأس المال RP_K بمؤشر السعر الحقيقي للقيمة الشرائية (الأصلية) لرأس المال. وفيما يختص بالسعر الحقيقي للعمالة فقد تم الحصول عليه من خلال قسمة إجمالي تكاليف القوى العاملة في مصفاة الرياض على مجموع القوى العاملة في المصفاة. أما بالنسبة للسعر الحقيقي المرجح للطاقة RP_E فإن استهلاك المصفاة من مكونات الطاقة يشتمل على الغاز السائل ، الديزل ، زيت الوقود ، المياه المعالجة لأغراض التبريد وفصل الأملاح عن الزيت الخام ، النافثا الخفيفة ، الكهرباء وغاز الوقود. ولتوحيد القياس فقد قمنا بتحويل الأمتار المكعبة المستهلكة إلى براميل. ولحساب سعر الطاقة من خلال أسعار جميع المكونات السابقة فقد حصلنا على الأسعار الخاصة بالغاز السائل ، الديزل ، زيت الوقود والزيت الخام المعالج. وتبع ذلك الحصول على السعر الحقيقي المرجح للطاقة ، وكذلك مؤشر السعر الحقيقي للطاقة. وأخيرا فإنه فيما يختص بالسعر الحقيقي للمواد الخام RP_M فقد تم حسابه باستخدام سعر الشراء المرجح لمادة الزيت الخام ومادة رابع إيثيل الرصاص TEL حيث تمثل المادتين أهم المدخلات الرئيسة من المواد الخام التي تدخل في عملية التكرير. وبعد ذلك جرى إيجاد السعر المرجح الحقيقي للمواد الخام للبرميل وكذلك مؤشر السعر المرجح الحقيقي للمواد الخام.

كذلك تم استعمال متغير خطي للتقنية تم الرمز له بـ T وآخر صوري تم الرمز له بـ SAMEFF ليمثل أثر انتقال ملكية مصفاة الرياض من شركة بترومين إلى شركة سمارك والذي حدث في الربع الأول من عام ١٩٩٠م حيث تم إدخال ذلك المتغير بغرض تتبع أثر هذا التغيير الإداري على تكاليف المنتجات البيضاء.

هذا وقد جرى التحصل على البيانات الخاصة بهذه المتغيرات عن الفترة ١ : ١٩٨٥ إلى ٤ : ١٩٩٢م[٧].

٣ ــ نتائج التقدير

تم تقدير دالة التكاليف الكلية اللوغاريثمية المتسامية أعلاه بواسطة المربعات الصغرى العادية (م ص ع) Ordinary Least Squares(OLS) بداية. ولم تكن النتائج مرضية تماما حيث كان الكثير من المعالم غير معنوي. وكثيرا ما يحصل على نتائج مشابهة بالنسبة للدالة الأصلية من قبل الباحثين، انظر على سبيل المثال Goldberg *et. al.* [٧]. ويعزى السبب وراء ذلك إلى الارتباط الخطي المتعدد الذي تعاني منه متغيرات الأسعار المستقلة الواردة في النموذج. وبإعادة صياغة النموذج بعد التخلص من بعض المتغيرات لتقليل أثر الارتباط الخطى المتعدد وتقديره مرة أخرى، تحصلنا على النتائج الواردة في جدول رقم (١) أدناه.

وبالنظر إلى نتائج التقدير يتضح أن قيم $\overline{R}^2$ و F مرتفعه مما يدل على حسن توفيق النموذج لبيانات المصفاة. غير أنه رافق ارتفاع هذه القيم بعض من إحصاءات t غير المعنوية مما يشير إلى احتمال استمرار معاناة النموذج من ظاهرة الارتباط الخطي المتعدد. وعلى وجه التحديد فقد كان معامل الارتباط البسيط بين المتغيرين $(\ln RP_K)^2$ و $(\ln RP_K)(\ln RP_E)$ مساويا لـ ٠,٩٦٤. غير أن حذف المتغير $(\ln RP_K)(\ln RP_E)$ من

---

(٧) يمكن الحصول على البيانات الخاصة بالمتغيرات المختلفة الواردة في الدراسة من المؤلفين، كما يمكن مراجعة الحارثي وعبدالرحمن[٢] للحصول على وصف أكثر تفصيلا للكيفية التي تم بها بناء المتغيرات.

النموذج وإعادة التقدير لم تؤد إلى تحسين الموقف بأي صورة ملحوظة. لذلك فضلنا الاحتفاظ بالمتغير المذكور وإيراد النتائج المتحصل عليها كما وردت في الجدول رقم (١).

جدول رقم (١). التكاليف اللوغاريثمية المتسامية*.

