مجلة جامعة الملك سعود، م ٦، العلوم الإدارية (٢)، ص ص ٣٦٩ - ٣٩٩ (١٤١٤هـ / ١٩٩٤م).

دالة الإنتاج الصناعي في المملكة العربية السعودية

ممدوح الخطيب الكسواني

أستاذ مشارك، قسم الاقتصاد، كلية العلوم الإدارية، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٩/ ٨/ ١٤١٣هـ؛ وقبل للنشر في ١/ ١/ ١٤١٤هـ)

ملخص البحث. يهدف هذا البحث إلى توفيق دالة الإنتاج الصناعي في المملكة العربية السعودية. وقد تم الاعتماد على بيانات مقطعية مستقاة من المسح الصناعي الذي أجرته وزارة الصناعة والكهرباء ونشر عام ١٩٩١ وشمل ١٦١٧ مصنعا موزعا على الصناعات والمناطق المختلفة في المملكة. استخدم المنهج القياسي في البحث، حيث اختبرت دوال إنتاجية متعددة: كوب دوغلاس بأشكالها المختلفة (بمتغيرين تفسيريين العمل ورأس المال، المختصرة، العامة أو المتسامية، بثلاثة متغيرات تفسيرية: العمل ورأس المال والمواد الأولية)، دالة الإنتاج ذات مرونة الإحلال الثابتة، الدالة اللوغاريتمية المحولة.

بين التحليل القياسي المعتمد على تطبيق طريقة المربعات الصغرى العادية والمرجحة، بعد إجراء التصحيحات الملائمة لمشكلتي اختلاف التباين والارتباط الخطي المتعدد، إن دالة الإنتاج كوب دوغلاس بعنصرين إنتاجيين تتلاءم مع واقع القطاع الصناعي السعودي، حيث قدرت مرونة الناتج بالنسبة للعمل بـ ٠,٤٤ ومرونة الناتج بالنسبة لرأس المال بـ ٠,٦٣. وتبين بالاختبار الإحصائي أن مجموع هاتين المرونتين لا يختلف بصورة جوهرية عن الواحد الصحيح، مما يعني أن دالة الإنتاج الصناعي في المملكة متجانسة من الدرجة الأولى، وأن عوائد عوامل الإنتاج ثابتة، وأن مرونة الإحلال تساوي الواحد الصحيح. كما وفقت دالة كوب دوغلاس بإضافة المواد الأولية إلى العمل ورأس المال كمتغيرات تفسيرية، وباستبدال إجمالي الإنتاج الصناعي بصافي القيمة المضافة، قدرت مرونة الإنتاج بالنسبة للعمل ورأس المال والمواد الأولية على التوالي بـ ٠,٢٣، ٠,٣١، ٠,٥١. كما تبين أن مجموع هذه المرونات لا يختلف بصورة جوهرية عن الواحد الصحيح، مما يؤكد ثبات عوائد عناصر الإنتاج الصناعي في المملكة. إضافة إلى ذلك، فقد قدرت من واقع دوال الإنتاج، التي اجتازت اختبارات المعنوية الإحصائية، النواتج الحدية

والمعدلات الحدية للإحلال التقني للعمل ورأس المال والمواد الأولية، ومؤشر كفاية الأداء في الصناعات السعودية المختلفة.

مقدمـــة

تعد دالة الإنتاج من أهم العلاقات التقنية التي تربط الإنتاج بعناصره، أو مخرجات الإنتاج بمدخلاته. وتستخدم هذه الدالة في التحليل الاقتصادي الجزئي لتحليل علاقات الإنتاج على مستوى المنشأة، وفي التحليل الاقتصادي الكلي لتحليل علاقات الإنتاج على مستوى الاقتصـاد الوطني. وإضافة إلى الأهمية النظرية لهذه الدالة، فإن تطبيقاتها القياسية ذات فائدة بالغة الأهمية، حيث تمكن من توضيح العلاقة الفعلية بين الإنتاج وعناصر الإنتاج، وتسمح بتوضيح أهمية كل عنصر من العناصر في العملية الإنتاجية، الأمر الذي يمكن من تقدير مؤشرات عددية غايتها المساعدة في اتخاذ قرارات الاستخدام الأمثل للموارد، على مستـوى المنشـأة والصناعة والاقتصاد، حسب عوائد عناصر الإنتاج وندرتها النسبية، بما يتناسب مع المرحلة التقنية والتنموية التي يمر بها الاقتصاد.

ولئن كان التحليل النـظري لدالـة الإنتـاج متـاحـا لعـدم اعتـماده على البيانـات الإحصـائية، فإن التحليل القياسي شائـع في الـدول المتقـدمـة، حيث تتـوافر البيانات الإحصـائية على مستوى المنشأة والصناعة والاقتصاد. أما في الدول النامية، حيث تندر البيانات الكمية، فلا يكون أمام المخطط الاقتصادي سوى إسقاط نتائج التقديرات المتاحة في الدول الصناعية المتقدمة، دون معرفة حقيقة العلاقة التقنية الإنتاجية وخصوصياتها في إطار الاقتصاد الذي يرصده ويخططه ويحاول فهم آلياته.

أما في المملكة العربية السعودية، فتكتسب دراسة دالة الإنتاج أهمية خاصة، حيث دخلت هذه الـدولة النفطية مرحلة إنتاجية صناعية متميزة، صفاتها الاستخدام الكثيف لرأس المال، مقرونا على مستوى المنشأة بتكلفة منخفضة ناتجة من وفرة الموارد المالية المحلية المتشكلة من عوائد النفط وتصديره، ومن تشجيع الدولة للمنشآت الصناعية، بإقراضها بدون فائدة، نسبة تصل إلى ٥٠٪ من رأسمالها. أما العمالة المستخدمة فهي عمالة رخيصة ومستوردة وذات عرض تام المرونة، حيث تتهافت العمالة من مناطق عديدة (شرق آسيا، وأفريقيا والدول العربية) للعمل بأجور نسبية رخيصة، مما يؤدي إلى ظروف فريدة لتضافر

عنـاصر إنتاجية رخيصة التكاليف بالنسبة للمستثمر، وذات عرض مرتفع المرونة بالنسبة للاقتصاد الوطني.

ويهدف هذا البحث إلى تقدير دالة الإنتاج الصناعي في المملكة العربية السعودية، وذلك بالبحث عن دالة الإنتاج المناسبة التي تميز طبيعة العلاقة التقنية بين عناصر الإنتاج في هذه الدولة، وفق معطيات اقتصادها المتميزة وسياستها التصنيعية. سيتم اختيار دالة الإنتاج الملائمة للقطاع الصناعي السعودي بين دوال الإنتاج المعروفة (كوب دوغلاس، مرونة الإنتاج الثابتة، الدالة المتسامية، الدالة اللوغاريثمية المحولة) وذلك من خلال تطبيق طرق التقدير القياسي (طريقة المربعات الصغرى العادية OLS ، طريقة المربعات الصغرى المرجحة WLS). وللوصول إلى نماذج قياسية جيدة، سيتم الكشف عن المشاكل القياسية باستخـدام مجمـوعة من الاختبارات الإحصائية المفيدة (اختبار بارك، اختبار جولد فيلد وكـوانت، اختبـار وايت. . .). وبـالاعتماد على دوال الإنتاج المختارة، ستقدر المرونات الإنتاجية للعمل ورأس المال، والنواتج الحدية لعناصر الإنتاج، والمعدلات الحدية للإحلال التقني، ومرونات الإحلال بين العمل ورأس المال، ومؤشر كفاية أداء الصناعات المختلفة، كما سنتحقق من فرضية ثبات أو تغير عوائد عناصر الإنتاج وأثرها على مرونة الإحلال.

أولا: شمول الدراسة ومصدر البيانات

يعتمد هذا البحث في بياناته على نتائج المسح الصناعي الذي أجرته وزارة الصناعة والكهرباء في المملكة العربية السعودية بين شوال ١٤١٠هـ وجمادى الآخرة ١٤١١هـ (مايو ١٩٨٩ ويناير ١٩٩٠م)، والمنشور في مدينة الرياض بشهر نوفمبر ١٩٩١م [١].

وقد تمت دراسة ٢١٦٥ مصنعا في جميع أنحاء المملكة، هي المصانع المنتجة حتى نهاية عام ١٤٠٩هـ، والمرخصة بموجب نظامي حماية وتشجيع الصناعات الوطنية واستثمار رأس المال الأجنبي. واستبعد من المسح ٥٤٨ مصنعا لأسباب متعددة(١). وبالتالي فقد غطى المسـح الصناعي ١٦١٧ مصنعا تم تحديد مواقعها، في حين تم تسلم بيانات عن ١٥٩٣ مصنعـا بنسبة استجابة معدلها ٩٨,٥٪(٢). وقد صنفت المصانع حسب النشاط

(١) المصانع غير المغطاة بالمسح هي: ١١٦ مصنعا ألغيت تراخيصها، ٦٢ مصنعا تحت التأسيس، ٣٣ مصنعا حديثا، ٢١٤ مصنعا مغلقا، ٨٥ مصنعا لم تحدد أماكنها. (المسح جدول ١ ـ ٣).

(٢) تتوزع المصانع المجيبة حسب المناطق كالتالي: ٥٨٥ المنطقة الوسطى، ٤٨٩ المنطقة الغربية، ٤١٧ المنطقة الشرقية، ٦٦ المنطقة الجنوبية، ٣٦ المنطقة الشمالية، (المسح الصناعي جدول ١ ـ ٨).

(مجموعات التصنيف الصناعي القياسي العالمي). وتعمل نصف المصانع المشمولة في التحليل في ثلاثة مجالات هي: صناعة مواد البناء بواقع ٢٩٧ مصنعا، والمعادن الإنشائية بواقع ٢٩٣ مصنعا، وصناعة الأغذية بواقع ١٤١ مصنعا [١؛ جدول ١ ـ ١٠]. وبالتالي تتصف بيانات هذه الدراسة بالشمول الجغرافي لتوزعها على مناطق المملكة المختلفة، وبالشمول النوعي لشمولها للصناعات الرئيسة جميعا في القطاع الصناعي في المملكة. وهكذا تقدم البيانات المقطعية لهذا المسح مادة أولية في غاية الأهمية ليس فقط لتميزها بالشمول الجغرافي والنشاطي للقطاع الصناعي بالسعودية، وإنما لتضمنها بيانات تفصيلية ووافية عن نشاط المنشآت الصناعية، مما يكسب هذا البحث فائدة وأهمية متميزة [٢].

ثانيا: المتغيرات المنتقاة لتقدير دالة الإنتاج

تعبر دالة الإنتاج عن العلاقة التقنية بين الكمية المستخدمة من عناصر الإنتاج (المدخلات) وكمية الإنتاج (المخرجات). وعناصر الإنتاج هي العمل ورأس المال والأرض. ويكتفي الاقتصاديون عادة بإدخال العمل ورأس المال في العلا قة حيث تهمل قيمة الأرض أو تدمج في رأس المال. ويمكن قبول هذا التبسيط أساسا في القطاع الصناعي، ولكنه عرضة للانتقاد في الإنتاج الزراعي أو بشمول القطاعات الاقتصادية الإنتاجية جميعا على مستوى الاقتصاد الوطني [٣؛ ص ص ٢٦٢ ـ ٢٨٠].

