مجلة الشروق للعلوم التجارية
الترقيم الدولي ISSN: 1687/8523
ترقيم دولي الكتروني Online :2682-356X
رقم الايداع بدار الكتب المصرية 2007/12870
البريد الالكتروني sjcs@sha.edu.eg
موقع المجلة : https://sjcs.sha.edu.eg/index.php
SH. A.
إكاديمية الشروق
عضو اتحاد الجامعات العربية
المعهد العالي للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات

قياس وتحليل الكفاءة النسبية للمؤسسات التعليمية بهدف تقويم الأداء باستخدام تحليل مغلف البيانات
دراسة حالة: "المعاهد العليا بأكاديمية الشروق"

أ.د/ نبيل عبد الرءوف ابراهيم
أستاذ ورئيس قسم المحاسبة – المعهد العالي للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات
أكاديمية الشروق
dr.nabil@sha.edu.eg

كلمات مفتاحية : تحليل مغلف البيانات – الكفاءة النسبية – تقييم الاداء

التوثيق المقترح وفقا لنظام APA : إبراهيم، نبيل عبد الرءوف، (٢٠٢٢) قياس وتحليل الكفاءة النسبية للمؤسسات التعليمية بهدف تقويم الأداء باستخدام تحليل مغلف البيانات، المعاهد العليا بأكاديمية الشروق مجلة الشروق للعلوم التجارية، العدد الرابع عشر، المعهد العالي للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات، أكاديمية الشروق، ص

قياس وتحليل الكفاءة النسبية للمؤسسات التعليمية بهدف تقويم الأداء باستخدام تحليل مغلف البيانات
دراسة حالة: "المعاهد العليا بأكاديمية الشروق"

أ.د/ نبيل عبد الرءوف ابراهيم
استاذ المحاسبة ورئيس قسم المحاسبة – أكاديمية الشروق
dr.nabil@sha.edu.eg

ملخص

تناول الباحث كيفية قياس الكفاءة النسبية للمؤسسات التعليمية العاملة فى مصر باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات، من جامعات ومعاهد عليا خاصة، ويعد هذا الاسلوب من الاساليب الخطية اللامعلمية اعتمادا على نموذج عوائد الحجم الثابتة ونموذج عوائد الحجم المتغيرة بالإضافة إلى التوجيه الادخالي والاخراجي. قارن الباحث بين كفاءة الاداء لمعاهد اكاديمية الشروق الثلاث للعام الاكاديمى ٢٠٢٠/٢٠٢١، لمعرفة مدى الارتفاع أو الانخفاض في الكفاءة. كما تناول الباحث الاجراءات والاصلاحات اللازمة لتحسين اداء معاهد الاكاديمية منخفضة الكفاءة لغرض وصولها الى مستوى المعاهد مرتفعة الكفاءة، وذلك بزيادة مخرجاتها او تقليل مدخلاتها وفق نسب علمية معيارية وكذلك نسب المعاهد المرجعية (Benchmark) وبالتالى على المعاهد غير الكفؤة الاقتداء بها ومحاكاتها لكونها تمتلك نفس الظروف التي تمر بها المعاهد غير ذات الكفاءة، ومع هذا استطاعت تحقيق الكفاءة الكاملة او بعبارة اخرى فأن هذه المعاهد قد استطاعت انتاج مخرجات اكبر بنفس مدخلات المعاهد غير الكفؤة، كما اتضح وجود اختلاف في الكفاءة وبناء عليه قدم الباحث الحلول اللازمة لرفع مستوى كفاءة معاهد الاكاديمية فى السنوات القادمة.

الكلمات المفتاحية: تحليل مغلف البيانات – الكفاءة النسبية – تقييم الاداء

Abstract

The researcher dealt with how to measure the relative efficiency of educational institutions operating in Egypt by using DEA: Data Envelopment Analysis, including universities and private higher institutes, and this method is one of the non-parametric linear methods depending on the model of fixed returns to volume and the model of variable returns to volume in addition to the internal and external guidance. The researcher compared the performance efficiency of the three Sherouk Academy institutes for the academic year 2020/2021, to find out the extent of the increase or decrease in efficiency. The researcher also dealt with the procedures and reforms necessary to improve the performance of low-efficiency academic institutes for the purpose of reaching the level of high-efficiency institutes, by increasing their outputs or reducing their inputs according to standard scientific ratios as well as the ratios of reference institutes (Benchmark). The inefficient institutes go through it, and with this it was able to achieve full efficiency, or in other words, these institutes have been able to produce greater outputs with the same or less than the inefficient institutes inputs. It also became clear that there is a difference in efficiency, and accordingly the researcher presented the necessary solutions to raise the level of efficiency of the academy's institutes in the coming years.

Keywords: DEA - Efficiency, Effectiveness – performance evaluation

مقدمة:

يلقى موضوع قياس وتحليل كفاءة المؤسسات التعليمية قبول كبير فـــى الاوســـاط الجامعية بالعديد من الدول لما للتعليم من تأثير على تطوير التعلم، كمـــا ان تنميـــة مهارات الخريجيين تساهم لحد كبير فى تفعيل ادوات تنفيذ السياسات بالدولة. كمـــا أن له أهمية بالغة باعتباره النقطة الأولية لصناعة التعليم، فقياس تلك الكفاءة يسمح للمخططين بالإدارة العليا للمؤسسة التعليمية من الســـير فـــى ضـــخ مزيـــد مـــن الاستثمارات أو التحفظ وعدم استكمال باقى ادوات الخطة الاستيراتيجية من اتخـــاذ القرارات حول مستقبل تلك الخطة، بالإضافة الى السعى إلـــى اســـتخدام المـــوارد الموضوعة تحت تصرف المؤسسة التعليمية، على النحو الـــذى يتطلـــب تطـــوير تكنولوجيا التعليم وخاصة التعليم عن بعد، باستخدام مقاييس الكفاءة التـــي شـــهدت تطورا ملحوظا بداية من المقارنات المعتمدة على النسب المالية ونسب الإنتاجية إلى المقارنات المعتمدة على حد الكفاءة، والتي تتفرع بدورها إلى مقارنات معلمية تعتمد على توصيف التكنولوجيا المستخدمة فى التعليم بالصورة التى تثمر عن مخرجات جيدة تتسم بالكفاءة والفاعلية لمخرجات العملية التعليمية.

يعتبر أسلوب تحليل مغلف البيانـــات DEA: Data Envelopment Analysis أسلوبا لا معلميا ويصلح استخدامه من خلال النماذج الكمية في قياس الكفاءة للعديد من المؤسسات ولا سيما التعليمية، ويعد أول ظهور لهذا الأسلوب سنة ١٩٥١ ثـــم توالت الدراسات فى السبعينات والتى هدفت إلى تقييم الكفاءة النسبية لوحدات اتخاذ قرار سواء ربحية أو غير ربحية.

يقوم مبدأ أسلوب تحليل مغلف البيانات على مقارنة الوحدات التي تعمل في قطـــاع واحد وتمارس نفس تكنولوجيا الانتاج من خلال مزج مختلـــف للمـــوارد المتاحـــة للحصول على استخدامات متعددة، فيتم تحديد أحسن الممارسات المعينة لحد الكفاءة

وقياس درجات اللاكفاءة لبقية الوحدات المرتبطة لهذا الحد، ويعد هـذا الأسـلوب نموذجا تطبيقيا لعمليات المقارنة المرجعية التي تتطلب التحليل والاعتماد والتكيـف مع الوحدات الأكثر نجاحا لتحسين أداء الوحدات داخل المؤسسة الواحدة، إلـى أن اصبح اليوم هذا التحليل يعتمد عليه بقوة فى قياس الكفاءة النسبية للمؤسسـات، ولا تتوقف فقط على تحديد أحسن الممارسات بل تذهب إلى أبعد من ذلك بفرضها القيام بعمل معمق ودقيق لتقيس أدائها ولتلك الكيانات المرجعية ثم تنفذها على الوحدة.

مشكلة الدراسة:

يعد الاستثمار فى مجال التعليم الجامعى على مستوى المؤسسات التعليمية الخاصة من جامعات ومعاهد عليا او المدارس الخاصة بجميع مراحلها مـن الاسـتثمارات الناجحة فى العصر الحديث وتقوم بالتخفيف من على كاهل الدولة فى تحمل جـزء من أعباء خطط التنمية التى تقودها الدولة، ولما كان تحليل مغلف البيانات يمتلـك من الأدوات التى تساهم فى تحديد كفاءة تلك الاستثمارات، لذا فان الباحث يبحث فى هذا الموضوع لتحديد مسار النجاح لتلك المؤسسات والتى تتطلب المزيد منها يوما بعد اليوم خاصة فى ظل ظروف كورونا والتى تنقل التعليم من وجهاً لوجـه الـى نظام التعليم الهجين: وجهاً لوجه والتعليم عن بعد، وما يتطلبه هذا الاسـلوب مـن ضخ المزيد من الاستثمارات وبصفة خاصة فى مجال التكنولوجيا من توسعة فـى البنية التحتية من شبكات وتوسع فى السعة التخزينية وفتح معامل جديدة للتعامل مع التعليم عن بعد بأفضل الاساليب التكنولوجية المتطورة وبالتالى:

فالسؤال الرئيسي الذى يدور دائما فى اذهان المستثمرين فى قطاع التعليم والمدراء التنفيذين لهذا القطاع الذى يزداد يوماً بعد يوم:

- ما مدى كفاءة المؤسسات التعليمية من حيث الاستغلال الأمثل لمواردها المتاحة باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات؟
- وللإجابة على هذا التساؤل يفترض ما يلى:
  - هناك تباين في مستويات الكفاءة لدى المؤسسات التعليمية.
  - توجد إمكانية لتحسين مستويات كفاءة المؤسسات التعليمية من خلال الاعتماد على المقارنات المرجعية.
  - من المحتمل أن يكون للبيئة الداخلية والخارجية للمؤسسات التعليمية تأثير على درجة الكفاءة النسبية للمؤسسة.