المعالم	المقدرات	المعالم	المقدرات
α_0	14.350 (19.200)	β_{LM}	4.683 (6.715)
α_{XWP}	0.362 (7.621)	β_{EE}	2.130 (6.241)
α_K	2.008 (11.100)	β_{EM}	−0.443 (−2.380)
α_L	−1.580 (−5.754)	T	−0.029 (−8.878)
α_E	0.379 (5.665)	SAMEFF	0.163 (6.124)
α_M	−0.285 (−2.922)	$\overline{R}^2$	0.992
α_{KK}	9.048 (6.306)	F	209
α_{KE}	−2.180 (−4.988)	SSE	0.008
β_{LL}	10.930 (5.980)	d	1.868
β_{LE}	−8.920 (−7.060)	n	28

* قيم t في الأقوس أسفل المقدرات ؛ $\overline{R}^2$ هو معامل التحديد المعدل ؛ SSE هو الخطأ المعياري للمعادلة المقدرة ؛ F هي قيمة إحصاء F المحسوب ؛ d هو إحصاء ديربن واتسون ؛ n هو عدد المشاهدات المستخدمة في التقدير.

ويلاحظ من النتائج أن المعاملات $\hat{\alpha}_K, \hat{\alpha}_E$ و $\hat{\alpha}_{XWP}$ كانت معنوية على مستوى ٥٪ كما أنها اتخذت إشاراتها الموجبة المتوقعة. غير أن المعاملين $\hat{\alpha}_M$ و $\hat{\alpha}_L$ قد اتخذا إشارتين سالبتين لا تتفقان مع ما هو متوقع منهما. وقد تحصل الحارثي وعبدالرحمن[٢] على شارات سالبة مشابهة في دراسة تعتمد على دوال تقليدية للتكاليف. ويبدو أن السبب الكامن وراء تلك الظاهرة هو معاناة النموذج المتعدد المتغيرات من الارتباط الخطي

المتعدد، كما تقدم ذكره. وقد اتخذ المتغير الصوري الذي يقوم مقام التقنية إشارة سالبة، كما هو متوقع منه كتأكيد لانخفاض التكاليف عبر الزمن - ربما بسبب عوامل "التعلم من الخطأ". أما المتغير الصوري الخاص بانتقال ملكية المصفاة من بترومين إلى سمارك فقد سجل إشارة سالبة. ومن واقع النتائج فإن مرونة التكاليف - الإنتاج تساوي:

$$\varepsilon_{RTCWP,XWP} \equiv \hat{\alpha}_{XWP} = 0.362$$

وبما أن التكاليف الحدية يمكن حسابها من:

$$MC = AC \times \varepsilon_{RTCWP,XWP}$$

فإنه يمكن إيجادها عند نقطة الوسط لتكون:

$$MC = 0.362\ (36.320)$$
$$= 13.15\ SR/BLS$$

ويلاحظ أن التكاليف المتوسطة الكلية تفوق التكاليف الحدية إذا ما تم الحساب عند نقطة الوسط. ويمكن تقدير عوائد الحجم Returns to Scale(RTS) للمصفاة من النتائج المتحصل عليها حيث تقاس بمعكوس مرونة الإنتاج - التكاليف لتساوي ٢.٧٦، وهي قيمة تفوق الواحد الصحيح بما يعنى أن المصفاة تحقق وفورات حجم متزايدة. كذلك فإن اقتصاديات الحجم Economies of Scale(ES) المحققة تساوي:

$$ES = RTS - 1$$
$$= 1.76$$

وهي قيمة موجبة بما يعني أن اقتصاديات الحجم المحققة موجبة في طبيعتها. وتنسجم جملة هذه القياسات مع حقيقة أن المصفاة تنتج عند مرحلة الإنتاج الأولى.

وللحصول على المزيد من الكفاية للتقديرات فإنه يجب تقدير دوال طلب عناصر الإنتاج المثلى والتي تحول عادة إلى دوال أنصبة عناصر الإنتاج. ويتم اشتقاق دوال أنصبة العناصر بأخذ التفاضل الجزئي للدالة المتسامية ومن ثم تطبيق حاشية شيبرد Shephard's Lemma حيث نتحصل على:

$$S_i \equiv \frac{\partial \ln RTCWP}{\partial \ln RP_j}$$
$$= \alpha_i + \sum_{i,j} \beta_{ij} \ln RP_j + \beta_{iXWP} \ln XWP; \qquad i, j = K, L, E, M$$

حيث S_i هي نصيب العنصر الإنتاجي i من التكاليف الكلية ؛ ومنها يتم تعريف دوال الأنصبة اللوغاريثمية المتسامية translog cost share equations على النحو التالي :

$$S_{Kt} = \alpha_K + \beta_{KK} \ln RP_{Kt} + \beta_{KL} \ln RP_{Lt} + \beta_{KE} \ln RP_{Et} + \beta_{KM} \ln RP_{Mt} + \beta_{KXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Kt}$$
$$S_{Lt} = \alpha_L + \beta_{LK} \ln RP_{Kt} + \beta_{LL} \ln RP_{Lt} + \beta_{LE} \ln RP_{Et} + \beta_{LM} \ln RP_{Mt} + \beta_{LXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Lt}$$
$$S_{Et} = \alpha_E + \beta_{EK} \ln RP_{Kt} + \beta_{EL} \ln RP_{Lt} + \beta_{EE} \ln RP_{Et} + \beta_{EM} \ln RP_{Mt} + \beta_{EXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Et}$$
$$S_{Mt} = \alpha_M + \beta_{MK} \ln RP_{Kt} + \beta_{ML} \ln RP_{Lt} + \beta_{ME} \ln RP_{Et} + \beta_{MM} \ln RP_{Mt} + \beta_{MXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Mt}$$

