الفصل الثاني

2- الجانب النظري

2-1 المقدمة : يتضمن هذا الفصل مقدمة وخصائص وشروط ومميزات وعيوب البرمجة الخطية و خطوات اتخاذ القرار في نموذج البرمجة الخطيه وكذلك الصيغة الرياضية وطرائق الحل وانواع الحلول في مشكلة البرمجة الخطيه كما يتضمن هذا الفصل مفهوم تقييم الاداء وانواع الكفاءة واشتقاق الكفاءة الفنية رياضيا وكذلك عناصر النظام التعليمي وقياس الكفاءة في المؤسسات التعليمية ويتضمن ايضا طرق قياس الكفاءة في المؤسسات التعليمية وكذلك يتضمن الفصل مفهوم و ميزات وسلبيات ومتطلبات والنماذج الاساسية لاسلوب تحليل مغلف البيانات (Data Envelopment Analysis) .

2-2 مقدمة عن البرمجة الخطية [2],[3],[10]:

يرجع إستخدام نموذج البرمجة الخطية إلى جورج دانتزنج (G.Dantzing) عندما إستخدم أسلوب السمبلكس لحل مشاكل البرمجة الخطية سنة 1947م, و تعرف البرمجة الخطية (Linear Programming) انها اسلوب رياضي يعالج المشاكل المختلفة ببناء نموذج رياضي قابل للحل حيث يقوم بايجاد قيم ($x_1 \ldots x_2 \ldots x_3 \ldots\ldots\ldots x_n$) المثلى والتي تحقق اكبر منفعة ممكنة لمتخذ القرار سواء كانت دالة الهدف من نوع تعظيم الارباح (maximization profit) او تقليل التكاليف (Minimization cost). .وبعبارة اخرى فأن البرمجة الخطية هي طريقة رياضية فعالة لإختيار الخطة المثلى , فهي إجراء للبحث عن الحل الأفضل لمشاكل الأعمال التي تتضمن تفاعل متغيرات متعددة, و التي تشمل إختيار أفضل مزيج للموارد التي تؤدي إلى أقصى الأرباح أو أقل التكاليف. ومن الجدير بالذكر ان كلمة برمجة (Programming) ليس لها علاقة ببرمجة الحاسوب وانما تعني وضع المشكلة بصيغة نموذج رياضي وحله. ان اسلوب البرمجة الخطية (Linear Programming)قد ساعد مدراء المؤسسات على اتخاذ القرار المناسب والامثل .

2-2-1 خصائص البرمجة الخطية[2],[16]:

هنالك خمسة خصائص رئيسية يجب ان يستوفيها نموذج البرمجة الخطية وهي بالحقيقه من شروط الخطية (Linearity)وهذه الشروط هي كالاتي :

1. التناسبية (Proportionality) : تتطلب هذه الخاصية ان تتناسب مساهمة كل متغير في كل من دالة الهدف والقيود تناسبا مباشرا مع قيمة المتغير .

2. التجميع (Additively) : وهذه الخاصية تعني ان يكون اجمالي مساهمة كل المتغيرات في دالة الهدف وفي القيود هي ناتج الجمع المباشر للمساهمات الفردية لكل متغير .
3. التأكد التام (Certainty) : بمعنى ان تكون كل قيم معاملات الهدف والقيود في نموذج البرمجة الخطية محددة تحديدا تاما اي ثابتا لا يتغير[1] .

4. قابلية القسمة او الكسرية (Divisibility or Fractionally) المقصود هنا أن الحل لمشكلة البرمجة الخطية ليس بالضرورة أن يكون بأعداد صحيحة , و هذا يعني قبول كسور قيم عوامل القرار , و إذا كان من الصعب إنتاج أجزاء من المنتج فعند ذلك نلجأ إلى إستخدام البرمجة بالأعداد الصحيحة أو الرقمية Integer Programming .
5. اللاسلبية (Non-Negativity) : وهذا يعني ان متغيرات القرار تكون موجبة اي ان الانتاج دائما اكبراو يساوي صفر .