أهمية الدراسة:

تظهر أهمية البحث من التعرض لأداء المؤسسات التعليمية بمصر لقياس الكفاءة الفنية (Technical Efficiency) لها وكذلك الكفاءة الحجمية (Scale Efficiency) لمعاهد اكاديمية الشروق ومقارنتها بالمعاهد المماثلة باستخدام اسلوب تحليل مغلف البيانات (Data Envelopment Analysis) وهو أسلوب خطي لامعلمي (Non Parametric). كما ترجع أهمية البحث من أن الباحث سيعتمد على حساب الكفاءه الفنية (Technical Efficiency) والكفاءة الحجمية بالاعتماد على نموذج constant returns to scale (CRS) العوائد القياسية الثابتة وvariable returns to scale العوائد القياسية المتغيرة (VRS) بالإضافة الى التوجه الادخالي (Input Oriented Model) (IOM) والتوجه الاخراجى (Output Oriented Model) (OOM). ولما كانت الكفاءة النسبية بين المعاهد العليا الخاصة بمصر والعديد من الدول وكذلك الجامعات الخاصة تختلف من دولة الى دولة لاعتبارات عدة منها الاستثمارات المتاحة والبنية التحتية والتكنولوجيا

المستخدمة لتقديم العملية التعليمية فى ضوء ظروف كورونا والتى آثـــرت بشـــكل مباشر على نتائج مخرجات العملية التعليمية وسعى العديد من تلك المؤسسات فـــى الحصول على متطلبات الموافقة لشهادة ضمان جودة التعليم والاعتماد من الهيئات المنوط بها منح تلك الشهادات، وبالتالى فان اهمية البحث تساهم فى تقديم الحلـــول اللازمة لرفع مستوى الكفاءة خلال السنوات القادمة للحالة التـــى ســـيتم دراســـتها والتطبيق عليها.

أهداف الدراسة:

١- ضرورة سعى المؤسسات التعليمية إلى تحقيق متطلبات الحصـــول علـــى الاعتماد والتى تعد سمة ضمان جودة التعليم فى العصر الحديث.

٢- تسليط الضوء على مؤشرات ومقاييس ومعايير تصلح للمقارنة عند قيـــاس الكفاءة النسبية من نافذة تحليل مغلف البيانات.

٣- الاهتمام بقياس مخرجات العمليـــة التعليميـــة باعتبارهـــا اصـــبحت مـــن ضروريات العصر و خاصة مع تطور المؤسسات التعليمية ذات عصـــب التعليم العالي والبحث العلمي.

٤- دعم العملية التعليمية بضرورة قياس نتائج ومخرجـــات التعلـــيم والـــتعلم والتوزيع الامثل للموارد المتاحة لتحقيق أفضل المخرجـــات مـــن خـــلال استخدام اسلوب تحليل مغلف البيانات Data Envelopment Analysis وهو اسلوب رياضي غير معلمي يعتمد عند قياسه على البرمجة الخطية.

٥- التعرف على افضل معاهد اكاديمية الشروق لمن يحقق الكفاءة بنسبة تصل الى ١٠٠% او اقل قليلاً.

الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: (Rafael Santos, Tavares Lidia: 2021)[١]

تناولت الدراسة أسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) ، المعروف باسم Network DEA عند تقييم مؤسسات التعليم العالي (HEIs)، وأقترحت الدراسة نهجًا تقييميًا يهدف إلى قياس الكفاءة مع مراعاة الأنشطة المتنوعة المميزة للمؤسسات الجامعية. ولتحقيق تلك الغاية، يتم استخدام نهج تحليل مغلف البيانات (DEA)، والذي يشمل العمليات والعمليات الفرعية المختلفة التي تتم داخل هذه المؤسسات. بشكل عام، يأخذ التقييم في الاعتبار أحد عشر متغيرًا تم تنظيمها في ثلاث مراحل متميزة، والتي تعكس أداء مؤسسات التعليم العالي من وجهات نظر مختلفة: المستوى المالي ومستوى البكالوريوس ومستوى الدراسات العليا (تدريب الطلاب والإنتاج العلمي والابتكار). أخيرًا ، تم تطبيق النموذج على ٤٥ جامعة فيدرالية برازيلية. وتوصلت الدراسة إلى تحليل كفاءة شامل لمجموعة مؤسسات العينة وأوصت بضرورة استخدام هذا الاسلوب عند قياس كفاءة مثل تلك المؤسسات.

الدراسة الثانية: (Sarad Ghimire, Saman Hassanzadeh: 2021)[٢]

علقت الدراسة على أن تحليل مغلف البيانات (DEA) يعد أسلوب تطبيقي شائع لتحديد الكفاءة النسبية للمنظمات. ويعد الهدف الرئيسي من تلك الدراسة هو تقييم كفاءة جامعات أونتاريو في كندا بناءً على مدخلين مدخلات: متمثلة في (النفقات وعدد أعضاء هيئة التدريس) والمخرجات (رضا الطلاب والمستوى العلمى وفق

---

[1] - Rafael Santos, Tavares Lidia Angulo-Meza Annibal Parracho Sant' Annam "A proposed multistage evaluation approach for Higher Education Institutions based on network Data envelopment analysis": ***A Brazilian experience, Evaluation and Program Planning***. Volume 89, December 2021.

[2] - Sarad Ghimire, Saman Hassanzadeh Amin Leslie J. Ward ley, "Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities", ***Journal of Informetric***. Volume 15, Issue 3, August 2021.

متطلبات سوق العمل). وركزت الدراسة على أن النموذج المستخدم يساهم في التحسين. تم التطبيق على ثلاثة أنواع من الجامعات. وجاءت النتائج، بان هناك مجال لتحسين الكفاءة في جامعات أونتاريو.

الدراسة الثالثة: (Luis A. Moncayo–Martínez Adrián: 2020)[٣]

هدفت الدراسة إلى تقييم مؤسسات التعليم العالي العام حول التدريس والبحث ونشر المعرفة من خلال تحليل مغلف البيانات، وتوصلت إلى أنه يجب على الحكومة إنفاق مواردها بهذه الطريقة لتعظيم الفوائد. ومع ذلك، فإن تقييم مؤسسات التعليم العالي العامة تعد مهمة معقدة للغاية نظرًا لوجود العديد من العوامل. وركزت الدراسة على ثلاثة أنشطة: التدريس والبحث العلمى ونشر المعرفة. لتحقيق هذه الغاية، وقامت الدراسة بتطوير نموذج تحليل مغلف البيانات لتقييم كفاءة كل نشاط على حدة. باستخدام قاعدة بيانات رسمية، من عام ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٦. وانتهت الدراسة إلى أن مستوى واحد فقط ذو نسبة كفاءة ١٠٠٪ في النماذج الثلاثة. واوصت بانه مطلوب تعظيم قيمة المدخلات لزيادة كفاءة وقياس افضل للمخرجات.

الدراسة الرابعة: (Jill JOHNES Li YU: 2020)[٤]

أستخدمت هذه الدراسة تحليل مغلف البيانات (DEA) لفحص الكفاءة النسبية في البحوث المنشورة فى جامعات صينية نظامية في عامي ٢٠٠٣ و ٢٠٠٤. كما تناولت قياس الأداء البحثي لمؤسسات التعليم العالي الصينية باستخدام تحليل مغلف البيانات. وتناولت الدراسة مجموعة من المتغيرات التى تمثل المدخلات من

[3] - Luis A. Moncayo–Martínez Adrián Ramírez–Nafarrate María Guadalupe Hernández–Balderrama, "Evaluation of public HEI on teaching, research, and knowledge dissemination by Data Envelopment Analysis, ***Socio-Economic Planning Sciences***. Volume 69, March 2020.

[4] - Jill JOHNES Li YU, "Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis". **China Economic Review**, Volume 19, Issue 4, Pages 679-696.

الموظفين والطلاب ورأس المال والموارد. وتوصلت إلى ان متوسط الكفاءة تزيد قليلاً عن ٩٠٪ عندما يتم تضمين جميع متغيرات المدخلات في النموذج، وينخفض هذا إلى ما يزيد قليلاً عن ٨٠٪ عندما يتم استبعاد متغيرات الإدخال المتعلقة بالطالب من النموذج. أى أن متوسط كفاءة البحث أعلى في الجامعات الشاملة مقارنة بالجامعات المتخصصة، وفي الجامعات الواقعة في المنطقة الساحلية مقارنة بتلك الموجودة في المنطقة الغربية من الصين.

الدراسة الخامسة: (Shamohammadi Dong-hyun Oh: 2019)[٥]

تناولت الدراسة الاشارة الى اهتمام كوريا الجنوبية بالتركيز على التعليم العالي. حيث بحثت الدراسة في اتجاهات أداء التدريس والبحث العلمي في الجامعات الكورية الخاصة. وتبين ان العديد من الجامعات تستخدم متغيرات من المدخلات والمخرجات لنموذج التغذية المرتدة في تحليل مغلف بيانات الشبكة على مرحلتين لتقييم الكفاءة في الجامعات الخاصة الكورية. خلال السنوات من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠١٦. واظهرت الدراسة مجموعة من الإجراءات التحليلية لتصنيف الجامعات المستهدفة بناءً على أنماط الكفاءة، سواء فى مجال البحث والتدريس والبحث العلمي. واشارات النتائج خلال فترة الدراسة ملاحظة تدهور في الكفاءة. مما جعل ادارات تلك الجامعات نهتم بالتركيز على مخرجات البحث العلمى لما لها من دوراً هاماً في تحسين الأداء الجامعي.

[5] - Shamohammadi Dong-hyun Oh, "Measuring the efficiency changes of private universities of Korea: A two-stage network data envelopment analysis", Technological Forecasting and Social Change Mehdi, Volume 148, November 2019.

