تحليل مغلف البيانات لقياس كفاءة مدارس البنين الثانوية بالمدينة المنورة في المملكة العربية السعودية

د. نياف بن رشيد الجابري أ. سامي بن عودة السيد

كلية التربية –جامعة طيبة – المدينة المنورة

الملخص

هدفت الدراسة الحالية إلى تطبيق تحليل مغلف البيانات، في قياس الكفاءة النسبية للمدارس، لإدخال فكر جديد في الوطن العربي عامة، وفي المملكة العربية السعودية، على وجه الخصوص، في أساليب بحث الكفاءة. وقد تضمنت الورقة خلفية نظرية لتحليل مغلف البيانات، ثم نتائج التطبيق العملي للأسلوب لتحليل بيانات ٧٠ مدرسة ثانوية للبنين بالمدينة المنورة؛ وكشفت عن مستوى كفاءة المدارس الثانوية قيد التحليل، وعن مصادر ومقدار تراجع الكفاءة لكل مدرسة، وعن أن كفاءة المدارس الثانوية تختلف باختلاف المتغيرات التي تكوِّن حزمة المدخلات–المخرجات المستخدمة في تحليل مغلف البيانات. واختبرت الدراسة ثلاثة من نماذج تحليل مغلف البيانات: النموذج التصنيفي، ونموذج بانكر وموري، ونموذج BCC. واتضح أن نموذج بانكر وموري أكثر حساسية لكشف كفاءة المدارس مقارنة بنموذج BCC، وكانت تقديرات نموذج المتغيرات التصنيفية قريبة من تقديرات نموذج بانكر وموري الأساسي. كما أوصت صنّاع القرار في وزارة التربية والتعليم السعودي بتطبيق تحليل مغلف البيانات في قياس كفاءة المدارس، والإفادة من نتائجه في تحسين توظيف الموارد، وحثت على إثراء قواعد البيانات وتمكين الباحثين منها. ويمكن للباحثين إعادة تطبيق تحليل مغلف البيانات لقياس كفاءة المدارس الابتدائية والمتوسطة، وإدارات التعليم، والجامعات والأقسام والكليات، لسنة دراسية أو سنوات متتالية، وفي تعليم البنات.

أولاً: المدخل العام للدراسة

١-١ المقدمة

يرجع الاهتمام بدراسة الكفاءة (Efficiency) إلى مطلع خمسينيات القرن الماضي، حيث ذهب كوبمانز (Koopmans، 1951) إلى أن كلمة "كفاءة" تُعبِّر عن العلاقة بين المدخلات والمخرجات، وافترض أنه من غير الممكن زيادة المخرجات دون زيادة المدخلات. وجاء الاقتصادي فاريل (Farrell، 1957) ليطوّر قياساً لمفهوم الكفاءة لدى كوبمانز، فعرّف الكفاءة التقنية (Technical Efficiency) للوحدة الإدارية بأنها: تحقيق أكبر قدر من المخرجات بالمدخلات المتاحة (الكفاءة من جهة المخرجات)، أو تقليص كمية المدخلات للحصول على قدر معين من المخرجات (الكفاءة من جهة المدخلات). إلا أن طرق فاريل تتطلب معرفة أسعار المدخلات والمخرجات؛ مما يعني صعوبة تطبيقها في قطاع التعليم.

وفي النصف الأخير من الستينيات، برز اهتمام الاقتصاديين بكفاءة التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية، بسبب الانزعاج من ارتفاع كلفته وتدني جودته (Baumol، 1967)، فنشأت دراسات دوال الإنتاج (Production Functions)، التي تعمل على تقدير أثر حزم المدخلات في المخرجات. ثم تحفظ هنري ليفين (Levin، 1974) في صدق دراسات دوال الإنتاج تلك في تقدير الكفاءة، لأنها لا تعمل من خلال تعيين المنحنى الحدودي (Frontier Curve) لمخرجات التعليم، الذي تتحقق عنده الكفاءة بالقدر المعطى من المدخلات، واقترح طرق "الكفاءة الحدودية"؛ بحيث تُعد المدرسة التي تقع على المنحنى الحدودي ذات كفاءة، لأنها احتاجت لقدر أقل من المدخلات لإنتاج القدر المتوقع من المخرجات، في حين تُعد المدرسة التي تقع دون المنحنى الحدودي غير ذات كفاءة. وبناءً على نموذجه النظري، حاول ليفين تطبيق مقترحه لقياس

الكفاءة، ،تجربته على الطلاب كوحدات، وليس على المدارس، فاستخدم البرمجة الخطية لبناء المنحنى الحدودي، أي: تحديد الطلاب الذين يحصلون على نتائج اختبارات بدرجة معينة، كحاصل لاستخدام مدخلات منخفضة. تفرد ليفين في ذلك الوقت بقياس الكفاءة، إلا أن طريقته تتطلب معرفة أسعار المدخلات؛ مما أعاق بحث كفاءة المدارس بمقترحه تطبيقياً.

ولكن تشارنز وزملاءه (Charnes et al.، 1978) وجدوا حلاً لتجاوز شرط توفر معلومات عن أسعار المدخلات، من خلال أسلوب أطلقوا عليه اسم: "Data Envelopment Analysis"، الذي ترجم إلى اللغة العربية باسم: "تحليل مغلف البيانات" (باهرمز، ١٩٩٦). يقوم أسلوب تشارنز وزملائه على البرمجة الخطية، بحيث يتولى نموذج رياضي تحديد مجموعة الأوزان لمدخلات ومخرجات كل مدرسة لتحقق أقصى مستوى من الكفاءة. ومن نموذج تشارنز وزملائه طُورت عدة نماذج، وتنامت القناعات بفاعلية تحليل مغلف البيانات في تقييم أداء وحدات اتخاذ القرار، الصناعية والتعليمية.

ينتج عن تحليل مغلف البيانات رقم يتراوح بين "صفر" و"واحد". تعني القيمة "واحد" الكفاءة الكاملة لوحدة اتخاذ القرار (مدرسة أو غيرها)، ويمثل فرق القيمة دون "واحد" مدى التراجع عن الكفاءة. وتحليل مغلف البيانات أداة تشخيصية، فهو يحدد لكل مدرسة مصادر عدم الكفاءة، وما القرار الأنسب (بناءً على المدخلات والمخرجات قيد التحليل) من أجل أن تحقق الكفاءة.

ولقد طُبّق تحليل مغلف البيانات -بشكل واسع- لقياس كفاءة المدارس، في السويد (Waldo، 2007)، والنرويج (Borge and Naper، 2005)، وأسبانيا (Diaz، 2003)، وبريطانيا (Bradley et al.، 2001)، وجمهورية التشيك (Stupnytskyy، 1998)، والولايات المتحدة الأمريكية (Ruggiero، 1996). أما في الوطن العربي، فقد اقتصر تطبيقه على قطاعات غير تعليمية: البنوك (التميمي، ٢٠٠٧)، والمصانع الكيماوية (الشعيبي، ٢٠٠٤)، ومراكز

الرعاية الصحية الأولية (Bahurmoz، 1998) والمطاعم (هلال، ١٩٩٧).

ولذا، فإن الدراسة الحالية تسد فراغاً ملموساً في الأدبيات العربية والسعودية، وتجدد في أساليب دراسة كفاءة المدارس؛ حيث يتوقع لأسلوب تحليل مغلف البيانات أن يكون مفيداً في ترشيد السياسات المتعلقة بتوظيف الموارد في المؤسسات التعليمية، خاصة مع تزايد الاهتمام به، إذ تجاوز ما حمل عنوان "Data Envelopment Analysis" ٥،٥٠٠ مؤلف، بين عامي ٢٠٠٧ و٢٠٠٩، بحسب محرك البحث العلمي في جوجل (Scholar.Google.Com، في يوم ٢٠٠٩/٨/١٥).

١-٢ المشكلة

يستأثر التعليم السعودي بموارد كبيرة، ومتزايدة. فقد بلغ متوسط الإنفاق على الطالب -في التعليم العام- حوالي ٨٧٩٢ ريالاً في عام ١٩٩٩م، في مقابل ١٥٨٦٣ ريالاً في عام ٢٠٠٥م (وزارة الاقتصاد والتخطيط، ٢٠٠٣، ٢٠٠٧)، أي أن الزيادة تجاوزت ٨٠٪. إلا أن الشكوى من انخفاض كفاءة التعليم استمرت، من قبل المهتمين بالشأن التعليمي عموماً، ووفق التقارير الرسمية (جريدة الشرق الأوسط، ٢٠٠٥)؛ مما يستدعي دراسة الكفاءة، للكشف عن مستواها ومصادر الهدر، وأمثل الطرق للاستفادة من الموارد الضخمة، التي ضحّى بها المجتمع، ووجهها للتعليم.

ولكن الجهد البحثي يعد ضعيفاً. فالدراسات السعودية التي بحثت كفاءة المدارس يمكن حصرها في: دراسات كفاءة التدفق (Flow Efficiency)، التي تستند إلى تحليل أفواج الطلاب (Cohort Analysis)، بالاعتماد على معدلات الترفيع والرسوب والتسرب، وتمثل دراسة الأختر (٢٠٠٦) مثالاً حديثاً لها؛ ودراسات دوال الإنتاج، التي قد يكون عمل الجابري (Aljabri، 2003) المثال الوحيد لها. يؤخذ على دراسات تحليل أفواج الطلاب أنها تقيس الكفاءة الكمّية، وتعد الطالب مدخلاً ومخرجاً في نفس الوقت، وتهمل المدخلات الحقيقية

للمدرسة، ومدى التوظيف الأمثل لها، خاصة وأن تلك الدراسات لا تقيس الكفاءة لكل مدرسة على حدة، وإنما تُعامل المدارس كمنظومة. أما طرق دوال الإنتاج فأنضج، ولكنها إحصائية، تعطي مؤشرات لكفاءة النظام التعليمي، من خلال تطبيق طرق كوب ودوجلاس (Cobb and Douglas، 1928) لدراسة أثر المدخلات في مخرج واحد فقط، يتمثل -عادة- في الاختبارات المعرفية مقياساً للتحصيل الدراسي.

وعموماً، فإن بحوث الكفاءة في التعليم السعودي لم تجب عن أسئلة تهم متخذي القرار، ومنها: ما مدى استغلال المدارس للمدخلات (الموارد) المتوفرة لها؟ وما الموارد الفائضة في كل مدرسة على حدة؟ وما قيم الموارد المستقبلية التي يمكن أن تحسّن كفاءة المدارس؟ وما قيمة الكفاءة لكل مدرسة في النظام التعليمي؟ وهي الأسئلة التي يساعد تحليل مغلف البيانات في إجابتها.

١-٣ الأهداف

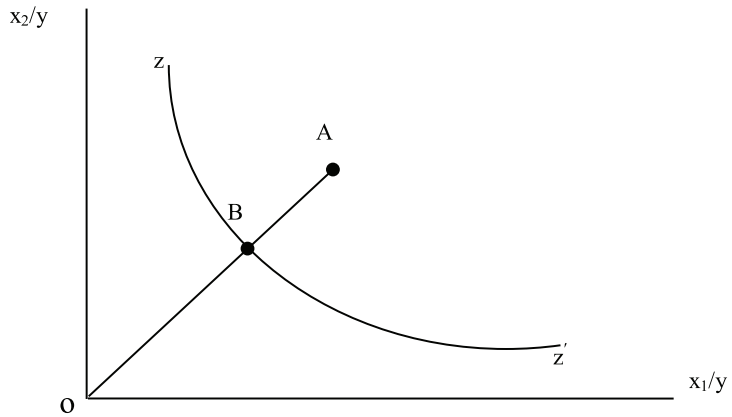
تهدف الدراسة الحالية إلى تطبيق تحليل مغلف البيانات في قياس كفاءة المدارس في المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى دراسة سلوك درجات كفاءة المدارس عبر النماذج المتاحة لتحليل مغلف البيانات، والكشف عن مصادر عدم الكفاءة، أملاً في إثراء المعرفة بكيفية تطبيق الأسلوب، وسعياً للخروج بما يفيد السياسة التعليمية.

ثانياً: الإيضاح التقني لتحليل مغلف البيانات

٢-١ كفاءة فاريل

عرف فاريل (Farrell، 1957) كفاءة الوحدة الإدارية بأنها نسبة المخرجات إلى المدخلات، واقترح طريقتين لحساب مؤشرات الكفاءة: الأولى من جانب المدخلات، وتسمى المقاييس الموجهة نحو المدخلات (Input Orientated

Measures)، والثانية من جانب المخرجات، وتسمى المقاييس الموجهة نحو المخرجات (Output Orientated Measures). يُنظر للكفاءة من جهة المدخلات على أنها المقدار الذي يمكن به خفض جميع المدخلات، تناسبياً، بدون خفض المخرجات. ويمكن توضيح ذلك من خلال شكل رقم ١، الذي يمثل العملية الإنتاجية من جهة المدخلات لوحدة إدارية بمدخلين: x1 وx2، استخدما لإنتاج مخرج واحد y، في ظروف تقنية تتميز بثبات عوائد الحجم (Constant Returns to Scale، CRS)؛ أي أن المخرجات تزداد بنسبة الزيادة نفسها في المدخلات (سلفاتور،١٩٧٤).



شكل رقم ١: منحنى الكفاءة من جهة المدخلات للوحدة A

حيث تمثل ZZ′ تقنية إنتاج وحدة واحدة من y بأقصى كفاءة، باستخدام المدخلات: x1 وx2. وتعد A أقل كفاءة من B، وتعبر المسافةAB عن الانخفاض في الكفاءة التقنية للوحدة A، وهو القدر الذي يمكن به خفض جميع المدخلات تناسبياً دون خفض المخرجات.ويحسب مؤشر الكفاءة التقنية (TE) للوحدة التي تنتج عند النقطة A(x1/y،x2/y) على الشعاع OA بالقانون:

$$TE = \frac{OB}{OA}$$

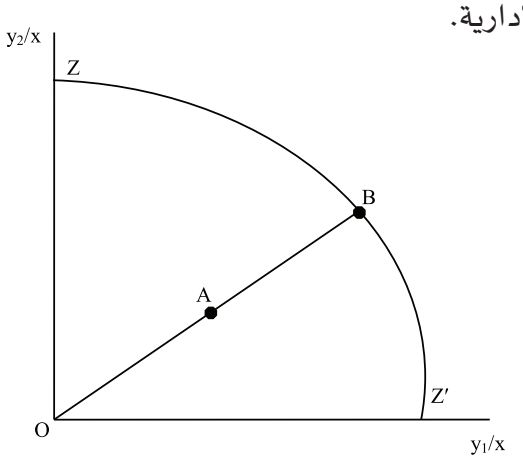
وتتراوح قيم الكفاءة التقنية بين "صفر" و"واحد"، حيث تشير القيمة "واحد" إلى الكفاءة الكاملة، بينما يقال عن الوحدة الإدارية أنها غير ذات كفاءة إذا لم تحقق القيمة "واحد".

أما الكفاءة من جهة المخرجات، فتعني زيادة قدر المخرجات تناسبياً دون زيادة قدر المدخلات. ويوضح شكل رقم ٢ الكفاءة التقنية لوحدة تنتج نوعين من المخرجات: y1 وy2، وتستخدم المدخل X، تحت ظروف تقنية تتميز بثبات عوائد الحجم، حيث يمثل ZZ′ منحنى الحد الأقصى للمخرجات، وتمثل النقطة A وحدة غير ذات الكفاءة، لأنه يمكن زيادة إنتاج المخرجين: y1 و y2 إلى مستوى النقطة B، دون أي زيادة في المدخلات.