2-2-2 شروط البرمجة الخطية[37],[16],[13]:

1.القدرة على تحديد المشكلة موضوع البحث تحديدا رياضيا دقيقا .
2.محدودية الموارد البشرية والمادية الخاضعة للبرمجة مثل محدودية راس المال .. عدد العمال ...البضاعة المستورده.... الطاقة الانتاجية فلو كانت هذه الموارد متوفره لما كان هناك مشكله من الاساس .
3.امكانية التعبير عن الفعاليات او المتغيرات موضوع البرمجة بصورة رقمية .
4.ان تكون العلاقة بين المتغيرات هي علاقة خطية .
5.توفر استخدامات تنافسية للموارد البشرية والمادية موضوع البرمجة الخطيه مثلا انتاج منشأة سلعتين x1 و x2 .

2-2-3 ميزات وعيوب البرمجة الخطية[37],[6]:

هناك مجموعة من الانتقادات والمحاسن الموجهه للبرمجة الخطية نجمل منها ما يأتي :

2-2-4 الانتقادات التي وجهت للبرمجة الخطية :

1. الخطية هي من اهم عيوب طريقة البرمجة الخطية حيث غالبا ما تكون العلاقات التي تربط بين المتغيرات هي غير خطيه في الحياة العملية , وللتغلب على هذه المشكلة من الممكن افتراض

1. هذه الخاصية نادرة في الواقع العملي . حيث غالبا ما تكون بيانات مدخلات النموذج هي بيانات تخضع لتوزيع احتمالي معين . ولتحقيق هذه الخاصيه يتم اخذ القيمة المتوسطة التقريبيه للتوزيعات الاحتماليه وتكون مقبوله اذا كانت قيمة الانحراف المعياري منخفضه اما في حالة وجود قيم كبيره للانحرافات المعياريه فعندئذ يتم استخدام البرمجة الخطية الاحتماليه اوتطبيق تحليل الحساسيه (Sensitivity Analysis) على الحل الامثل .

صفة الخطية(Linearity) وعلى وجه التقريب وليس شرطا مطلقا اي من الممكن اعتبارها خطية بادنى درجات الخطية .

2.يعتمد اسلوب البرمجة الخطية على فرضية التاكد (Certainty) وهي فرضية يصعب التصديق بها وخصوصا مع تعقد عمل المؤسسات , حيث غالبا ما تكون البيانات غير مؤكدة. لقد تم التغلب على هذه المشكلة باستخدام اسلوب تحليل ما بعد الامثليه او تحليل الحساسية (Post Optimality) وكذلك عن طريق استخدام البرمجة الخطيه الضبابية (Fuzzy Linear Programming) .

3. يصعب في بعض الاحيان التقريب لمتغيرات نموذج البرمجة الخطية وخاصة في المتغيرات المتقطعه وليست المستمره . ومن الممكن اتباع اسلوب برمجة الاعداد الصحيحه (Integer Linear Programming) لغرض الحصول على قيم صحيحه غير مجزئة .

4. هناك بعض المتغيرات الوصفيه التي لا يمكن اعطائها قيم عدديه وقد تؤثر تاثيرا كبيرا على اتخاذ القرار ولا تستطيع البرمجة الخطية التعامل مع هكذا نوع من المتغيرات لذلك يجب تعديل الحل الامثل مما يضمن اخذ هذه المتغيرات بنظر الاعتبار .

5. ان اسلوب البرمجة الخطية يتطلب الحصول على بيانات كثيره لصياغة النموذج وقد يصعب الحصول عليها وخاصة في المؤسسات الصغيره والمتوسطة الحجم .

على الرغم من الانتقادات اعلاه والتي وجهت الى اسلوب البرمجة الخطية فانها تعتبر اداة مميزة في اتخاذ القرارات خاصة بعد تطور البرمجيات الخاصة بحل مسالة البرمجة الخطية بسرعه ودقة متناهيه مما ادى الى استخدام هذا الاسلوب في شتى المجالات ومن هذه البرمجيات WinQsb , Tora , Lindo , Lingo وغيرها .