تأخذ دالة الإنتاج الشكل العام $Q=f(K,L)$، حيث يمثل Q الإنتاج الكلي، L كمية العمل المستخدمة، K مخزون رأس المال. كما يمكن إدخال عناصر إنتاجية أخرى في هذه الدالة كالمواد الأولية واستهلاك الطاقة مثلا.

تتيح بيانات المسح الصناعي بالمملكة عدة بدائل لاختيار المتغير Q، فهناك الإنتاج الصناعي الكلي، وهناك القيمة المضافة الإجمالية أو الصافية. وقد تم اختيار القيمة المضافة الصافية كأفضل تقدير لقيمة الناتج، حيث يستبعد من الإنتاج الصناعي مستلزمات الإنتاج، ومن القيمة المضافة الإجمالية اهتلاك رأس المال، كما اعتمدنا كذلك على إجمالي الإنتاج الصناعي عند التوسع في عدد العناصر الإنتاجية، وإدخال المواد الأولية كمتغير في دالة الإنتاج (جدول رقم ١).

أما بالنسبة للمدخلات (العمل ورأس المال)، فيجب إدخالها في دالة الإنتاج كخدمات المدخلات، وفي حال عدم توافر البيانات الإحصائية، يستعاض عنها بقيمة

جدول رقم ١ . صافي القيمة المضافة، وإجمالي الإنتاج، وعدد العمال، وصافي رأس المال الثابت المصحح، والمواد الأولية .

OBS	Y	Q	L	K	M	مجموعة تصنيف قياسي
1	40.89	306.5	742	134.83	32.24	١١١ الإنتاج الحيواني
2	632.56	4372.6	13209	1506.02	2624.13	٣١١ صناعة المواد الغذائية
3	74.85	926.5	2441	335.70	673.57	٣١٢ صناعات غذائية أخرى
4	168.39	1590.1	4760	463.74	1094.10	٣١٣ المشروبات الغازية
5	46.86	434.1	1428	164.36	315.53	٣٢١ صناعة النسيج
6	12.55	57.9	643	12.91	22.77	٣٢٢ الملابس الجاهزة
7	12.13	82.3	434	18.48	63.50	٣٢٣ الصناعات الجلدية
8	2.91	9.2	119	9.06	4.62	٣٢٤ صناعة الأحذية
9	27.17	102.4	899	24.59	51.62	٣٣١ الصناعات الخشبية
10	94.97	485.5	3500	128.01	249.26	٣٣٢ صناعة الأثاث
11	292.75	1331.4	3824	428.84	918.37	٣٤١ صناعة منتجات الورق
12	151.90	488.4	3073	233.41	194.04	٣٤٢ الطباعة والنشر
13	5257.36	11226.2	7902	20699.79	1849.60	٣٥١ الصناعات الكيماوية الأساسية
14	482.77	1742.7	4191	414.98	1119.91	٣٥٢ صناعات كيماوية أخرى
15	1516.16	18406.3	5936	12882.23	14771.21	٣٥٣ منتجات تكرير البترول
16	342.30	814.5	988	438.05	555.67	٣٥٤ البترول والفحم
17	19.70	104.8	511	29.39	69.38	٣٥٥ الكاوتشوك والإطارات
18	368.70	1631.4	7614	536.50	1054.27	٣٥٦ منتجات البلاستيك
19	61.95	149.6	898	191.21	34.73	٣٦١ صناعات الخزف
20	56.76	231.0	1547	126.26	126.72	٣٦٢ منتجات الزجاج
21	1397.74	4146.9	23428	4547.53	1103.23	٣٦٩ مواد بناء أخرى
22	984.54	2275.1	2480	3411.05	789.24	٣٧١ صناعة الحديد والصلب
23	41.51	331.8	731	180.64	1150.11	٣٧٢ صناعات المعادن غير الحديدية
24	765.47	4451.8	16117	1100.86	2845.51	٣٨١ صناعات المعادن الإنشائية
25	171.59	1217.2	4562	207.74	982.90	٣٨٢ صناعة الماكينات
26	287.70	2050.9	4855	413.60	1542.00	٣٨٣ معدات كهربائية
27	82.53	566.6	2205	182.61	452.52	٣٨٤ معدات نقـــل
28	7.27	37.5	176	14.91	30.84	٣٨٥ معدات مهنية وعلمية
29	102.96	1683.0	2173	98.60	1523.80	٣٩٠ صناعات أخرى
30	15.06	744.6	1923	288.49	670.74	٧١٩ تخـــزيـــن

Y = صافي القيمة المضافة الصناعية (مليون ريال) .
L = عدد العمال (عامل) .
M = المواد الأولية المحلية والمستوردة (مليون ريال) .
O = إجمالي الإنتاج الصناعي (مليون ريال) .
K = رأس المال الثابت المصحح (مليون ريال) .

المصدر: وزارة الصناعة والكهرباء، المسح الصناعي لعام ١٤١٠هـ، *التقرير الختامي* [١].

المدخل المستخدم في عملية الإنتاج. وبصورة عملية، نستطيع أخذ خدمات مدخل العمل إما مقاسة بشكل عيني (عدد العمال) أو بشكل نقدي (أجور العمال). وربما يكون من الأفضل أخذ الأجور النقدية للعمال لأن عدد العمال لا يعكس تجانس العمالة المستخدمة، بينما تعكس الأجور النقدية اختلاف نوعية العمال وتدريبهم ومهاراتهم معبرا عنها باختلاف أجورهم. أما من الناحية العملية، فمن الشائع إدخال عدد العمال أو عدد ساعات العمل، حيث تقاس خدمات العمل بوحدات عينية يفترض تجانسها، وليس بوحدات نقدية. وقد فضلنا الاعتماد على عدد العمال كمتغير كمي يعبر عن خدمات عنصر العمل، ليس فقط لأن استخدامه أكثر شيوعا في تقدير دوال الإنتاج، وإنما أيضا لأنه يخفف من مشكلة الارتباط الخطي المتعدد عند تقدير معلمات الدوال بتطبيق طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS).

أما فيما يتعلق برأس المال، فيتألف هذا العنصر الإنتاجي من تجميع لمكونات مختلفة (آلات، تجهيزات، أرض، رأس مال عامل، مخزون.. الخ). وقد تم اعتماد رأس المال الثابت الصافي، أي بعد استبعاد اهتلاك رأس المال. وبالطبع، فإن قيمة الأرض لا تلعب دورا مهما في رأس مال كثير من المصانع في المملكة، لأن الدولة تقدم الأرض في المناطق الصناعية بإيجار رمزي.

ويميل بعض الاقتصاديين، تماشيا مع مبدأ إدخال خدمات رأس المال في العملية الإنتاجية، لاستخدام اهتلاك رأس المال بدلا من مخزون رأس المال، في حال عدم توافر إحصائيات دقيقة عن مخزون رأس المال، ولكن تقديرات اهتلاك رأس المال غير واقعية في أغلب الأحيان، لقيام المصانع باختيار معدلات الاهتلاك التي تتفق مع سياسات المنشأة بدفع الضرائب أو بتوزيع الأرباح أو بتكوين احتياطيات سريعة لاستبدال رأس المال الإنتاجي، وهذا كله يبعد أرقام الاهتلاك عن الواقعية. كما ينصح البعض في اعتماد بعض المؤشرات المرتبطة بمدى استخدام الطاقة الإنتاجية في المصنع كنفقات الوقود والطاقة، كمؤشر يعكس مدى استعمال الطاقة الإنتاجية في المنشأة، ولكن لم يستخدم ذلك المؤشر في هذه الدراسة لأن المملكة تشجيعا منها للإنتاج الصناعي، تقدم الطاقة والكهرباء بأسعار رمزية للمنشآت الصناعية، مما ينتج عنه إهدار في استهلاك الطاقة والوقود والكهرباء، وابتعاد عن التكلفة الاقتصادية الحقيقية، وبالتالي فإن تكاليف الطاقة والوقود لا تعكس

بصدق مدى وكثافة استخدام رأس المال في العملية الإنتاجية. لذلك، ورغم توافر البيانات الإحصائية عن نفقات الوقود والكهرباء في المسح الصناعي، فقد فضلنا اختيار صافي رأس المال الثابت، ومن ثم تصحيح أرقام صافي رأس المال الثابت، وذلك بترجيحها بمعامل استخدام الطاقة الإنتاجية كما قدرت في المسح الصناعي، مما يعطي مقياسا دقيقا لرأس المال الثابت الصافي المستخدم في كل صناعة مصححا بنسبة استخدام الطاقة الإنتاجية فيها. ويعتبر هذا المقياس أفضل ما يمكن الحصول عليه لقياس مساهمة عنصر رأس المال في العملية الإنتاجية الصناعية.

وبالتوسع بإدراج متغيرات إضافية في دالة الإنتاج، فقد أدخلت المواد الأولية المستخدمة كمدخلات في العملية الإنتاجية. ذلك لأن العملية الإنتاجية في القطاع الصناعي لا تتم فقط بالاعتماد على العمل ورأس المال، وإنما تحتاج أيضا إلى مواد أولية. وقد استخدمنا متغير المواد الأولية المحلية والمستوردة، حيث وردت تقديرات لهذه المواد الأولية في المسح الصناعي.

ثالثا: توفيق دالة الإنتاج الصناعي للمملكة العربية السعودية

يطرح اختيار الشكل الرياضي لدالة الإنتاج مشكلات مهمة، فعلى ضوء ذلك الاختيار الأولى تتعين إلى حد كبير نتائج التقدير وخصائص العلاقات بين الإنتاج وعناصره. فمثلا عند اختيار دالة الإنتاج الخطية: $Q=a_0+a_1L+a_2K$ فإن (a_1) تمثل الناتج الحدي للعمل MP_L و (a_2) الناتج الحدي لرأس المال MP_K. وفي اختيار الشكل الخطي لهذه الدالة افتراض ضمني بثبات النواتج الحدية لكل من العمل ورأس المال بسبب انعدام تفاضلهما. كما تتصف هذه الدالة بإمكانية الحصول على إنتاج بدون عمل و/أو رأس مال، وتتميز أيضا بعدم تجانسها لوجود القاطع (a_0). أما إذا استبعد القاطع، فتصبح دالة الإنتاج متجانسة من الدرجة الأولى، مما يعني أن تغير كل من عنصري الإنتاج K و L بمقدار معين λ يؤدي إلى تغير الإنتاج Q بالمقدار نفسه. وبذلك فإن اختيار الدالة الخطية كإطار قياسي لتقدير العلاقة الإنتاجية بين الإنتاج وعناصره، يقيد منذ البداية بقيود واضحة، بغض النظر عن معنوية تقديرات معاملات الانحدار (a_i) وبصورة مستقلة أيضا عن مشكلات القياس المختلفة (الارتباط الخطي المتعدد بين المتغيرات التفسيرية، والارتباط الذاتي، واختلاف التباين).