الدراسة السادسة: (Chuen Tse Kuah Kuan Yew Wong: 2011)[٦]

تناولت الدراسة تقييم كفاءة الجامعات من خلال تحليل مغلف البيانات والذى يعد أمر حيوي لتخصيص واستخدام الموارد التعليمية بشكل فعال. وفي تلك الورقة، تم تقديم نموذج تحليل مغلف البيانات (DEA) للتقييم المشترك للكفاءات التعليمية والبحثية النسبية للجامعات. تم تحديد مدخلات ومخرجات قياس الأداء الجامعي أولاً. وهي تتألف من إجمالي ١٦ تدبيراً يعتقد أنها ضرورية. تم استخدام متغير من DEA يسمى تعظيم DEA المشترك لنمذجة هذه التدابير وتقييمها. كما تم اختبار النموذج باستخدام مثال افتراضي ووصف استخدامه وآثاره في قياس الأداء الجامعي. واوصت الدراسة بان تطبيق DEA يمكن استخدامه لتقييم كفاءة الأكاديميين في جامعاتهم واتخاذ الإجراءات المناسبة للتحسين.

الدراسة السابعة: (Necmi K, Avkiran: 2001)[٧]

تناولت الدراسة التحقيق في الكفاءات الفنية والحجمية للجامعات الأسترالية من خلال تحليل مغلف البيانات، وأشارت إلى أن مؤشرات الأداء في القطاع العام تعرضت لانتقادات لكونها غير كافية وغير مواتية لتحليل الكفاءة. ويعد الهدف الرئيسي من تلك الدراسة هو استخدام تحليل مغلف البيانات (DEA) لفحص الكفاءة النسبية للجامعات الأسترالية. حيث تم تطوير ثلاثة نماذج أداء ، وهي الأداء العام ، والأداء عند تقديم الخدمات التعليمية ، والأداء عند التسجيل بدفع الرسوم. أظهرت النتائج إلى أن أداء قطاع الجامعة كان جيدًا فيما يتعلق بالكفاءة الفنية، ولكن كان هناك مجال لتحسين الأداء في عمليات التسجيل بدفع الرسوم، كما يمكن أن تكون

---

[6] - Chuen Tse Kuah Kuan Yew Wong, "Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis", Procedia Computer Science, Volume 3 2011, Pages 499-506.

[7] - Necmi K, Avkiran, "Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis", Socio-Economic Planning Sciences. Volume 35, Issue 1, March 2001, Pages 57-80.

أداة قياس مرجعية قيّمة للمسؤولين التربويين وتساعد في تخصيص أكثـــر كفـــاءة للموارد النادرة. في غياب آليات السوق لتسعير المخرجات التعليمية.

الدراسة الثامنة: (M Abbott a C Doucouliagos ab: 2003) [٨]

أهتمت الدراسة بكيفية قياس كفاءة الجامعات الأسترالية باســتخدام تحليــل مغلــف البيانات مع تزايد التحاق الشباب بالتعليم العالي، حيث واجهت الحكومات في جميع أنحاء العالم ضغوطًا متزايدة على مواردها المالية، مما أدى إلى الحاجة إلى تشغيل الجامعات بدرجة أعلى من كفاءتها. اشارت الدراسة الى ان استخدام تقنيات غيــر بارامترية لتقدير الكفاءة الفنية وعلى نطاق واسع للجامعات الأسترالية الفردية، ينتج عنه مقاييس مختلفة للمخرجات والمدخلات. توصلت الدراسة إلى نتائج تمثل مزيج من المدخلات والمخرجات، وانتهت الدراسة إلى أن بعض الجامعــات الأســترالية سجلت مستويات عالية من الكفاءة مقارنة ببعضها البعض.

التعليق على الدراسات السابقة:

أظهرت الدراسات السابقة مدى أهمية استخدام هذا المقيــاس فــى الحكــم علــى مخرجات وتقييم اداء الجامعات والمراكز البحثية والمعاهد العليــا فــى تقيــيم أداء العملية التعليمية بها لاغراض التحسين والتعزيز والتى تعد من احد متطلبات ضمان جودة التعليم والاعتماد، لذا سيقوم الباحث باستخدام هذا المؤشر من خلال تحليلاته المتعددة فى تقييم أداء معاهد اكاديمية الشروق الثلاثة.

١- المعهد العالى للهندسة
٢- المعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات
٣- المعهد العالى للاعلام والاتصال الدولى

[8] - M Abbott a C Doucouliagos ab, "The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis", Economics of Education Review. Volume 22, Issue 1, February 2003, Pages 89-97.

خطة الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة سيتم تقسيمها الى ما يلى:

المبحث الاول: ماهية أسلوب تحليل مغلف البيانات

المبحث الثانى: نماذج التقييم المستخدمة فى أسلوب تحليل مغلف البيانات

المبحث الثالث: دراسة تطبيقية لتحليل الكفاءة النسبية لاسلوب تحليل مغلف البيانات

النتائج والتوصيات

المراجع

المبحث الاول

ماهية أسلوب تحليل مغلف البيانات

مفهوم أسلوب تحليل مغلف البيانات:

يعد أسلوب تحليل مغلف البيانات أحد الاساليب الكمية في القياس المقارن بالأفضل، وتقويم الأداء، وقياس الكفاءة النسبية Relative Efficiency لعدد من وحدات اتخاذ القرارDecision Making Units المتماثلة في الأهداف ونشاط العمل. والتى تعتمد على وجود بيانات كمية دقيقة لمدخلات ومخرجات كل وحدة قرار، وبالتالى يعد الهدف العام هو الوصول لأفضل الممارسات لتعظيم المخرجات أو تقليل المدخلات، ومن ثم تحقيق أهداف وحدة القرار بكفاءة أعلى ومن ثم أسلوب برمجة رياضية لا معلمي، بمعنى أنه لا حاجة الى وضع اية فرضيات (صيغة رياضية) للدالة التي تربط بين المتغيرات التابعة والمستقلة.[9]

[9] - Peter Wanke Mike G. Tsionas Jorge Junio Moreira Antunes, "Dynamic network DEA and SFA models for accounting and financial indicators with an analysis of super-efficiency in stochastic frontiers: An efficiency comparison in OECD banking", ***International Review of Economics & Finance***. 12 July 2020.

كما يعد أحد الأساليب الكمية الحديثة المستخدمة في مجال تقييم الأداء و تشـــخيص أسباب الاختلافات الموجودة بين الوحدات المتجانسة، فأسلوب تحليل مغلف البيانات هو أسلوب كمي، يستخدم البرمجة الخطية لتحديد الكفاءة النسبية لوحـــدات اتخـــاذ القرار التي تستخدم نفس المدخلات و تنتج نفس المخرجـــات وتعمـــل فـــي نفـــس الظروف، و هذا من أجل تحديد الوحدات الكفؤة و الوحدات غير الكفؤة، و لقد تـــم توظيف هذا الأسلوب في جميع المجالات خصوصا في قطاع الخدمات و التي تعد المؤسسات التعليمية أحد مكوناته.[١٠]

وفقا لهذا الأسلوب يتم حل نموذج البرمجة الخطية لكل وحـــدة مـــن المؤسســـات التعليمية على حده، ومن ثم تحديد مستوى كفاءتها نسبة إلى الوحدات الواقعة علـــى منحنى الكفاءة (Efficiency Frontier)، و يعود سبب تسمية هذا الأسلوب باســـم تحليل مغلف البيانات إلى أن الوحدات ذات الكفاءة أو بمفهوم آخر الكفؤة تكون في المقدمة وتغلف الوحدات غير الكفؤة، وعليه يتم تحليل البيانات التي تغلفها الوحدات الكفؤة.[١١]

التطور التاريخي:

فى بداية عام ١٩٥٧، اقترح أحد متخصصين تعريف الكفاءة الذي وضعه فاريـــل Farell والذي حدد فيه أن كفاءة أي وحدة اتخاذ قرار تعتمد على فكرة منحنيـــات الكفاءة، وللقياس لابد من قسمة المخرجات على المدخلات، إلا انه فى عام ١٩٧٨، قدم كل من Charnes, Cooper and Rhodes لأول مرة مفهوم تحليل مغلـــف البيانات عن طريق نموذج أولي يركز على محاولة تقدير التحسينات الممكنة فـــي المدخلات من خلال الاقتصاد في المدخلات مع تحقيق نفس المستوى الحالي مـــن

[10] - Xi Xiong Guo-liang Yang Zhong-cheng Guan, " Assessing R&D efficiency using a two-stage dynamic DEA model: A case study of research institutes in the Chinese Academy of Sciences", Journal of Informetrics18 July 2018.

[11] - Zhanxin Ma Kok Fong See Chunying Zhao, "Research efficiency analysis of China's university faculty members: A modified meta-frontier DEA approach", ***Socio-Economic Planning Sciences***14 September 2020.

المخرجات، مع وجود فرضية ما يعرف في علم الاقتصاد بثبات العائد على الإنتاج، وفى عام ١٩٨٤، قدم كل من:Banker, Charnes and Cooper نموذجا آخر لتحليل مغلف البيانات يأخذ في الاعتبار فرضية جديدة وهى تغير العائد على الإنتاج.

وتوالت التعديلات على النماذج المستخدمة إلى عام ١٩٨٧م حيث قام إدوارد رودس Rhodes Edwardo في رسالته للدكتوراه في جامعة Mellon Carnegieلتقييم البرامج التربوية للطلبة المتعثرين دراسيا، باشراف البروفيسور عالم المحاسبة الشهير Cooper حيث تطلب التحليل مقارنة أداء مجموعة من المدارس المتناظرة، وظهرت صعوبة المقارنة في تقدير الكفاءة الفنية للمدارس حيث تشتمل على عدة مدخلات وعدة مخرجات بدون توفر معلومات عن أسعارها. وللتغلب على هذه الصعوبة قاما بالتعاون مع تشارنز Charnes بصياغة نموذج أسلوب تحليل مغلف البيانات Data Analysis Envelopment وهو المعروف حاليا بنموذج CCR وبالتالى يكمن الهدف العام من هذا الاسلوب فى تعظيم كمية مخرجات المؤسسات أو الوحدات بهدف تعظيم العوائد أو تقليل كمية مدخلاتها[١٢].