وبتقدير هذه الدوال بواسطة طرق التقدير المفرد ـ أي م ص ع لكل معادلة على حدة ـ وبدون فرض قيود التجانس تحصلنا على النتائج المدرجة في الجدول رقم (٢).

جدول رقم (٢). دوال أنصبة العناصر غير المقيدة*.

مقدرات	معالم	مقدرات	معالم	مقدرات	معالم	مقدرات	معالم
−1.198 (−2.250)	α_M	0.350 (1.410)	α_E	0.654 (3.370)	α_L	1.713 (2.721)	α_K
−0.399 (−4.413)	β_{MK}	−0.159 (−4.670)	β_{EK}	−0.246 (−6.968)	β_{LK}	0.805 (9.287)	β_{KK}
0.036 (0.627)	β_{ML}	−0.004 (−0.116)	β_{EL}	0.123 (5.859)	β_{LL}	−0.154 (−1.896)	β_{KL}
−0.049 (−2.114)	β_{ME}	0.142 (11.795)	β_{EE}	−0.024 (−2.800)	β_{LE}	−0.062 (−2.023)	β_{KE}
0.268 (4.879)	β_{MM}	−0.036 (−1.823)	β_{EM}	−0.044 (−1.977)	β_{LM}	−0.175 (−3.454)	β_{KM}
0.087 (2.611)	β_{MXWP}	−0.018 (−1.185)	β_{EXWP}	−0.034 (−2.800)	β_{LXWP}	−0.068 (−1.711)	β_{KXWP}
0.006 (3.200)		0.002 (2.768)		0.0004 (0.480)		−0.007 (−4.873)	T
٠,٨٤٥		٠,٨٢٨		٠,٩٤٨		٠,٩٠٢	$\bar{R}^2$
٢٤,٣٧		٢٥,٩٢		٧٨,٤٥		٤٨,٤٩	F
١,٧٧٢		١,٧٣٣		١,٦٥٧		١,٤٥٦	d

ويتضح من قيم إحصاءات حسن التوفيق أن جميع الدوال المقدرة جيدة وقد أفلحت في تفسير ما نسبته ٨٢٪ من تباين المتغيرات التابعة على الأقل. وبالنسبة للمعامل المفردة، والتي تغيرت قيمها نتيجة لتغير النموذج، فقد اتخذت $\hat{\alpha}_{KK}$ ، $\hat{\alpha}_{LL}$ $\hat{\alpha}_{EE}$ و $\hat{\alpha}_{MM}$ إشاراتها المتوقعة بحكم العلاقة الموجبة بين أسعار عناصر الإنتاج وأنصبتها من التكاليف كما حققت مستوى المعنوية ٥٪. وبالنسبة لبقية المعاملات فقد تفاوت الأمر حيث اتخذت $\hat{\beta}_{KXWP}$ ، $\hat{\beta}_{LXWP}$ و $\hat{\beta}_{EXWP}$ إشارات منافية لما هو متوقع منها مع تفاوت في درجة المعنوية. كما تفاوت أداء مقدرات أسعار العناصر سلبا وإيجابا. وفيما يختص بمعامل متغير الزمن الصوري T فقد حقق المعنوية المطلوبة في كل المعادلات ما عدا تلك الخاصة بنصيب العمل مع تناوب في الإشارات. وبحكم أن انخفاض التكلفة المنبثق عن التطور والمعرفة التقنيين وعن آليات التعلم من الخطأ غالبا ما يتركز على رأس المال فإننا نلاحظ أن النتيجة المتحصل عليها من التقدير تؤكد ذلك الأمر من خلال الإشارة السالبة التي اتخذها متغير الزمن في معادلة نصيب رأس المال. ويمكن القول أن التطور التقني في المصفاة كان متحفظا حيال استخدام العمل، الطاقة والمواد الخام، ومتحيزا تجاه استخدام رأس المال. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج تطبيقية مماثلة توصل لها Jha *et. al.* [٨] على سبيل المثال. وفي واقع الأمر فإنه من الملاحظ أنه قد تم خلال فترة البحث إدخال العديد من التحسينات والتغيرات التقنية في المصفاة وذلك من خلال تركيب مزيل أملاح جديد لإزالة الأملاح من الزيت الخام، تقليل معدل تلوث مبردات الخارج من مفاعل وحدة التكسير الهيدروجيني بمادة PNA، زيادة طاقة ضاغط الهيدروجين في وحدة التكسير الهيدروجيني، تعديل لتحسين وزيادة كفاية برج التقطير الفراغي، تنشيط العامل المساعد في وحدة التكسير الهيدروجيني تحت ضغط أعلى، تحديث طريقة تنشيط العامل المساعد في وحدة التكسير الهيدروجيني وإرسال غاز البترول من وحدة تثبيت الزيت الخام إلى وحدة تقطير الزيت الخام. وفي نفس الفترة تم تركيب نقاط أخذ عينات من العامل المساعد في وحدة التهذيب البلاتيني للنافثا بغرض المساعدة في استخدام العامل المساعد بطريقة