وبالطبع ما ينطبق على الدالة الخطية من وجود لافتراضات ضمنية ينطبق على غيرها من أشكال الدوال الناتجة [٤ ؛ ص ص ١٧٨ ـ ١٨٩].

تبين التطبيقات التي أجريت على متغيرات الجدول رقم ١ أن معاملات الانحدار في الدوال الخطية والتربيعية والجذرية غير معنوية، الأمر الذي يحمل على استبعاد هذه الدوال من إطار المناقشة والتحليل. ويبدو أن تطبيق دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية قد أدى إلى نتائج جيدة. لذلك سوف تناقش نتائج تقدير هذه الدالة، ومؤشرات وخصائص القطاع الصناعي في المملكة على ضوء تلك النتائج.

١ ـ دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية

تأخذ دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية الشكل التالي:

$$Q=AL^{\alpha}K^{\beta} \qquad (١)$$

وبتحويلها إلى شكل لوغاريتمي، نحصل على الصيغة الخطية التالية:

$$\ln Q=\ln A+\alpha\ln L+\beta\ln K \qquad (٢)$$

وللانتقال إلى النموذج القياسي، ندخل المتغير العشوائي (U_i)، فيكون:

$$\ln Q_i=\ln A+\alpha\ln L_i+\beta\ln K_i+U_i \qquad (٣)$$

وبتقدير معاملات النموذج (٣)، باعتبار أن Q_i القيمة المضافة للصناعة (i) [٣]، و L_i عدد العمال، و K_i قيمة رأس المال الثابت، نحصل على التقديرات التالية[٤]:

$$\ln Q_i=-1.58207+0.22444\ln L_i+0.77656\ln K_i+U_i$$

$$(2.07)\qquad(1.36)\qquad(6.88) \qquad (٤)$$

$$\bar{R}^2=0.9002\qquad F=131.85$$

ويلاحظ أن مقدرات النموذج (٤) جوهرية بمستوى معنوية ٥٪ ما عدا عنصر العمل، الأمر الذي لا يمكن من الاعتماد على هذا النموذج في التحليل.

وبالنظر إلى اعتماد خدمات رأس المال الداخلة في عملية الإنتاج ليس فقط على قيمة صافي رأس المال الثابت، وإنما أيضا على مدى استخدامه ومساهمته في الإنتاج، فلا تكفي

---

(٣) تدل (i) على الفترة الزمنية في حال استخدام إحصاءات السلاسل الزمنية، أو على الصناعة في حال استعمال البيانات المقطعية، وسوف نغفل أحيانا كتابة هذا المؤشر تبسيطا في العرض.

(٤) تشير الأرقام الموضوعة بين قوسين إلى قيم (t) و $\bar{R}^2$ إلى معامل التحديد المتعدد المصحح.

معرفة قيمة الآلات والمعدات المشاركة في العملية الإنتاجية، وإنما من اللازم الأخذ بعين الاعتبار نسبة استغلال الطاقة الإنتاجية في هذه العملية. وقد رجحت قيمة رأس المال الثابت في كل صناعة بمعامل استغلال الطاقة الإنتاجية في هذه الصناعة، وأعيدت تقديرات معاملات دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية (العلاقة ٣)، فوصلنا إلى النتائج التالية:

$$\ln Q_i = -2.1152 + 0.44246 \ln L_i + 0.62611 \ln K_i + U_i \qquad (٥)$$
$$(2.85) \quad (3.11) \quad (6.67)$$
$$\bar{R}^2 = 0.8962 \qquad F = 126.23$$

وكما يتضح فإن مقدرات النموذج (٥) جميعا معنوية بمستوى دلالة ١٪، والنموذج جيد من النواحي القياسية كلها، حيث لا تعاني المقدرات من مشكلة اختلاف التباين (heteroscedasticity)، فقد اختبرت فرضية ثبات التباين بتطبيق طريقة Goldfield & Quandt [٥؛ ص ص ٢٠٠ ـ ٢١١]، وحذفت ٢٠٪ من المشاهدات وحصلنا على القيم التالية: $SSE_1 = 0.784157$ و $SSE_2 = 2.983606$ وبالتالي فإن: $F_c = 3.08$ وحيث إن عدد درجات الحرية يساوي (٩)، فإن قيمة F_α الجدولية تساوي ٣,١٨ بمستوى دلالة ٥٪. وبالنظر إلى أن F_c أقل من F_α بمستوى دلالة α% ، فإن مقدرات النموذج لا تعاني من مشكلة اختلاف التباين بمستوى الدلالة المحدد. كما تأكدنا من فرضية ثبات التباين بتطبيق اختبار وايت White Test [٥؛ ص ٢٩٥] حيث كانت قيمة ($n.R^2w = 3.747$) في حين تساوي قيمة كاي مربع الجدولية ٧,٨١٥ بمستوى دلالة ٥٪ وبثلاث درجات حرية[٥]. لذلك يمكن

(٥) يعاني هذاالنموذج من مشكلة الارتباط الخطي المتعدد بين المتغيرين التفسيريين ln L و ln K، وكمحاولة لحل هذه المشكلة، فقد قسمت متغيرات النموذج جميعا على المتغير ln L وحصلنا على التقدير التالي:

$$\left(\frac{\ln Q}{\ln L}\right) = 0.4655407 - 2.245084 \frac{1}{\ln L} + 0.6179461 \left(\frac{\ln K}{\ln L}\right)$$
$$(3.2649433) \quad (3.329129) \quad (6.266795)$$
$$\bar{R}^2 = 0.782122 \qquad F = 53.0511$$

نتيجة لهذا التصحيح، انخفض معامل ارتباط بيرسون بين المتغيرين التفسيريين من ٠,٨١ إلى ٠,٥٥، ولكن عملية التصحيح لم تؤثر كثيرا على المعاملات المقدرة، حيث كانت (α) قبل التصحيح ٠,٤٤٢٤٦ وبعده ٠,٤٦٥٥٤، أما (β) قبل التصحيح فكانت ٠,٦٢٦١١ وبعده ٠,٦١٧٩٤، وبالنتيجة كان المجموع ($\alpha+\beta$) قبل التصحيح ١,٠٦٨٥٧ وبعده ١,٠٨٣٤٨. ونظرا إلى تقارب هذه النتائج، فقد فضلنا الاعتماد على النموذج قبل تصحيحه لإمكانية استخدامه في إيجاد القيم المقدرة لمؤشرات دالة الإنتاج.

الاعتماد على مقدرات هذا النموذج لدراسة وتحليل علاقات الإنتاج في القطاع الصناعي بالمملكة، تقويم كفاية أداء القطاع الصناعي باعتبار عنصري الإنتاج رأس المال والعمل فقط، ثم بتقدير النواتج الحدية للعمل ورأس المال والمعدلات الحدية للإحلال التقني.

(ا) كفاية الأداء في الصناعات السعودية

يمكن الاستفادة من النموذج (٥) بمقارنة القيم الفعلية للناتج (Q) بالقيم المتوقعة ($\hat{Q}$) لقياس كفاية أداء الصناعات المختلفة في المملكة من حيث استخدامها لعنصري الإنتاج رأس المال الثابت والعمل.

يستند الأساس النظري لمؤشر كفاية الأداء على فكرة انتشار القيم الفعلية للمتغير التابع Y حول القيمة المتوقعة E(Y/X) وذلك مقابل قيمة محددة لـ X. فمقابل قيمة محددة لـ X تنتشر قيم Y الفعلية حول القيمة المتوقعة E(Y/X) بما يضمن تحقق فرضية ثبات التباين. وبتطبيق نتائج هذه الفرضية على أداء الصناعات المختلفة في القطاع الصناعي يكون أداء الصناعة ـ عند مستوى ثابت من المدخلات ـ أكثر كفاية، كلما كانت قيمة Q_i الفعلية أكبر من قيمة $\hat{Q}_i$ المتوقعة، أي إذا كان الباقي ε_i موجبا، وبالعكس يكون أداء الصناعة أقل كفاية كلما كانت قيمة Q_i الفعلية أقل من قيمة $\hat{Q}_i$ المتوقعة، أي إذا كان الباقي سالبا [٦؛ ص٢١٠]. وتقاس كفاية الأداء بنسبة الباقي إلى القيمة المتوقعة وضرب الناتج بالعدد مائة، أي:

$$\left(\frac{Q-\hat{Q}}{\hat{Q}} \times 100\right) \qquad (٦)$$

ونلاحظ من الجدول رقم ٢ أن هناك ١٣ صناعة ينطبق عليها معيار عدم الكفاية بينما يبلغ عدد الصناعات التي ينطبق عليها معيار الكفاية ١٧ صناعة. وتبدو صناعة البترول والفحم (مشاهدة ١٦) أفضل الصناعات أداء وكفاية، حيث بلغت فيها قيمة المقياس ١٨٩٪، وصناعة التخزين (مشاهدة ٣٠) أقل الصناعات أداء وكفاية، حيث تبلغ فيها قيمة المقياس - ٨٧٪.

(ب) تقدير النواتج والمعدلات الحدية للإحلال التقني

بالاعتماد على مقدرات دالة كوب دوغلاس (النموذج ٥)، يتبين أن مرونة الناتج

جـدول رقم ٢ . مؤشر كفاية أداء الصناعات السعودية باستخدام العمل ورأس المال .

OBs.	Q	$\hat{Q}$	$Q-\hat{Q}$	$\left(\frac{Q-\hat{Q}}{\hat{Q}}\right) \times 100$
1	40.89	48.41	-7.52	15.527
2	632.56	784.14	-151.58	19.331
3	74.85	145.14	-70.29	48.428
4	168.39	238.77	-70.38	29.475
5	46.86	73.21	-26.35	35.992
6	12.55	10.46	2.09	-20.021
7	12.13	11.00	1.13	-10.241
8	2.91	3.97	-1.06	26.715
9	27.17	18.16	9.01	-49.630
10	94.97	93.08	1.89	-2.027
11	292.75	206.36	86.39	-41.865
12	151.90	128.00	23.90	-18.674
13	5257.36	3223.01	2034.35	-63.119
14	482.77	210.52	272.25	-129.318
15	1516.16	2110.21	-594.05	28.151
16	342.30	114.90	227.40	-197.904
17	19.70	15.81	3.89	-24.580
18	368.70	322.01	46.69	-14.500
19	61.95	65.55	-3.60	5.491
20	56.76	64.30	-7.54	11.733
21	1397.74	2018.40	-620.66	30.750
22	984.54	624.14	360.40	-57.744
23	41.51	57.75	-16.24	28.126
24	765.47	703.75	61.72	-8.771
25	171.59	141.73	29.86	-21.071
26	287.70	224.21	63.49	-28.318
27	82.53	94.77	-12.24	12.919
28	7.27	6.45	0.82	-12.681
29	102.96	64.02	38.94	-60.837
30	15.06	118.78	-103.72	87.321

Q = صافي القيمة المضافة الصناعية (مليون ريال) .