ومن منطلق أن النظرية الإقتصادية وفق افتراض أمثليه باريتو Pareto Optimalityوالتي تفترض أن أي وحدة اتخاذ قرارتكون غير كفء إذا استطاعت وحدة أخرى أو مزيج من الوحدات إنتاج نفس الكمية على الأقل من المخرجات التي تنتجها هذه الوحدة بكمية أقل من المدخلات، وتكون الوحدة كفوء إذا تحقق العكس، حيث يعتمد تحليل مغلف البيانات على استنتاج مقياس كمى للكفاءة النسبية لكل وحدة قرار يتم تحليلها، حيث تحصل الوحدات ذات الكفاءة النسبية التامة على مقياس يساوي واحد، أما الوحدات ذات الكفاءة النسبية غير التامة فتحصل على

[12] - Tao Dinga Jie Yanga Huaqing Wua, "Research performance evaluation of Chinese university: A non-homogeneous network DEA approach" ***Journal of Management Science and Engineering***, Volume 6, Issue 4, December 2021, Pages 467-481.

مقياس أقل من الواحد، ويسمح هذا المقياس المنفرد بالمقارنة المباشرة لجميع الوحدات التى خضعت للتحليل، ويعد استخدام مدخل واحد ومخرج واحد من أبسط الصور لتعريف كفاءة الوحدة من مجموعة من المؤسسات أو الوحدات داخل المؤسسة الواحدة، وفي هذه الحالة يمكن تعريف الكفاءة على أنها نسبة المخرج إلى المدخل أي[١٣]:

الكفأءة النسبية = مجموع المخرجات المرجحة بالاوزان ÷ مجموع المدخلات المرجحة بالاوزان

ويمكن تجمع جميع المدخلات الكمية وغير الكمية بعد تحويلاها الى كمية باستخدام معادلات احصائية أو من خلال استخدام مقاييس وأوزان نسبية للترجيح باعتيارها متوسطات مرجحة، سيتم الاشارة اليها بالفصل القادم.

مفهوم الكفاءة وكيفية قياسها:

فى تلك الصورة المعبرة كمقياس أو مؤشر كمى ينظر الى الكفاءة على أنها مقياس كمى يميل الى تحديد مؤشر الكفاءة بنسبة مئوية من تبدأ من ٠.١% الى ٩٩.٩٩%، و يُعد معيار الكفاءة من أقدم المعايير العلمية ظهورًا في العصر الحديث وأكثرها انتشارًا وقبولًا. وقد تعرض لشرحه وتعريفه العديد من الكتاب فى علم الإدارة وغيرها من العلوم، وقد يكون هناك اتفاق على ان قياسه يكون بمستوى الإنجاز المحدد، وبنفس الطريقة تُستخرج المؤسسات أو الوحدات. إلا أن هذه

[13] - Mohammad Reza Mozaffari Fatemeh Dadkhah Peter Fernandes Wanke, " Finding efficient surfaces in DEA-R models", Applied Mathematics and Computation. 8 July 2020.

الطريقة في احتساب معيار الكفاءة تنطلق من النظرة الكلاسيكية الداعية إلى تحقيق أعلى إنتاجية بأقل تكلفة مادية ممكنة.[١٤]

أنواع الكفاءة من منظور أسلوب مغلف البيانات[١٥]:

١- الكفاءة الفنية :(Technical Efficiency) هى مقدرة المؤسسة على الحصول على أكبر قدر من المخرجات باستخدام العناصر المتاحة من المدخلات.

٢- الكفاءة التوظيفية :(Allocative Efficiency) هى قدرة المؤسسة على استخدام المزيج الأمثل للمدخلات مع الأخذ في الاعتبار سعر السوق للمدخلات.

ويطلق على ما سبق بالكفاءة النسبية

٣- الكفاءة الحجمية (Scale Efficiency): تتمثل فى المدى الذي يمكن للمؤسسة الاستفادة منه، من مدخلاتها الذى إذا تجاوزته المؤسسة فإنها لا تحقق أي عوائد إضافية.

وتحسب الكفاءة الحجمية بقسمة مجموع كفاءة النموذج CCR علي نموذج BCC، ولما كان هناك اختلاف ما بين مفهوم الكفاءة والفاعلية فلقد عرف الكثير التفرقة بينهما الى ما يلى:

مفهوم الكفاءة: هي تعبير عن الاستخدام الراشد في المفاضلة بين البدائل واختيار الأفضل منها الذي يخفض التكاليف أو يعظم العائد الى أعلى درجة ممكنة.

مفهوم الفاعلية: هي مدى مساهمة الأداء في تحقيق هدف يتم وضعه بشكل مسبق.

---

[14] - Aline Veronese da Silva Marcelo Azevedo Costa Ana Lúcia Lopes-Ahn, " Accounting multiple environmental variables in DEA energy transmission benchmarking modelling: The 2019 Brazilian case", ***Socio-Economic Planning Sciences***, 10 October 2021.

[15] - Ya Chena Xuanxuan Mab Ping Yand Mengyuan Wanga, "Operating efficiency in Chinese universities: An extended two-stage network DEA approach". ***Journal of Management Science and Engineering***, Volume 6, Issue 4, December 2021, Pages 482-498.

وبالتالى فالكفاءة التعليمية تشير إلى تحقيق أكبر قدر من الناتج التعليمى بنفس القدر من الموارد، ويتم تعظيم الناتج أو الاستخدام الأمثل للموارد عندما لا يمكن من خلال إعادة توجيه الموارد الحصول على زيادة فى الناتج الكلى وذلك فى ظل المتاح من المـــوارد والأسلوب التقني المستخدم . أى أن الكفاءة التعليمية تتحقق من خلال توظيف المـــوارد المتاحة فى أفضل الاستخدامات البديلة لتعظيم الرفاهية التعليميـــة، بمؤشـــرات جـــودة التعليم والاعتماد المطلوبة وفق مؤشرات ونتائج معايير التعليم الاكاديمية.

المبحث الثانى

نماذج التقييم المستخدمة فى اسلوب تحليل مغلف البيانات

يرجع السبب الرئيسى فى تسمية هذا الاسلوب بتحليل مغلـــف البيانـــات إلـــى أن المؤسسات أو الوحدات ذات الكفـــاءة تكون في المقدمة وتغلـــف الوحـــدات غيـــر الكفء. وعليه يـــتم تحليل البيانات التي تغلفها المقدمة. توجد مجموعة من الدوال المستخدمة فى أسلوب تحليل مغلف البيانات لعل أهما:

١- دالة العائد على الإنتاج (ثابت أو متغير).
٢- دالة الهدف (تعظيم المخرجات أو تدنى المدخلات، إلى اقصى قدر ممكن).

الدالة الأولى:

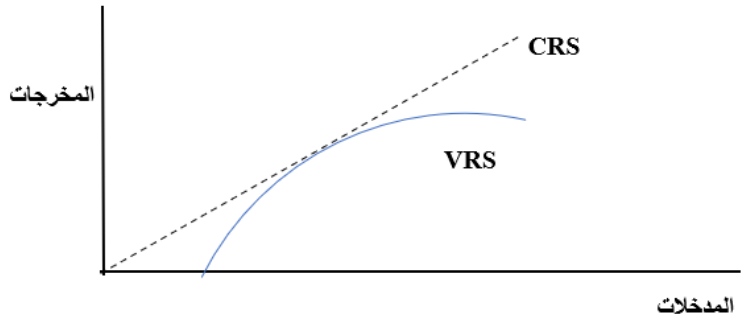
العائد على الإنتاج (الثابت): Constant return to scale (CRS)

يتمثل فى أي زيادة من المدخلات يترتب عليها زيادة بنفس النسبة في المخرجـــات، وبالتالى وفق المسمى الثابت نجده خطى على الشكل البيانى رقم (١)

العائد المتغير على الإنتاج (المتغير): Variable return to scale (VRS)

يتمثل فى أي زيادة في المدخلات يترتب عليها زيادة بنسبة مختلفة (أقل أو أعلـــى) في المخرجات[١٦].

شكل بيانى رقم (١)
اتجاه العائد على الانتاج الثابت والمتغير



النماذج المستخدمة لقياس الكفاءة[١٧]:

١-نموذج CCR

وهو النموذج الذى قام بوضعه كل من: Charnes, Cooper and Rhodes فى سنة ٢٠٠٢ ويقوم بدراسة الكفاءة الخارجية للنموذج. ويتمثل فى عوائد الحجم الثابتة.

٢-نموذج BCR

وهو النموذج الذى قام بوضعه كل من: Banker, Charnes and Cooper وهو يميز بين نوعين من الكفاءة هما الكفاءة الفنية والكفاءة الحجمية. ويـــدرس كفـــاءة النموذج كاكل الخارجية والداخلية.