تُحسب الكفاءة التقنية للوحدة A على الشعاع OB بالقانون:

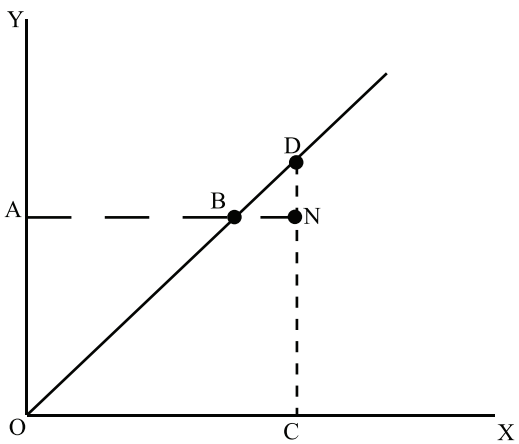
$$TE = \frac{OA}{OB}$$

وتتراوح قيم الكفاءة التقنية بين "صفر و"واحد"، حيث تشير القيمة واحد إلى الكفاءة الكاملة، وبقدر تراجع القيمة قبل "واحد" يتراجع مستوى الكفاءة للوحدة الإدارية.



شكل رقم ٢: منحنى الكفاءة من جهة المخرجات للوحدة A

ويشير كولي (Coelli، 1996) إلى أنه تتساوى قيم الكفاءة من جهتي المدخلات والمخرجات فقط في حالة ثبات عوائد الحجم. ويمكن توضيح ذلك بمثال يسير يتضمن مدخل واحد x. ومخرج واحد y، كما في الشكل رقم ٣، حيث هناك عوائد ثابتة للحجم، والوحدة N لا تقع على منحنى الكفاءة، وبالتالي فهي غير ذات كفاءة، إلا أن الوحدتين: B، وD ذواتا كفاءة، لوقوعهما على منحنى الكفاءة. فمقياس فاريل للكفاءة التقنية للوحدة N من جهة المدخلات تساوي (طريقة أخرى غير القطرية أو الشعاعية)، بينما من جهة المخرجات تساوي ، ورياضياً، فإن: (من خلال تشابه المثلثات).

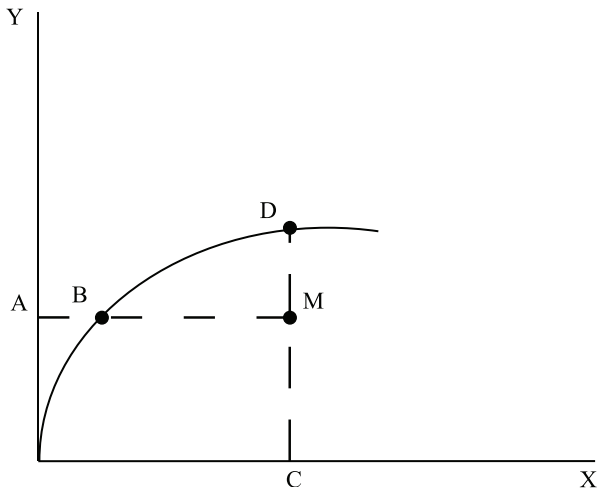


شكل رقم ٣: العوائد الثابتة للحجم

وفي المقابل، فإن قيمتي الكفاءة التقنية من جهتي المدخلات والمخرجات، لا تتساوى في حالة انخفاض عوائد الحجم (Decreasing Returns to Scale، DRS)، أو ارتفاع عوائد الحجم (Increasing Returns to Scale، IRS). ويقصد بانخفاض عوائد الحجم تزايد المدخلات بنسبة معينة مع تزايد المخرجات بنسبة أقل، بينما يقصد بارتفاع عوائد الحجم زيادة المدخلات بنسبة معينة مع تزايد المخرجات بنسبة أكبر (سلفاتور، ١٩٧٤). ويطلق على انخفاض

وارتفاع عوائد الحجم بالعوائد المتغيرة للحجم (Variable Returns to Scale، VRS).

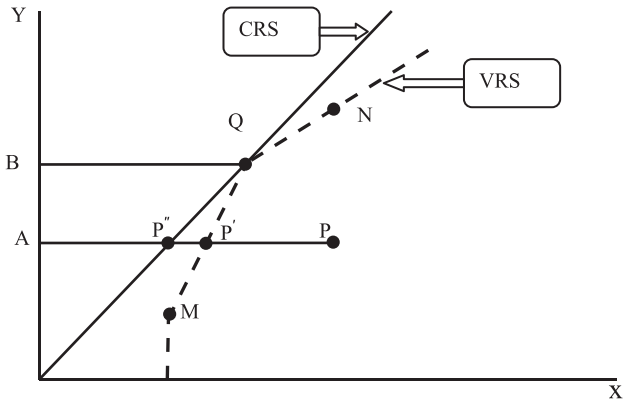
ويمكن توضيح عدم تساوي الكفاءة التقنية من جهتي المدخلات والمخرجات في حالة انخفاض عوائد الحجم من خلال شكل رقم ٤، حيث يمثل المنحنى انخفاضاً في العوائد للحجم، والوحدة M غير ذات كفاءة، إلا أن الوحدتين: B، وD ذواتا كفاءة. في هذه الحالة، فإن قياس الكفاءة التقنية للوحدة M من جهة المدخلات بموجب مقياس فاريل يساوي ، بينما يساوي من جهة المخرجات. ورياضياً، من خلال شكل رقم ٤، يتضح أن: .



شكل رقم ٤: العوائد المنخفضة للحجم

ولمعرفة موقع الوحدة الإدارية من منحنى الكفاءة، سواء أكانت عوائد الحجم ثابتة أو متغيرة، فإنه يتم قياس كفاءتها بافتراض ثبات عوائد الحجم، ثم بافتراض تغير عوائد الحجم. وتسمى نسبة الكفاءة التقنية للعوائد الثابتة إلى الكفاءة التقنية للعوائد المتغيرة كفاءة الحجم (Scale Efficiency، SE) لتلك الوحدة الإدارية (Coelli، 1996)، أي أن:

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}}$$



شكل رقم ٥: كفاءة الحجم

وبحسب شكل رقم ٥، فإن الوحدة الإدارية P غير ذات كفاءة، بينما الوحدة Q ذات كفاءة، وهناك منحنى كفاءة للعوائد الثابتة، ومنحنى كفاءة للعوائد المتغيرة، وتكون الكفاءة التقنية للوحدة P كالآتي:

$$TE_{CRS} = AP''/AP,$$
$$TE_{VRS} = AP'/AP,$$
$$SE = AP''/AP'.$$

وتمثل المسافة PP″ مدى عدم الكفاءة التقنية للوحدة P، وذلك بالنسبة لمنحنى كفاءة CRS، بينما تمثل المسافة PP′ مدى عدم الكفاءة التقنية لنفس الوحدة P عند منحنى كفاءة VRS. ولأن PP″ ≠ PP′، فإن الكفاءة التقنية للوحدة P بموجب VRS لا تساوي الكفاءة التقنية للوحدة نفسها بموجب CRS. ويمثل الفرق بين PP″ وPP′ درجة عدم كفاءة الحجم للوحدة P. أما الوحدة Q، فإنها تقع على منحنى CRS ومنحنى VRS، وبالتالي فإن المسافة بين المنحنيين تساوي "صفراً"، أي إن كفاءة الحجم تساوي "واحداً". ولتوضيح ذلك، نحسب الكفاءة التقنية للوحدة Q من جهة المدخلات، على النحو التالي:

$$TE_{CRS} = \frac{BQ}{BQ} = 1$$

(لأن الوحدة Q تقع على منحنى الكفاءة CRS)

$$TE_{VRS} = \frac{BQ}{BQ} = 1$$

(بسبب وقوع Q على منحنى الكفاءة VRS)

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} = \frac{1}{1} = 1$$

والنتيجة ستكون نفسها عند حساب الكفاءة التقنية للوحدة Q من جهة المخرجات؛ لأن الوحدة Q تقع في نقطة مشتركة بين المنحنيين: CRS وVRS، فهي تتميز بأن عوائدها ثابتة للحجم، ولكنها تقع أيضاً على المنحنى VRS، فالوحدة M التي تقع دونها -على نفس المنحنى- ذات عوائد منخفضة للحجم، بينما تتمتع الوحدة N بعوائد حجم متزايدة.

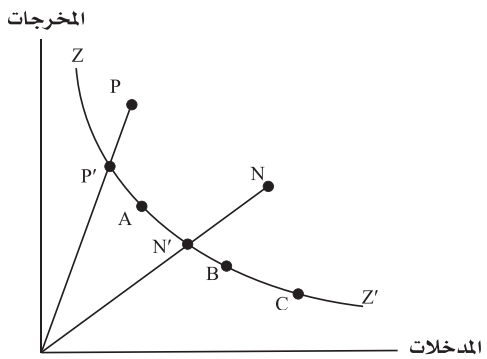
٢-٢ تحليل مغلف البيانات

يقوم تحليل مغلف البيانات على طرق البرمجة الخطية، التي يمكن تأديتها الآن بسهولة أكبر، بمساعدة البرامج الحاسوبية، مثل برنامج الجداول الإلكترونية (إكسل، EXCELL) وغيره، بالرغم من أن تحليل مغلف باتت له البرامج الحاسوبية الخاصة به. ولأن نطاق الدراسة الحالية لايشمل إيضاح طرق البرمجة الخطية، فإنه بالإمكان القراءة عنها في -مثلاً- باهرمز (١٩٩٤)، وحمدان ومرعي (٢٠٠٤)، والفياض وقدادة (٢٠٠٧)، وماضي (١٩٩٢).

ويعد تحليل مغلف البيانات أداة تشخيصية، تكشف لمتخذي القرار أسباب عدم الكفاءة للوحدة الإدارية، وكيفية تحويلها من حالتها الراهنة من عدم الكفاءة إلى وحدة ذات كفاءة (Talluri and Yoon، 2000). ومما يميز أسلوب تحليل مغلف البيانات أنه غير بارامتري، أي لا يخضع للافتراضات المعتادة في

الأساليب الإحصائية. ويسمح تحليل مغلف البيانات بإدراج العديد من المدخلات والمخرجات في عملية النمذجة (Worthington، 2001)، ولا يُشترط التشابه في القياس عبر المتغيرات قيد التحليل (Charnes et al.، 1994). وينتج عن تحليل مغلف البيانات رقم يمثل تقديراً للكفاءة، كما يقدّم أهدافاً لتحسين كفاءة الوحدة غير ذات الكفاءة (Thanassoulis، 1993)، إلى جانب أنه يقبل المتغيرات البيئية مثل المستوى الاجتماعي للوالدين (Bessent and Bessent، 1980). ولأن تحليل مغلف البيانات يعد إحدى طرق التحليل الحدودي (Frontier Analysis)، فإنه يفوق أساليب قياس الكفاءة القائمة على دوال الكلفة (Cost Functions) أو دوال الإنتاج (Production Functions) بأنه يقدر الكفاءة نسبة إلى أفضل النتائج المتحققة عبر الوحدات الإدارية قيد التحليل وليس على أساس متوسط النتائج (Rubenstein، 2005)؛ ولذا تُسمى تقديرات تحليل مغلف البيانات "الكفاءة النسبية (Relative Efficiency، RE)".

ويستند تحليل مغلف البيانات إلى منحنى الكفاءة للوحدات الإدارية، بحيث لا يكون بإمكان الوحدة الوهمية المركبة إنتاج القدر نفسه -على الأقل- من المخرجات بقدر أقل من المدخلات. ويشار إلى الوحدات الواقعة على منحنى الكفاءة بأنها ذوات كفاءة، أما التي لا تقع عليه فإنها غير ذوات الكفاءة. ولأن الوحدات الإدارية تقع إما على منحنى الكفاءة أو دونه، فإن منحنى الكفاءة يبدو مغلفاً للبيانات، ومن هنا جاءت التسمية (Charnes et al.، 1994).



شكل رقم ٦: تحليل مغلف البيانات

ولتوضيح تحليل مغلف البيانات، يشير شكل رقم ٦ إلى أن الوحدات الإدارية: A، وB، وC ذوات كفاءة، لوقوعها على منحنى الكفاءة ZZ′، وأن الوحدتين الإداريتين: P، وN غير ذاتي الكفاءة. وتعرف الوحدتان: A، وB بالوحدتين المرجعيتين (Reference Set) للوحدة N، وبعض البرامج الحاسوبية يسيمها الأنداد (Peers)، أو الأهداف (Targets)؛ لأن النقطة المقترحة، أو المسقطة N′ تقع بين الوحدتين: A، وB، على منحنى الكفاءة، وبالتالي فإن قيمة N′ تتكون من أوزان (λ) المدخلات والمخرجات للوحدتين: A، وB. أما الوحدة P فإن لها وحدة مرجعية واحدة (A)، ومن ثم تتكون قيمة P′ من أوزان المدخلات والمخرجات للوحدة A.

وتتكون الوحدة الوهمية المركبة -نظرياً- من مجموعة الوحدات الإدارية الخاضعة للقياس، إلا أنها -تطبيقياً- تتكون من الوحدات المرجعية لها. وتفسير ذلك أن الوحدة الوهمية المركبة تقع بين الوحدات المرجعية لها، وبالتالي فهي تتكون من أوزان مدخلات ومخرجات الوحدات المرجعية الواقعة بينها. أما بقية الوحدات الإدارية فتأخذ قيمة صفر في أوزان مدخلاتها ومخرجاتها، وتعمل البرمجة الخطية على إيجاد قيم تلك الأوزان (λ).

وتفيد الوحدات المرجعية في تحديد أنماط التشغيل للوحدات المتحقق فيها الكفاءة، كما أنها تساعد الوحدات غير ذوات الكفاءة للوصول إلى الكفاءة، عن طريق الاستعانة بها كنماذج للمقارنة، لتحسين كفاءتها (Talluri and Yoon، 2000). ويشار إلى N′ بأنها الوحدة الوهمية المركبة، التي تُستخدم في تحليل مغلف البيانات للمقارنة مع الوحدة N بهدف تحسين كفاءتها؛ وبالمثل، يشار إلى P′ بأنها الوحدة الوهمية المركبة للوحدة P.

ويقوم تحليل مغلف البيانات على البرمجة الخطية، التي تحسب الكفاءة النسبية -لأي وحدة إدارية- بإيجاد نسبة المخرجات الموزونة إلى المدخلات

الموزونة. ورياضياً، تصاغ الكفاءة النسبية (RE) للوحدة الإدارية J على النحو التالي (Charnes et al.، 1978):

$$RE_j = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}}, u_r \geq 0, v_i \geq 0$$

حيث إن:

ur = قيمة الوزن المعطى للمخرج r،

vi = قيمة الوزن المعطى للمدخل i،

Yrj = مقدار المخرج r في الوحدة j،

xij = مقدار المدخل i في الوحدة j،

s = عدد المخرجات،

m = عدد المدخلات.

وتعمل البرمجة الخطية على اختيار أوزان المدخلات والمخرجات، بطريقة تحسب مقياس كفاءة باريتو لكل وحدة خاضعة لقياس الكفاءة، وذلك عن طريق تحقق قيود البرمجة الخطية إلى حد عدم قدرة أي وحدة مركبة على تحصيل مزيج من المدخلات والمخرجات تجعلها تحقق كفاءة نسبية أكبر من الوحدة المراد قياس كفاءتها.