مثلى. كما تم حل مشكلة المعدل العالي لانخفاض الضغط في مبدل الزيت الخام مع الزيت الراجع إلى برج التقطير بالإضافة إلى تغير العامل المساعد في وحدة التهذيب البلاتيني من UOPR 16 إلى UOPR 62. بعد ذلك تم تنفيذ عزل المبردات الهوائية للخارج من مفاعل وحدة معالجة النافثا لكي يتم تنظيفها دون تطفئة الوحدة، بالإضافة إلى تطوير طرق تنظيف أغشية التناضح العكسي في وحدة معالجة المياه وتحديث أجهزة فحص وتنظيف أغشية التناضح العكسي. ومن المحتم أن تثمر كل تلك الإجراءات التقنية انخفاضا ملموسا في تكلفة استخدام رأس المال في المصفاة على نحو ما أظهرت القياسات.

بعد ذلك تم تقدير منظومة معادلات الأنصبة اللوغاريثمية المتسامية تحت قيدي التماثل والتجانس من الدرجة الأولى في الأسعار وباستعمال عوائد الحجم الثابتة حيث اتخذت المنظومة الآن الشكل التالي:

$$S_{Kt} = \alpha_K + \beta_{KK} \ln(RP_{Kt}/RP_{Mt}) + \beta_{KL} \ln(RP_{Lt}/RP_{Mt}) + \beta_{KE} \ln(RP_{Et}/RP_{Mt}) + \beta_{KXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Kt}$$

$$S_{Lt} = \alpha_L + \beta_{LK} \ln(RP_{Kt}/RP_{Mt}) + \beta_{LL} \ln(RP_{Lt}/RP_{Mt}) + \beta_{LE} \ln(RP_{Et}/RP_{Mt}) + \beta_{LXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Lt}$$

$$S_{Et} = \alpha_E + \beta_{EK} \ln(RP_{Kt}/RP_{Mt}) + \beta_{EL} \ln(RP_{Lt}/RP_{Mt}) + \beta_{EE} \ln(RP_{Et}/RP_{Mt}) + \beta_{EXWP} \ln XWP_t + \varepsilon_{Et}$$

وتشكل دوال أنصبة العناصر أعلاه منظومة من معادلات الانحدار غير المرتبطة ظاهريا[٨] seemingly unrelated regression equations(SURE) حيث ترتبط فيما بينها بارتباط حدود الخطأ العشوائية عبر المعادلات الثلاث ارتباطا متزامنا. ورغم أنه يمكن تقدير كل معادلة على حدة باستخدام م ص ع التي تكفل الحصول على مقدرات تتسم بعدم التحيز والاتساق، إلا أنه يمكن تحسن كفاية التقدير بأخذ الارتباط المتزامن بين العناصر العشوائية بعين الاعتبار. ويتأتى ذلك من خلال تطبيق تقدير زيلنر التكراري لنظم المعادلات غير

---

[٨] انظر Zellner [٩].

المرتبطة ظاهريا iterated Zellener (IZ) estimation technique. وتحتفظ مقدرات زيلنر التكرارية بعدم التحيز والاتساق وتضيف إليهما الكفاية التقاربية asymptotic efficiency .

وبتطبيق طريقة التقدير هذه على منظومة أنصبة عناصر الإنتاج المقيدة بقيود التماثل والتجانس تحصلنا على النتائج المدرجة في الجدول رقم (٣).

جدول رقم (٣). دوال أنصبة العناصر المقيدة*.

مقدرات IZ					
مقدرات	معالم	مقدرات	معالم	مقدرات	معالم
0.493 (1.312)	α_E	1.034 (3.143)	α_L	0.613 (0.378)	α_K
−0.014 (−0.459)	β_{EK}	−0.105 (−3.154)	β_{LK}	0.082 (0.673)	β_{KK}
−0.031 (−2.829)	β_{EL}	0.182 (9.024)	β_{LL}	−0.105 (−3.154)	β_{KL}
0.131 (10.801)	β_{EE}	−0.031 (−2.829)	β_{LE}	−0.014 (−0.459)	β_{KE}
−0.025 (−1.069)	β_{EXWP}	−0.057 (−2.764)	β_{LXWP}	−0.009 (−0.093)	β_{KXWP}

* يمكن استعادة مقدرات نصيب المواد الخام بواسطة إعادة ترتيب قيود التجانس، انظر Berndt [٣]، ص ص٤٧٢-٤٧٤] على سبيل المثال. وتستعمل المقدرات المستعادة في حساب المرونات المختلفة التي سترد لاحقا.