---

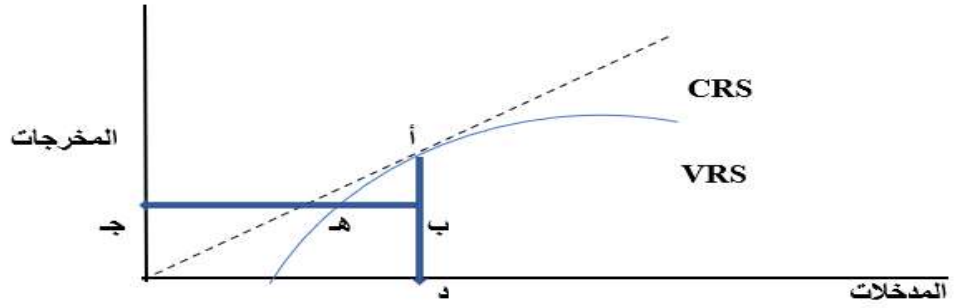
[16] **Andreas Dellnitz, "Big data efficiency analysis: Improved algorithms for data envelopment analysis involving large datasets", Computers & Operations Research. Volume 137, January: 2022.**

[17] **- Ning Ai, Marc Kjerland Thomas, "Sustainability assessment of universities as small-scale urban systems: A comparative analysis using Fisher Information and Data Envelopment Analysis", Journal of Cleaner Production. Volume 212, 1 March 2019, Pages 1357-1367.**

الدالة الثانية:

دالة الهدف، فإذا كان الهدف من النموذج هو تقليل المدخلات، فإن النموذج يسمى «ذو توجه مدخلي» (Input-Oriented)، أي يهدف إلى استخدام أقل كمية من المدخلات لتقديم المستوى الحالي من المخرجات، أما إذا كان الهدف هو تعظيم المخرجات فإن النموذج يسمى «ذو توجه مخرجي» (Output- Oriented)، أي يهدف إلى تقديم أكبر كمية من المخرجات باستخدام الكمية المتاحة من المدخلات. الشكل البيانى رقم (٢) التالى:

شكل بيانى رقم (٢)



ويتم قياس الكفاءة الفنية للمؤسسة كمخرجات تعليمية لكل من:

- ذات التوجه المخرجى بنسبة د ب ÷ د أ = %
- ذات التوجه المدخلى بنسبة جـ هـ ÷ جـ ب = %

وسوف يعتمد الباحث على دالة العائد على الانتاج كمخرجات تعليمية لقياس كفاءة معاهد الاكاديمية الثلاثة، بغرض تحديد نقاط الضعف للتغلب عليها ومعالجتها لتكون نقاط قوة، لتحقيق اعلى انتاجية للمخرجات التعليمية وتحقيق الغايات المحددة سلفاً، فى ظل رؤية ورسالة كل معهد باعتباره مؤسسة تعليمية. ويتم ذلك من خلال تحليل مغلف البيانات باعتباره منهجية كمية فى القياس المقارن لتحديد الافضل لعدد من

المؤسسات أو الوحدات التنظيمية المتماثلة فى الاهداف من خلال استخدام بيانات كمية كمدخلات ومخرجات لقياس النتائج للوصول الى تعظيم للمخرجات أو تقليل للمدخلات بهدف تحقيق أهداف المؤسسة أو الوحدة.

أولا: نموذج CCR [١٨]

يرجع هذا النموذج الى المؤلفين (Charnes, Cooper & Rhodes)، ويعطي النموذج مؤشر لتقييم الكفاءة النسبية الخارجية بنسبة مئوية، يمكن النظر أن درجات الكفاءة الفنية المحسوبة وفق عوائد الحجم الثابتة CRS تتألف من مركبين، الأول يرجع إلى عدم الكفاءة الحجمية والثاني يرجع إلى عدم الكفاءة الفنية الصافية، ويحسب ذلك عن طريق تطبيق كل منVRS, CRS السابق الاشارة اليهما، واذا وجد فرق بين درجتي الكفاءة الفنية للجهة محل التحليل، فأن ذلك يعنى أنه ليس للجهة كفاءة حجمية. ويمكن حساب عدم الكفاءة الحجمية عن طريق النسبة بين الكفاءة الفنية وفق عوائد الحجم المتغيير VRS والكفاءة الفنية وفق عوائد الحجم الثابت CRS.

ثانياً: نموذج BCC [١٩]

يرجع هذا النموذج الى المؤلفين (Banker, Charnes, Cooper) يعطي هذا النموذج مؤشر لتقييم الكفاءة الفنية والحجمية ويتميز على نموذج CCR بأنه يعطى تقديراً للكفاءة الفنية بموجب حجم العمليات المطبق فى المؤسسة أو الوحدة لتقديم

---

[18] - **Charnes, Abraham; Cooper, William Wager; Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units" (PDF). European Journal of Operational Research. 2 (6): 429–444. doi:10.1016/0377-2217(78)90138-8. Retrieved 27 January 2022.**

[19] **-Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, William Wager (September 1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis" (PDF). Management Science. 30 (9): 1078–1092. doi:10.1287/mnsc.30.9.1078. Retrieved 27 January 2022.**

أعلى مخرجات وبالتالى فهو يعطى الكفاءة المرتبطة بحجم معين من العمليات ومن ثم فانه يحدد امكانية وجود نسبة عائد متغير بالنسبة لكمية الخدمات غير الكفء الناتجة عن تغيير كمية مدخلاته وصولاً إلى حد الكفاءة وبالتالى يتمتع النموذج بخاصية العائد المتغير على كمية الخدمات.

ثالثاً: الصيغة الخطية لأسلوب تحليل مغلف البيانات

يتم وضع مخرجات أى مؤسسة مطلوب تحليلها بهذا الاسلوب (تحليل مغلف البيانات) لمقارنة نسبة كفاءتها مع مثيلتها من خلال تعظيم دالة الهدف للوصول الى نسبة ما بين ٠.١ الى ٠.٩٩. وبناء على ذلك يشترط ان تكون المدخلات والمخرجات متغيرات ايجابية وليست سلبية (من ضمن فروض نموذج البرمجة الخطية) والعلاقة طردية اى بزيادة كميات المدخلات تزيد المخرجات.

مثال افتراضى:

المؤسسة التعليمية	مدخل (س)	مخرج (ص)
المعهد الأول	٨	٩
المعهد الثانى	١٨	٢٤
المعهد الثالث	٢١	١٥
المعهد الرابع	٣٢	٣٥
المعهد الخامس	٣٤	٢٤

وقبل الشروع فى آية تحليلات لقياس الكفاءة النسبية، يدور السؤال التالى: هل يوجد ارتباط بين بيانات المدخلات والمخرجات للمعاهد الواردة بالجدول بعالية، أى ان اى زيادة فى المدخلات يتبعه زيادة فى المخرجات، نجد انه وفقاً لتحليل الارتباط Correlation يوجد ارتباط طردى بين المعاهد الخمسة توضحه النتيجة التالية:

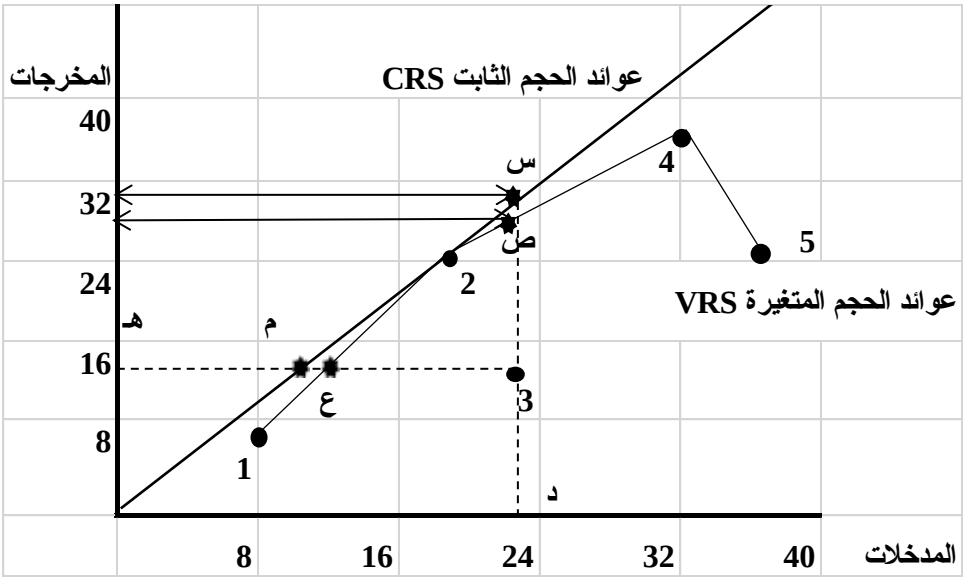
	Row 1	*Row 2*	*Row 3*	*Row 4*	*Row 5*
Row 1	1				
Row 2	0.988471	1			
Row 3	0.901127	0.825094	1		
Row 4	0.999632	0.984003	0.912551	1	
Row 5	0.895491	0.817778	0.999918	0.90723	1

ونتيجة وجود ارتباط بين المعاهد الخمس المختارة كعينة وفق الجدول المشار اليه بعاليه، فيتم قياس الانتاجية النسبية على النحو التالى:

المؤسسة التعليمية	مدخل (س)	مخرج (ص)	الانتاجية
المعهد الأول	٨	٩	**١.١٣**
المعهد الثانى	١٨	٢٤	**١.٣٣**
المعهد الثالث	٢١	١٥	**٠.٧١**
المعهد الرابع	٣٢	٣٥	**١.٠٩**
المعهد الخامس	٣٤	٢٤	**٠.٧١**

ولما كانت الانتاجية يتم قياسها من خلال خارج قسمة المخرجات على المدخلات وبالتالى من الملاحظات على الجدول ان المعهد الثانى (١.٣٣) يعد أعلى انتاجية والمعهد الثالث والخامس (٠٧١) يعد اقل انتاجية بالمقارنة بالمعاهد الأخرى. وانتاجية كل معهد من المؤسسات التعليمية بالافتراض السابق يظهر له خط كمنحنى وفقاً للشكل التالى:

شكل بيانى رقم (٣)



النقاط بالشكل السابق تشير إلى اسماء المعاهد ومن الملاحظ بالشكل ان الخط (المنحنى) ذات النقاط ١و٢و٤و٥ يمثل عوائد الحجم المتغيرة بينما خط التماس الملتقى بالنقطة رقم (٢) يمثل عوائد الحجم الثابت. وتشير النقطة (٢) والتى تمثل المعهد الثالث بتحقيق اعلى انتاجية او كفاءة من بين المعاهد المفترضة بالرسم البيانى، والنقطة رقم (٣) تشير الى المعهد الثالث والذى حقق كفاءة تمثل = ٧١% كانتاجية من المخلات، وهة نقطة تقع على الشكل البيانى اسف منحنى عوائد الحجم المتغيرة ومنحنى عوائد الحجم الثابت واقل المعاهد كفاءة

وبتطبيق الشق النظرى على الشكل البيانى السابق عند النقطة رقم (٣) للمعهد الثالث نجد انه عند قياس الكفاءة الفنية للمعهد الثالث يوجد توجهين في قياس الكفاءة:

وفق نموذج CCR تتمثل فى قياس الكفاءة:

- من حيث التوجيه الادخالي (Oriented Input) من خلال نموذج البرمجة الخطية لتعظيم الدالة وبالقيود الموجودة لكل معهد وفق اوزان نسبية على

النحو الذى يوضح مستويات الكفاءة المختلفة للمعاهد من خلال تعديل فى المدخلات لتعديل مسار المعاهد غير الكفوءة وجعلها معاهد كفوءة.