وقد عمل تشارنز وزملاؤه (Charnes et al.، 1978) على صياغة نموذج لتحليل مغلف البيانات، باستخدام البرمجة الخطية، وفق التسلسل الآتي:

$$Max \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \Big/ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \Big/ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1 : j = 1, \cdots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 : r = 1, \cdots, s; i = 1, \cdots, m$$

حيث تمثل m عدد المدخلات، و s عدد المخرجات، وn عدد الوحدات الإدارية، وur أوزان المدخلات، وvi أوزان المخرجات. يحسب النموذج الكسري رقم ١ قيم الأوزان u وv، التي تؤدي إلى زيادة كفاءة الوحدة الإدارية، بشرط أن تكون كفاءة جميع الوحدات الإدارية أقل من أو يساوي واحداً. ولوجود عدد غير منتهٍ من الحلول، فقد اقترح تشارنز وزملاؤه النموذج الخطي التالي:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_{ij} x_{ij} \le 0 : j = 1, \cdots, n$$

$$u_r v_i \ge 0$$

وباستخدام النموذج المقابل في البرمجة الخطية، يتم تحويل النموذج رقم ٢ إلى نموذج مكافئ له، ليسهل حله، بحسب الصيغة التالية:

$$Min\theta$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} - \theta x_{ij0} \le 0 : i = 1, \cdots, m; j = 1, \cdots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{rj0} \ge 0 : r = 1, \cdots, s; j = 1, \cdots, n$$

$$\lambda_j \ge 0$$

حيث تمثل θ درجة الكفاءة (٠≤θ≤١)، و jλ وزن الوحدة الإدارية j و m عدد المدخلات، وs عدد المخرجات، وn عدد الوحدات الإدارية، وxij قيمة المدخل i للوحدة j، وxij قيمة المدخل i للوحدة المطلوب قياس كفاءتها j وyij قيمة المخرج r للوحدة j وyij قيمة المخرج r للوحدة المطلوب قياس كفاءتها j.

وفي نموذج رقم ٣، أُستبدل j الأوزان: v وu للمدخلات والمخرجات -على الترتيب- بالوزن λ لكل من المدخلات والمخرجات، ليصبح عدد القيود في هذا

النموذج أقل من النموذج رقم ٢ (m+s<n+1)، ولذلك فهو يفضل (Coelli، 1996). وتُحل مسألة البرمجة الخطية رقم ٣ بعدد الوحدات الإدارية المراد قياس كفاءتها. فإذا كانت عدد الوحدات الإدارية يساوي N، فإنه يجب حل مسألة البرمجة الخطية N مرة.

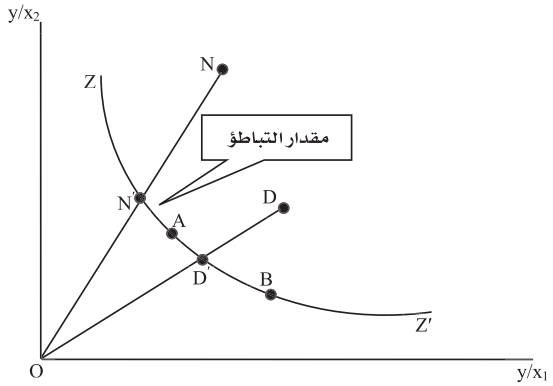
وكما تقدّم، تعدّ كفاءة فاريل منطلقاً لتحديد توجه النموذج الرياضي لتقدير الكفاءة النسبية، حيث صاغ مبتكرو تحليل مغلف البيانات النموذج الرياضي بطريقتين: في الأولى -التي يطلق عليها اسم التوجه المدخلي، كما في البرمجة الخطية رقم ٣- يعمل البرنامج الرياضي على خفض فائض المدخلات، دون خفض المخرجات؛ فيضاف أمام دالة الهدف Min، لتشير لتوجه النموذج لخفض المدخلات. أما الطريقة الثانية، فيطلق عليها اسم التوجه المخرجي (وهو خارج نطاق الدراسة الحالية)، حيث يعمل البرنامج الرياضي الخاص بها على زيادة المخرجات تناسبياً دون زيادة مقدار المدخلات. ولذلك يضاف أمام دالة الهدف Max، لتدل على توجه النموذج لتعظيم المخرجات.

٢-٣ تباطؤ المدخلات والمخرجات في تحليل مغلف البيانات

يعرف كولي (Coelli، 1996) المُدخل المتباطيء (Input Slack) بأنه الزيادة في مقدار المدخل بعد تخفيضه مقارنة بالهدف (الوحدة المركبة). ويمكن معرفة قيمة تباطؤ المدخل عن طريق نموذج البرمجة الخطية رقم (٣) -نموذج تحليل مغلف البيانات- من القيد الأول كالآتي:

$$\theta x_{ij0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} = S_{ij}$$

حيث تمثل Si قيمة تباطؤ المدخل i في الوحدة j. ولكن، عندما تكون قيمة Si تساوي صفراً، فإن هذا يعني أن المدخل غير متباطئ.



شكل رقم ٧: تباطؤ المدخلات والمخرجات من جهة المدخلات

ولتوضيح مفهوم تباطؤ المدخل si الوارد في القيد أعلاه، يمكن افتراض أن: A، وB وحدتان إداريتان ذواتا كفاءة، وأن D، وN وحدتان غير ذواتي كفاءة، وجميع تلك الوحدات تنتج المخرج y مستخدمة المدخلين: x1، وx2. وكما في الشكل رقم ٧، فإن الوحدة N، لكي تصل إلى حد الكفاءة من جهة المدخلات، يجب أن تخفض من استخدامها للمدخلين: x1، وx2 دون تقليص مقدار المخرج y، أي تستخدم ما مقداره: θx1N، وθx2N، ويمثلها إحداثي النقطة N′. ولكن تحليل مغلف البيانات يعمل أيضاً على إيجاد موقع أفضل لتلك الوحدة على منحنى الكفاءة، أي مزيج أفضل من المدخلات لإنتاج القدر نفسه من المخرجات على الأقل، ويمثل ذلك إحداثيات الوحدة A، التي تعرف بالهدف المستقبلي للوحدة N، ويشار إليها في قيد البرمجة الخطية بالرمز: $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}$.

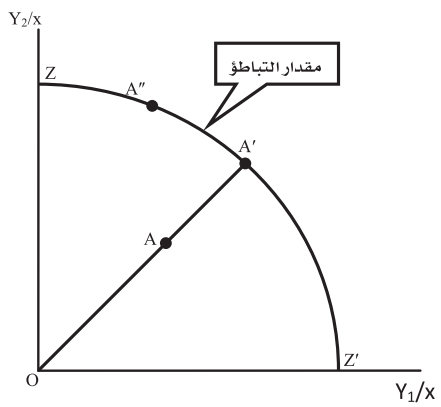
كما أن الزيادة في مقدار المدخلات لدى N′ عن A، هي التي تعرف بتباطؤ المدخل. في حين أن الهدف المستقبلي للوحدة D هو إحداثي النقطة D′، أي أن D′ أفضل مزيج لمدخلات الوحدة D لتحقيق الكفاءة، وبالتالي يتساوى الهدف المستقبلي مع مقدار تخفيض المدخلات θxij0، وعندئذ فإن قيمة si تساوي "صفراً"، أي لا يوجد مُدخل متباطئ.

ومن ناحية أخرى، يمكن أن يكون هناك تباطؤ في المخرج (Ouput Slack)؛ بمعنى تدني مخرج الوحدة الإدارية، مقارنة بالوحدة المركبة (الهدف المستقبلي). ويمكن معرفة قيمة تباطؤ المخرج عن طريق نموذج البرمجة الخطية رقم (٣) من القيد الثاني، كالآتي:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{rj} = s_r$$

حيث تمثل sr قيمة تباطؤ المخرج r في الوحدة j. ويستبعد أن يكون المخرج متباطئاً عندما تساوي sr "صفر".

وبالطريقة نفسها، يمكن تقدير قيم تباطؤ المدخلات والمخرجات في حالة التوجه المخرجي. ويوضح شكل رقم ٨ أن الوحدة الإدارية A غير ذات كفاءة، لأنها بإمكانها زيادة إنتاج المخرجين: y1، وy2 إلى مستوى النقطة A′ دون أي زيادة في المدخل X. ولكن تحليل مغلف البيانات يعمل –أيضاً– على تحديد موقع آخر للوحدة A تتحقق عندها الكفاءة بشكل أفضل، ولتكن النقطة A″ (الهدف المستقبلي للوحدة A)؛ فيمثل –عندئذ– الفرق في مقدار المدخلات والمخرجات بين النقطتين A′ و A″ قيمة التباطؤ (Si، وSr). ويمكن أن يكون الهدف المستقبلي للوحدة هو نفس مسقطها على منحنى الكفاءة، وعندئذ تساوي قيم Si، و Sr "صفر"، أي لا يوجد تباطؤ.



شكل رقم ٨: تباطؤ المدخلات والمخرجات من جهة المخرجات

٢-٤ نماذج تحليل مغلف البيانات

تعدّدت نماذج تحليل مغلف البيانات، وكلها تكشف الوحدات الإدارية التي لا تتحقق فيها الكفاءة، وتُعرِّف بمصادر ومقدار عدم الكفاءة، ولكن تختلف من حيث: السعة التحليلية، وطبيعة المتغيرات المدرجة (فئوية أو مستمرة، بيئية أو مدرسية)، والافتراضات المتعلقة بالعائد للحجم.

ويُعد نموذج CCR، الذي صاغه تشارنز وكوبر ورودس في أواخر سبعينيات القرن الماضي (Charnes et al.. 1978)، النموذج الأساس، الذي بنيت عليه النماذج اللاحقة. يعرف نموذج CCR بـ"نموذج العوائد الثابتة للحجم"، لأنه مبني على افتراض ثبات العائد للحجم، ويأخذ الصيغة التالية:

$$Min\,\theta$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} - \theta x_{ij0} \le 0 : i = 1,\cdots,m; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{rj0} \ge 0 : r = 1,\cdots,s; j = 1,\cdots,n$$

$$\lambda_j \ge 0 : j = 1,\cdots,n$$

حيث تمثل θ درجة كفاءة الوحدة الإدارية، ويمثل yrj مقدار المخرج r للوحدة j، ويشير xij إلى مقدار المدخل i للوحدة j، ويعبر yrjo عن مقدار المخرج r للوحدة المطلوب قياس كفاءتها (j0)، ويرمز xij00 لمقدار المدخل i للوحدة المطلوب قياس كفاءتها (j0)، فيما يرمز S لعدد المخرجات، و m لعدد المدخلات، و n لعدد الوحدات المراد قياس كفاءتها، و λj لوزن المدخلات والمخرجات للوحدة j .

وبالرغم من أن نموذج تشارنز وزملائه (CCR) له الريادة في تحليل مغلف البيانات، إلا أنه يخلط بين الكفاءة التقنية وكفاءة الحجم، أي الكفاءة المرتبطة بحجم معين من العمليات (هلال،١٩٩٧)؛ وهي المشكلة التي قد تؤدي إلى انحراف العديد من الوحدات الإدارية عن الكفاءة، بسبب عدم وقوع منحنى الكفاءة في المكان المناسب.

على إثر ذلك، صِيغ نموذج آخر (BCC) بواسطة بانكر وزملائه (Banker et al.، 1984)، ليميّز بين الكفاءة التقنية وكفاءة الحجم، من خلال تقدير الكفاءة التقنية في مستوى معين من العمليات، والكشف عن ما إذا كانت العوائد متزايدة أو متناقصة أو ثابتة مع الإنتاج.

وبدلالة الرموز المعرفة في نموذج CCR، يمكن أن يعبر عن نموذج BCC بالصيغة التالية:

$$Min\theta$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} - \theta x_{ij0} \le 0 : i = 1,\cdots,m; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj} - y_{rj0} \ge 0 : r = 1,\cdots,s; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1 : j = 1,\cdots,n$$

$$\lambda_j \ge 0 : j = 1,\cdots,n$$

أما نموذج بانكر وموري (Banker and Morey، 1986a) -أو النموذج غير المتصل (Non-Discretionary model)- فجاء ليتعامل مع المتغيرات التي لا يمكن ضبطها (البيئية)، أي المتغيرات خارج سيطرة الإدارة، وتكون في صيغة قياس غير متصلة، إلى جانب المتغيرات المتصلة الخاضعة لسيطرة الإدارة.

كما يتميز نموذج بانكر وموري بتعامله مع العوائد الثابتة والمتغيرة للحجم.

وصيغة نموذج بانكر وموري، مع العوائد الثابتة، هي:

$$Min\theta - \sum_{i=1}^{m}\varepsilon s_i - \sum_{r=1}^{s}\varepsilon s_r ; i \in D$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} + s_i = \theta x_{ij0} : i \in D; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} + s_i = x_{ij0} : i \in ND; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj} - s_r = y_{rjo}; r = 1,\cdots,s; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1 : j = 1,\cdots,n$$

$$\lambda_j \ge 0 : j = 1,\cdots,n$$

حيث تمثل θ درجة كفاءة الوحدة الإدارية، وD مدخلات الوحدة التي يمكن ضبطها، وهي عبارة عن متغيرات كمية متصلة -تأخذ قيماً صحيحة أو نسبية- قابلة للتخفيض، وتعني ND المدخلات التي لا يمكن ضبطها (البيئية)، وتكون على هيئة متغيرات نوعية؛ سواء كانت اسمية(Nominal Variables) -وهي: المتغيرات التي لها عدد محدد من الفئات، دون أي وزن لهذه الفئات- أو رتبية (Ordinal Variables) -وهي: المتغيرات التي لها عدد محدد من الفئات، ويمكن ترتيبها تصاعدياً أو تنازلياً. كما يمكن أن تكون ND مدخلات بيئية على هيئة متغيرات كمية منفصلة؛ أي، تأخذ قيماً صحيحة موجبة فقط.

ويلاحظ أن المدخلات التي لا يمكن ضبطها لا تدخل مباشرة في مقاييس الكفاءة المحسنة، ولكن لها تأثير في قيمة الكفاءة، نظراً لوجودها في قيود البرمجة الخطية.

ويصاغ نموذج بانكر وموري، مع العوائد المتغيرة، كالتالي:

$$Min\theta$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij}-\theta x_{ij0}\le 0 : i\in D; j=1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij}-x_{ij0}\le 0 : i\in ND; j=1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj}-y_{rj0}\ge 0 : r=1,\cdots,s; j=1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j =1 : j=1,\cdots,n$$

$$\lambda_j \ge 0 : j=1,\cdots,n$$

ويمكن صياغة نموذج بانكر وموري على شكل مساواة بدلاً من علامة أصغر من أو يساوي، كما يلي:

$$Min\theta-\sum_{i=1}^{m}\varepsilon s_i-\sum_{r=1}^{s}\varepsilon s_r : i\in D$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij}+s_i=\theta x_{ij0} : i\in D; j=1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i = x_{ij0} : i \in ND; j = 1, \cdots, n$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r = y_{rj0} : r = 1, \cdots, s; j = 1, \cdots, n$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 : j = 1, \cdots, n$$
$$\lambda_j \geq 0 : j = 1, \cdots, n$$

حيث إن ε عدد صغير جداً، يمثل نسبة الخطأ، وغالباً ما تساوي قيمته ١٠-٦، ويمكن تقديرها بالصيغة: . والمدخلات التي لا يمكن ضبطها (ND) إنما أدرجت في النموذج من أجل المقارنة المرجعية، أي: الوحدات الإدارية التي لها نفس الظروف أو أسوأ؛ ولذلك -بعد تقدير قيمة الكفاءة للوحدة-فإنه يلغى مقدار الفائض في المدخلات التي هي خارج سيطرة الإدارة (Charnes et al.، 1994).

أما النموذج الآخر لبانكر وموري (Banker and Morey، 1986b) فيعرف بنموذج المتغيرات التصنيفية (أو النموذج التصنيفي اختصاراً)، وهو يقيس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية عن طريق متغير تصنيفي، حيث تُصنف الوحدات الإدارية المراد تقييم كفاءتها إلى عدد من الفئات، ومن ثم تُقيّم وحدات الفئة الأولى ضمن المجموعة، وتُقيّم وحدات الفئة الثانية بالمقارنة مع وحدات الفئة الأولى والثانية معاً، وهكذا. ويأخذ النموذج التصنيفي الصيغة التالية:

$$Min\theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i + \sum_{r=1}^{s} s_r\right)$$

Subject to:

$$\sum_{j \in U^{k}_{k=1} D_k} y_{rj}\lambda_j - s_r = y_{rj0} : r = 1, \cdots, s$$
$$\sum_{j \in U^{k}_{k=1} D_k} X_{ij}\lambda_j + s_i = \theta x_{ij0} : i = 1, \cdots, m$$
$$\sum_{j \in U^{k}_{k=1} D_k} \lambda_j = 1 : j = 1, \cdots, m$$
$$\lambda_j \geq 0 : j \in U^{k}_{k=1} D_k, s_r \geq 0 : r = 1, \cdots, s; s_i \geq 0 : i = 1, \cdots, m$$

حيث تمثل θ درجة كفاءة الوحدة الإدارية، وs عدد المخرجات، وm عدد المدخلات، وsr مقدار التباطؤ في المخرج r، وsi مقدار التباطؤ في المدخل i، و، أي أن: DK تعبر عن مجموعة جزئية من الوحدات الإدارية، حيث إن: تمثل عدد التصنيفات الممكنة للوحدات الإدارية.