$\hat{Q}$ = صافي القيمة المضافة الصناعية المتوقعة (مليون ريال) .

بالنسبة للعمل (α) تساوي ٠,٤٤٢٤٦ كما أن مرونة الناتج بالنسبة لرأس المال (β) تساوي ٠,٦٢٦١١. ويلاحظ أن مرونة الناتج بالنسبة لرأس المال تزيد بشكل ملحوظ عن مرونة الناتج بالنسبة للعمل. وتساوي النسبة بين المرونتين ١,٤٢ مما يعني أن القطاع الصناعي في المملكة ذو كثافة رأسمالية عالية. أما مجموع المرونتين ($\alpha+\beta$) فيساوي ١,٠٦٨٥٧ وباختبار هذا المجموع إحصائيا(٦)، نلاحظ أن تقديره لا يختلف جوهريا عن الواحد بمستوى معنوية يساوي ١٪ [٧؛ ص ص ـ ٣٤٢ ـ ٣٥١]. ويعني ذلك اقتصاديا، أن دالة الإنتاج الصناعي في المملكة العربية السعودية متجانسة خطيا (من الدرجة الأولى)، وأن عوائد عوامل الإنتاج فيها ثابتة وتساوي الواحد الصحيح، لأن ($\alpha+\beta=1$).

ولحساب بعض مؤشرات دالة الإنتاج، لنعد بالدالة (٥) إلى صيغتها الأصلية، أي:

$$Q_i=0.120603\ L_i^{0.44246}\ K_i^{0.62611} \qquad (٧)$$

ويساوي الناتج الحدي للعمل:

$$MP_{Li}=\frac{\partial Q_i}{\partial L_i}=0.53362\ L_i^{-0.55754}K_i^{-0.62611} \qquad (٨)$$

أما الناتج الحدي لرأس المال فيساوي:

$$MP_{\mathrm{Ki}}=\frac{\partial Q_i}{\partial K_i}=0.075511\ L_i^{0.44246}\ K_i^{-0.37389} \qquad (٩)$$

ونلاحظ أن كلا من $MP_L>0$ و $MP_K>0$ أي أن الناتجين الحديين للعمل ورأس المال موجبان. وبتعويض كل من K_i و L_i في دالة الإنتاج نحصل على الناتج الحدي للعمل، والناتج الحدي لرأس المال لكل صناعة (i) من الصناعات المختلفة في القطاع الصناعي للمملكة العربية السعودية. ويلخص الجدول (٣) هذه التقديرات حيث إن $MP_L<MP_K$ بالنسبة لجميع الصناعات. ويبلغ الناتج الحدي للعمل أقل قيمة له في صناعة الملابس الجاهزة ٠,٠٠٧٢ (مشاهدة ٦) وأعلى قيمة له في الصناعات الكيماوية الأساسية ٠,١٨٠٤٧ (مشاهدة ١٣)، أما الناتج الحدي لرأس المال فيبلغ أقل قيمة له في الصناعات

(٦) تم اختبار الفرضية $H_0:\alpha+\beta=1$ مقابل $H_1:\alpha+\beta\neq1$ وبتطبيق اختبار فيشر F بمستوى دلالة ١٪، فقد تم قبول الفرضية H_0 ورفض الفرضية H_1. انظر: Wonnacott & Wonnacott, pp. 342-351 [٧].

جـدول رقم ٣. النواتج الحدية والمعدلات الحدية للإحلال التقني للعمل ورأس المال.

OBs.	MP_L	MP_K	$\triangle MP$	$MRTS_{LK}$	$MRTS_{KL}$
1	0.02887	0.22479	-0.19593	0.12841	7.7877
2	0.02627	0.32600	-0.29973	0.08057	12.4113
3	0.02631	0.27070	-0.24439	0.09719	10.2894
4	0.02219	0.32237	-0.30017	0.06885	14.5247
5	0.02268	0.27888	-0.25620	0.08134	12.2942
6	0.00720	0.50728	-0.50009	0.01418	70.5013
7	0.01122	0.37272	-0.36151	0.03010	33.2263
8	0.01476	0.27453	-0.25977	0.05378	18.5945
9	0.00894	0.46236	-0.45342	0.01933	51.7358
10	0.01177	0.45528	-0.44351	0.02585	38.6900
11	0.02388	0.30129	-0.27741	0.07925	12.6183
12	0.01843	0.34335	-0.32492	0.05368	18.6306
13	0.18047	0.09749	0.08298	1.85119	0.5402
14	0.02223	0.31763	-0.29541	0.06997	14.2911
15	0.15729	0.10256	0.05473	1.53362	0.6520
16	0.05146	0.16424	-0.11278	0.31332	3.1917
17	0.01369	0.33687	-0.32318	0.04065	24.6028
18	0.01871	0.37579	-0.35708	0.04979	20.0827
19	0.03230	0.21465	-0.18235	0.15047	6.6459
20	0.01839	0.31888	-0.30048	0.05768	17.3377
21	0.03812	0.27790	-0.23978	0.13717	7.2902
22	0.11136	0.11456	-0.00321	0.97198	1.0288
23	0.03496	0.20018	-0.16522	0.17463	5.7262
24	0.01932	0.40025	-0.38093	0.04827	20.7171
25	0.01375	0.42715	-0.41340	0.03218	31.0746
26	0.02043	0.33941	-0.31898	0.06020	16.6108
27	0.01902	0.32494	-0.30593	0.05853	17.0864
28	0.01622	0.27091	-0.25469	0.05987	16.7022
29	0.01303	0.40652	-0.39348	0.03206	31.1875
30	0.02733	0.25779	-0.23046	0.10602	9.4324

MP_L = الناتج الحدي للعمل MP_K = الناتج الحدي لرأس المال

$\triangle MP$ = الفرق بين الناتج الحدي لرأس المال والناتج الحدي للعمل.

$MRTS_{LK}$ = المعدل الحدي للإحلال التقني للعمل برأس المال.

$MRTS_{KL}$ = المعدل الحدي للإحلال التقني لرأس المال بالعمل.

الكيماوية الأساسية ٠,٠٩٧٤٩ (مشاهدة ١٣) وأعلى قيمة له في صناعة الملابس الجاهزة ٠,٠٥٠٧٢٨ (مشاهدة ٦)[٧].

ونستطيع كذلك قياس المعدل الحدي للإحلال التقني للعمل برأس المال $MRTS_{L,K}$ وذلك بقسمة الناتج الحدي للعمل على الناتج الحدي لرأس المال، [٨؛ ص ص ٤٠٤ - ٤١٠] ويبلغ هذا المعدل أقل قيمة له في صناعة الملابس الجاهزة ٠,٠١٤١٨ (مشاهدة ٦) وأعلى قيمة له في الصناعات الكيماوية الأساسية ١,٨٥١١٩ (مشاهدة ١٣). ويفيد هذا المعدل أنه للحفاظ على مستوى صافي القيمة المضافة ثابتا في صناعة الألبسة الجاهزة، فمن اللازم زيادة رأس المال بمقدار ١٤١٨٠ ريالا مقابل تخفيض عدد العمال بعامل واحد. أما في الصناعات الكيماوية الأساسية، فإن تخفيض عدد العمال بعامل واحد يستلزم زيادة رأس المال بمقدار ١٨٥١١٩٠ ريالا للحفاظ على مستوى ثابت لصافي القيمة المضافة.

كما يمكن قياس المعدل الحدي للاحلال التقني لرأس المال بالعمل $MRTS_{KL}$، وذلك بقسمة الناتج الحدي لرأس المال على الناتج الحدي للعمل. ويبلغ هذا المعدل أدنى قيمة له في الصناعات الكيماوية الأساسية ٠,٥٤٠٢، وأعلى قيمة له في صناعة الألبسة الجاهزة ٧٠,٥٠١٣. وتفيد هذه النتائج، بأن تخفيض رأس المال بمقدار مليون ريال يستدعي إضافة ٠,٥٤٠٢ عامل، وذلك للحفاظ على مستوى صافي القيمة المضافة ثابتا في هذا القطاع. وبالمثل، فإن تخفيض رأس المال بمقدار مليون ريال في صناعة الألبسة يستوجب زيادة عدد العمال بمقدار ٧٠,٥٠١٣ عامل، للحفاظ على مستوى ثابت لصافي القيمة المضافة في هذا القطاع.

وإذا تفحصنا الآن تغير كل من الناتجين الحديين، فسنلاحظ أنهما متناقصان حيث:

---

(٧) تفسر النواتج الحدية للعمل في القطاع الصناعي السعودي كما يلي: تؤدي زيادة عامل واحد في صناعة الألبسة الجاهزة مثلا إلى زيادة صافي القيمة المضافة بمقدار ٧٢٠٠ ريال، وبمقدار ١٨٠٤٧٠ ريالا في الصناعات الكيماوية الأساسية. وبصورة مشابهة تفيد النواتج الحدية لرأس المال، أن زيادة في صافي رأس المال الثابت بمقدار مليون ريال، تؤدي إلى زيادة في صافي القيمة المضافة بمقدار ٩٢٤٩٠ ريالا في الصناعات الكيماوية الأساسية، وبمقدار ٥٠٧٢٨٠ ريالا في صناعة الألبسة الجاهزة، وهكذا..

$$\frac{\partial(MP_L)}{\partial L} = -0.029751\ L^{-1.55754}\ K^{0.62611} < 0 \qquad (١٠)$$

$$\frac{\partial(MP_K)}{\partial K} = -0.028233\ L^{-0.44246}\ K^{1.37389} < 0 \qquad (١١)$$

وتفيد معرفة النواتج الحدية لكل من العمل ورأس المال، في توجيه خيارات الاستثمار وقراراته، فإذا كان رأس المال أكثر ندرة من العمل، فيقوم المخطط بتوجيه الاستثمارات نحو المجالات التي ينخفض فيها الناتج الحدي للعمل (أو يرتفع الناتج الحدي لرأس المال) كصناعات الألبسة الجاهزة مثلا، أما إذا كان العمل أكثر ندرة من رأس المال فتوجه الاستثمارات نحو الصناعات التي يرتفع فيها الناتج الحدي للعمل وينخفض فيها الناتج الحدي لرأس المال، كالصناعات الكيماوية الأساسية. ويمكن الاستفادة من هذه الملاحظة بتطبيقها على واقع الاقتصاد السعودي وتطور ندرة عوامل الإنتاج فيه. ففي الماضي، وبسبب ضخامة عوائد الصادرات النفطية، كان عنصر العمل أكثر ندرة وعنصر رأس المال أكثر وفرة، وبالتالي فقد توجهت الاستثمارات نحو الصناعات ذات الكثافة الرأسمالية العالية كالصناعات الكيماوية الأساسية وصناعة تكرير البترول. ولكن الوضع قد تغير في الوقت الحالي، فأصبح عنصر العمل أكثر توافرا، لتأهيل كثير من المواطنين وبحثهم عن فرص العمل المناسبة. لذلك من المفروض تصحيح مسار سياسة الاستثمار الصناعي، وذلك بتوجيه الاستثمارات نحو الصناعات ذات النواتج الحدية المرتفعة لرأس المال (كصناعة الألبسة الجاهزة، والخشبية، والأثاث، والبلاستيك، والجلدية) وخفض الاستثمارات عن الصناعات ذات الناتج الحدي المنخفض لرأس المال (كالصناعات الكيماوية الأساسية، ومنتجات تكرير البترول، والحديد الصلب).