- الكفاءة ذات التوجه المدخلى بنسبة هـ م ÷ هـ ع = ١٠ ÷ ١٢ = ٨٣%

وفق نموذج BCC تتمثل فى قياس الكفاءة:

- من حيث التوجيه الاخراجى (Oriented Output) من خلال نموذج البرمجة الخطية لتعظيم الدالة وبالقيود الموجودة لكل معهد وفق اوزان نسبية على النحو الذى يوضح مستويات الكفاءة المختلفة للمعاهد من خلال أن الزيادة المطلوبة في المخرجات لتعديل مسار المعاهد غير الكفوءة لجعلها معاهد كفوءة وايضاً لمحاكاتها بالتمتع نسبيا بنفس الظروف من حيث الكفاءة الحجميه والتى يتم قياسها بحاصل قسمة قيمة الكفاءة الفنية وفق نموذج CCR على قيمة الكفاءة الفنية وفق نموذج BCC.
- الكفاءة ذات التوجه المخرجى بنسبة د ص ÷ د س = ٢٩ ÷ ٣١ = ٩٣%

مما يشير الى ان القصور المحقق عند قياس كفاءة المعهد الثالث وهو اقل نسبة انتاجية، يتضح انه لابد من اعادة النظر فى المدخلات لانها لا تحقق كفاءة ذات نتيجة ايجابية مرتفعة وفق المعاهد الاخرى، ومن ثم توجد نقاط ضعف لابد من دراستها وتقديم الدعم الكامل لها من اجل تعزيز وتطوير نقاط الضعف الى نقاط قوة. على أن تكون نتيجة الكفاءة مثل المعهد الثانى والذى يقع على نقطة رقم (٢) من منحنى العوائد المتغيرة ويتقابل مع منحنى العوائد الثابتة وهى تمثل نقطة أعلى كفاءة بين المعاهد الخمسة، ولو تم اعتبار انتاجية المعهد الثانى (١.٣٣) هى الانتاجية الاعلى فانه يمكن قياس انتاجية كل معهد بالقياس لنتيجة المعهد الثانى وفق الجدول التالى.

المؤسسة التعليمية	مدخل (س)	مخرج (ص)	الانتاجية	الكفاءة النسبية
المعهد الأول	٨	٩	١.١٣	%٨٥
المعهد الثانى	١٨	٢٤	١.٣٣	١
المعهد الثالث	٢١	١٥	٠.٧١	%٥٣
المعهد الرابع	٣٢	٣٥	١.٠٩	%٨٢
المعهد الخامس	٣٤	٢٤	٠.٧١	%٥٣

وبعد شرح المثال الافتراضى نستعرض فى الفصل التالى الدراسة التطبيقية لتحليل الكفاءة النسبية وباستخدام البرمجة الخطية وفق مدخلات ومخرجات كل معهد من معاهد أكاديمية الشروق، وفق دالة الهدف التى سيتم تحديدها بالفصل الثالث لكل معهد، والمرتبطة بتحليل مغلف البيانات (DEA).

المبحث الثالث
دراسة تطبيقية
لتحليل الكفاءة النسبية لأسلوب تحليل مغلف البيانات
لمعاهد أكاديمية الشروق

تتناول المعايير الاكاديمية التى تم تحديدها من خلال اصدارات الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد بجمهورية مصر العربية، مجموعة من المعايير (١٢) معيار، ستعتمد الدراسة على الاسترشاد بمجموعة منهم لقياس مستوى الكفاءة النسبية لمعاهد أكاديمية الشروق خلال الفترة الزمنية من ٢٠٢٠ – ٢٠٢١، بمتوسطات سنوية.

م	مجموعة من مؤشرات القدرة المؤسسية	نوع المؤشر	العالى للهندسة	العالى للحاسبات	العالى للإعلام
١	الحصـول علـى موافقـة الهيئـة القوميـة لضمان جودة التعليم والاعتماد	**مخرجات**	√	√	x xx
٢	• عدد الطلاب فى السنوات الاربعة	**مخرجات**	٥٠٤٦	٨٤٥٥	٢١٨٦
	• عدد طلاب سنة ٢٠٢١/٢٠٢٠	**مخرجات**	١٠٢٨	١٣٣٢	٣٥٦
	• عدد الخريجين	**مخرجات**	٩٨٤	١٠٤٧	٣٤٠
٣	عدد المبانى	مدخلات	٣	٢	١
	عدد البرامج	مدخلات	٦	٣	٣
	المشاركة المجتمعية وتنمية البيئة				
م	**مجموعة من مؤشرات الفاعلية التعليمية**		**العالى للهندسة**	**العالى للحاسبات**	**العالى للإعلام**
٤	• أعضاء هيئة التدريس:	مدخلات	١٢١	٤٠	٢١
	• عدد أعضاء الهيئة المعاونة	مدخلات	١٦٩	٤٩	٢٢
	• عدد أعضاء الجهاز الإدارى	مدخلات	٢٩٨	١٢٠	٣٦
٥	البحث العلمى:				
	عدد الأبحاث المنشورة	**مخرجات**	٦٥	١٢	٥

وستقوم الدراسة التطبيقية على تحليل (٥) مؤشرات كمـدخلات للمعاهـد الثلاثـة بالاكاديمية، باعتبارها من المؤشرات الهامة عند تقييم اداء المؤسسـات التعليميـة الاكاديمية، والتى تعد من مؤشرات المعايير الاكاديمية التى تعتمد عليها المؤسسات التعليمية عند التقدم للهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد للحصـول علـى الاعتماد والتى تعد من معايير القدرة المؤسسية أو الفاعلية التعليمية. وفيمـا بيـان

بالمدخلات Input والمخرجات التى Output التى تم استخدامها لقيـــاس كفـــاءة المعاهد العليا بأكاديمية الشروق على النحو التالى:

Field No	Field Name	Field Type	Active	Description (write a note if you want)
1	DMU	DMU Name	☐	اكاديمية الشروق
2	x1	Input	☐	عدد اعضاء هيئة التدريس
3	x2	Input	☐	عدد اعضاء الهيئة المعاونة
4	x3	Input	☐	عدد المبانى
5	x4	Input	☐	عدد البرامج
6	x5	Input	☐	عدد اعضاء الجهاز الادارى
7	y1	Output	☐	عدد الطلاب
8	y2	Output	☐	عدد الابحاث المنشورة
9	y3	Output	☐	الحصول على موافقة الهيئة العامة لضمان جودة التعليم والاعتماد
10	y4	Output	☐	عدد الخريجين

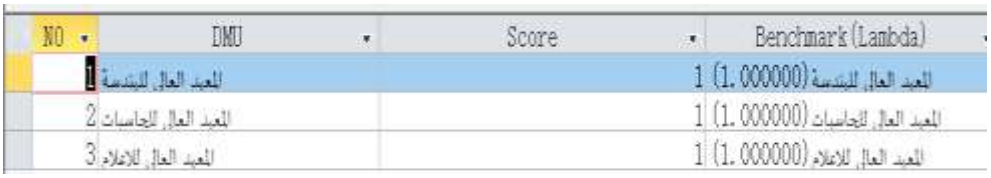
وتم ادخال البيانات السابقة فى **برنامج تحليل مغلف البيانات MaxDEA 7 Basic 64-bit**، والذى يتم استخدامه من قبل الباحثين عند تحليل كفاءة المؤسسات أو الشركات أو غيرها من وحدات اقتصادية للحكم على مدى كفاءتها والوقوف على مؤشرات القوة ومواطن الضعف لارشاد الوحدات بامكانية التطوير للتعزيز ورفع كفاءتها.

وقام الباحث باجراء التشغيل واستخراج النتائج على النحو التالى:

أولاً: على مستوى جميع مؤشرات المدخلات والمخرجات

نتيجة رقم (١)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات (٤ مؤشرات) بالكامل مع المدخلات (٥ مؤشرات) بالكامل لمعاهد أكاديمية الشروق:



NO	DMU	Score	Benchmark(Lambda)
1	المعهد العالى للهندسة	1	(1.000000) المعهد العالى للهندسة
2	المعهد العالى للحاسبات	1	(1.000000) المعهد العالى للحاسبات
3	المعهد العالى للاعلام	1	(1.000000) المعهد العالى للاعلام

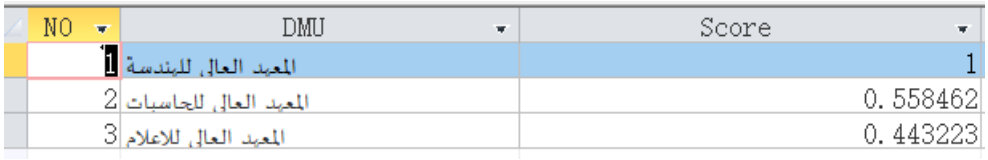
يتضح من نتيجة رقم (١) أن المعاهد لا يوجد اختلاف بينهم فـــى كفـــاءة تشـــغيل المدخلات لان نتائج التحليل للمخرجات واحدة ولا يوجد معهد أكفاء من معهد وانما وبالتالى عند المقارنة المجمعة لمعاهد الاكاديمية على منحنى الكفاءة، نجـــدها ذات كفاءة واحدة.