ويتميز نموذج المتغيرات التصنيفية بأنه يتعامل مع المدخلات التي على هيئة متغيرات نوعية (اسمية، أو رتبية). كما يمكن أن تكون المتغيرات النوعية بيئية،أو موارد مدرسية.

أما النموذج الأحدث، نموذج روجيرو (Ruggiero، 1996)، فإنه يراعي العوامل البيئية في القطاع العام، وصيغته:

$$Min\theta$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} - \theta x_{ij0} \le 0 : i = 1,\cdots,m; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{rj0} \ge 0 : r = 1,\cdots,s; j = 1,\cdots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 : j = 1,\cdots,n$$

$$\lambda_j \ge 0 \quad if\ Z_{Lj} \le Z_{Lj0} \quad \forall \quad L = 1,\cdots,k$$

$$\lambda_j = 0 \quad if \quad \exists \quad Z_{Lj} > Z_{Lj0}$$

حيث تمثل j الوحدات الإدارية المراد قياس كفاءتها، التي عددها n، وθ درجة كفاءة الوحدة الإدارية، وi المدخلات التي يمكن السيطرة عليها من قبل الإدارة، التي عددها m. وتشير r إلى المخرجات، وعددها s. أما zLjفتشير إلى المدخلات البيئية في جميع الوحدات j، بينما تعني $zLj0$ المدخل البيئي في الوحدة المراد قياس كفاءتها، وk عدد المدخلات البيئية.

ويختلف نموذج روجيرو عن نموذج بانكر وموري، في أن الأول يقارن

المدخلات البيئية غير القابلة للسيطرة في جميع الوحدات -الخاضعة لقياس الكفاءة- مع المدخل البيئي للوحدة المراد قياس كفاءتها، دون استخدام الأوزان في ذلك، وبالتالي فإنه يكون مغلفاً أكثر تحدباً من نموذج بانكر وموري، ولذلك تزداد عدد الوحدات الإدارية ذوات الكفاءة فيه، عن نموذج بانكر وموري. إلا أن نموذج روجيرو لم يشتهر حتى وقتنا الحاضر، ولم يدرج من ضمن نماذج تحليل مغلف البيانات، في البرامج الحاسوبية لذلك التحليل.

ثالثاً: مراجعة الدراسات السابقة

يحوي جدول رقم ١ معلومات تتعلق باثنتي عشرة دراسة طبقت تحليل مغلف البيانات في التعليم، مرتبة من الأحدث إلى الأقدم. ويمكن ملاحظة أن وحدة التحليل قد تكون مصغرة (المدرسة) وقد تكون مكبرة (مقاطعة تعليمية أو بلدية أو مركزاً تعليمياً أو دولة). وبالرغم من أن التحليل في المستوى المصغر يعني الاقتراب أكثر من العملية التعليمية، وبالتالي قياس أدق لمعظم المتغيرات، إلا أن التحليل المكبر يتيح الفرصة لتقييم أشمل للنظام التعليمي، بإدراج المدارس في المراحل المختلفة، كما يمكن أن يتضمن متغيرات تتعلق بالسياسة التعليمية. فمثلاً، قد تختلف طرق دفع رواتب المعلمين عبر المقاطعات أو البلديات أو الدول، ليختبر التحليل المكبر تلك الطرق، أيها أكثر كفاءة.

وفيما كان نموذج BCC الأكثر شيوعاً، اقتصرت الدراسات السابقة على أربعة نماذج لتحليل مغلف البيانات. وطُبقت معظم الدراسات في مرحلة تعليمية معينة خلال عام دراسي واحد. إلا أن دايز (Diaz، 2003) توافر على بيانات عدة أعوام دراسية: ١٩٩٥/١٩٩٦-١٩٩٨/١٩٩٩، وقدّر كفاءة كل مركز تعليمي (على مستوى المرحلة الثانوية) لكل سنة على حدة؛ وهو نفس الإجراء الذي اتبعه برادلي وزملاؤه (Bradley et al.، 2001) في بريطانيا، حيث وظفوا بيانات الأعوام: ١٩٩٣/١٩٩٤-إلى ١٩٩٦/١٩٩٧، لتقدير كفاءة المدارس الثانوية.

وبمراجعة الدراسات السابقة يتضح أن المدخلات المدرسية مصنفة في ثلاث فئات. فأولاً، هناك مدخلات يمكن ضبطها والسيطرة عليها، تكون على هيئة متغيرات كمية متصلة كمتوسط خبرة المعلمين، أو على هيئة متغيرات منفصلة كنوع المبنى المدرسي. أما الفئة الثانية فتتشكل من المدخلات التي لا يمكن ضبطها والسيطرة عليها، وتعرف بالمدخلات البيئية، وهي على هيئة متغيرات منفصلة، مثل المستوى الاجتماعي الاقتصادي للوالدين. أما ثالث فئة للمدخلات فتتمثل في المتغيرات التصنيفية(Categorical Variables) ، وهي التي تصنف الوحدات الإدارية المراد قياس كفاءتها إلى مجموعات، بحيث تقارن كل وحدة إدارية مع الوحدة الأخرى المشابهة لها في الظروف أو أقل، سواء أكانت متغيرات يمكن ضبطها، أو خارج سيطرة المدرسة. وكذلك بالنسبة للمخرجات المدرسية، يمكن أن تقاس في صيغة متصلة أو منفصلة، ولكن معظم الدراسات وظفت نتائج الطلاب في الاختبارات التحصيلية.

جدول رقم ١: ملخص للدراسات السابقة في تحليل مغلف البيانات

دراسة	المدخلات	المخرجات
(Waldo، 2007) السويد. وحدة التحليل البلدية، بعدد ١٠٥ بلدية، على مستوى جميع مراحل التعليم العام. طُبّق نموذجي بانكر وموري، وروجيرو.	كلفة الطالب، ونسبة الطلاب السويديين، وتعليم الأم.	متوسط درجات الطلاب في اللغة السويدية، والرياضيات.
(Rubenstein،2005) نيويورك. عدد ٦٠٣ مدرسة ثانوية. طُبّق نموذجي CCR وBCC.	كلفة الطالب، ونسبة الطلاب غير الحاصلين على غذاء مجاني، ونسبة الطلاب البيض، ونسبة الطلاب الآسيويين، ونسبة المقبولين بالمدرسة.	التغير في نسبة الطلاب الناجحين في اختبار الرياضيات والقراءة للصف الرابع عن الصف الخامس، ومتوسط درجات الطلاب في الرياضيات والقراءة في الاختبارات التحصيلية.

دراسة	المدخلات	المخرجات
(Borge and Naper. 2005) النرويج. وحدة التحليل البلدية، بعدد ٤٢٦ بلدية، على مستوى المرحلة الثانوية. وطُبّق نموذج BCC.	عدد طلاب المدرسة، وساعات التدريس للمعلم، وتعليم الوالدين.	درجات الطلاب في الاختبارات التحصيلية لكل من الرياضيات، واللغة النرويجية، واللغة الانجليزية.
(Afonso and Aubyn.2005) أوروبا. وحدة التحليل الدولة، بعدد ٢٥ دولة، على مستوى المرحلة الثانوية. وطُبّق نموذج BCC.	نسبة طالب لمعلم، ومدة الدراسة اليومية.	متوسط الأداء في اختبار منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في الرياضيات والقراءة، للطلاب في عمر ١٥ سنة.
(Diaz. 2003) أسبانيا. وحدة التحليل المركز التعليمي، بعدد ٥٤ مركزاً، على مستوى المرحلة الثانوية. وطُبّق نموذج BCC.	نسبة معلم لطالب، ومتوسط تقييم المدرسة، والإنفاق في رواتب المعلمين نسبة لكل طالب، ومؤشر الدليل الصنّاعي: مستوى تعمير المنطقة، ونسبة البطالة المحلية.	متوسط درجات الطلاب في علم الصحة، ومتوسط درجات الطلاب في علم التقنية، ومتوسط درجات الطلاب في العلوم الإنسانية، ونسبة درجات الطلاب للفصل الأول في الجامعة (ومن خريجي المدرسة) لعدد طلاب المدرسة والمقبولين بالجامعة.
(Waldo. 2002) السويد. عدد ٨٤١ مدرسة ثانوية. طُبّق نموذج BCC.	ساعات التدريس الأسبوعية للطلاب، وساعات التدريس لذوي الاحتياجات الخاصة، وعدد طلاب المدرسة، وتعليم الوالدين.	متوسط درجات الطلاب في اللغة السويدية، واللغة الانجليزية، والرياضيات.

دراسة	المدخلات	المخرجات
(Bradley et al., 2001) بريطانيا. عدد ٢٦٥٧ مدرسة ثانوية. وطبّق نموذج BCC.	نسبة غياب الطلاب، ونسبة الأساتذة المؤهلين تربوياً، ونسبة طالب لفصل، ونسبة البطالة المحلية، ونسبة الطلاب غير الحاصلين على وجبات مدرسية مجانية.	متوسط نتائج الطلاب في اختبارات الثانوية.
(Mancebon and Bandres, 1999) أسبانيا. عدد ٣٥ مدرسة ثانوية. وطُبّق نموذج BCC.	نفقات التشغيل (ماعدا كلفة الموظفين) لكل طالب، ونسبة المعلمين للطلاب، ومتوسط تعليم الوالدين، ومهنة الوالدين، وموقف الآباء من مواصلة أبنائهم للتعليم الجامعي، ومستوى تعليم الأخوة الأكبر من الطالب.	متوسط درجات الطلاب في العلوم، والآداب، ونسبة النجاح في اختبار قبول الجامعات.
(Stupnytskyy, 1998) التشيك. عدد ٢٧٠ مدرسة ثانوية، طبّق نموذجي CCR، وBCC.	نسبة طالب لفصل، ومتوسط دخول الأسر، ونسبة كتاب لطالب، ونسبة حاسب آلي لطالب.	متوسط درجات طلاب المدرسة في الاختبارات التحصيلية للرياضيات، واللغة التشيكية، ونسبة طلاب المدرسة الذين التحقوا بالجامعة.
(Chakraborty and Mohapatra, 1997) أمريكا. عدد ٣٦ مقاطعة تعليمية، على مستوى المرحلة الثانوية، طبّق نموذج BCC.	نسبة طالب لمعلم، ونسبة المعلمين الحاصلين على مؤهلي الماجستير والدكتوراه، والإنفاق على المعلمين (عدا رواتب الإداريين) نسبة لعدد الطلاب، والنسبة المئوية للطلاب القادرين على شراء وجبة الإفطار، والمستوى التعليمي للأسرة، والمستوى الاقتصادي للأسرة.	متوسط درجات الطلاب في اختبارات: الرياضيات، والقراءة، واللغة الانجليزية، والعلوم، وعلم الاجتماع.

دراسة	المدخلات	المخرجات
(Ruggiero، 1996) أمريكا. عدد ٦٣٦ مقاطعة تعليمية، على مستوى التعليم العام. وطُبّق نموذج روجيرو.	نسبة معاوني المعلم لكل طالب، ومتوسط تقييم أداء المعلمين بالمدرسة، ونسبة المعلمين الحاصلين على البكالوريوس على الأقل، والمستوى التعليمي للأسرة، والمستوى الاقتصادي للأسرة.	متوسط درجات الطلاب في اختبارات الصفين الثالث والعاشر، ومتوسط نتائج الاختبار للمنطقة في القراءة، والرياضيات، والعلوم الاجتماعية للصف السادس.
McCarty and Yaisawarng.) (1993 أمريكا. عددها ٢٧ مقاطعة تعليمية، على مستوى المرحلة الثانوية. وطُبّق نموذج BCC.	نسبة الموظفين لكل طالب، ونسبة الموظفين الحاصلين على درجة الماجستير أو الدكتوراه، والنفقات لكل طالب (دون رواتب الإداريين)، ودليل الوضع الاجتماعي الاقتصادي للطالب.	نسبة الطلاب الناجحين في الرياضيات، والقراءة، والكتابة .

واختلفت الدراسات في مجموعة المدخلات، مع أنها قد تتشابه في مدخل واحد أو أكثر، لكن أغلب الدراسات استخدمت مدخلات بيئية إلى جانب المدخلات المدرسية. فقد استخدم والدو (Waldo، 2007) تعليم الأم، باعتباره متغيراً نوعياً رتبياً، حيث أعطى كل مستوى تعليمي رقماً: ١ للابتدائي، ٢ للثانوي، ٣ للجامعي، ٤ للماجستير، ٥ للدكتوراه، بحيث يحدد لكل طالب بالمدرسة مستوى تعليم الأم، ثم يحسب المتوسط لجميع طلاب المدرسة. وركّزت بعض الدراسات (Chakraborty and Mohapatra، 1997; and Ruggiero، 1996) على مدخل المستوى الاقتصادي للأسرة، إلى جانب المستوى التعليمي، باعتبارهما مؤثرين في كفاءة المدرسة. ويمكن أن تشمل المدخلات البيئية مقاييس لاتجاهات أولياء الأمور نحو المدرسة أو غيرها. فقد اختار مانسيبون وزميله باندريز (Mancebon and Bandres، 1999) مقياساً لاتجاهات أولياء أمور الطلاب نحو مواصلة أبنائهم التعليم الجامعي، وكان على هيئة متغير اسمي (نعم أو لا)، حيث تُعطى كل قيمة رمزاً، وبعدها يُحسب متوسط المتغير على مستوى المدرسة. وقد تُدرج متغيرات تتعلق بالبيئة المحيطة بالمدرسة. فقد استخدم دايز (Diaz،

2003) متغير "مستوى تعمير المنطقة التي تقع بها المدرسة"، في صيغة قياس رتبية، إلى جانب متغير "نسبة البطالة في تلك المنطقة، في صيغة قياس متصلة.

وقد عملت بعض الدراسات (Diaz، 2003; and Rubenstein، 2005) على نموذج BCC مع مدخلات بيئية، مع أن أحدث دراسة لوالدو (Waldo، 2007) طبّقت نموذج بانكر وموري وأدرجت تلك المدخلات أيضاً. ومن مبادئ تحليل مغلف البيانات أن المدخلات البيئية تساعد في المقارنة بين الوحدات الإدارية من خلال النموذج الرياضي، وليس الهدف من إدراجها في النموذج العمل على تخفيضها كما يعمل نموذج BCC، ثم إن نموذج BCC مع المدخلات البيئية قد يؤدي إلى انحراف العديد من الوحدات الإدارية عن الكفاءة.

رابعاً: البيانات والتحليل والنتائج

يعرض الجزء التالي بيانات المدخلات والمخرجات التي جمعت من المدارس الثانوية بمنطقة المدينة المنورة التعليمية (٧٠ مدرسة)، ثم إجراءات تحليل مغلف البيانات ونتائج التحليل.