ويمكن بالطبع الوصول إلى النتيجة السابقة نفسها اعتمادا على المعدلات الحدية للإحلال التقني بين عنصري الإنتاج العمل ورأس المال. فكلما ارتفعت قيمة $MRTS_{LK}$ دل ذلك على ارتفاع حجم رأس المال المطلوب توظيفه مقابل تخفيض عدد العمال بعامل واحد، وكلما ارتفعت قيمة $MRTS_{KL}$ دل ذلك على ارتفاع عدد العمال المطلوب توظيفهم مقابل تخفيض حجم رأس المال بمقدار مليون ريال، وذلك للحفاظ على مستوى ثابت من القيمة

المضافة. فإذا كان رأس المال أكثر ندرة من العمل فتوجه الاستثمارات إلى الصناعات التي يكون فيها المعدل الحدي للإحلال التقني للعمل برأس المال منخفضا (يساوي هذا المعدل في الصناعات الأولية ٠,٠١٤٨). وبالعكس، إذا كان العمل أكثر ندرة من رأس المال، فتوجه الاستثمارات نحو الصناعات ذات المعدل الحدي للإحلال التقني المرتفع (مثلا يساوي هذا المعدل في الصناعات الكيماوية ١,٨٥١١٩).

٢ ـ تقدير دالة الإنتاج كوب دوغلاس المختصرة

تدل مقدرات دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية (النموذج ٥) على ثبات عوائد عناصر الإنتاج الصناعي في المملكة حيث وجد أن ($\alpha+\beta=1$). وبالطبع فإن النموذج القياسي المعتمد عليه في التقدير لا يخلو من مشكلات قياسية تأتي في مقدمتها مشكلة الارتباط الخطي المتعدد (multicolinearity) حيث يقدر معامل الارتباط بين المتغيرين التفسيريين ln L و ln K بـ ٠,٨١، الأمر الذي قد يثير بعض الشكوك حول مصداقية النتائج التي توصلنا إليها في التقدير، لذلك رأينا اعتماد تقدير شكل آخر من أشكال دالة الإنتاج كوب دوغلاس وذلك بغرض تعزيز النتائج التي توصلنا إليها بأخذ دالة إنتاج ذات متغير تفسيري واحد، مما يخفف المشكلات القياسية إلى أقل حد ممكن.

يعتمد الأسلوب التقليدي لتقدير دالة الإنتاج كوب دوغلاس على افتراض المنافسة الكاملة وتعظيم الربح. وتتطلب هذه الشروط تساوي الناتج الحدي للعمل مع الأجر الحقيقي، والناتج الحدي لرأس المال مع العائد الحقيقي لرأس المال، [٣؛ ص ٢٦٨] مما يعني توزيع الإيراد الكلي (الناتج) بين العمل ورأس المال، وفق العلاقة التالية:

$$P.y_i = w.L_i + r.K_i \qquad (١٢)$$

حيث يمثل $P.y_i$ الإيراد الكلي (الناتج)، w الأجر، L_i عدد وحدات العمل المستخدمة، r عائد رأس المال، K_i عدد وحدات رأس المال المستخدمة. وهذا يتطلب أن ($\alpha+\beta=1$) حيث α حصة العمل من الإيراد الكلي، و β حصة رأس المال من الإيراد الكلي(٨). ويستخدم هذا الشرط بدقة لتحقيق دالة الإنتاج كوب دوغلاس لثبات عوائد

(٨) في ظل المنافسة الكاملة، وسعي المنشأة لتعظيم الربح، فإنه يبرهن أن [٣؛ ص ٢٦٧]:

$$\alpha = \frac{w.L}{P.y} \qquad \beta = \frac{r.K}{P.y}$$

عناصر الإنتاج، وهذا ما لمسناه من تقدير دالة الإنتاج كوب دوغلاس بشكلها العادي حيث وجدنا أن ($\alpha+\beta=1$).

فإذا قبلنا مبدئيا فرضية توزيع الناتج الكلي بين عنصري الإنتاج بنسبة α للعمل و β لرأس المال مع ما يتبع ذلك من تحقق لفرضية ثبات عناصر الإنتاج، ثم قمنا اعتمادا على تلك الفرضية المبدئية بتقدير α و β ، وقارنا بعد ذلك القيم المقدرة لكل من α و β مع القيم الفعلية لكل من α و β ، أي النصيب الفعلي لكل من العمل ورأس المال في صافي القيمة المضافة، فإنا نستطيع بذلك قبول أو رفض الفرضية المبدئية التي اعتمدنا عليها، ألا وهي فرضية ثبات عوائد عناصر الإنتاج ($\alpha+\beta=1$). وهذا باختصار هو الطريق الذي سوف نتبعه.

بافتراض ثبات عوائد الإنتاج، أي ($\alpha+\beta=1$) ، فإن ($\beta=1-\alpha$). وبتعويض هذا المعامل بما يساويه في الدالة (٢) يكون:

$$\ln Q_i = a + \alpha \ln L_i + (1-\alpha) \ln K_i \qquad (١٣)$$

$$\ln\left(\frac{Q_i}{L_i}\right) = a + (1-\alpha)\ln\left(\frac{K_i}{L_i}\right) \qquad (١٤)$$

وهو شكل مختصر لدالة الإنتاج، يرتبط فيه الإنتاج أو الناتج المتوسط لوحدة العمل (Q/L) بنسبة رأس المال إلى العمل (K/L) ، ويؤدي تقدير العلاقة (١٤) إلى إيجاد ($1-\alpha$) مرونة الإنتاج بالنسبة لرأس المال، حيث إن α كما هو معلوم مرونة الإنتاج بالنسبة للعمل. ويؤدي التقدير، بطريقة المربعات الصغرى العادية، إلى النتائج التالية:

$$\ln\left(\frac{Q_i}{L_i}\right) = -1.5522 + 0.64414 \ln\left(\frac{K_i}{L_i}\right) + U_i \qquad (١٥)$$

$$(7.14) \qquad (7.13)$$

$$\bar{R}^2 = 0.6316 \qquad F = 50.71$$

وجميع معاملات النموذج (١٥) معنوية بمستوى دلالة ١٪ . ويعد هذا النموذج جيدا من الناحية القياسية رغم عدم ارتفاع قيمة معامل التحديد، فالقاطع ومعامل الانحدار معنويان بمستوى دلالة ٠,٠٠٠١ . كما أن مقدرات النموذج لا تعاني من مشكلة حادة في

اختلاف التباين . فقد أوضح تطبيق اختبار Goldfield & Quandt درجة خفيفة من اختلاف التبـاين عنـد حذف ٢٠٪ من المشاهدات، فكانت F_c المحسوبة ٥,٤٠٦ و F_α الجدولية ٤,٨٥ بمستوى دلالة ١٪ . أما التمثيل البياني لمربعات البواقي (e^2) بالنسبة للمتغير المستقل ln(K/L) فقد بين توزيعا عشوائيا لنقاط الانتشار، كما بين اختبار بارك (Park) أن معامل الانحدار لا يختلف جوهريا عن الصفر بمستوى دلالة ٥٪ حيث وجد أن :

$$\ln e_i^2 = -1.42937 + 0.637662 \ln\left(\frac{K}{L}\right) \varepsilon_i \qquad (١٦)$$

$$(1.87) \qquad (2.005)$$

الأمـر الذي يعني قبـول فرضيـة العـدم (ثبات التباين) بمستـوى دلالة ٥٪ ;(df=28 $t_{0.025}=2.048$). كما تم التأكد من ثبات التباين بتطبيق اختبار وايت (White Test) حيث وجد أن قيمة ($n.R_w^2=1.788$) بينما بلغت قيمة كاي مربع الجدولية ٥,٩٩١ بمستوى دلالة ٥٪ وبدرجتي حرية [٦؛ ص ص ٢٩٣ - ٢٩٤].

ونلاحظ من مقدرات النموذج ١٥ أن β المقدرة تساوي ٠,٦٤٤١٤، بينما تبلغ α ٠,٣٥٥٨٦ وتتـطابق هذه النتيجـة مع توزيع صافي القيمـة المضـافـة حسب عناصرها الأساسية، حيث تدل نتائج المسح الصناعي في المملكة على أن حصة الأجور من صافي القيمة المضافة لمجموع القطاع الصناعي تساوي ٣٤,٦٪، في حين أن حصة رأس المال من صافي القيمة المضافة تساوي ٦٥,٤٪، [١؛ جدول ٥ ـ ٦] وهذه النسب الفعلية لا تختلف جوهـريا عن تقـديراتنا لكل من α و β الأمر الذي يحمل على قبول الفرضية التي اعتمدنا عليها وانطلقنا منها، وهي فرضية ثبات عوائد عنصري الإنتاج العمل ورأس المال.

ومن مقدرات النموذج (١٥)، نجد أن مرونة الناتج بالنسبة لرأس المال تساوي ٠,٦٤٤١٤ بينما تساوي مرونة الناتج بالنسبة للعمل ٠,٣٥٥٨٦ وهي نتائج متقاربة جدا مع تقديرات دالة كوب دوغلاس العادية (النموذج ٥) حيث وجدنا فيها أن معامل مرونة الناتج بالنسبة لرأس المال تساوي ٠,٦٢٦١١ وهذا يدل بوضوح على أن مرونة الناتج بالنسبة لرأس المال تزيد بكثير عن مرونة الناتج بالنسبة للعمل، وبالتقريب فإن المرونة الأولى تزيد عن الثانية بمقدار النصف. وإضافة إلى ذلك، يمكن الاستفادة من التقديرات

السابقة لدالة الإنتاج كوب دوغلاس المختصرة في تقدير النواتج الحدية لكل من رأس المال والعمل، والتأكد من ثبات مرونة الإحلال ومساواتها للواحد الصحيح سواء على مستوى القطاع الصناعي بأكمله أم على مستوى كل صناعة من الصناعات الداخلة في تركيب هذا القطاع(٩).

وتفيد هذه النتائج أن زيادة في مستوى العمل بنسبة ١٠٪ تؤدي إلى زيادة في الناتج بنسبة ٣,٦٪ شريطة ثبات مستوى رأس المال المستثمر. كما أن زيادة في رأس المال المستثمر بنسبة ١٠٪ تؤدي إلى زيادة في الناتج بنسبة ٤,٦٪ شريطة ثبات مستوى العمالة المستخدم في العملية الإنتاجية. كما يمكن حساب معدلات الإحلال الحدية بين العمل ورأس المال على مستوى القطاع الصناعي بأكمله حيث:

$$MRST_{LK} = \frac{-\beta}{1-\beta} = \frac{-\beta}{\alpha} = \frac{-0.64414}{0.35586} = -1.81 \qquad (١٧)$$

أي يجب تعويض انخفاض رأس المال بنسبة ١٠٪ بزيادة في العمالة بنسبة ١٨,١٪ حتى يبقى الناتج عند مستواه السابق. كذلك فإن:

$$MRST_{KL} = \frac{-\alpha}{1-\alpha} = \frac{-\alpha}{\beta} = \frac{-0.35586}{0.64414} = -0.552457 \qquad (١٨)$$

أي يجب تعويض انخفاض عنصر العمل بنسبة ١٠٪ بزيادة في رأس المال المستثمر بنسبة ٥,٥٪ حتى يبقى الناتج ثابتا بدون تغيير [٩؛ ص ٢٣٥].