2-2-5 محاسن البرمجة الخطية[36] :

1. ان استخدام البرمجة الخطية (Linear Programming) تضمن لنا دراسة جميع عوامل الانتاج في المؤسسة حيث يتبين لنا الخليط الامثل والذي يحقق اقل التكاليف او اعظم الارباح وحسب نوعية دالة الهدف .

2.تضع البرمجة الخطية الاساس الموضوعي لاتخاذ القرار حيث يكون قرار مدير المؤسسة مبني على اساس علمي بدلا من الاعتماد على القرارات الشخصية .

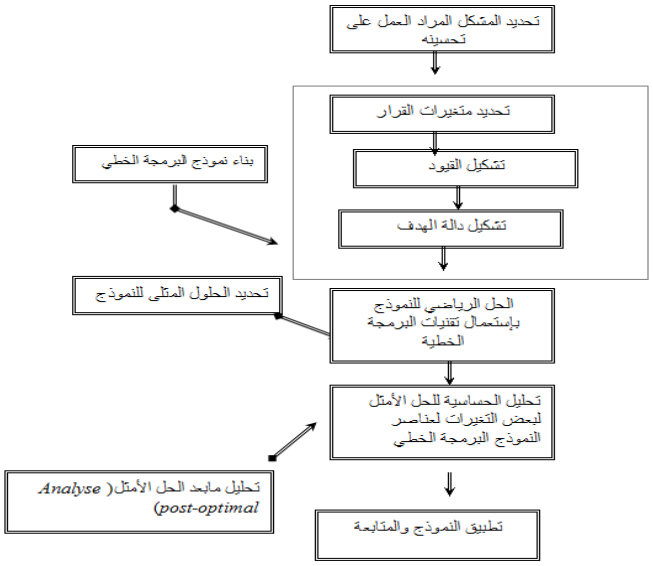
3. من الممكن اجراء بعض التعديلات في النموذج , ففي حالات معينة تكون هناك ظروف وقيود مستجده تتكون بعد اتمام النموذج وعلى هذا الاساس يمكن استخدام تحليل الحساسية او ما يسمى تحليل ما بعد الامثلية (Sensitivity Analysis) لاجراء التغيرات المطلوبه ومعرفة التغيرات التي ستحصل على الحل.

4. تبين البرمجة الخطية مقدار الاسهام الكلي لكل متغير في ارباح او تكاليف المؤسسة تبعا لنوعية دالة الهدف المستخدمة .

2-2-6 خطوات اتخاذ القرار في نموذج البرمجة الخطية[36]

ان خطوات اتخاذ القرار في البرمجة الخطية تكون وفق خطوات معينة اولها تحديد المشكلة المراد حلها ومن ثم بناء نموذج البرمجة الخطية على شكل دالة الهدف والقيود ومن ثم حل النموذج باستخدام طرق حل نماذج البرمجة الخطية وايجاد النتائج والشكل رقم (2-1) يبين هذه الخطوات .

الشكل رقم (2-1) والذي يوضح المخطط التسلسلي(Flow Chart) بناء نموذج البرمجة الخطية والحل



2-2-7 الصيغة الرياضية للبرمجة الخطية[4],[37]:

ان الصيغة الرياضية للبرمجة الخطية هي كالاتي :

$$\text{Max (Min)}Z= C_1X_1+C_2X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots +C_iX_i+\ldots\ldots\ldots C_nX_n$$

حيث ان X_i هي عدد الوحدات المنتجة من المنتج i وان C_i هي معامل رقمي يمثل ربح (كلفة) الوحدة الواحدة من المنتج X_i حيث ان i=1……n .