٤-١ البيانات

يحوي جدول رقم ٢ الإحصاءات الوصفية لبيانات المدارس. وتظهر مقاييس المدخلات في قسمين: خاضعة للقرار، وبيئية. تتمثل المدخلات الخاضعة للقرار في: كلفة الطالب (مجموع رواتب العاملين بالمدرسة نسبة إلى عدد طلابها)؛ ومتوسط خبرة المعلمين (مجموع سنوات التدريس للمعلمين بالمدرسة مقسوماً على عددهم)؛ ونسبة طالب لإداري (عدد طلاب المدرسة نسبة للإداريين؛ المدير والوكيل وبقية المعلمين المفرغين للعمل إداري، مع الإداريين المساعدين)؛ ونسبة طالب لفصل (عدد طلاب المدرسة نسبة لعدد الفصول فيها)؛ وحجم المدرسة (عدد طلاب المدرسة)؛ وخبرة مدير المدرسة (عدد السنوات التي قضاها مدير المدرسة في العمل مديراً، سواء بالمدرسة الحالية، أو قبل ذلك)؛ ونسبة طالب

لمعلم (عدد طلاب المدرسة مقسوماً على عدد المعلمين فيها)؛ ونوع المبنى المدرسي (مستأجر أو حكومي)؛ والنسبة المئوية للمعلمين في المدرسة بمؤهل أعلى من البكالوريوس؛ والنسبة المئوية لمعلمي المدرسة بتقدير جيد جداً -على الأقل- في أعلى مؤهل أكاديمي. أما المدخلات البيئية فثلاثة: موقع المدرسة (خارج المدينة أو داخل المدينة)؛ وتعليم الآباء (أقل من ثانوي مقابل ثانوي أو أعلى)؛ ودخل الآباء الشهري (أقل من ٥٠٠٠ ريال مقابل ٥٠٠٠ ريال فأكثر).

ويلاحظ أن المدخلات تضمنت متغيرات متصلة وغير متصلة، إضافة إلى المتغيرات التصنيفية، مما مكن من تنويع نماذج تحليل مغلف البيانات. وساعد تعدد متغيرات المدخلات في تقدير أدق لكفاءة المدارس، وميز الدراسة الحالية مقارنة بالدراسات السابقة.

جدول رقم ٢: الإحصاءات الوصفية لبيانات المدارس الثانوية

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري	أكبر قيمة	أصغر قيمة
متوسط خبرة المعلمين	٩,٨٤	٢,٩٧	١٥	٤
نسبة طالب لإداري	٦٩,٠٩	٣٠,١٧	١٥٠	٢٥,٦٧
نسبة طالب لفصل	٣١	٥,٤٨	٤١	١٩
نسبة طالب لمعلم	١٥	٣,٧٩	٢٣	٧
كلفة الطالب	١٠٣٦٠,٩٦	٣٢٥٨,١	١٩٧٣٨	٤٢٦٧
خبرة مدير المدرسة	٩,٥	٥,٤٩	٢٤	١
النسبة المئوية للمعلمين في المدرسة، بمؤهل أعلى من البكالوريوس	٪ ١,٨٩	٪ ١,٧٦	٪ ٦,٧	٠
نسبة المعلمين، بتقدير جيد جداً، على الأقل في أعلى مؤهل	٪ ٢٦,٧٩	٪ ١٣,٨٣	٪ ٧٥	٠
حجم المدرسة	٣٤٦,١٤	٢١٢,٥٨	٩٤٣	٦٢
نوع المبنى المدرسي	١,٧٤	٠,٤٤	٢	١
موقع المدرسة	١,٥٤	٠,٥	٢	١
تعليم الآباء	١,٢٦	٠,٢١٦	١,٨	١
دخل الآباء	١,٣	٠,٢٣٦	١,٩	١
متوسط درجات الطلاب في الثانوية العامة	٢٧٨٥,٩٦	١٣٤,٤	٣٠٧٣	٢٤٥٦,٨٠
متوسط درجات الطلاب في اختبار القدرات	٦٣,٥٧	٤,٣٢	٧٣,١٧	٥٣,٦٧

أما بالنسبة للمخرجات، فكانت مقياسين: متوسط درجات طلاب المدرسة في الصف الثالث ثانوي، ومتوسط درجات الطلاب في اختبار القدرات. فمن خلال مركز اختبارات الثانوية العامة بالمدينة المنورة جُمعت درجات طلاب كل مدرسة ثم قُسمت على عددهم، فكانت النتيجة مجموع الدرجات للطالب الواحد (متوسط: ٢،٧٨٦، وانحراف معياري: ١٣٤). أما اختبار القدرات، فهو يقيس القدرات العامة لطلاب المدرسة (المركز الوطني للقياس والتقويم في التعليم العالي، ٢٠٠٥)، وأصبحت المدارس –ضمنياً على الأقل– ترغب في زيادة تحصيل طلابها فيه، طالما أنه معيار مؤثر للقبول في الجامعة. ومما يتميز به اختبار القدرات كمقياس، أنه يُعد من جهة خارجية، وليس من داخل وزارة التربية والتعليم، مما قد يزيد من مصداقيته. فلكل مدرسة جمعت درجات الطلاب في اختبار القدرات وقسمت على عددهم (متوسط: ٦٣,٦، وانحراف معياري: ٣, ٤).

ولأن تخصص "العلوم الشرعية" نادراً ما يتاح في المدارس خارج المدينة (المدارس الواقعة في القرى)، وينخفض عدد طلاب تخصص العلوم الشرعية إلى ما دون مستوى ٣٠٪ نسبة إلى جملة طلاب السنة النهائية في كثير من المدارس الثانوية، فقد اقتصر التحليل على درجات طلاب تخصص "العلوم الطبيعية"؛ فمدخلات وعمليات المدارس الثانوية موجهة كلية أو –على الأقل– بشكل رئيس لخدمة طلاب تخصص العلوم الطبيعية، وهو التخصص الذي يستأثر –حقيقة– بموارد المدرسة، بالنظر إلى الكلفة العالية للمعامل والكتب المدرسة المتعلقة بالعلوم الطبيعية.

معظم الدراسات السابقة استندت إلى نتائج الاختبارات لقياس المخرجات. وتعد الاختبارات أفضل قياس متاح لمخرجات التعليم (Hanushek، 2002)؛

فأداء الطلاب في الاختبارات يرتبط بأدائهم في مؤسسات التعليم اللاحقة، وكذلك بأدائهم في سوق العمل. وقد يدعو البعض، خاصة في بيئة المملكة العربية السعودية، إلى الأخذ بمقاييس الرسوب والتسرب. إلا أن الرسوب محصلة لأداء الطلاب في الاختبار. أما إحصاءات التسرب فلا تتوفر بشكل دقيق في قواعد بيانات المدارس، وقد يكلف الحصول عليها الكثير من الجهد، الذي قد ينتهي بلا جدوى. وعموماً، فإن دراسات اقتصاديات التعليم الحديثة قلما اهتمت بالرسوب والتسرب كمقاييس لمخرجات التعليم، خاصة عند تقدير الكفاءة.

٤-٢ تحليل البيانات

يتطلب تحليل مغلف البيانات أن تكون العلاقة موجبة بين المدخلات والمخرجات؛ لأن تقنية الاتجاه المدخلي تقوم على خفض المدخلات مع تثبيت مستوى المخرجات. ويوضح جدول رقم ٣ أن الارتباط جاء موجباً بين قياسي المخرجات (متوسط درجات الطلاب في اختبار الثانوية، ومتوسط درجات الطلاب في اختبار القدرات)، ومعظم مقاييس المدخلات. إلا أن علاقة المخرجات جاءت في الاتجاه العكسي (سالبة) مع "نسبة طالب لإداري"، وهو المتوقع، فحُوِّل المتغير إلى معكوسه الضربي: "نسبة إداري لطالب". وربما بسبب خطأ في القياس، جاء الارتباط سلبياً بين قياسي المخرجات و"النسبة المئوية للمعلمين في المدرسة الحاصلين على تقدير جيد جداً -على الأقل- في أعلى مؤهل أكاديمي"؛ وهي نتيجة غير مقبولة نظرياً، فالتعليم الجيد عادة ما يعني الأداء التدريسي الجيد. ولذا، كان لزاماً استبعاد هذا المتغير من التحليل، خاصة مع ندرة استخدامه في الدراسات السابقة.

جدول رقم ٣: ارتباطات بيرسون بين المخرجات والمدخلات

	متوسط اختبار الثانوية العامة	متوسط اختبار القدرات
كلفة الطالب	٠,١٠٣	٠,٣٠٨××
متوسط خبرة المعلمين	٠,٤٩٢××	٠,٨١٢××
نسبة طالب لإداري	-٠,٠١٧٢	-٠,١١٨
نسبة طالب لفصل	٠,٢٥٤×	٠,١٩١
حجم المدرسة	٠,٤٤٦×	٠,٦٢٨××
خبرة مدير المدرسة	٠,١٣٩	٠,١٩٨
نسبة طالب لمعلم	٠,٢١١	٠,٢٥٠×
موقع المدرسة	٠,٤٠٥××	٠,٧١٨
نوع المبنى المدرسي	٠,١٩	٠,٠٥٢
نسبة المعلمين بمؤهل أعلى من البكالوريوس	٠,١٩٦	٠,٣٧٨××
نسبة المعلمين بتقدير جيد جداً فأعلى	-٠,١٤٦	-٠,٠٩٨
تعليم الآباء	٠,٣٩٦××	٠,٦٣٥××
دخل الآباء	٠,٤٠٧××	٠,٥٢٨××
× دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠٥؛ ×× دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠١.		

ولأن تحليل مغلف البيانات يتطلب تفادي الترابط القوي بين المدخلات نفسها، فقد أُنشئت مصفوفة الارتباط (Correlation Matrix) بين المدخلات، كما يتضح من جدول رقم ٤. ولا ضير في الارتباطات المتعلقة بالمدخلات المدرسية التصنيفية (Categorical Inputs)، لأنها تعمل –فقط– على تصنيف المدارس في فئات (Cooper et al., 2007)، مثل المبنى المدرسي: مستأجر مقابل حكومي. أما المدخلات البيئية، فلا ينظر لارتباطاتها البينية، وارتباطاتها مع بقية المدخلات؛ لأن دورها يتمثل في عزل المؤثرات البيئية، لتكون المقارنة بين المدارس عادلة (Waldo, 2007). وبناءً على الترابط الثنائي بين المدخلات، فإنه يمكن اختيار عدد من المدخلات والمخرجات لتكوّن حزمة، بحيث يتحقق أن مدخلات الحزمة الواحدة ذات علاقة موجبة بالمخرجات، وذات ارتباطات بينية منخفضة.

جدول رقم ٤: مصفوفة ارتباط بيرسون بين المدخلات

المدخلات	كلفة الطالب	متوسط خبرة المعلمين	نسبة إداري لطالب	نسبة طالب لفصل	حجم المدرسة	خبرة مدير المدرسة	نسبة طالب لمعلم	نوع المبنى المدرسي	موقع المدرسة	نسبة المعلمين بمؤهل البكالوريوس فإعلى	تعليم الآباء	دخل الآباء
كلفة الطالب	١											
متوسط خبرة المعلمين	٠,٣٣٨**	١										
نسبة إداري لطالب	٠,٣٨٣**	٠,٠٢٧	١									
نسبة طالب لفصل	-٠,٥٠٧**	٠,٢٢٤	-٠,١٥٠	١								
حجم المدرسة	-٠,٢٣٧*	٠,٥٨٦**	-٠,٢٦١*	٠,٥٢٦**	١							
خبرة مدير المدرسة	٠,١٧٨	٠,٢٤٤**	٠,١٠٧	٠,٠٤١	٠,١١١	١						
نسبة طالب لمعلم	-٠,٥٩٧**	٠,٢٧١*	-٠,١٨٦	٠,٨١٠**	٠,٦٥٧**	٠,١٠٠	١					
نوع المبنى المدرسي	-٠,١٨٨	-٠,١٠٩	٠,٠٩٠	٠,٣٤٥**	٠,١٣٥	-٠,٠٠٦	٠,١٧٤	١				
موقع المدرسة	٠,١٢٢	٠,٧٤٨**	٠,٠٤٣	٠,٣٣٨**	٠,٦٧٨**	٠,٢٥٢*	٠,٣٧٦**	-٠,١٤٦	١			
نسبة المعلمين بمؤهل البكالوريوس فإعلى	٠,٢٠٧	٠,٤٥٧**	٠,١٦٢	٠,١٥٨	٠,٢٢٧	-٠,٠١٢	٠,١٠٤	٠,٣٦٢**	٠,٠٧٢	١		
تعليم الآباء	٠,٠٨٢	٠,٦٣١**	-٠,١٣٧	٠,١٥٥	٠,٥٩١**	٠,٠٥٥	٠,٣١١**	٠,٥١٦**	-٠,٠٨٨	٠,٤٢٩**	١	
دخل الآباء	-٠,٠١٨	٠,٤٣٥**	-٠,١٠٢	٠,١٠٦	٠,٤٥٦**	٠,٠٠٦	٠,٢٧٦	٠,٤٠٧**	-٠,١٥٢	٠,٣٦٤**	٠,٧٩٩**	١

*دال عند مستوى ٠,٠٥ & ** دال عند مستوى ٠,٠١

وفي بناء حزم تحليل مغلف البيانات، رُوعي شرط أن يكون عدد المدارس الخاضعة لقياس كفاءتها (٧٠ مدرسة) أكبر من ثلاثة أمثال عدد متغيرات الحزمة (Charnes et al., 1994).

ويوضح الجدول رقم ٥ ست حزم، كل منها تحوي مدخلات مدرسية ضعيفة الترابط البيني. كما تضمنت الحزم مدخلات بيئية (ما عدا الأولى والخامسة)، لمقارنة المدارس ذوات الظروف المتشابهة أو الأسوأ. ويمكن ملاحظة أن الحزمة الثانية تشابهت مع الحزمة الأولى في المدخلات المدرسية، ولكنها أضافت المدخلات البيئية الثلاثة، بهدف الكشف عن أثر المدخلات البيئية في عدد المدارس ذوات الكفاءة. وتشابهت الحزم الثانية والثالثة والرابعة في المدخلات البيئية، ولكنها اختلفت في المدخلات مدرسية؛ وكانت المغايرة بين المدخلات المدرسية لغرض تعرف أثر كل منها في الكشف عن المدارس غير ذوات الكفاءة. وأُنشئت الحزمة الخامسة لغرض تعرُّف أثر مدخل المبنى المدرسي في تقدير درجة كفاءة المدارس، بمقارنة عدد المدارس ذوات الكفاءة لتلك الحزمة مع الحزمة الأولى. أما الحزمة السادسة فهدفها تعرُّف أثر مُدخل موقع المدرسة في درجة الكفاءة المقدرة للمدارس مقارنة بنتائج الحزمة الأولى. وإجمالاً للقول، فإن تقدير كفاءة المدارس عبر عدة حزم، واستقرار التقديرات، يطمئن على صدق النتائج.

جدول رقم ٥: حزم المدخلات والمخرجات لتحليل مغلف البيانات

	المتغيرات	حزمة١	حزمة ٢	حزمة ٣	حزمة ٤	حزمة ٥	حزمة٦
المدخلات المدرسية	كلفة الطالب			×			
	متوسط خبرة المعلمين	×	×			×	×
	نسبة إداري لطالب	×	×		×	×	×
	نسبة طالب لفصل	×	×			×	×
	خبرة مدير المدرسة			×	×		
	نسبة طالب لمعلم				×		
	النسبة المئوية للمعلمين بمؤهل أعلى من البكالوريوس			×			
	نوع المبنى المدرسي					×	
المدخلات البيئية	موقع المدرسة		×	×	×		×
	تعليم الآباء		×	×	×		
	دخل الآباء		×	×	×		
المخرجات	متوسط درجات الطلاب في الثانوية العامة	×	×	×	×	×	×
	متوسط درجات الطلاب في اختبار القدرات	×	×	×	×	×	×
إجمالي عدد المتغيرات بداخل الحزمة		٥	٨	٨	٨	٦	٦

وفي بناء نماذج الحزم الست، اعتُبر التوجه المخرجي خارج نطاق الدراسة، وأُخذ بالتوجه المدخلي، بافتراض أن المسئولين في الإدارة العامة للتربية والتعليم لديهم السلطة للتحكم في المدخلات، ولكن ليس المخرجات. كما طُبقت النماذج القائمة على افتراض تغير العوائد للحجم، إذ من الصعب افتراض ثبات العوائد للحجم في التعليم (Mancebon and Bandres، 1999)، أي أنه يصعب افتراض أن زيادة المدخلات تثمر –بالضرورة– زيادة في مخرجات التعليم.