وبالتالى سيتجه الباحث الى تحليل البيانات على مستوى مقارنـــة تشـــغيل بعـــض مؤشرات المدخلات مع بعض من مؤشرات المخرجات المؤثرة فيها.

<u>ثانياً: على مستوى بعض المؤشرات من المدخلات مع بعـــض المؤشـــرات مـــن المخرجات</u>

<u>نتيجة رقم (٢)</u>

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من الابحاث العلميـــة المحكمـــة والمنشـــورة مـــع المدخلات من عدد اعضاء هيئة التدريس لمعاهد أكاديمية الشروق:



NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	1
2	المعهد العالى للحاسبات	0.558462
3	المعهد العالى للاعلام	0.443223

ويتضح من نتيجة رقم (٢) أن المعهد العالى للهندسة ذو كفاءة مرتفعة تصل إلـــى ١٠٠% كمخرجات من كفاءة تشغيل المدخلات، ويليه على منحنى الكفاءة المعهـــد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات بنسبة ٥٥,٨٤٦٢% وفى المرتبة الاخيـــرة المعهد العالى للاعلام ٤٤,٣٢٢٣%.

نتيجة رقم (٣)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من عدد الخريجين مع المدخلات من عدد اعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة والجهاز الإدارى والمبانى والبرامج لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0.469914
2	المعهد العالى للحاسبات	1
3	المعهد العالى للاعلام	1

ويتضح من نتيجة رقم (٣) أن المعهد العالى للهندسة أقل كفاءة = ٤٦,٩٩١٤% من بين المعاهد الثلاثة، وتقع على منحنى الكفأءة المرتفعة كل من المعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات والمعهد العالى للاعلام محققاً ١٠٠% مخرجات من كفاءة تشغيل المدخلات.

نتيجة رقم (٤)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من عدد الطلاب وعدد الخريجين والحصول على الاعتماد مع المدخلات من عدد اعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة والجهاز الإدارى، لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0.402685
2	المعهد العالى للحاسبات	1
3	المعهد العالى للاعلام	1

ويتضح من نتيجة رقم (٤) أن المعهد العالى للهندسة أقل كفاءة = ٤٠,٢٦٨٥% من بين المعاهد الثلاثة، وتقع على منحنى الكفأءة المرتفعة كل من المعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات والمعهد العالى للاعلام محققاً ١٠٠% مخرجات من كفاءة تشغيل المدخلات.

نتيجة رقم (٥)

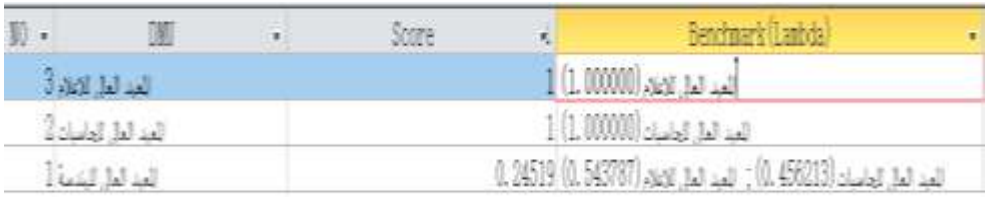
تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من عدد الخريجين مع المدخلات من عدد المبـــانى لكل معهد على حده، والحصول على الاعتماد لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0.5
2	المعهد العالى للحاسبات	1
3	المعهد العالى للاعلام	1

ويتضح من نتيجة رقم (٥) أن المعهد العالى للهندسة أقل كفاءة = ٥٠% من بـــين المعاهد الثلاثة، وتقع على منحنى الكفأءة المرتفعة كل من المعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات والمعهد العالى للاعلام محققاً ١٠٠% مخرجات من كفـــاءة تشغيل المدخلات. على الرغم من عدم حصول المعهد العالى للاعلام على الاعتماد لضمان جودة التعليم.

نتيجة رقم (٦)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من عدد الطلاب مع المدخلات من عـــدد أعضـــاء هيئة التدريس لمعاهد أكاديمية الشروق:



ويتضح من نتيجة رقم (٦) أن المعهد العـــالى للإعـــلام حقـــق أعلـــى كفـــاءة = ٥٤,٣٧٨٧% من بين المعاهد الثلاثة، ويقع على منحنى الكفاءة المرتفعة بالمقارنة بالمعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات ٤٥,٦٢١٣% وأقل المعاهد المعهد العالى للهندسة ٢٤,٥١٩% كمخرجات من كفاءة تشغيل المدخلات.

نتيجة رقم (٧)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من عدد الخريجين مع المدخلات من عدد أعضـــاء الهيئة المعاونة لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0.272495
2	المعهد العالى للحاسبات	1
3	المعهد العالى للاعلام	0.723279

يتضح من نتيجة رقم (٧) أن المعهد العالى للحاسبات أعلى كفاءة = ١٠٠% مـــن بين المعاهد الثلاثة، وتقع على منحنى الكفاءة المرتفعة بالمقارنة بالمعاهد الأخـــرى ويليه المعهد العالى للإعلام محققاً ٧٢,٣٢٧٩% والمعهد العالى للهندسة محققاً أقل نسبة كفاءة ٢٧,٢٤٩٥%، من مخرجات عدد الخريجين.

نتيجة رقم (٨)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من عدد الخريجين مع المدخلات من عدد أعضـــاء الجهاز الإدارى لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0.349625
2	المعهد العالى للحاسبات	0.923824
3	المعهد العالى للاعلام	1

يتضح من نتيجة رقم (٨) أن المعهد العالى للإعلام أعلى كفاءة = ١٠٠% من بين المعاهد الثلاثة، وتقع على منحنى الكفاءة المرتفعة بالمقارنة بالمعاهد الأخرى ويليه المعهد العالى للحاسبات محققاً ٩٢,٣٨٢٤% والمعهد العالى للهندسة محققـــاً أقـــل نسبة كفاءة ٣٤,٩٦٢٥%، من مخرجات عدد الخريجين.

نتيجة رقم (٩)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من الحصول على الاعتماد مع المدخلات من عـــدد أعضاء هيئة التدريس لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0. 330579
2	المعهد العالى للحاسبات	1
3	المعهد العالى للاعلام	0

يتضح من نتيجة رقم (٩) أن المعهد العالى للحاسبات حقق أعلى كفـــاءة = ١٠٠% من بين المعاهد الثلاثة، وتقع على منحنى الكفاءة المرتفعـــة بالمقارنـــة بالمعاهـــد الأخرى ويليه المعهد العالى للهندسة محققاً ٣٣,٠٥٧٩% والمعهد العالى للاعـــلام محققاً أقل نسبة كفاءة ٠% من مخرجات الحصول على اعتمـــاد الهيئـــة القوميـــة لضمان جودة التعليم والاعتماد، نظراً لعدم حصوله على الاعتماد.

نتيجة رقم (١٠)

تحليل نتيجة مقارنة المخرجات من الحصول على الاعتماد مع المدخلات من عـــدد أعضاء الهيئة المعاونة للتدريس لمعاهد أكاديمية الشروق:

NO	DMU	Score
1	المعهد العالى للهندسة	0. 289941
2	المعهد العالى للحاسبات	1
3	المعهد العالى للاعلام	0

يتضح من نتيجة رقم (١٠) أن المعهد العالى للحاسبات حقق أعلى كفاءة = ١٠٠% من بين المعاهد الثلاثة، على منحنى الكفاءة المرتفعة بالمقارنة بالمعاهد الأخـــرى ويليه المعهد العالى للهندسة محققاً ٢٨,٩٩٤١% وجاء المعهد العالى للإعلام محققاً أقل نسبة كفاءة نسبية ٠% من مخرجات الحصول على اعتمـــاد الهيئـــة القوميـــة لضمان جودة التعليم والاعتماد، نظراً لأنه لم يحصل بعد على الاعتماد.

عرض نتائج التحليل مجمعة:

رقم نتيجة التحليل	مؤشرات المدخلات	مؤشرات المخرجات	الهندسة	الحاسبات	الإعلام
٢	عدد اعضاء هيئة التدريس	الابحاث العلمية المنشورة	%١٠٠	%٥٦	%٤٤
٣	عدد اعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة والجهاز الإدارى والمبانى والبرامج	عدد الخريجين	%٤٧	%١٠٠	%١٠٠
٤	أعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة والجهاز الإدارى	عدد الطلاب وعدد الخريجين والحصول على الاعتماد	%٤٦	%١٠٠	%١٠٠
٥	عدد المبانى	عدد الخريجين + الحصول على الاعتماد لمعاهد	%٥٠	%١٠٠	%١٠٠
٦	عدد أعضاء هيئة التدريس	عدد الطلاب	%٢٤	%٤٥	%٥٤
٧	عدد أعضاء الهيئة المعاونة	عدد الخريجين	%٢٧	%١٠٠	%٧٢
٨	عدد اعضاء الجهاز الإدارى	عدد الخريجين	%٣٤	%٩٢	%١٠٠
٩	عدد أعضاء هيئة التدريس	الحصول على الاعتماد	%٣٣	%١٠٠	%٠
١٠	عدد أعضاء الهيئة المعاونة	الحصول على الاعتماد	%٢٩	%١٠٠	%٠

ترتيب المعاهد فى منحنى الكفاءة النسبية:

م	نتيجة رقم	أعلى معهد	أقل معهد
١	١	جميع المعاهد فى مستوى واحد	
٢	٢	الهندسة	الاعلام
٣	٣	الحاسبات والاعلام	الهندسة
٤	٤	الحاسبات والاعلام	الهندسة
٥	٥	الحاسبات والاعلام	الهندسة
٦	٦	الاعلام	الهندسة
٧	٧	الحاسبات	الهندسة
٨	٨	الاعلام	الهندسة
٩	٩	الحاسبات	الاعلام
١٠	١٠	الحاسبات	الاعلام

عدد مرات الترتيب فى الكفاءة النسبية:

المعهد	الحاسبات	الاعلام	الهندسة
أعلى كفاءة نسبية	٦	٥	١
أقـل كفاءة نسبية	٠	٣	٦

التعليق على النتائج:

١- على الرغم من أن المعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات حصل على (٦) مرات من عدد (١٠) نتائج تشغيل للبيانات، فى أعلى المعاهد ذات الكفاءة النسبية ولم يحصل على مرة من نتائج التشغيل على أقل كفاءة نسبية، من مرات تشغيل البيانات للمعاهد الأخرى الا انه حصل على اعتماد الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد سنة ٢٠١٨، بعد المعهد العالى للهندسة والذى حصل عليها سنة ٢٠١٧.