بالنظر إلى الجدول نلاحظ أن المعاملات $\hat{\beta}_{KK}$ ، $\hat{\beta}_{LL}$ و $\hat{\beta}_{EE}$ قد اتخذت إشاراتها الموجبة المتوقعة وعند مستويات مختلفة من المعنوية، كما تشير قيم t المرفقة معها. وبالنسبة لبقية المعاملات فقد تفاوتت الإشارات بينها سلبا وإيجابا.

وحيث إن المصفاة تولي متطلبات الإنتاج لاستيفاء الطلب في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية أهمية قصوى، إلا أن العجز في الإنتاج يمكن أن يسد من قبل المصافي المحلية الأخرى. لذلك وحسب ما رأينا من خلال نتائج تقدير دوال الأنصبة في الجدولين السابقين، فإن عدم معنوية معاملات مستوى الإنتاج وبعض أسعار الإنتاج يمكن أن يعزى لذلك السبب. وعليه فقد أعدنا تقدير المنظومة المقيدة بعد حذف متغير مستوى الإنتاج XWP من المعادلات المختلفة. ويشابه هذا الأمر الإطار الخاص بتدنية

التكاليف. ومرة أخرى جرى التقدير بواسطة طريقة زيلنر التكرارية IZ حيث تم التحصل على النتائج المدرجة في الجدول رقم (٤).

جدول رقم (٤). دوال أنصبة العناصر المقيدة.

تدنية التكاليف

مقدرات	معالم	مقدرات	معالم	مقدرات	معالم
0.093 (20.559)	α_E	0.125 (23.605)	α_L	0.456 (25.529)	α_K
0.031 (0.367)	β_{EK}	−0.075 (−2.010)	β_{LK}	0.043 (0.357)	β_{KK}
−0.047 (−3.599)	β_{EL}	0.170 (6.973)	β_{LL}	−0.075 (−2.010)	β_{KL}
0.119 (9.159)	β_{EE}	−0.047 (−3.599)	β_{LE}	0.031 (0.367)	β_{KE}

وبالإطلاع على نتائج التقدير في الجدول السابق فإننا نجد أن المقدرات $\hat{\beta}_{KK}$ ، $\hat{\beta}_{LL}$ و $\hat{\beta}_{EE}$ قد اتخذت قيما تقارب قيمها السابقة محتفظة بالإشارات الموجبة المتوقعة لها على مستويات مختلفة من المعنوية. كما تفاوت أداء بقية المعالم مرة أخرى بين موجب وسالب. وبالرغم من أن مقدرات المعالم الواردة في الجدول رقم (٢) تمتلك ميزة نسبية بسيطة في مستوى معنوية مقدراتها مقارنة بمقدرات منظومات زيلنر التكرارية الواردة في الجدولين رقمي (٣) و(٤)، إلا أننا نفضل الاعتماد على نتائج زيلنر التكرارية بحكم كفاية مقدراتها. ويفيد ذلك الأمر حين الشروع في حساب المرونات المختلفة. وعليه فإننا سنعتمد على النتائج المتحصل عليها من طريقة زيلنر التكرارية للمنظومة المقيدة والواردة في الجدول رقم (٤) للتحصل على تلك المرونات. وعلى سبيل المثال فقد اعتمد[٩] Harris *et. al.* [١٠] على مقدرات زيلنر في تقدير المرونات المختلفة الواردة في دراستهم، وذلك ضمن دراسات أخرى كثيرة استعملت تلك المقدرات.

---

[٩] انظر Harris *et. al.* [١٠].

وكما هو متبع في الدراسات التطبيقية فقد قمنا باستخدام المتوسطات الحسابية للقيم الفعلية لأنصبة عناصر الإنتاج في حساب مرونات إحلال ألن الجزئية ومرونات الطلب بأنواعها المختلفة المستخلصة من مقدرات زيلنر التكرارية الخاصة بنموذج تدنية التكاليف والواردة في الجدول رقم (٤). وتحسب هذه المرونات من العلاقات التالية[١٠] :

$$\hat{\sigma}_{ij} = (\hat{\beta}_{ij} + \overline{S}_i\overline{S}_j) / (\overline{S}_i\overline{S}_j)$$
$$\hat{\sigma}_{ii} = (\hat{\beta}_{iij} + \overline{S}_i^2 - \overline{S}_i) / \overline{S}_i^2$$
$$\hat{\varepsilon}_{ij} = \overline{S}_i\hat{\sigma}_{ij}$$
$$\hat{\varepsilon}_{ii} = \overline{S}_i\hat{\sigma}_{ii}$$

حيث $\hat{\sigma}_{..}$ هي مرونات ألن الجزئية المقدرة، $\hat{\varepsilon}_{..}$ هي مرونات الطلب لدوال الأنصبة اللوغاريثمية المقدرة و $\overline{S}_{.}$ هي المتوسط الحسابي للأنصبة المعنية. ونورد النتائج الخاصة بهذين النوعين من المرونات في الجدولين رقمي (٥) و(٦).