وتنوعت نماذج تحليل مغلف البيانات عبر الحزم الستة. فقد اختِير نموذج BCC لتحليل بيانات الحزمة الأولى؛ بسبب خلوها من المدخلات البيئية،

واحتوائها على مدخلات مدرسية، إضافة إلى أن نموذج BCC خاص بالعوائد المتغيرة للحجم، واُستخدم في دراسات سابقة لنفس الغرض (Bradley et al., 2001). ووقع الاختيار على نموذج بانكر وموري – أسوة بدراسة والدو (Waldo, 2007) – لتحليل بيانات الحزم: الثانية، والثالثة، والرابعة؛ لاحتوائه على قيد للمدخلات البيئية، بحيث تُقارَن كل مدرسة مع نظيراتها التي لها الظروف نفسها أو أسوأ. واُختير نموذج المتغيرات التصنيفية لتحليل بيانات الحزمتين الخامسة والسادسة؛ لتميزه في التعامل مع المتغيرات التصنيفية (النوعية)، سواء أكانت مدخلات مدرسية، كنوع المبنى المدرسي، أم بيئية، كموقع المدرسة.

وفي كل من الحزم الست، يعمل تحليل مغلف البيانات على تكوين برنامج خطي لكل مدرسة؛ أي ٧٠ نموذجاً رياضياً، بعدد المدارس. وقد استُخدم البرنامج الحاسوبي لكوبر وزميليه سيفورد وتوني، الذي يعرف باسم: DEA Solver Pro60h، لقدرته على التعامل مع عدد المدارس قيد البحث، إضافة إلى دقة نتائجه مقارنة ببرنامج زو (Zhu, 2003)، ولاحتوائه على عدد أكثر من نموذج لتحليل مغلف البيانات.

٤-٣ نتائج التحليل

٤-٣-١ تقديرات الكفاءة للمدارس

يوضح جدول رقم ٦ الإحصاءات الوصفية لكفاءة المدارس المقدرة بواسطة تحليل مغلف البيانات، لكل من الحزم الست المشار إليها آنفاً. ويتراوح متوسط كفاءة المدارس بين ٠,٨٥ (الحزمة الرابعة، نموذج بانكر وموري) و٠,٩٧ (الحزمة الأولى، نموذج BCC)، وسجلت الحزمة الرابعة أقل متوسط كفاءة للمدارس (٤٤,٠٪).

جدول رقم ٦: إحصاءات وصفية لدرجات كفاءة المدارس خلال الحزم الست

الحزم	اسم النموذج	متوسط درجات الكفاءة	الانحراف المعياري	أقل قيمة لدرجات الكفاءة	عدد (نسبة) المدارس ذوات الكفاءة
الأولى	BCC	٠,٩٦٥٧٢٤	٠,٠٣٢	٠,٨٩٩٠٠٧	٢٠ (٢٨,٦٪)
الثانية	بانكر وموري	٠,٩٠٣٦٥٩	٠,١٠٧	٠,٦٣٠٠١٧	٢٩ (٤١,٤٪)
الثالثة	بانكر وموري	٠,٩٦٥٦٥٥	٠,١٠٢	٠,٤٩٩٢٨٤	٤٦ (٦٥,٧٪)
الرابعة	بانكر وموري	٠,٨٤٦٤٤٥	٠,١٧٣	٠,٤٤٣٦٦٣	٣٠ (٤٢,٩٪)
الخامسة	التصنيفي	٠,٨٩٢٣٢٢	٠,١٠٨	٠,٦٣٠٠١٧	٢٤ (٣٤,٣٪)
السادسة	التصنيفي	٠,٨٧٩٣٩٧	٠,١١٤	٠,٦٣٠٠١٧	٢٣ (٣٢,٩٪)

ويتضح أن للحزمة الأولى أقل عدد من المدارس ذوات الكفاءة، وبنسبة تقل عن ٣٠٪ من إجمالي المدارس الثانوية. وارتفعت نسبة المدارس ذوات الكفاءة لتزيد عن ٤٠٪ في الحزمة الثانية؛ بسبب احتوائها على مدخلات بيئية، إضافة إلى المدخلات المدرسية التي حوتها الحزمة الأولى.

ويمكِّن تحليل مغلف البيانات للحزم: الثانية، والثالثة، والرابعة -من خلال نموذج موحد (نموذج بانكر وموري)- من مقارنة الحزم المختلفة، أيها أدق في تقدير كفاءة المدارس، بمعنى أيها أكثر حساسية ويكشف عن عدد أكبر من المدارس غير ذوات الكفاءة. ففي الحزمة الثانية لم تتحقق الكفاءة في ٤١ (من ٧٠) مدرسة، وقريباً من ذلك كان العدد في الحزمة الرابعة، حيث لم تتحقق الكفاءة في ٤٠ مدرسة. أما الحزمة الثالثة فلم تكشف إلا عن ٢٤ مدرسة من غير ذوات الكفاءة، مع أن ١٥ مدرسة منها قريبة جداً من تحقيق الكفاءة (بمعامل كفاءة يزيد عن ٠,٩٩). أي أن عدد المدارس غير ذوات الكفاءة في الحزمة الثالثة ينقص إلى تسع تقريباً؛ وقد يعزى ذلك إلى ضعف أثر المدخلات المدرسية المدرجة في الحزمة في التمييز بين كفاءة المدارس.

ويتشابه عدد المدارس غير ذوات الكفاءة في الحزمتين الخامسة والسادسة، مع فرق مدرسة واحدة لصالح الحزمة السادسة. ويكشف النموذج التصنيفي عن أربع مدارس ذوات كفاءة في الحزمة الخامسة مقارنة بالحزمة الأولى، وثلاث مدارس في الحزمة السادسة مقارنة بالحزمة الأولى.

جدول رقم ٧: معاملات ارتباط بيرسون لدرجات كفاءة المدارس عبر الحزم الستة

الحزم	حزمة ١	حزمة ٢	حزمة ٣	حزمة٤	حزمة ٥	حزمة ٦
حزمة١	١					
حزمة ٢	**٠,٦٨٢	١				
حزمة ٣	٠,٢٣٤	**٠,٣٤٩	١			
حزمة ٤	**٠,٥٩٢	**٠,٧٧٧	**٣٥٣,٠	١		
حزمة ٥	**٧٣٦,٠	**٧٦٧,٠	*٢٧٧,٠	**٥٢٧,٠	١	
حزمة ٦	**٨٢٩,٠	**٨٨٦,٠	*٢٧٣,٠	**٦٥٩,٠	**٨٣٠,٠	١

*دال عند مستوى ٠,٠٥ & ** دال عند مستوى ٠,٠١

وتميل تقديرات كفاءة المدارس الناتجة عن الحزم الستة إلى أن ترتبط مع بعضها، بمعاملات ارتباط معتدلة (٠,٥٠-٠,٧٠) إلى ضعيفة (٠,٣٠-٠,٠٥٠)، ولكن الارتباطات دالة إحصائياً –جميعها– عند مستوى ٠,٠١. ويتضح من جدول رقم ٧ أن تقديرات الحزمة السادسة ترتبط مع تقديرات الحزم الثانية والخامسة والأولى، على التوالي، كما أن هناك ارتباطاً جديراً بالملاحظة بين تقديرات الحزمتين الثانية والرابعة، ثم بين تقديرات الحزميتن الثانية والخامسة، وأخيراً بين تقديرات الحزمتين الأولى والخامسة.

٤-٣-٢ استقرار درجات كفاءة المدارس مع اختلاف حزمة المدخلات والمخرجات

لدراسة استقرار تقديرات كفاءة المدارس باختلاف حزم المدخلات والمخرجات والنموذج المستخدم لتحليل مغلف البيانات، قُسمت درجات الكفاءة

إلى أربع مجموعات، تضمنت المجموعة الأولى المدارس ذوات الكفاءة (أي التي حصلت على درجة واحد في الكفاءة)، وحوت المجموعة الثانية المدارس بدرجة كفاءة: ١-٠,٩، وجاءت في المجموعة الثالثة المدارس بدرجة كفاءة: ٠,٩-٠,٨، ثم في المجموعة الرابعة المدارس بدرجة كفاءة: ٠,٨-٠,٠.

ومن خلال جدول رقم ٨ يمكن مقارنة المجموعات الأربع، لتعرُّف استقرار كفاءة المدارس بتغيّر حزمة المدخلات والمخرجات، من الحزمة الأولى إلى الحزمة الثانية (وأيضاً بالتغيّر من نموذج BCC إلى نموذج بانكر وموري). وبالنظر خلال القطر من أعلى اليمين إلى أسفل اليسار، يتضح أن ٣١ مدرسة من أصل ٧٠ مدرسة (٤٤,٣٪) تقع في نفس مدى المجموعة باستخدام مدخلات ومخرجات كلا الحزمتين الأولى والثانية (وليس معنى هذا أن جميعها لها درجة الكفاءة نفسها التي حصلت عليها في الحزمة الأولى)، بينما تتحرك ٢٣ مدرسة بمقدار مجموعة واحدة، أي أن تسع مدارس من المجموعة الثانية إلى المجموعة الأولى (وصولها إلى درجة كفاءتها)، و١٣ مدرسة من المجموعة الثانية إلى المجموعة الثالثة (انخفاض درجة كفاءتها)، كما تحركت ١٦ مدرسة بمقدار مجموعتين؛ أي من المجموعة الثانية للحزمة الأولى إلى المجموعة الرابعة للحزمة الثانية (انخفاض درجة كفاءتها). وبقيت المدارس ذوات الكفاءة في الحزمة الأولى في مجموعتها نفسها عند التغيير إلى الحزمة الثانية، ولكن تسع مدارس (١٢,٩٪) غير ذوات الكفاءة في الحزمة الأولى، أصبحت ذوات كفاءة في الحزمة الثانية؛ ربما بسبب إضافة المدخلات البيئية، أو لكفاءة نموذج بانكر وموري في التعامل مع تلك المدخلات، ليكشف عن المدارس الأخرى ذوات الكفاءة، ويمثل كفاءة المدارس الخاضعة للقياس تمثيلاً أدق، عن طريق المقارنة التي تتم بين المدرسة والمدارس التي لها الظروف نفسها أو أسوأ.

جدول رقم ٨: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الأولى والثانية

		الحزمة الثانية				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الأولى	١	٢٠	٠	٠	٠	٢٠
		٪٢٨,٦	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٢٨,٦
	٢	٩	١١	١٣	١٦	٤٩
		٪١٢,٩	٪١٥,٧	٪١٨,٥	٪٢٢,٩	٪٧٠,٠
	٣	٠	٠	٠	١	١
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪١,٤	٪١,٤
	٤	٠	٠	٠	٠	٠
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠
المجموع		٢٩	١١	١٣	١٧	٧٠
		٪٤١,٥	٪١٥,٧	٪١٨,٥	٪٢٤,٣	٪١٠٠

ولاختبار استقرار درجة كفاءة المدارس، بتغيّر حزم المدخلات والمخرجات، مع ثبات نموذج تحليل مغلف البيانات، يوضح جدول رقم ٩ تطبيق نموذج بانكر وموري على الحزمتين الثانية والثالثة، على التوالي. ويظهر على القطر ٣٣ مدرسة (٤٧,١٪) تستقر في مدى المجموعة الواقعة فيها مسبقاً، في حين تتحرك ١٧ مدرسة بمقدار مجموعة واحدة، أي ثلاث مدارس من المجموعة الأولى إلى الثانية (انخفاض درجة كفاءتها)، وست مدارس من المجموعة الثانية إلى الأولى (وصولها إلى درجة الكفاءة)، ومدرسة واحدة من المجموعة الثانية إلى الثالثة (انخفاض درجة كفاءتها)، وخمس مدارس من المجموعة الثالثة إلى الثانية (تحسن درجة كفاءتها)، ومدرستان من المجموعة الثالثة إلى الرابعة (انخفاض درجة كفاءتها)، بينما تحركت ١٢ مدرسة بمقدار مجموعتين، مدرسة واحدة من المجموعة الثانية إلى الرابعة (انخفاض درجة كفاءتها)، وست مدارس من المجموعة الثالثة إلى الأولى (وصولها إلى درجة الكفاءة)، وخمس مدارس من المجموعة الرابعة إلى الثانية (تحسن درجة كفاءتها)، كما تغيرت مواقع ثمان مدارس بمقدار ثلاث مجموعات، أي من المجموعة الرابعة إلى المجموعة الأولى (وصولها إلى درجة الكفاءة).

جدول رقم ٩: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الثانية والثالثة

		الحزمة الثالثة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الثانية	١	٢٦	٣	٠	٠	٢٩
		٪٣٧,١	٪٤,٣	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٤١,٤
	٢	٦	٣	١	١	١١
		٪٨,٦	٪٤,٣	٪١,٤	٪١,٤	٪١٥,٧
	٣	٦	٥	٠	٢	١٣
		٪٨,٦	٪٧,١	٪٠,٠	٪٢,٩	٪١٨,٦
	٤	٨	٥	٠	٤	١٧
		٪١١,٥	٪٧,١	٪٠,٠	٪٥,٧	٪٢٤,٣
المجموع		٤٦	١٦	١	٧	٧٠
		٪٦٥,٨	٪٢٢,٨	٪١,٤	٪١٠	٪١٠٠

وكشفت الحزمة الثانية عن عدم كفاءة ٤١ مدرسة، بالرغم من أن ٢٠ مدرسة (٢٨,٦٪) منها ذات كفاءة في الحزمة الثالثة. بينما الحزمة الثالثة لم تكشف إلا عن عدم كفاءة ٢٤ مدرسة، منها ثلاث مدارس (٤,٣٪) ذوات كفاءة في الحزمة الثانية. تصنف درجة كفاءة ٣٠ مدرسة (٤٢,٩٪) في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة للحزمة الثانية، في حين أن الحزمة الثالثة يقل فيها عدد المدارس الواقعة في ذلك المدى، حيث يبلغ عددها ثمان مدارس (١١,٤٪). ويُعزى ذلك إلى أن مدخلات الحزمة الثانية أقوى من الحزمة الثالثة في تمثيل الكفاءة، لأنها تكشف عن العديد من المدارس غير ذوات الكفاءة.

وبتطبيق نموذج بانكر وموري على الحزمتين الثانية والرابعة، يتضح أن عدد المدارس غير ذوات الكفاءة للحزمتين متقارب جداً، بدليل ارتفاع معامل بيرسون (٠,٨) بين الحزمتين (أنظر: جدول رقم ٧)، ويشير جدول رقم ١٠ إلى أن عدد المدارس غير ذوات الكفاءة للحزمة الثانية بلغ ٤١ مدرسة (٥٨,٦٪)، خمس مدارس منها ذوات كفاءة في الحزمة الرابعة، بينما ٤٠ مدرسة (٥٧,١٪) من غير ذوات الكفاءة في الحزمة الرابعة، وأربع مدارس منها ذوات كفاءة في الحزمة الثانية.