اما القيود الخطية فهي تعرف كما ياتي:

$$a_{11}X_1+a_{12}X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a_{1n}X_n(<=,>=,=)\ b_1$$
$$a_{21}X_1+a_{22}X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a_{2n}X_n(<=,>=,=)\ b_2$$

	.....(1-2)

$a_{m1} X_1+a_{m2}X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots a_{mn}X_n(<=,>=,=) b_m$

شرط عدم السلبية $X_i>=0(i=1,2,\ldots\ldots,n)$

حيث ان n هي عدد المتغيرات و m تمثل عدد القيود

b_j قيمة المتاح من الموارد ، a_{ij} تمثل احتياجات المنتج i من المورد j حيث ان :

$j= 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots m$

$i= 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots n$

ويمكن كتابة الصيغة اعلاه بصيغة مصفوفات كما ياتي :

$$(\text{Max Or Min})\ Z= C'X \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}2)$$

Subject to:

$$AX \begin{bmatrix} \geq \\ = \\ \leq \end{bmatrix} b$$

$$X \geq 0$$

2-2-8 طرائق حل مشكلة البرمجة الخطية[16] :

هناك طريقتان رئيستان تستخدمها بحوث العمليات لحل مشاكل البرمجة الخطية وكما ياتي :

1. طر يقة الرسم البياني(Graphic Method) : وهي اداة بيانية بسيطة جدا تستخدم رغم بساطتها في معالجة مشاكل متعدده في مجال التسويق والانتاج والافراد وغيرها من المجالات الادارية حيث تشتر ط هذه الطريقة وجود متغيرين على الاكثر بسبب تعذر رسم اكثر من بعدين هندسيين على الور ق حيث يتم رسم دالة الهدف والقيود ومن ثم ايجاد منطقة الحل الامثل . ان خطوات حل هذه الطريقة تتلخص بما يأتي :

أ. رسم القيود على شكل خطوط مستقيمة ويمثل المحورين الافقي والعمودي احد المتغيرين الخاص بالمسالة ومن خلال رسم هذه القيود نستطيع تحديد منطقة الحل المـمكن (Area Of Feasible Solution).

ب. الحصول على الحل الامثل عن طريق النقط التي تقع على الاركان حيث يتم اختبار المتغيرات عند كل نقطة ركن ممكنه واختبار احداثيات هذه النقطة والتي تمثل قيمة المتغيرين في دالة الهدف , والنقطة التي تحقق اعلى قيمة لدالة الهدف تعتبر هي النقطة المثلى في حالة كون دالة الهدف من نوع تعظيم الارباح (Maximization) , واقل قيمة لدالة الهدف في حالة كون دالة الهدف من نوع تقليل التكاليف (Minimization).

2.الطريقة الثنائية (Simplex Method) : لقد استخدمت هذه الطريقة لأول مرة عام 1947 من قبل العالم الامريكي دانتزنج وهي اوسع نطاقا من الطريقة البيانيه وهذه الطريقة تتميز بكونها تتكون من عمليات ومراحل متكرره حيث تمثل كل مرحلة حلا قائما بذاته مع ملاحظة ان كل حل افضل من سابقه وهكذا حتى الوصول للحل الامثل كما ان لكل حل من هذه الحلول دالة الهدف الخاصة به . وعلى العموم تتميز هذه الطريقة بدرجة عالية من الدقة والكفاءه في معالجة مشكلات البرمجة الخطيه بغض النظر عن عدد المتغيرات.

ومن الممكن تلخيص طريقة الحل لهذه الطريقة بما ياتي:

أ.تحويل نموذج البرمجة الخطيه الى الصيغة القياسية[2] (Standard Form) .

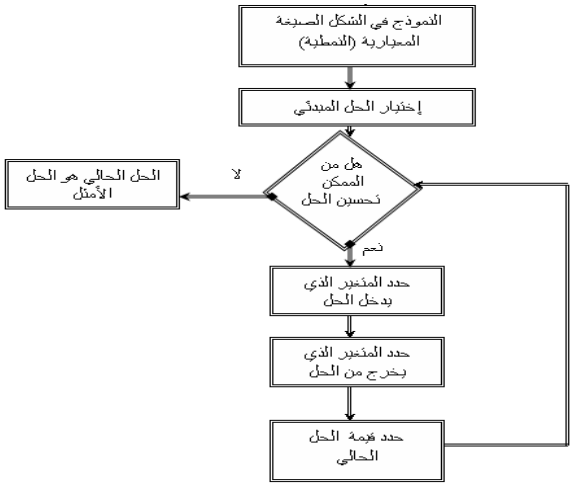
ب. تقييم امكانية تحسين الحل من خلال اشارات معاملات المتغيرات (+او −) في دالة الهدف