جدول رقم (٥). مرونات إحلال ألن الجزئية.

المرونة	المقدرة	المرونة	المقدرة
σ_{KK}	-1.034	σ_{KE}	1.779
σ_{LL}	1.791	σ_{KM}	1.007
σ_{EE}	4.658	σ_{LE}	-2.455
σ_{MM}	-0.663	σ_{LM}	-0.005
σ_{KL}	-0.113	σ_{EM}	-2.654

[١٠] انظر Berndt [٣، ص ٤٧٥] مثلاً.

جدول رقم (٦). مرونات الطلب السعرية والتقاطعية لدوال الأنصبة.

المرونة	المقدرة	المرونة	المقدرة
ε_{KK}	-0.459	ε_{EK}	0.159
ε_{KL}	-0.050	ε_{EL}	-0.220
ε_{KE}	0.789	ε_{EE}	0.417
ε_{KM}	0.447	ε_{EM}	-0.238
ε_{LK}	-0.017	ε_{MK}	0.317
ε_{LL}	0.272	ε_{ML}	-0.002
ε_{LE}	-0.373	ε_{ME}	-0.835
ε_{LM}	-0.001	ε_{MM}	-0.209

وبالنظر إلى الجدول رقم (٥) نلاحظ أن مرونات ألن الجزئية ومرونات الطلب السعرية لعنصري رأس المال والمواد الخام قد اتخذت الإشارات المتوقعة منها. أما المرونات الخاصة بعنصري رأس المال والطاقة فقد اتخذت إشارات منافية لما هو متوقع منها. غير أن هذه النتيجة مشابهة لما حصل عليه باحثون آخرون. فعلى سبيل المثال توصل Harris *et. al.*[١٠] لنتائج مشابهة عن بعض الصناعات والقطاعات الاقتصادية في المملكة المتحدة. وتتناقض النتيجة المتوصل إليها عن مرونات الطلب السعرية الموجبة، تتناقض مع قانون الطلب المعروف. فالمرونة الموجبة للعمل والطاقة تفيد بعدم سريان قانون الطلب عليهما. وقد يكون ذلك بسبب أن المصفاة منشأة مكثفة لرأس المال. لذلك فإن عنصري العمل والطاقة يعتبران أقل أهمية من رأس المال. وبالنسبة للعمالة، وبحكم أن المصفاة هي منشأة حكومية في واقع الأمر، فإن عملية التوظيف قد تخضع لاعتبارات غير اقتصادية مما يؤدي إلى تشويه العلاقة العكسية التي يصفها قانون الطلب بين سعر العمل (الأجور) والقوى العاملة. أما بالنسبة للطاقة فكما سبقت الإشارة إليه فإن المصفاة تستخدم العديد من

مكونات الطاقة لأغراض عديدة. وبعض هذه المكونات يتم إنتاجها داخل المصفاة نفسها وبكلفة تقل عن كلفة شرائها. وتشمل هذه المكونات زيت الوقود، الغاز السائل، النافثا الخفيفة LSR، الديزل وغاز الوقود. ولا تتوافر إحصائيات مفصلة عن هذه المكونات الوسيطة التي يعاد استخدامها في المصفاة كمصدر للطاقة. لذلك تعذر عزل أثرها ومن ثم رؤية تأثيرها على طبيعة العلاقة التي تجمع بين سعر الطاقة والكمية المستخدمة منها. كذلك فإن سعر الكهرباء كان ثابتا طيلة فترة البحث عند المستوى الحكومي المدعوم والمحدد بـ ٥ هللات للكيلواط، كما أن المصفاة كانت تحصل على المياه من مياه الصرف الصحي المعالجة. وتقل كلفة هذه المياه كثيرا عن تلك التي توفرها مصلحة المياه. وقد نجم عن الانخفاض النسبي لتكلفة الطاقة، انخفاض المتوسط الحسابي لنصيب الطاقة من إجمالي التكلفة. وأثر ذلك بدوره على حساب المرونات اللاحقة بعنصر الطاقة حيث حصلنا على قيم منخفضة لها كما هو مشاهد في الجدولين أعلاه.

كذلك يلاحظ من الجدول رقم (٦) أن مرونات الطلب السعرية لجميع عناصر الإنتاج الأربعة KLEM كانت منخفضة، أي غير مرنة. ويتفق هذا مع نتائج Ayoub[١١] ومعظم نتائج Harris *et. al.*[١٠]. كما يتفق مع نتائج Berndt and Wood [١٢]، وذلك على سبيل المثال لا الحصر.