جدول رقم ١٠: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الثانية والرابعة

		الحزمة الرابعة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الثانية	١	٢٥	٣	١	٠	٢٩
		٪٣٥,٧	٪٤,٣	٪١,٤	٪٠,٠	٪٤١,٤
	٢	١	٣	٣	٤	١١
		٪١,٤	٪٤,٣	٪٤,٣	٪٥,٧	٪١٥,٧
	٣	٢	١	١	٩	١٣
		٪٢,٩	٪١,٤	٪١,٤	٪١٢,٩	٪١٨,٦
	٤	٢	٠	٠	١٥	١٧
		٪٢,٩	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٢١,٤	٪٢٤,٣
المجموع		٣٠	٧	٥	٢٨	٧٠
		٪٤٢,٩	٪١٠	٪٧,١	٪٤٠	٪١٠٠

وتستقر كفاءة ٤٤ مدرسة (٦٢,٩٪) في مدى المجموعة نفسها، بالإضافة إلى تقارب إجمالي عدد المدارس الواقعة في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة، بفارق ثلاث مدارس، أي تقع من الحزمة الثانية ٣٠ مدرسة (٤٢,٩٪) في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة، بينما أفرزت الحزمة الرابعة ٣٣ مدرسة (٤٧,١٪) في المدى نفسه. ويبدو التفضيل بين تلكما الحزمتين غير يسير، ولكن لمتخذي القرار الحرية في اختيار الحزمة التي تشتمل على مدخلات تشكل عجزاً على مستوى الإدارة التعليمية، أو لغرض إعادة توزيعها بمبدأ تكافؤ الفرص.

جدول ١١: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الثالثة والرابعة

		الحزمة الرابعة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الثالثة	١	٢٧	٦	١	١٢	٤٦
		٪٣٨,٦	٪٨,٦	٪١,٤	٪١٧,١	٪٦٥,٧
	٢	٣	١	٢	١٠	١٦
		٪٤,٣	٪١,٤	٪٢,٩	٪١٤,٣	٪٢٢,٩
	٣	٠	٠	١	٠	١
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪١,٤	٪٠,٠	٪١,٤
	٤	٠	٠	١	٦	٧
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪١,٤	٪٨,٦	٪١٠,٠
المجموع		٣٠	٧	٥	٢٨	٧٠
		٪٤٢,٩	٪١٠	٪٧,١	٪٤٠	٪١٠٠

ويُظهر الجدول رقم ١١ استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الثالثة والرابعة، حيث يبدو على القطر ٣٥ مدرسة (٥٠٪) تستقر في نفس مدى المجموعة الواقعة فيها، وتتحرك ١٢ مدرسة بمقدار مجموعة واحدة، أي ست مدارس من المجموعة الأولى إلى الثانية (انخفاض درجة كفاءتها)، وثلاث مدارس من المجموعة الثانية إلى الأولى (وصولها إلى درجة الكفاءة)، ومدرستان من المجموعة الثانية إلى الثالثة (انخفاض درجة كفاءتها)، ومدرسة واحدة من المجموعة الرابعة إلى الثالثة (تحسنت درجة كفاءتها). بينما تتحرك ١١ مدرسة بمقدار مجموعتين، أي مدرسة واحدة من المجموعة الأولى إلى الثالثة (انخفاض درجة كفاءتها)، و١٠ مدارس من المجموعة الثانية إلى الرابعة (انخفاض درجة كفاءتها). وأخيراً، تتحرك ١٢ مدرسة بمقدار ثلاث مجموعات، أي من المجموعة الأولى إلى الرابعة (انخفاض درجة كفاءتها).

أيضاً، يتبيّن أن الحزمة الرابعة كشفت عن عدم كفاءة ٤٠ مدرسة، بالرغم من أن منها ١٩ مدرسة (٢٧,١٪) ذوات كفاءة في الحزمة الثالثة. بينما لم تكشف الحزمة الثالثة إلا عن عدم كفاءة ٢٤ مدرسة، منها ثلاث مدارس (٤,٣٪) ذوات كفاءة في الحزمة الرابعة. كما تُصنّف الحزمة الثالثة درجة كفاءة ثمان مدارس (١١,٤٪) في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة، في حين يزيد كثيراً عدد المدارس الواقعة في ذلك المدى للحزمة الرابعة، حيث تبلغ ٣٣ مدرسة (٤٧,١٪)، مما قد يشير إلى أن مدخلات الحزمة الرابعة أقوى في تمثيل الكفاءة من مدخلات الحزمة الثالثة.

جدول رقم ١٢: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الخامسة والسادسة

		الحزمة السادسة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الخامسة	١	٢٠	٣	٠	١	٢٤
		٪٢٨,٦	٪٤,٣	٪٠,٠	٪١,٤	٪٣٤,٣
	٢	١	١٠	١	١	١٣
		٪١,٤	٪١٤,٣	٪١,٤	٪١,٤	٪١٨,٦
	٣	١	٠	١٢	٣	١٦
		٪١,٤	٪٠,٠	٪١٧,١	٪٤,٣	٪٢٢,٨
	٤	١	٠	٠	١٦	١٧
		٪١,٤	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٢٢,٩	٪٢٤,٣
المجموع		٢٣	١٣	١٣	٢١	٧٠
		٪٣٢,٨	٪١٨,٦	٪١٨,٦	٪٣٠,٠	٪١٠٠

ويتضح من جدول رقم ١٢ استقرار كفاءة المدارس مابين الحزمتين الخامسة والسادسة، حيث يظهر على القطر ٥٨ مدرسة (٥٨,٩٪) تستقر في مدى المجموعة الواقعة فيها مسبقاً، كما أن الحزمتين لهما عدد متقارب من المدارس ذوات عدم الكفاءة، بفارق مدرسة واحدة لصالح الحزمة السادسة. ويتضح تقارب إجمالي عدد المدارس الواقعة في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة، بفارق مدرسة واحدة، أي تقع في الحزمة الخامسة ٣٣ مدرسة (٤٧,١٪) في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة، بينما تقع في الحزمة السادسة ٣٤ مدرسة (٤٨,٦٪) في نفس المدى. ولذا، كان معامل ارتباط بيرسون بين الحزمتين الخامسة والسادسة مرتفعاً (في جدول رقم ٧).

ويوضح جدول رقم ١٣ أثر متغير نوع المبنى المدرسي (من مدخلات الحزمة الخامسة) في تصنيف المدارس من حيث كفاءتها، حيث تبدو ٣٣ مدرسة (٤٧,١٪) مستقرة في مدى المجموعة السابقة نفسها، عند تطبيق نموذج المتغيرات التصنيفية مع الحزمة الخامسة، ولكن أربع مدارس ذوات كفاءة لم تُكتشف في نموذج BCC مع الحزمة الأولى؛ لخلوها من متغير نوع المبنى المدرسي. بالإضافة إلى أن مدرسة واحدة فقط تقع في مدى المجموعتين الثالثة

والرابعة للحزمة الأولى، ولكن يزيد بكثير عدد المدارس (٣٣ مدرسة) التي تقع في المدى نفسه بالنسبة للحزمة الخامسة؛ وقد يشير ذلك إلى أن مُدخل "المبنى المدرسي" أَسهَم في تقدير كفاءة المدارس من خلال النموذج التصنيفي.

جدول رقم ١٣: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الأولى والخامسة

		الحزمة الخامسة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الأولى	١	٢٠	٠	٠	٠	٢٠
		٪٢٨,٦	٪٠,٠	٪٠,٠	٠,٠٥	٪٢٨,٦
	٢	٤	١٣	١٦	١٦	٤٩
		٪٥,٧	٪١٨,٥	٪٢٢,٩	٪٢٢,٩	٪٧٠
	٣	٠	٠	٠	١	١
		٪٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪١,٤	٪١,٤
	٤	٠	٠	٠	٠	٠
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠
المجموع		٢٤	١٣	١٦	١٧	٧٠
		٪٣٤,٣	٪١٨,٥	٪٢٢,٩	٪٢٤,٣	٪١٠٠

وبالمثل، يؤثر متغير نوع موقع المدرسة (من مدخلات الحزمة السادسة) في تصنيف المدارس من حيث كفاءتها، حيث يكشف جدول رقم ١٤ عن أن ٣٣ مدرسة (٤٧,١٪) تستقر في مدى المجموعة السابقة نفسها عند تطبيق نموذج المتغيرات التصنيفية مع الحزمة السادسة، ولكن ظهرت ثلاث مدارس بأنها ذوات كفاءة في الحزمة السادسة، عندما صُنفت المدارس حسب موقعها، وتمت المقارنة على هذا الأساس، مع أنها غير ذوات الكفاءة عند مقارنة المدارس بدون ذلك المُدخل. وتبقى مدرسة واحدة فقط في مدى المجموعتين الثالثة والرابعة للحزمة الأولى، في حين أن ٣٤ مدرسة تقع في المدى نفسه للحزمة السادسة.

ويحتاج صناع السياسة التعليمية إلى الحزمتين الخامسة والسادسة كلتيهما. فالحزمة الخامسة -خلال النموذج التصنيفي- تكشف عن المدارس

ذوات الكفاءة وعدم الكفاءة وفق نوع المبنى المدرسي، بتقسيم المدارس إلى: مستأجرة، وحكومية، ومن ثم قياس الكفاءة للمدارس التي تقع في الفئة الأولى (مستأجر) عن طريق مقارنتها بالمدارس ذوات المباني المستأجرة، يليها قياس كفاءة المدارس التي تقع في الفئة الثانية (حكومي)، ولكن المدارس ذوات المباني الحكومية تخضع للمقارنة بالمدارس ذوات المباني الحكومية (المماثلة لها في الظروف) والمستأجرة (الأسوأ في الظروف) معاً. وكذلك الحال بالنسبة لمتغير موقع المدرسة في الحزمة السادسة مع النموذج نفسه.

جدول رقم ١٤: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الأولى والسادسة

		الحزمة السادسة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الأولى	١	٢٠	٠	٠	٠	٢٠
		٪٢٨,٦	٪٠,٠	٪٠,٠	٠,٠٥	٪٢٨,٦
	٢	٣	١٣	١٣	٢٠	٤٩
		٪٤,٣	٪١٨,٥٥	٪١٨,٥٥	٪٢٨,٦	٪٧٠
	٣	٠	٠	٠	١	١
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	١,٤٥	٪١,٤
	٤	٠	٠	٠	٠	٠
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠
المجموع		٢٣	١٣	١٣	٢١	٧٠
		٪٣٢,٩	٪١٨,٥٥	٪١٨,٥٥	٪٣٠	٪١٠٠

أما فيما يتعلق بنموذج BCC، فإنه يعمل من خلال حزمة المدخلات المدرسية المستخدمة في الحزمتين الخامسة والسادسة، التي تكون على هيئة متغيرات متصلة. وفي نموذج BCC تقارن المدارس التي لها مبانٍ حكومية ومستأجرة مع بعضهما البعض، وكذلك بالنسبة للمدارس خارج المدينة وداخلها؛ وهنا كان الفارق بين الحزمة الأولى والحزمتين الخامسة والسادسة في عدد المدارس ذوات الكفاءة. ولكن نموذج بانكر وموري متقارب في طريقته مع النموذج التصنيفي،

في حالة المتغيرات التصنيفية البيئية، كموقع المدرسة، ولكنه لا يتعامل مع متغير نوع المبنى المدرسي، لأنه مدخل مدرسي وليس بيئياً.

جدول رقم ١٥: استقرار درجة كفاءة المدارس مابين الحزمتين الثانية والسادسة

		الحزمة السادسة				
	المجموعة	١	٢	٣	٤	المجموع
الحزمة الثانية	١	٢٣	٥	٠	١	٢٩
		٪٣٢,٨	٪٧,٢	٪٠,٠	٪١,٤	٪٤١,٤
	٢	٠	٨	٢	١	١١
		٪٠,٠	٪١١,٤	٪٢,٩	٪١,٤	٪١٥,٧
	٣	٠	٠	١١	٢	١٣
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪١٥,٧	٪٢,٩	٪١٨,٦
	٤	٠	٠	٠	١٧	١٧
		٪٠,٠	٪٠,٠	٪٠,٠	٪٢٤,٣	٪٢٤,٣
المجموع		٢٣	١٣	١٣	٢١	٧٠
		٪٣٢,٨	٪١٨,٦	٪١٨,٦	٪٣٠	٪١٠٠

ويوضح الجدول رقم ١٥ مدى استقرار كفاءة المدارس خلال الحزمتين الثانية والسادسة، حيث يظهر على القطر ٥٩ مدرسة (٨٤,٣٪) تستقر في مدى المجموعة السابقة نفسها. ولكن الحزمة الثانية كشفت عن كفاءة ست مدارس (٨,٦٪) أخرى، من خلال المدخلات البيئية المتعلقة بتعليم الآباء ودخلهم بالإضافة إلى موقع المدرسة، وهي التي لم تكشف في الحزمة السادسة من خلال المتغير البيئي الوحيد، موقع المدرسة؛ وهذا يشير إلى أهمية تنوع المدخلات البيئية في حزمة المدخلات والمخرجات.

٤-٣-٣ مصادر عدم الكفاءة في المدارس

من المعلومات القيِّمة التي يقدمها تحليل مغلف البيانات لصانع القرار التربوي أنه يُعيِّن مصادر عدم الكفاءة في المدخلات والمخرجات للمدارس غير ذوات الكفاءة، كما يقدّم أيضاً المقدار المقترح كأهداف مستقبلية لكل مُدخل أو مُخرج بالمدرسة غير ذات الكفاءة. ولأن التحليل يقدم البيانات مفصلة لكل

مدرسة، لكل حزمة من الحزم الست فإن عرض تلك البيانات يتطلب مساحات واسعة، مما يصعِّب عرضها في الأوراق البحثية. ولذا فقد اقتصر العرض –هنا– على نتيجة التحليل لمدرسة واحدة (المدرسة رقم ٣)، وفي إحدى الحزم الستة (الحزمة الثانية).

ويتضح من الجدول رقم ١٦ أن على المدرسة رقم ٣، لكي تحقق الكفاءة، أن تخفض استخدامها للمدخلات بنسبة ٨,٦٪، أي أن عليها أن تستخدم ٩١,٤٣٪ أو أقل من القدر الحالي الذي تستخدمه من الموارد، وذلك لإنتاج القدر الحالي أو أكثر من المخرجات. كما يكشف جدول رقم ١٦ عن الأهداف المستقبلية للمدخلات والمخرجات. فمدخل "متوسط خبرة المعلمين" يجب تخفيضه بمقدار ١,٢ ليصبح ١٢,٨، ليستفاد من فائض هذا المدخل في المدارس الأخرى. أما مدخل "نسبة إداري لطالب" فيحتاج لأن يخفض بمقدار ٠,٠٠١٣٥، ليصبح ٠,٠١٤٤، وعندئذ يصبح إداري واحد لكل ٦٩ طالبا، بدلاً من إداري واحد لكل ٦٣ طالبا. وبقسمة عدد طلاب المدرسة على ٦٩ يصبح العدد الجديد للإداريين تسعة (٦٣١ ÷ ٦٩ = ٩)، وبهذا تكون المدرسة قد خفضت استخدامها لهذا المُدخل من ١٠ إلى ٩ إداريين. وعلى المدرسة رقم ٣ أن تخفض متوسط عدد الطلاب في غرفة الصف إلى ٣٠ طالبا، أي بعدد ثلاثة طلاب (تراجعاً من ٣٣ طالباً للفصل).