٢- على الرغم من أن المعهد العالى للهندسة حصل على اقل المعاهد فى تحليل الكفاءة النسبية لعدد من المرات، الا انه حصل على الترتيب الاول بين معاهد القطاع الهندسى على مستوى الجمهورية لعدد (٣) مرات متتالية.

٣- على الرغم من أن المعهد العالى للأعلام حصل على (٥) مرات أعلى كفاءة نسبية من تحليل البيانات للنتائج (١٠) السابقة إلا أنه لم يحصل بعد على اعتماد الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد.

٤- نتيجة رقم (٢) تشير إلى أن المعهد العالى للهندسة حقق أعلى المعاهد فى الكفاءة النسبية، فى النشر العلمى وهذا ما جعله الأعلى على مستوى القطاع الهندسى، مما يجعل ترتيبه بين المعاهد المحلية والاقليمية فى تصنيف متقدم نظراً لان مؤشر البحث العلمى من المؤشرات الهامة عند التعرض لتصنيف الجامعاهد والمعاهد أكاديمياُ.

٥- بمراجعة نسبة عدد أعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة لمعاهد الأكاديمية إلى عدد الطلاب وفق الجدول التالى:

المعهد	الهندسة	الحاسبات	الأعلام
نسبة عدد أعضاء هيئة التدريس : عدد الطلاب	%٢.٤٠	%٠.٤٧	%٠.٩٦
نسبة عدد أعضاء الهيئة المعاونة للتدريس : عدد الطلاب	%٣.٣٥	%٠.٥٨	%١.٠١

يتضح أن نسبة أعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة بالمعهد العالى للهندسة إلى عدد الطلاب أعلى نسبة من بين المعاهد الثلاثة، مما كان السبب الرئيسى فى أن الكفاءة النسبية للمعهد العالى للهندسة أقل نتيجة معهد بين المعاهد الثلاثة، وبالتالى فهذا العدد من اعضاء هيئة التدريس و الهيئة المعاونة نتج عنه انخفاض فى نسبة الكفاءة النسبية ومن المؤكد أن هذا العدد من أعضاء هيئة التدريس والهيئة المعاونة

راجع إلى أنه أحد متطلبات وزارة التعليم العالى وكذلك متطلبات الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد.

التوصيات:

١- الاهتمام بالبحث العلمى للمعاهد الثلاثة ولا سيما المعهد العالى للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات والمعهد العالى للأعلام، لإن هذا المؤشر من المؤشرات الهامة فى ترتيب تصنيف المؤسسات الاكاديمية فى موقع مرتفع.

٢- استكمال متطلبات التقدم مرة أخرى للمعهد العالى للاعلام للحصول على الاعتماد.

٣- اجراء هذا التحليل على مستوى كل معهد للبرامج المختلفة لقياس أى من البرامج تحقق كفاءة أعلى من غيرها.

٤- الاهتمام بتعينات جديدة أو اعادة تدوير اعضاء الجهاز الإدارى مع التأهيل والتدريب، ما بين معاهد الاكاديمية لتحقيق كفاءة تشغيل الجهاز الإدارى بنسب متوازنة بين معاهد الاكاديمية.

٥- ضرورة تقديم المعاهد الثلاثة للاعتماد من اتحاد الجامعات العربية وعلى المستوى الدولى لزيادة القدرة التنافسية ولتحقيق أهداف التنمية المستدامة ورؤية مصر ٢٠٣٠.

٦- انشاء تخصصات جديدة فى معاهد الاكاديمية تتفق واحتياجات سوق العمل مثل شعبة اللغة الانجليزية فى المحاسبة والإدارة والذكاء الاصطناعى بمعهد الحاسبات والعلاقات العامة بمعهد الاعلام وعلوم المستقبل وعلوم الطاقة بمعهد الهندسة.

المراجع:

ترتيب المراجع كما جاءت على متن البحث:

١- اسم الباحث

2- Rafael Santos, Tavares Lidia Angulo-Meza Annibal Parracho Sant' Annam "A proposed multistage evaluation approach for Higher Education Institutions based on network Data envelopment analysis": A Brazilian experience, ***Evaluation and Program Planning***. Volume 89, December 2021.

3- Sarad Ghimire, Saman Hassan Zadeh Amin Leslie J. Ward ley, "Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities", ***Journal of Informetric***. Volume 15, Issue 3, August 2021.

4- Luis A. Moncayo–Martínez Adrián Ramírez–Nafarrate María Guadalupe Hernández–Balderrama, "Evaluation of public HEI on teaching, research, and knowledge dissemination by Data Envelopment Analysis, ***Socio-Economic Planning Sciences***. Volume 69, March 2020.

5- Jill JOHNES Li YU, "Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis". ***China Economic Review***, Volume 19, Issue 4, Pages 679-696.

6- Chuen Tse Kuah Kuan Yew Wong, "Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis", ***Procedia Computer Science***, Volume 3 2011, Pages 499-506.

7- Shamohammadi Dong-hyun Oh, "Measuring the efficiency changes of private universities of Korea: A two-stage network data envelopment analysis", ***Technological Forecasting and Social Change Mehdi***, Volume 148, November 2019.

8- Necmi K, Avkiran, "Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis", ***Socio-Economic Planning Sciences***. Volume 35, Issue 1, March 2001, Pages 57-80.

9- M Abbott a C Doucouliagos ab, "The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis", ***Economics of Education Review***. Volume 22, Issue 1, February 2003, Pages 89-97.

10- Peter Wanke Mike G. Tsionas Jorge Junio Moreira Antunes, "Dynamic network DEA and SFA models for accounting and financial indicators with an analysis of super-efficiency in stochastic frontiers: An efficiency comparison in OECD banking", ***International Review of Economics & Finance***. 12 July 2020.

11- Xi Xiong Guo-liang Yang Zhong-cheng Guan, " Assessing R&D efficiency using a two-stage dynamic DEA model: A case study of research institutes in the Chinese Academy of Sciences", ***Journal of Informetrics***18 July 2018.

12- Zhanxin Ma Kok Fong See Chunying Zhao, "Research efficiency analysis of China's university faculty members: A modified meta-frontier DEA approach", ***Socio-Economic Planning Sciences***, 14 September 2020.

13- Tao Dinga Jie Yanga Huaqing Wua, "Research performance evaluation of Chinese university: A non-homogeneous network DEA approach" ***Journal of Management Science and Engineering***, Volume 6, Issue 4, December 2021, Pages 467-481.

14- Mohammad Reza Mozaffari Fatemeh Dadkhah Peter Fernandes Wanke, " Finding efficient surfaces in DEA-R models", ***Applied Mathematics and Computation***. 8 July 2020.

15- Aline Veronese da Silva Marcelo Azevedo Costa Ana Lúcia Lopes-Ahn, " Accounting multiple environmental variables in DEA energy transmission benchmarking modelling: The 2019 Brazilian case", ***Socio-Economic Planning Sciences***, 10 October 2021.

16- Ya Chena Xuanxuan Mab Ping Yand Mengyuan Wanga, "Operating efficiency in Chinese universities: An extended two-stage network DEA approach". ***Journal of Management Science and Engineering***, Volume 6, Issue 4, December 2021, Pages 482-498.

17- Andreas Dellnitz, "Big data efficiency analysis: Improved algorithms for data envelopment analysis involving large datasets", ***Computers & Operations Research***. Volume 137, January: 2022.

18- Ning Ai, Marc Kjerland Thomas, "Sustainability assessment of universities as small-scale urban systems: A comparative analysis using Fisher Information and Data Envelopment Analysis", ***Journal***

of Cleaner Production. Volume 212, 1 March 2019, Pages 1357-1367.

19- Charnes, Abraham; Cooper, William Wager; Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units" (PDF). ***European Journal of Operational Research***. 2 (6): 429–444. doi:10.1016/0377-2217(78)90138-8. Retrieved 27 January 2022.

20- Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, William Wager (September 1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis" (PDF). ***Management Science***. 30 (9): 1078–1092. doi:10.1287/mnsc.30.9.1078. Retrieved 27 January 2022.

شكر خاص:

يتقدم الباحث بالشكر العميق لكل من ساهم فى تقديم البيانات للمعاهد الثلاثة ويخص بالشكر:

الاستاذة/ عبير هانى رئيس قطاع مكتب رئيس مجلس إدارة أكاديمية الشروق، والنسمة العطرة بها السيد **اللواء د/ أحمد عبد الرحيم**، وكذلك من قام بتحديث التطبيق المستخدم لتشغيل البيانات DEA للحصول على النتائج، **مدرس مساعد/ عبد الرحمن العربى** للإحصاء والرياضيات، فلهما منى كل تقدير واحترام.