ج. اذا كان التحسين ممكنا فيتم ادخال احد المتغيرات الغير اساسية وجعله متغير اساسي مع اخراج احد المتغيرات الاساسية واعتباره متغير غير اساسي. ثم يتم تحديد قيم المتغيرات الجديده في الحل الجديد وكذلك تحديد المعاملات الجديده في القيود.ثم نكرر العمليه مره ثانية اذا كان التحسين ممكن .

ء. اذا كان التحسين غير ممكن عندئذ يكون الحل الذي تم التوصل اليه هو الحل الامثل (Optimum Solution) .

ان الشكل رقم (2-2) يوضح وبشكل مخطط سير (Flow Chart) خطوات الحل في الطريقة الثنائية (Simplex Method) .

الشكل رقم (2-2) ويوضح خطوات الحل في الطريقة الثنائية (Simplex Method)



2-2-9 انواع الحلول في البرمجة الخطية[{[50],[2]}] :

[2] من الممكن الاطلاع على المصدر رقم (2) لمزيد من التفاصيل حول الصيغة القياسية (Standard Form).

1. الحل الامثل هو الحل الذي يتم إختياره من بين الحلول الأساسية المسموح بها, الذي يتحقق معه الحصول على أكبر قيمة للدالة في حالة ما إذا كانت هذه الدالة دالة تعظيم (*MAX*), والحصول على أدنى قيمة للدالة في حالة ما إذا كانت هذه الأخيرة دالة تخفيض التكاليف (*MIN*).

2.حالة تعذر الحل (Infeasibility) : تظهر هذه الحالة عندما تحتوي مسألة البرمجة الخطية على بعض القيود المتعارضة وفي مثل هذه الحالة يكون من المستحيل تحديد منطقة الحل الممكنة , وهذا يعني عدم وجود حل لمسألة البرمجة الخطية .

3. حالة القيد الفائض (Redundancy) : تظهر هذه المشكلة عادة عندما تحتوي مسألة البرمجة الخطية قيدا فائضا ,و القيد الفائض هو القيد الذي لايؤثر على منطقة الحل الممكن فلا يخفضها ولا يعمل على زيادتها.

4.حالة عدم توفر الحدود (Unbounded) : تحدث هذه الحالة عندما تكون منطقة الحل الممكن مفتوحة من إحدى الجهات, و لايمكن أن نحدد الحل الأمثل للمسألة , من الناحية الإقتصادية نلاحظ أن هذه الحالة هي حالة غير واقعية ,لأنه ليس هناك مؤسسة لا تواجه حالة محدودية الموارد فالموارد المتاحة دوما محددة, لذلك فإن صادفنا مثل هذه الحالة فإن ذلك يعني أن مسألة البرمجة الخطية قد تم صياغتها بشكل خاطئ أو هناك نقص في القيود.

5. حالة تعدد الحلول المثلى(Alternative Optimal Solution) : تحدث هذه الحالة عندما تحتوي مسألة البرمجة الخطية على عدة حلول مثلى , أو بعبارة اخرى أن الحل الأمثل يقع على عدة نقاط, تؤدي جميعها إلى نفس الربح في حالة التعظيم, و نفس التكاليف في حالة تخفيض التكاليف.وهذه الحاله مفيده جدا لاصحاب القرار في المؤسسات وذلك لحصولهم على حلول بديله يستطيعون الاختيار فيما بينها .