---

(٩) للتأكد من مساواة مرونة الإحلال في كل صناعة من الصناعات بالواحد الصحيح، يعاد النموذج اللوغاريتمي لدالة كوب دوغلاس المختصرة (النموذج ١٥) إلى صيغته العادية فيكون:

$$\left(\frac{Q_i}{L_i}\right) = 0.2117815\left(\frac{K_i}{L_i}\right)^{0.64414}$$

وتطبق الصيغة التعريفية التالية:

$$\sigma_i = \frac{-\phi'(k_i)[q_i - k_i\phi'(k_i)]}{k_i q_i \phi''(k_i)}$$

تأخذ دالة الإنتاج هنا الشكل $q_i=\phi(k_i)$، ويمكن احتساب مرونة الإحلال في نقطة، وذلك بإيجاد القيمة العددية للمشتقات التفاضلية $\phi'(k_i)$ و $\phi''(k_i)$ في كل صناعة وتعويضها بالصيغة المذكورة [١٠؛ ص ٦٢].

٣ ـ دوال الإنتاج العامة

بين اختبار دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية ثبات عوائد عناصر الإنتاج الصناعي في المملكة، حيث وجد أن ($\alpha+\beta=1$) ، كما تتصف هذه الدالة بمساواة مرونة الإحلال للواحد الصحيح . ولتعزيز هاتين النتيجتين سيتم اختبار دالة الإنتاج ذات مرونة الإحلال الثابتة، ودالة الإنتاج كوب دوغلاس العامة، ودالة الإنتاج اللوغاريتمية المحولة، حيث تعتمد هذه الدوال جميعا على فرضية تغير عوائد عوامل الإنتاج .

(ا) دالة الإنتاج ذات مرونة الإحلال الثابتة (CES)

تقوم هذه الدالة على فرضية ثبات مرونة الإحلال مع اختلاف هذه المرونة عن الواحد، وتأخذ هذه الدالة الشكل العام التالي :

$$Q_i=\gamma\left[\delta K_i^{-\varrho}+(1-\delta)\,L_i^{-\varrho}\right]^{-\frac{\upsilon}{\varrho}} \qquad (١٩)$$

حيث γ معامل سلمي يعكس كفاءة الإنتاج وحجم العمليات .

δ معامل توزيعي يبين وزن المدخلات في العملية الإنتاجية($0<\delta<1$).

ϱ معامل إحلالي ($\varrho\geq -1$)

υ معامل يبين مردود عوائد الإنتاج .

ولاختبار هذه الدالة نطبق تقريب كامينتا المعتمد على منشور تايلور للمقدار ($\ln Q$) بجوار العدد (ϱ) ، ويأخذ هذا التقريب الشكل التالي [٦ ؛ ص ٥١٥] :

$$\ln Q_i=\ln\gamma+\upsilon\delta\ln K_i+\upsilon(1-\delta)\ln L_i-\frac{\varrho\,\upsilon\,\delta\,(1-\delta)}{2}(\ln K_i-\ln L_i)^2 \qquad (٢٠)$$

ويمكن كتابة هذه الصيغة التقريبية، بإعادة ترتيب حدودها بالشكل التالي [١١ ؛ ص ص ٣٥٧ ـ ٣٦٦] :

$$\ln Q=\ln\gamma+\upsilon\ln L+\upsilon\delta\ln\left(\frac{K}{L}\right)-\frac{1}{2}\varrho\upsilon\delta\,(1-\delta)(\ln\frac{K}{L})^2 \qquad (٢١)$$

وبتقدير معلمات هذه الصيغة بطريقة المربعات الصغرى العادية :

$$\ln Q=-2.114802+1.070058\ln L+0.892834\ln\left(\frac{K}{L}\right)+0.095737\left(\ln\frac{K}{L}\right)^2+U_i \qquad (٢٢)$$

$$(2.93794)\quad (12.77208)\quad (4.774664)\quad (1.63314)$$

$$\bar{R}^2=0.902261 \qquad F=90.23634$$

ومن العلاقة ٢٢ ، نجد أن $\upsilon=1.070058$ مما يدل على تزايد عوائد عوامل الإنتاج ، كما أن $\delta=0.83438$ وهـذا يدل على أن القـطاع الصناعي في المملكة كثيف رأسماليا . وهاتان المقدرتان معنويتان بمستوى دلالة ١٪ . أما معامل الحد الأخير فغير معنوي بمستوى دلالة ٥٪ ، الأمر الذي لا يمكن من رفض دالة كوب دوغلاس ، مما يعني رفض فرضية اختلاف مرونة الإحلال عن الواحد ، وبالتالي استبعاد فرضية تغير عوائد عوامل الإنتاج .

(ب) دالة الإنتاج المتسامية

كما يمكن الوصول إلى النتيجة السابقة وذلك بتطبيق دالة كوب دوغلاس العامة التي تسمى بالدالة المتسامية (transcendental) والتي تأخذ الشكل التالي :

$$Q=A\,L^{\alpha}\,K^{\beta}\,e^{\alpha' L+\beta' K} \qquad (٢٣)$$

حيث $A>0, \alpha', \beta' \leq 0$

وبتحويل الدالة ٢٣ إلى شكل لوغاريتمي ، يكون :

$$\ln Q_i=\ln A+\alpha \ln L_i+\beta \ln K_i+\alpha' L_i+\beta' K_i \qquad (٢٤)$$

وبتقدير معلمات الدالة ٢٤ يكون :

$$\ln Q = \underset{(2.39)}{-2.60553} + \underset{(2.68)}{0.56872}\ln L + \underset{(3.80)}{0.54617}\ln K - \underset{(0.56)}{0.00002}\,L + \underset{(0.72)}{0.00002}\,K + U_i \qquad (٢٥)$$

$$\bar{R}^2=0.8912 \qquad F=60.37$$

ونلاحظ أن $\beta'>0$ ، كما أن كلا من α' و β' غير معنويتين ، ولا تختلفان بصورة جوهرية عن الصفر . وهذا يعيد الدالة المتسامية إلى دالة كوب دوغلاس العادية ، مما لا يبرر استنتاج اختلاف مرونة الإحلال عن الواحد ، ويبين عدم ملاءمة فرضية تغير عوائد عناصر الإنتاج في المملكة .

(جـ) دالة الإنتاج اللوغاريتمية المحولة

وقد اختبرنا أخيرا الدالة اللوغاريتمية المحولة (translog) التي تعتبر شكلا معمما من أشكـال دالـة الإنتـاج كوب دوغـلاس لا يضع قيودا مسبقة على عوائد الإنتاج أو مرونة الإحلال ، وهذه الدالة هي :

$$\ln Q = a + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma \ln L \text{ enK } + \delta (\ln L)^2 + \varepsilon (\ln K)^2 \quad (٢٦)$$

وبتقدير معلمات العلاقة (٢٦) يكون :

$$\ln Q = 5.14531 - 3.56682 \ln L + 3.4352 \ln K - 0.71563 \ln L \ln K + 0.53206 (\ln L)^2 + 0.22305 (\ln K)^2 + U$$
$$(0.963) \quad (1.482) \quad (2.291) \quad (2.177) \quad (1.949) \quad (2.356) \quad (٢٧)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9057 \qquad F = 56.71$$

ونلاحظ من تقديرات هذه الدالة أن المعاملات (δ, α, a) غير معنوية بمستوى دلالة ٥٪، مما لا يؤكد مرة أخرى احتمال تغير عوائد الإنتاج في المملكة.

وهكذا فإن تطبيق دوال الإنتاج العامة التي لا تفترض ثبات عوائد عناصر الإنتاج أو مساواة مرونة الإحلال للواحد الصحيح، لم يؤد إلى مقدرات معنوية، مما يزيد القناعة في صلاحية فرضية ثبات عوائد عناصر الإنتاج في القطاع الصناعي بالمملكة، عند إدخال العمل ورأس المال كمتغيرين تفسيريين في دالة الإنتاج.

٤ ـ دالة الإنتاج كوب دوغلاس بثلاثة عناصر إنتاجية

وجدنا أن معامل التحديد المصحح في دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية (نموذج ٥) يساوي ٠,٨٩٦٢ وهذا يعني أن هناك ١٠٪ من التباين الكلي في الناتج الصناعي لم تفسرها تغيرات عنصري الإنتاج العمل ورأس المال، مما يحمل على الاعتقاد بضرورة إدخال متغيرات أخرى في دالة الإنتاج. وبالطبع فإن عملية الإنتاج الصناعي لا تتم فقط بمساهمة خدمات العمل ورأس المال، وإنما لابد من وجود مدخلات من المواد الأولية (المحلية والمستوردة) كمتغير ثالث (M) في دالة الإنتاج. كما استبدل الإنتاج الصناعي الإجمالي بالقيمة المضافة كمتغير تابع، وذلك لأن المواد الأولية جزء من إجمالي الإنتاج الكلي، وقد حصلنا على التقديرات التالية :

$$\ln Q = -0.31806 + 0.33486 \ln L + 0.3585 \ln K + 0.38237 \ln M + U$$
$$(0.8) \quad (4.05) \quad (6.62) \quad (6.89) \quad (٢٨)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9705 \qquad F = 318.56$$

ويلاحظ تحسن واضح في معامل التحديد بزيادته من ٠,٩٠ إلى ٠,٩٧، كما أن جميع معاملات النموذج معنوية بمستوى دلالة ١٪ عدا القاطع، الأمر الذي يستوجب إعادة