جدول رقم ١٦: مصادر ومقدار عدم الكفاءة في المدرسة رقم ٣ للحزمة الثانية

درجة الكفاءة		المدخلات/المخرجات	المقدار السابق	الأهداف المستقبلية	الفرق (مقدار عدم الكفاءة) الهدف المستقبلي – المقدار السابق
٩١٤٢٧٩,٠	المدخلات	متوسط خبرة المعلمين	١٤	١٢,٨	-١,٢
		نسبة إداري لطالب	٠,٠١٥٨	٠,٠١٤٤	-٠,٠٠١٣٥
		نسبة طالب لفصل	٣٣	٣٠	-٣
	المخرجات	متوسط درجات الطلاب في الثانوية العامة	٢٩٢٢,٣	٢٩٧١,٥٦	٤٩,٢٦
		متوسط درجات الطلاب في اختبار القدرات	٧٠,٣٤	٧٠,٣٤	٠

ويتضح تباطؤ (تدني) المخرج الأول، إذ يلزم المدرسة أن تزيد تحصيل طالب الصف الثالث الثانوي في اختبارات الثانوية العامة من متوسط ٢٩٢٢ درجة للطالب إلى ٢٩٧٢ درجة للطالب؛ أي أن بين المدرسة وبين الحد الأقصى الممكن لهذا المُخرج ٤٩ درجة (١,٦٩٪ زيادة على الدرجة المتحققة). أما المخرج الثاني –وفقا لتحليل بيانات الحزمة الثانية– فقد حققت منه المدرسة الحد الأقصى الممكن، حيث تتعادل قيمته السابقة مع الهدف المستقبلي.

خامساً: خلاصة النتائج والتوصيات والدراسات اللاحقة

٥-١ خلاصة النتائج

يعد تحليل مغلف البيانات أداة تشخيصية، تكشف لصانعي القرار التعليمي أسباب عدم الكفاءة للمدرسة (أو أي وحدة إدارية) مقارنة ببقية المدارس، كما يُعطي مؤشرات حول مصادر الهدر في الموارد، وكيف يمكن تحويل المدرسة إلى من حالة عدم الكفاءة إلى حالة الكفاءة. وتحليل مغلف البيانات غير بارامتري؛ فلا يخضع للافتراضات المعتادة في الأساليب الإحصائية. ومن ميزاته أنه يسمح بمقياس واحد أو أكثر لمخرجات العملية التعليمية، وهو بذلك أكثر توافقا –مقارنة ببقية طرق تحليل المدخلات المخرجات في التعليم– مع حقيقة أن مخرجات العملية التعليم متعددة الأبعاد. وتحليل مغلف البيانات أحد طرق التحليل الحدودي؛ وهي ميزة أخرى له. فبينما تُقدر الكفاءة في طرق دوال الإنتاج وطرق دوال الكلفة على أساس المتوسط؛ فإن تحليل مغلف البيانات يُقدِّر الكفاءة نسبة إلى أفضل النتائج المتحققة عبر المدارس.

ويقوم تحليل مغلف البيانات على طرق البرمجة الخطية، وأصبح تنفيذه أسهل بفضل البرامج الحاسوبية الخاصة به، أو من خلال البرامج المعتادة، مثل برنامج الجداول الإلكترونية (إكسل، EXCELL).

ولندرة الدراسات السابقة التي طبقت تحليل مغلف البيانات على الصعيد السعودي، وللحاجة لتطبيق طرق أنضج لتحليل الكفاءة، فقد أفادت الدراسة الحالية منه، وكشفت عن كفاءة المدارس الثانوية للبنين بالمدينة المنورة، وأظهرته كأسلوب فاعل في تحديد مصادر ومقدار عدم الكفاءة لكل مدرسة.

ومما خلصت إليه الدراسة من نتائج، أن تقديرات تحليل مغلف البيانات تختلف بحسب المتغيرات التي تكوِّن حزمة المدخلات؛ فكلما كانت الحزمة حساسة في الكشف عن جوانب عدم الكفاءة بالمدارس، كلما زادت الثقة في تقديراتها. وكان في إدخال المتغيرات التصنيفية (مثل: كون المبنى حكومياً أو مستأجراً، ووقوع المدرسة في المدينة أو خارج المدينة) إثراء للتحليل؛ فهي تقيّم كفاءة كل مدرسة مقارنة بالمدرسة التي لها نفس الظروف أو أسوأ، وعندما أُدرجت في حزمة المدخلات كشفت عن مدارس ذوات كفاءة لم تكن ذوات كفاءة من قبل، وتغيّرت تقديرات الكفاءة لأكثر من ٥٠ ٪ من المدارس. وكذلك أثري التحليل بإدراج المتغيرات البيئية (مدخلات المستوى الاجتماعي الاقتصادي)، فكشفت عن مدارس أخرى تتحقق فيها الكفاءة، وتغيّرت كفاءة أكثر من ٤٠٪ من المدارس.

واختبرت الدراسة ثلاثة من نماذج تحليل مغلف البيانات: النموذج التصنيفي، ونموذج بانكر وموري، ونموذج BCC. ويمكن القول بأن نموذج بانكر وموري كان أكثر حساسية لكشف كفاءة المدارس مقارنة بنموذج BCC. أما تقديرات نموذج المتغيرات التصنيفية فتشبه –كثيراً– تقديرات نموذج بانكر وموري.

٥-٢ التوصيات

يجدر بصناع القرار الالتفات إلى تحليل مغلف البيانات؛ فهو يثري القرار الاستراتيجي (على مستوى وزارة التربية والتعليم) والتكتيكي (لإدارات التربية والتعليم في المناطق والمحافظات). وطالما أن هناك أدوات مقننة تساعد صانع القرار، فإن الاستعانة بها أجدى من الأخذ بالطرق التي تستند إلى الحس المهني والخبرة الميدانية. وقد لا يكلف تحليل مغلف البيانات أكثر من برنامج حاسوبي

يُربط بقواعد بيانات الوزارة والإدارات التعليمية؛ ليوفر تقارير تشخيصية لكفاءة النظام التعليمي من خلال عمليات استدعاء سريعة. وحتماً، كل ما كانت قواعد البيانات ثرية ومتاحة للباحثين، كلما كان تحليل مغلف البيانات أنضج. فقد أفادت الدراسة الحالية من نتائج طلاب المدارس في اختبار القدرات، بفضل سياسة الانفتاح لدى المركز الوطني للقياس والتقويم، كما أفادت من قواعد بيانات الإدارة العامة للتربية والتعليم بالمدينة المنورة، بفضل الانفتاح الجيد أيضاً؛ وبمزيد من الإثراء لقواعد البيانات، وتمكين الباحثين منها، ستتقدم تطبيقات تحليل مغلف البيانات، وغيره من تقنيات تقييم التعليم، على الصعيد السعودي. ومما أثرى الدراسة الحالية أنها ربطت بيانات المركز الوطني للقياس والتقويم ببيانات تعليم المدينة المنورة للبنين، بفضل الرقم الموحد للمدارس؛ وبالاستفادة من هذا الرقم، يمكن ربط بيانات التعليم ببيانات الجامعات، وكذلك ببيانات سوق العمل؛ فتتوفر مقاييس أوسع لمخرجات التعليم، وتطبيق أنضج لتحليل مغلف البيانات، وغيره من المعالجات الكمية المتقدمة للقضايا المتعلقة بكفاءة النظام التعليمي.

٥-٣ الدراسات اللاحقة

يمكن للدراسات اللاحقة أن تعمل على بيانات لعدد أكبر من المدارس، عبر أكثر من واحدة من الإدارات التعليمية. كما يمكن تطبيق تحليل مغلف البيانات في مراحل تعليمية غير المرحلة الثانوية: المدارس الابتدائية، والمدارس المتوسطة، والجامعات (بمقارنة الأقسام والكليات داخل الجامعات وعبر الجامعات). ويفيد تحليل مغلف البيانات في تقدير كفاءة الإدارات التعليمية، بمقارنة الإدارات التعليمية، باعتبار أن كل واحدة منها تُعد وحدة اتخاذ قرار. أيضا، للدراسات اللاحقة أن تراعي البعد الزمني، بأن تستند إلى قراءة طولية للمتغيرات (المدخلات والمخرجات) المختلفة. ويمكن الالتفات إلى مدارس تعليم البنات ومقارنتها إلى مدارس تعليم البنين. ومزيد من الدراسات قد تساعد في التوصل إلى نموذج تحليلي ملائم للبيئة السعودية.

المراجع

» الأختر، محمد عبدالحليم (٢٠٠٦). تصور مقترح لتحسين الكفاءة الداخلية لنظام التعليم الثانوي العام في المملكة العربية السعودية. رسالة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة الأزهر، كلية التربية، قسم الإدارة والتخطيط والدراسات المقارنة.

» باهرمز، أسماء محمد (١٩٩٤). مقدمة في بحوث العمليات. جدة: دار البلاد.

» باهرمز، أسماء محمد (١٩٩٦). تحليل مغلف البيانات: استخدام البرمجة الخطية في قياس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية. الإدارة العامة، ٣٦ (٢)، ٣١٧-٣٤٦.

» التميمي، حسين عبدالله (٢٠٠٧). تحليل البيانات المغلفة في البنوك التجارية في دولة الإمارات العربية المتحدة. المجلة العربية للعلوم الإدارية، ١٤ (١)، ١٦١-١٦٥.

» الجابري (قيد النشر). كلفة التعليم العام في المملكة العربية السعودية: نموها، ومكوناتها، ومحدداتها، وخيارات الترشيد. رسالة التربية وعلم النفس.

» جريدة الشرق الأوسط (٢٠٠٥). تقرير حكومي: نظام التعليم السعودي يعاني من التسرب والإعادة والرسوب. ع. ٩٨٣٥، الثلاثاء، ١ نوفمبر، ٢٠٠٥.

» حمدان، فتحي خليل؛ ومرعي، رشيق رفيق (٢٠٠٤). مقدمة في بحوث العمليات. (ط. ٤). عمان: دار وائل.

» سلفاتور، دومينيك (١٩٧٤). نظرية اقتصاديات الوحدة "نظريات وأسئلة". ترجمة سعد الدين محمد شيال(١٩٨٣)، الرياض: دار المريخ.

» الشعيبي، خالد منصور (٢٠٠٤). استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات في قياس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية بالتطبيق على الصنّاعات الكيماوية والمنتجات البلاستيكية بمحافظة جدة بالمملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود، ١٦ (٢)، ٣١٣-٣٤٢.

» الفياض، محمد؛ وقدادة، عيسى (٢٠٠٧). بحوث العمليات. عمان: دار اليازوري العلمية.

» ماضي، محمد توفيق (١٩٩٢). البرمجة الخطية. القاهرة: المكتب العربي الحديث.

» المركز الوطني للقياس والتقويم في التعليم العالي (٢٠٠٥). نبذة عن اختبارات القدرات العامة: نشرة الطالب. (ط. ٤). الرياض: وزارة التعليم العالي، المركز الوطني للقياس والتقويم.

» هلال، سمية محي الدين (١٩٩٧). قياس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات: دراسة تطبيقية على أحد مطاعم المأكولات السريعة. رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الملك عبدالعزيز، كلية الاقتصاد والإدارة، جدة.

» وزارة الاقتصاد والتخطيط (٢٠٠٣). الكتاب الإحصائي السنوي، العدد ٣٩. الرياض: وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات.

» وزارة الاقتصاد والتخطيط (٢٠٠٧). الكتاب الإحصائي السنوي، العدد ٤٣. الرياض: وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات.

» Afonso. A. and Aubyn. M. (2005). Cross – Country Efficiency of Secondary Education Provision. European Central Bank. Working Paper Series. No. 494.

» Aljabri. N. R. (2003). Quality and Efficiency of Saudi Education: An Investingation into boys Secondary Schools. Unpublished PhD thesis. the University of Manchester. Manchester. U.K.

» Bahurmoz. A. M. (1998). Measuring Efficiency in Primary Health Care Centres in Saudi Arabia. King Abdulaziz Journal of Economics and Management. 12(2). 3- 18.

» Banker. R. D.; Charnes. A. and Cooper. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science . 30(9). 1078- 1092.

» Banker. R. D. and Morey. R. (1986a). Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. Operations Research. 34(4). 513- 521.

» Banker. R. D. and Morey. R. (1986b). The Use of Categorical Variables IN Data Envelopment Analysis. Management Science . 32(12). 1613 - 1627.

» Baumol. W. (1967). Macroeconomics of Unbalanced Growth: the Anatomy of Urban Crisis. American Economic Review..57(3). 415- 426.

» Bessent. A. and Bessent. W. (1980). Determining the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis. Educational Administration Quarterly. 16(2). 57- 75.

» Borge. L. and Naper. L. (2005). Efficiency Potential and Efficiency Variation in Norwegian Lower Secondary Schools. Cesifo Working Paper No.1624.

» Bradley. S.; Johnes. G. and Millington. J. (2001). The effect of Competition on the Efficiency of Secondary Schools in England. European Journal of Operational Research. 3(16). 545568-.

» Chakraborty. K.; and Mohapatra. S. (1997). Dynamic Productivity. Efficiency. and Technical Innovation in Education: A mathematical programming approach

using data envelopment analysis. Economic Research Institute Study Paper. Utah State University.

» Charnes. A.; Cooper. W. and Rhodes. E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research. 2(6). 426- 444.

» Charnes. A.; Cooper. W.; Golany. B. and Seiford. L.M. (1994). Data Envelopment Analysis Theory. Methodology and Applications. U.S.A: Kluwer Academic.

» Cobb. C. W.; Douglas. P. H. (1928). "A Theory of Production". American Economic Review. 18 (Supplement): 139–165.

» Coelli. T. J. (1996). A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Center for Efficiency and Productivity Analysis. Department of Econmics. University of New England. Australia.

» Cooper. W; Seiford. L. and Tone. K. (2007). Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models. Applications. Reference and DEA- Solver Software. Second Edition. New York: Springer's International Series.

» Diaz. A. S. (2003). Technical Efficiency on Performance in the Secondary Education Centres of A Coruna in Spain. Journal of the Economical Analysis Working Papers. 2(11). 1475- 1579.

» Farrell. M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. 120(3). 253- 290.

» Hanushek. E. A. (2002). The long run importance of school quality. Working paper number 9071. Cambridge (Massachusetts): National Bureau of Economic Research.

» Koopmans. T. C. (1951). Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. In: Koopmans. T. C. (ed.). Activity Analysis of Production and Allocation. Cowles Commission for Research in Economics . New York. Monograph. N. 13.

» Levin. H. M. (1974). Measuring Efficiency in Educational Production. Public Finance Quarterly. 2(1). 3- 24.

» Levin. H. M. and Mcewan. P. J. (2001). Cost-Effectiveness analysis: Methods and Applications. (2nd ed.).Thousand Oaks (California): Sage.

» Mancebon. M. and Bandres. E. (1999). Efficiency Evaluation in Secondary School: the Key Role of Model Specification and of ex post Analysis of Resuts. Education Economics. 7(2). 131152-.

» McCarty. T. A. and Yaisawarng. S. (1993). Technical Efficiency in New Jersey School Districts. in: Frind. H. O.. Lovell. C. A. and Schmidt. S. S. (Eds) The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications. New York. Oxford University Press.

» Rubenstein. R. (2005). The Reliability of School Efficiency Measures Using Data Envelopment Analysis. In: L. Stiefel. A. Schwartz; R. Rubenstein. and J. Zabel

(eds.) Measuring School Performance and Efficiency: Implications for Practice and Research. (pp: 93118-). Larchmont (N.Y.) Eye On Education.

» Ruggiero. J. (1996). On the measurement of technical efficiency in the public sector. European Journal of Operational Research. 90(3). 553- 565.

» Stupnytskyy.O. (1998). Secondary Schools Efficiency in the Czech Republic. Center for Economic Research and Graduate Education.

» Talluri. S.; Yoon. K. (2000). A cone- ratio DEA approach for AMT justification. International Journal of Production Economics.

» Thanassoulis. E. (1993). A Comparison of Regression Analysis and Data Envelopment Analysis as Alternative Methods for Performance Assessments. Journal of Operational Research Society. 44(11). 1129- 1144.

» Waldo. S. (2002). Efficiency in Public Education. Department of Economics. Lund University. Sweden.

» Waldo. S. (2007). Efficiency in Swedish Public Education: Competition and voter monitoring. Education Economics. 15(2). 231- 251.

» Worthington. A. C. (2001). An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in education. Education Economics. 9(3). 245- 268.

» Zhu. J. (2003). Quantitative Models For Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver. New York: Springer's International Series.