وتشير مرونات إحلال ألن الجزئية ومرونات الطلب التقاطعية إلى وجود علاقات تكاملية بين العمل ورأس المال، العمل والطاقة، العمل والمواد الخام والطاقة والمواد الخام على التوالي في المصفاة. غير أن العلاقة التي تجمع بين العمل والمواد الخام تتسم بضعفها وربما تقرب من الاستقلال بين العنصرين. ومرة أخرى يتفق هذا مع نتائج Ayoub[١١] في معرض العلاقة بين العمل ورأس المال وبين الطاقة والمواد الخام، كما يتفق مع معظم نتائج دراسة Harris *et. al.*[١٠]، Berndt and Khaled[١٣] حول العلاقة التكاملية بين العمل والطاقة.

وأشارت بقية المرونات إلى علاقات تبادلية بين الطاقة ورأس المال من ناحية وبين رأس المال والمواد الخام من ناحية أخرى في المصفاة. وتشابه هذه النتائج تلك التي توصل لها Harris *et. al.*[١٠] و Griffin and Gregory[١٤] على سبيل المثال في معرض الحديث عن العلاقة بين الطاقة ورأس المال. كما توصل Berndt and Khaled[١٣] و Berndt and Wood[١٤] إلى علاقة تبادلية مشابهة تجمع بين المواد الخام ورأس المال.

وبالنظر إلى الجدول رقم (٦) نلاحظ أن المرونات التقاطعية تنحو نحو الانخفاض بما يشير إلى عدم قوة علاقات التبادل والتكامل رغم وجودها. وعلى سبيل المثال فحيث إن مرونة التقاطع بين الطاقة والمواد الخام قد أشارت إلى وجود علاقة تكاملية بين العنصرين، فإنه عندما يرتفع سعر الطاقة فإن الطلب المشتق على الطاقة والمواد الخام سينحو نحو الانخفاض. ويمكن الحصول على نفس النتيجة بالنسبة لعناصر الإنتاج الأخرى التي تجمع بينها العلاقات التكاملية. أما مرونات الطلب التي تشير إلى وجود علاقات تبادلية بين العناصر - على سبيل المثال بين رأس المال والمواد الخام - فإنها توضح أنه حينما يرتفع رأس المال، مثلا، فإن الطلب على المواد الخام في المصفاة سيرتفع. وقد توصل ديابى وأبوزيد[١٥] إلى نتيجة مشابهة عن علاقة تبادلية بين رأس المال والوقود - أي الطاقة - في قطاع الكهرباء بالمملكة العربية السعودية. وتتحقق نتائج مشابهة بالنسبة للعناصر الأخرى التي تحكمها علاقات تبادلية.

الخاتمـــــة

تم لنا من خلال نتائج التقدير ملاحظة الدور الذي لعبه التطور التقني والمعرفي في رفع كفاية الإنتاج ومن ثم تخفيض التكاليف - ربما عبر آليات التعلم من الخطأ. وقد أظهرت دوال أنصبة العناصر ذلك الأمر بصورة جلية خاصة فيما يتصل بعنصر رأس المال. كذلك فإن الانتقال في ملكية المصفاة من بترومين إلى سمارك قد أثمر تخفيضا في حجم التكاليف التي تتحملها المصفاة.

وتوضح النتائج هيمنة عنصر رأس المال على العملية الإنتاجية الخاصة بالتكرير، وقد تلاه من ناحية الأهمية النسبية عنصر المواد الخام. وقد حظيت مساهمة عنصري رأس المال والمواد الخام بالنسبة العظمى من التكاليف الكلية لمنتجات المصفاة البيضاء. ومن خلال حساب مرونات إحلال ألن الجزئية ومرونات الطلب السعرية والتقاطعية، تبين لنا وجود علاقات تكاملية بين عنصر العمل وكل من رأس المال، الطاقة والمواد الخام على الرغم من الضعف النسبي للعلاقة الأخيرة. كما جمعت علاقة تكاملية أخرى بين عنصري الطاقة والمواد الخام. أما فيما يتعلق بطبيعة العلاقه بين عناصر الطاقة ورأس المال ورأس المال والمواد الخام فقد أشارت النتائج إلى وجود علاقات تبادلية بينها. ولوحظ انخفاض مرونات الطلب التقاطعية للعناصر KLEM بما يشير إلى ضعف العلاقات التبادلية بين مجمل العناصر.

ويمكن أن يخلص البحث للتوصية بالاستمرار في استقطاب التطور التقني بحكم تأثيره المخفض على التكاليف، كما يمكن تكثيف التوجه نحو التصدير وزيادة الإنتاج لأن ذلك سيؤدى إلى استخدام أمثل لرأس المال ـ العنصر المهيمن في عمل المصفاة ـ وإلى استنزاف اقتصاديات الحجم الموجبة الكامنة في هيكل إنتاج المصفاة والتي ثبت وجودها من الدراسة التطبيقية. ويتيح ذلك الأمر المزيد من تخفيض التكلفة المتوسطة للإنتاج. كذلك فإن هنالك مجالا واسعا متاحا للإحلال بين بعض عناصر الإنتاج المستخدمة حيث تمكن الإشارة إلى قابلية الإحلال المحدود بين بعض العناصر ـ على سبيل المثال بين رأس المال والمواد الخام ـ غير أن هذا الأمر يبقى في النهاية خاضعا للاعتبارات الفنية التي تتحكم في العملية الإنتاجية. كما يمكن الإحلال داخل كل مجموعة من العناصر لاسيما عنصر المواد الخام بعناصره المتعددة والمختلفة.