تقدير النموذج (٢٨) بعد حذف القاطع حيث توصلنا إلى النتيجة التالية :

$$\ln Q = 0.27612 \ln L + 0.37272 \ln K + 0.39239 \ln M + U$$

$$(7.215) \quad (7.327) \quad (7.306) \qquad (٢٩)$$

$$\bar{R}^2 = 0.9981 \quad F = 5203$$

وجميع معـاملات هذا النموذج معنوية بمستوى دلالة ٠,٠٠٠١ . ولكن مقدراته تعاني من مشكلة حادة في الارتباط الخطي المتعدد، كما أنه لا معنى لـ $\bar{R}^2$ المرتفعة بسبب حذف القاطع، أما بالنسبة لمشكلة اختلاف التباين فقد وجد بتطبيق اختبار Goldfield & Quandt ، وبعد حذف ٢٠٪ من المشاهدات أن $SSE_2=1.117914$ وأن $SSE_1=0.712752$ وبـالتالي فإن F_c المحسوبة تساوي ١,٥٦٨٤٥ وأن F_α الجدولية (مستوى دلالة ٥٪، و٩ درجات حرية) تساوي ٣,١٨ . وبما أن F_c المحسوبة تقل عن F_α الجدولية بمستوى الدلالة المحـدد، فإننـا نقبـل الفـرضية H_0 الدالة على عدم وجود مشكلة اختلاف تباين. ولكن التحري عن مشكلة اختلاف التباين بتطبيق اختبار وايت قد أدى إلى نتائج متناقضة حيث وجـد أن ($n.R_w^2=13.9158$) وأن قيمـة كاي مربـع الجـدولية بمستـوى دلالة ٥٪ تساوي ٥,٩٩١ مما يدل على رفض فرضية العـدم وقبول فرضية اختلاف التباين. ولمعالجة هذه المشكلة، استخـدمت طريقـة المـربعات الصغرى المرجحة (WLS) وذلك بتقسيم طرفي النموذج على المتغير (ln K). وأفادت هذه الطريقة في التقدير أيضا بالتخلص من مشكلة الارتباط الخطي المتعدد، حيث انخفض معامل الارتباط الخطي بين المتغيرين التفسيريين المتبقيين إلى ٠,٣٨ ، وقد أدى تطبيق هذه الطريقة إلى النتيجة التالية :

$$\left(\frac{\ln Q}{\ln K}\right) = 0.2274843 \left(\frac{\ln L}{\ln K}\right) + 0.3110321 + 0.507047 \left(\frac{\ln M}{\ln K}\right) \text{Ln M} + U$$

$$(6.44271) \qquad (4.54945) \quad (8.31578) \qquad (٣٠)$$

$$\bar{R}^2 = 0.868391 \quad F = 89.076$$

ويتبين اعتمادا على مقدرات هذا النموذج، أن مرونة الإنتاج بالنسبة للعمل تساوي ٠,٢٢٧٤٨٤٣ ، ومرونة الإنتاج بالنسبة لرأس المال تساوي ٠,٣١١٠٣٢١ ، وأن مرونة الإنتـاج بالنسبة للمواد الأولية تساوي ٠,٥٠٧٠٤٧ . وبجمع المرونات الثلاث واختبار

اختلافها عن الواحد بعد عملية التصحيح من مشكلتي اختلاف التباين والارتباط الخطي المتعدد، تبين أن مجموع هذه المعاملات لا يختلف بصورة جوهرية عن الواحد الصحيح باستخدام مستوى دلالة يساوي ١٪. (١٠) لذلك نؤكد مرة ثانية، أن عوائد عوامل الإنتاج الصناعي في المملكة ثابتة ولا تختلف بصورة جوهرية عن الواحد الصحيح. وتتطابق هذه النتيجة مع ما توصلنا إليه سابقا من خلال اختبار دالة الإنتاج كوب دوغلاس بمعاملين إنتاجيين رأس المال والعمل.

وسوف نحلل سمات القطاع الصناعي السعودي اعتمادا على مؤشرات هذه الدالة.

(١) مؤشر كفاية الأداء

على ضوء مقدرات دالة الإنتاج كوب دوغلاس الموسعة (نموذج ٣٠)، نستطيع إعادة النظر في مؤشر كفاية أداء الصناعات إثر إدخال المواد الأولية كمتغير ثالث بجانب العمل ورأس المال. ونلاحظ من مقارنة القيم الفعلية Q للإنتاج بالقيم المتوقعة $\hat{Q}$ (جدول ٤) أن هناك ١٥ صناعة ينطبق عليها معيار عدم الكفاية، بينما يبلغ عدد الصناعات التي ينطبق عليها معيار الكفاية ١٥ صناعة. وبفحص قيم مؤشر كفاية الأداء يبدو أن الإنتاج الحيواني (مشاهدة ٢٩) أفضل الصناعات أداء وكفاية باستخدام عناصر الإنتاج الثلاثة: العمل ورأس المال والمواد الأولية، حيث بلغت قيمة المقياس ١٥٤,٨٪، وأن صناعة المعادن غير الحديدية (مشاهدة ٢٣) أقل الصناعات أداء وكفاية حيث بلغت قيمة المؤشر -٥٨,٧٪. (١١)

وبالطبع فإن مؤشر كفاية الأداء هنا مختلف الدلالة عن المؤشر المحسوب سابقا باستخدام عنصرين إنتاجيين فقط: العمل ورأس المال، لتفسير صافي القيمة المضافة في القطاع الصناعي، حيث أضيف عنصر الإنتاج الثالث المواد الأولية، واستبدال إجمالي الإنتاج الصناعي بصافي القيمة المضافة في القطاع الصناعي.

---

(١٠) تم اختبار الفرضية $H_0: \alpha+\beta+\gamma=1$ مقابل الفرضية $H_1: \alpha+\beta+\gamma+1\neq1$ وقد رفضت الفرضية H_0 بمستوى دلالة ١٪ قبل تصحيح النموذج من مشكلة الارتباط الخطي المتعدد وقبلت بعد التخلص من هذه المشكلة القياسية [٧؛ ص٣٤٢].

(١١) لابد من التنويه إلى أن مجموع البواقي هنا يختلف بصورة طفيفة عن الصفر لاحتساب مؤشر كفاية الأداء من الصيغة الأصلية لدالة الإنتاج بثلاثة عوامل إنتاجية باستخدام المقدرات الناتجة بتطبيق طريقة المربعات الصغرى المرجحة.

جدول رقم ٤ . مؤشر كفاية أداء الصناعات السعودية باستخدام العمل ورأس المال والمواد الأولية .

OBs.	Q	$\hat{Q}$	$Q-\hat{Q}$	$\left(\frac{Q-\hat{Q}}{\hat{Q}}\right)\times 100$
1	120.29	306.5	186.21	154.793
2	4564.86	4372.6	-192.26	-4.212
3	978.12	926.5	-51.62	-5.278
4	1610.05	1590.1	19.95	-1.239
5	472.03	434.1	-37.93	-8.035
6	47.05	57.9	10.85	23.057
7	80.93	82.3	1.37	1.697
8	12.79	9.2	-3.59	-28.059
9	93.97	102.4	8.43	8.971
10	475.19	485.5	10.31	2.171
11	1367.99	1331.4	-36.59	-2.675
12	489.78	488.4	-1.38	-0.282
13	7685.11	11226.2	3541.09	46.077
14	1528.94	1742.7	213.76	13.981
15	17816.76	18406.3	589.54	3.309
16	784.52	814.5	29.98	3.821
17	101.48	104.8	3.32	3.272
18	1839.80	1631.4	-208.40	-11.327
19	145.44	149.6	4.16	2.863
20	278.85	231.0	-47.85	-17.160
21	4726.29	4146.9	-579.39	-12.259
22	2188.03	2275.1	87.07	3.979
23	804.21	331.8	-472.41	-58.742
24	4514.28	4451.8	-62.48	-1.384
25	1176.43	1217.2	40.77	3.466
26	1857.35	2050.9	193.55	10.421
27	646.42	566.6	-79.82	-12.348
28	42.74	37.5	-5.24	-12.268
29	984.38	1683.0	698.62	70.970
30	881.92	744.6	-137.32	-15.570

Q = إجمالي الإنتاج الصناعي (مليون ريال).

$\hat{Q}$ = القيمة المتوقعة لإجمالي الإنتاج الصناعي (مليون ريال).

ب) النواتج الحدية للإنتاج

يمكن حساب النواتج الحدية لعناصر الإنتاج من دالة الإنتاج (نموذج ٣٠) بعد كتابتها بالشكل التالي: (١٢)

$$Q=L^{0.2274843}\,K^{0.3110321}\,M^{0.507047} \qquad (٣١)$$

حيث تأخذ هذه النواتج الصيغ التالية:

الناتج الحدي للإنتاج بالنسبة للعمل:

$$MP_L=0.2274843\,L^{-0.7725157}\,K^{0.3110321}\,M^{0.507047} \qquad (٣٢)$$

الناتج الحدي للإنتاج بالنسبة لرأس المال:

$$MP_K=0.3110321\,L^{0.2274843}\,K^{-0.6889679}\,M^{0.507047} \qquad (٣٣)$$

الناتج الحدي للإنتاج بالنسبة للمواد الأولية:

$$MP_M=0.507047\,L^{0.2274843}\,K^{0.3110321}\,M^{-0.492953} \qquad (٣٤)$$

وقد بلغ الناتج الحدي للعمل أكبر قيمة له ٠,٦٨٢٨١ في صناعة منتجات تكرير البترول (مشاهدة ١٥) وأقل قيمة له ٠,٠١٦٦٥ في صناعة الألبسة الجاهزة (مشاهدة ٦). وبلغ الناتج الحدي لرأس المال أكبر قيمة له ٣,١٠٥٤٥ في الصناعات الأخرى (مشاهدة ٢٩) وأقل قيمة له ٠,١١٥٤٧ في الصناعات الكيماوية الأساسية (مشاهدة ١٣). وبلغ الناتج الحدي للمواد الأولية أكبر قيمة له ٢,١٧٢١٤ في صناعة مواد بناء أخرى (مشاهدة ٢١) وأقل قيمة له ٠,٣٢٧٥٦ في الصناعات الأخرى (مشاهدة ٢٩).

وإضافة إلى النواتج الحدية للعمل ورأس المال والمواد الأولية، فقد حسبت المعدلات الحدية للإحلال التقني التالية:

المعدل الحدي للإحلال التقني بين العمل ورأس المال ($MRTS_{LK}=MP_L/MP_K$)

والمعدل الحدي للإحلال التقني بين العمل والمواد الأولية ($MRTS_{LM}=MP_L/MP_M$)

والمعدل الحدي للإحلال التقني بين رأس المال والمواد الأولية ($MRTS_{KM}=MP_K/MP_M$)

وعرضت النتائج جميعا في الجدول رقم ٥.

---

(١٢) من الممكن التفصيل والتعمق في حساب المرونات الجزئية ومرونات الإحلال بين العناصر الإنتاجية باستخدام صيغ رياضية متقدمة كمرونات ألن (Allen) الجزئية ومرونات إحلال موريشيما (Morishima) [١٢؛ ص ص ٣٣-٣٥].

جدول رقم ٥ . النواتج الحدية والمعدلات الحدية للإحلال التقني للعمل ورأس المال والمواد الأولية .

OBs.	MP_L	MP_K	MP_M	$MRTS_{LK}$	$MRTS_{KL}$	$MRTS_{KM}$
1	0.03688	0.27750	1.89182	0.13290	0.01949	0.14668
2	0.07862	0.94276	0.88204	0.08339	0.08913	1.06884
3	0.09115	0.90624	0.73631	0.10058	0.12380	1.23080
4	0.07695	1.07986	0.74616	0.07126	0.10312	1.44723
5	0.07520	0.89324	0.75854	0.08418	0.09913	1.17759
6	0.01665	1.13390	1.04773	0.01468	0.01589	1.08225
7	0.04242	1.36179	0.64620	0.03115	0.06564	2.10739
8	0.02445	0.43920	1.40347	0.05566	0.01742	0.31294
9	0.02378	1.18861	0.92302	0.02000	0.02576	1.28774
10	0.03088	1.15456	0.96661	0.02675	0.03195	1.19444
11	0.08138	0.99219	0.75529	0.08202	0.10775	1.31365
12	0.03626	0.65266	1.27982	0.05555	0.02833	0.50996
13	0.22124	0.11547	2.10674	1.91591	0.10501	0.05481
14	0.08299	1.14595	0.69224	0.07242	0.11989	1.65542
15	0.68281	0.43018	0.61161	1.58724	1.11641	0.70337
16	0.18064	0.55705	0.71588	0.32427	0.25233	0.77814
17	0.04518	1.07391	0.74164	0.04207	0.06091	1.44803
18	0.05497	1.06661	0.88484	0.05154	0.06212	1.20542
19	0.03684	0.23657	2.12323	0.15573	0.01735	0.11142
20	0.04100	0.68690	1.11575	0.05969	0.03675	0.61564
21	0.04589	0.32325	2.17214	0.14197	0.02113	0.14882
22	0.20070	0.19951	1.40568	1.00596	0.14278	0.14193
23	0.25027	1.38471	0.35456	0.18074	0.70587	3.90545
24	0.06372	1.27544	0.80441	0.04996	0.07921	1.58556
25	0.05866	1.76135	0.60689	0.03331	0.09666	2.90228
26	0.08703	1.39677	0.61075	0.06231	0.14249	2.28699
27	0.06669	1.10100	0.72431	0.06057	0.09207	1.52005
28	0.05525	0.89158	0.70276	0.06197	0.07861	1.26869
29	0.10305	3.10545	0.32756	0.03319	0.31461	9.48043
30	0.10433	0.95083	0.66669	0.10972	0.15649	1.42619

MP_L = الناتج الحدي للعمل MP_K = الناتج الحدي لرأس المال MP_M = الناتج الحدي للمواد الأولية

$MRTS_{LK}$ = المعدل الحدي للإحلال التقني للعمل برأس المال .

$MRTS_{KL}$ = المعدل الحدي للإحلال التقني لرأس المال بالعمل .

$MRTS_{KM}$ = المعدل الحدي للإحلال التقني لرأس المال بالمواد الأولية .

ونلاحظ أن المعدل الحدي للإحلال التقني بين العمل ورأس المال، يأخذ أعلى قيمة له ١,٩١٥٩١ في الصناعات الكيماوية (مشاهدة ١٣) وأدنى قيمة له ٠,٠١٤٦٨ في صناعة الألبسة الجاهزة (مشاهدة ٦). أما المعدل الحدي للإحلال التقني بين العمل والمواد الأولية، فيأخذ أعلى قيمة له ١,١١٦٤١ في صناعة منتجات تكرير البترول (مشاهدة ١٥) وأدنى قيمة له ٠,٠١٧٣٥ في صناعة الخزف (مشاهدة ١٩). كما يبلغ المعدل الحدي للإحلال التقني بين رأس المال والمواد الأولية أعلى قيمة له ٩,٤٨٠٤٣ في الصناعات الأخرى (مشاهدة ٢٩) وأدنى قيمة له ٠,٠٥٤٨١ في الصناعات الكيماوية (مشاهدة ١٣).

وبالطبع، لابد من الإشارة إلى استحالة الإحلال بين العمل ورأس المال من جهة والمواد الأولية من جهة ثانية، فالعملية الإنتاجية لا يمكن إتمامها بدون المواد الأولية مهما بلغت مساهمة عنصري الإنتاج الآخرين. ولكن تقدير النواتج الحدية لكل من العناصر الإنتاجية بافتراض ثبات العنصرين المتبقيين، أو تقدير المعاملات الحدية للإحلال التقني بين كل زوج من العناصر الإنتاجية بالغ الفائدة في معرفة الندرة النسبية لكل عنصر من عناصر الإنتاج ومدى أهميته ومساهمته في العملية الإنتاجية في الصناعات المختلفة [١٢].

نتائج البحـــث

يمكن تلخيص أهم النتائج القياسية التي توصل إليها هذا البحث في تحليل علاقات الإنتاج في القطاع الصناعي السعودي على النحو التالي:

١ ـ لم تفلح دوال الإنتاج الخطية والتربيعية والجذرية والمتسامية واللوغاريتمية المحولة في تفسير العلاقة بين الناتج ومدخلاته العمل ورأس المال.

٢ ـ تعد دالة الإنتاج كوب دوغلاس العادية أفضل الدوال لربط الناتج الصناعي بعنصريه العمل ورأس المال، وفسر هذان العنصران ٩٠٪ من التباين الكلي للقيمة المضافة في القطاع الصناعي، وبناء عليه، قدرت مرونة الناتج بالنسبة للعمل بـ ٠,٤٤ ومرونة الناتج بالنسبة لرأس المال بـ ٠,٦٢.

٣ ـ تبين أن عوائد عنصري الإنتاج العمل ورأس المال على الناتج (صافي القيمة المضافة) ثابتة في القطاع الصناعي بالمملكة، وأن درجة تجانس الدالة $(\alpha+\beta)$ لا تختلف بصورة جوهرية عن الواحد الصحيح، مما يعني أيضا عدم اختلاف مرونة الإحلال بين العمل ورأس المال عن هذه القيمة في القطاع الصناعي بالمملكة.

٤ ـ بغض النظر عن المواد الأولية، وافتراض إمكانية الإحلال بين العمل ورأس المال، بين مؤشر كفاية الأداء أن أفضل الصناعات السعودية أداء صناعة البترول والفحم، والصناعات الكيماوية الأخرى، والصناعات الكيماوية الأساسية، وأقل الصناعات أداء صناعة النسيج، والصناعات الغذائية الأخرى والتخزين. كما تبين أن أعلى قيمة للناتج الحدي للعمل (وللمعدل الحدي للإحلال التقني للعمل برأس المال) في الصناعات الكيماوية الأساسية وأقل قيمة له في صناعة الألبسة الجاهزة، والعكس بالعكس بالنسبة للناتج الحدي لرأس المال. أما بالنسبة لمرونة الإحلال فتساوي الواحد الصحيح سواء على مستوى كل فرع من فروع الصناعة أو على مستوى القطاع الصناعي بكامله.

٥ ـ أدى إدخال المواد الأولية كعنصر ثالث في دالة الإنتاج كوب دوغلاس إلى تقديرات معنوية وتحسن كبير في معامل التحديد الذي ارتفعت قيمته إلى ٠,٩٧ وقدرت مرونة الإنتاج بالنسبة للعمل بـ ٠,٢٢٧، ومرونة الإنتاج بالنسبة لرأس المال بـ ٠,٣١١ ومرونة الإنتاج بالنسبة للمواد الأولية بـ ٠,٥٠٧. ويتبين أيضا ثبات عوائد عناصر الإنتاج، فمجموع هذه المرونات (للعمل ورأس المال والمواد الأولية) يساوي ١,٠٤٥ ودرجة تجانس دالة الإنتاج ($\alpha+\beta+\gamma$)، لا تختلف بصورة جوهرية عن الواحد الصحيح، مما يعني ثبات عوائد عناصر الإنتاج الثلاثة في القطاع الصناعي في المملكة.

٦ ـ تغيرت النواتج الحدية لعناصر الإنتاج بعد إدخال المواد الأولية كعنصر إنتاجي ثالث، فكانت أعلى قيمة للناتج الحدي للعمل في صناعة منتجات تكرير البترول، وأدنى قيمة له في صناعة الألبسة الجاهزة، وبلغ الناتج الحدي لرأس المال أعلى قيمة له في الصناعات الأخرى وأدنى قيمة له في الصناعات الكيماوية الأساسية، أما الناتج الحدي للمواد الأولية، فكانت أعلى قيمة له في صناعة مواد البناء الأخرى، وأدنى قيمة في الصناعات الأخرى.

٧ ـ يبلغ المعدل الحدي للإحلال التقني بين العمل ورأس المال، أعلى قيمة في الصناعات الكيماوية الأساسية، وبيلغ المعدل الحدي للإحلال التقني بين العمل والمواد الأولية أعلى قيمة في صناعة تكرير منتجات البترول، وأخيرا يبلغ المعدل الحدي للإحلال التقني بين رأس المال والمواد الأولية أعلى قيمة في الصناعات الأخرى، وهذا بافتراض إمكانية الإحلال بين عناصر الإنتاج.

٨ ـ يتصف القطاع الصناعي بالمملكة بكثافة رأسمالية عالية، حيث بلغت نسبة مرونة رأس المال إلى مرونة العمل ١,٤١ باستخدام عنصري العمل ورأس المال، و١,٤٦ بإضافة العنصر الإنتاجي الثالث المواد الأولية.

وباختصار، مكنت دراسة العلاقة بين الإنتاج وعناصره العمل ورأس المال والمواد الأولية من اختيار دالة الإنتاج الملائمة للقطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية. وتفيد هذه الدراسة في فسح المجال أمام تطبيقات قياسية لاحقة لاستنتاج دوال التكاليف والأرباح مما يسمح بحساب مؤشرات إضافية مهمة تساعد في تخطيط القطاع الصناعي وتوجيه الموارد نحو الاستخدام الأمثل حسب كفايتها وندرتها النسبية.

المراجع

[١] وزارة الصناعة والكهرباء. المسح الصناعي لعام ١٤١٠هـ، *التقرير الختامي*، الرياض (نوفمبر ١٩٩١م).

[٢] إدارة البحوث، غرفة تجارة الرياض. المسح الصناعي يبرز حقائق هامة عن القطاع الصناعي بالمملكة، *تجارة الرياض*، العدد ٣٦٣، (ديسمبر ١٩٩٢).

[٣] Intriligator, M. D. *Econometric Models, Techniques, and Applications*. New Delhi: Prentice-Hall of India, (1980).

[٤] Intriligator, M. D. *Mathematical Optimisation and Economic Theory*. New Jersy: Prentice-Hall, (1978).

[٥] Gujarati, D. *Basic Econometric*. Kogakusha: McGraw-Hill, (1978).

[٦] Kmenta, J. *Elements of Econometrics*. New York: Macmillan, (1986).

[٧] Wonnacott, R. J. and Wonnacott, Th. H. *Econometrics*. New York: John Wiley & Sons, (1979).

[٨] Chiang, A. *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. Kogakusha: MacGraw-Hill, (1974).

[٩] شربجي، عبدالرزاق. *الاقتصاد القياسي التطبيقي*. بيروت: الشركة المتحدة للتوزيع، (١٩٨٥).

[١٠] Lecaillon, J. *Analyse Macroeconomique*. Paris: Editions Cujas, (1969).

[١١] Dhrymes, P. Some Extensions and Tests for the CES Class of Production, Functions. *Review of Economics and Statistics*, 47, (1985), 357-366.

[١٢] Chambers, R. G. *Applied Production Analysis*. London: Cambridge University Press, (1988).