ويتوقع أن تنطبق هذه النتائج على بقية المصافي التي تشكل قطاع التكرير في المملكة العربية السعودية، وذلك بحكم التشابه في الهياكل الفنية الخاصة بهذه المصافي.

المراجـــــع

[١] الحـارثي، مطلـق مشعـل. "دوال التكـاليف لمصفـاة الريـاض: دراسـة تطبيقيـة"، *رسـالة ماجستير*، قسم الاقتصاد، كلية العلوم الإدارية، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٩٥م.

[٢] الحارثي، مطلق مشعل وعبدالرحمن، عبدالمحمود محمد. "هياكل التكاليف التقليدية في صناعة التكرير بالمملكة العربية السعودية: مصفاة الرياض" *مجلة جامعة الملك سعود، العلوم الإدارية* م٩، ع٢ (١٩٩٦م) ٢١١ - ٢٣٠.

[٣] Berndt, E. R. *"The Practice of Econometrics, Classic and Contemporary"*. Addison-Wesley, USA, 1991.

[٤] Fuss, M. A. And McFadden, D. *"Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications"*. Amsterdam: North Holland Publishing Co., 1978.

[٥] Christensen, L. R., Jorgenson, D. W. and Lau, L. J. "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *Review of Economics and Statistics*, 55(1973),28-45.

[٦] Cowing, T. G. and Holtman, A. G. "Multiproduct Short-run Hospital Cost Functions: Empirical Evidence and Policy Implications from Cross-section Data," *Southern Economic Journal*, 49 (1983), 637-53.

[٧] Goldberg, G. L.; Hanweck, G. A.; Keenan, M. and Young, A. "Economies of Scale and Scope in the Securities Industry", *Journal of Banking and Finance*, 15 (1991), 91- 107.

[٨] Jha, R.; Murty, M. N.; Paul, S. and Sahni, B. S. "Cost Structure of the Indian Cement Industry," *Journal of Economic Studies*, 18,4(1991),59-67.

[٩] Zellner, A. "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Tests for Aggregation Bias," *Journal of American Statistical Association*, 57(1962),348-68.

[١٠] Harris, A.; MacVinchey, I. D. and Yannopoulos, A. "The Demand for Labor, Capital, Fuels and Electricity: A Sectoral Model of the United Kingdom Economy," *Journal of Economic Studies* (1993),29-35.

[١١] Ayoub, M. E. Y. "The Economics of Saudi Cement Industry" , *Ph. D. Thesis*, Renselaer Polytechnic Institute, New York (1987).

[١٢] Berndt, E. R. and. Wood, D. "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy," *Review of Economics and Statistics* 57,3(1975), 264-65.

[١٣] Berndt, E. R. and Khaled, M. S. "Parametric Production Forms and Choice Among Functional Form, *Journal of Political Economy*, 87,6 (1979), 1220-45.

[١٤] Griffin, J. M. and Gregory, P. R. "An Intercountry Translog Model of Energy," Substitution Responses," *The American Economic Review*, 66(1976), 845-57..

[١٥] ديابي، علي وأبو زيد، محمد. *فحص كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية: دراسة تطبيقية على المملكة العربية السعودية*. القصيم: جامعة الملك سعود، فرع القصيم، كلية الاقتصاد والإدارة، ١٩٩٢.

The Transcende Ntal Logarithmic Cost Function in the Refining Industry of the Kingdom of Saudi Arabia: A Case Study of the Riyadh Refinery

M. M. El-Harithy and A- M. M. Abdel - Rahman
Department of Demand Forecasting, Saudi ARAMCO, Dhahran;
Associate Professor, Department of Economics, College of Administrative Sciences,
King Saud University, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia.

Abstract. In this paper we study the cost structure in the refining industry of the Kingdom of Saudi Arabia using the Riyadh refinery as a special case. The paper utilizes the transcendental logarithmic cost function with its different variants as the appropriate model to base conclusions upon since it leads to a variety of results as regards the types of economies of scale governing the operations of the Refinery and as regards the different obtainable elasticities which could be used to establish the type of relationships holding between the different factors used in the production process.

Results obtained generally point to the dominance of capital in the production and cost structures of the Refinery. The estimated own, cross and Allen partial elasticities indicate strong complementarities holding between labor on one side and each of capital and energy on the other. There were also some substitutabilities between capital on the one hand and each of energy and raw materials on the other. These results may indicate the scope of substitutions between the different factors of production in the operations of the Refinery.