2-2-10 الثنائية في البرمجة الخطية[4],[9],[10],[37][38]: إن لكل نموذج من نماذج البرمجة الخطية نموذجا" مقابلا" (ثنائيا") يسمى أحد النموذجين بالنموذج الأولي (Prime Model)

ويطلق على الآخر بالنموذج المقابل (Dual Model) ولكل نموذج حل امثل ينطبق تماما" مع حل النموذج الأولي. إذ تعبر المتغيرات الأساسية في الحل النهائي للنموذج الأولي عن الكميات المثلى لكل منتج والذي يحقق أعلى قيمة إنتاج ممكنة في حين تعبر قيمة المتغيرات الأساسية في الحل النهائي للنموذج المقابل عن القيمة المثلى لاسعار الظل أو تكاليف الفرص البديلة التي تقيس القيمة الحدية لكل مورد من الموارد الإنتاجية والتي تحقق أدنى تكلفة بديلة ممكنة .ان سعر الظل لأي مورد من الموارد المتاحة هو مقدار ما تساهم به الوحدة الإضافية لهذا المورد من إضافة الى هامش الربح الإجمالي (دالة الهدف).

وللنموذج المقابل فوائد عدة تمكن الباحث من الوقوف على تفصيلات البرمجة الخطية وتحليلها علميا" ، فضلا" عن الميزات الآتية:.

1. يساعد النموذج المقابل الباحث على اختزال الحل في بعض الأحيان ، والتوصل الى نتائج المشكلة بصورة أسرع مقارنة مع خطوات حل النموذج الأولي.

2 . إذا كان الطرف الايمن للقيود في النموذج الأولي يحمل قيمة سالبة ، فإن حل النموذج الأولي غير ممكن ، في حين يمكن في حالة النموذج المقابل إيجاد حل للمشكلة عند وجود متغير ذي قيمة سالبة.

3. بالإمكان إضافة قيود جديدة للمشكلة، وا يجاد حل امثل لها وفقا" للقيود المضافة.إن لكل نموذج من نماذج البرمجة الخطية نموذجا" مقابلا" ، وان من أهم الصفات المشتركة بين النموذجين هو ان الحل لأي من النموذجين له علاقة مباشرة بحل النموذج الآخر ، وهذا يعني في حالة وجود حل أساسي ممكن للنموذج الأولي ، فإن هناك حلا" أساسيا" ممكناللنموذج المقابل ، وا ذا كان لأي من النموذجين حل أساسي فإن لهما حل امثل.ومن اجل بناء النموذج المقابل لابد من اتباع الخطوات اللازمة لتحويل النموذج الأولي الى نموذج مقابل وكما يأتي:

1 : إذا كانت دالة الهدف في النموذج الأولي تهدف الى التعظيم (Max) ، فإن دالة الهدف في النموذج المقابل تهدف الى التدنية (Min) والعكس صحيح.

2: تحويل المعاملات للمتغيرات في القيود المفروضة على المشكلة بحيث تصبح الصفوف أعمدة والأعمدة صفوف.

3: نأخذ معاملات دالة الهدف في النموذج الأولي ونضعها ثوابت في قيود النموذج المقابل.

4: تحويل الإشارة اكبر أو يساوي ($\leq$) الى اصغر او يساوي ($\geq$) وبالعكس.

5: استبدال جميع المتغيرات المشار اليها بالحرف Xالى متغيرات مشار اليها بالحرف Y.

6: إضافة شرط عدم السلبية لجميع المتغيرات.

7: تحويل متغيرات دالة الهدف من Z الى W.

8 .وبمتابعة هذه الخطوات نلاحظ انه إذا كان عدد المتغيرات في النموذج الأولي يساوي N ، وعدد القيود المفروضة يساويا" M ، فإن عدد المتغيرات في النموذج المقابل يصبح مساويا" الى M ، وعدد القيود يصبح مساويا N .

ومما سبق يتضح انه إذا كانت الصياغة العامة للنموذج الأولي معبرة عن مشكلة التعظيم وكما يأتي:

(Max) $Z= c_1x_1+ c_2x_2+\ldots\ldots +c_nx_n$

Subject to:

$a_{11}x_1+a_{12}x_2+\ldots\ldots+a_{1n}x_n \leq b_1$ Constraint

$a_{21}x_1+a_{22}x_2+\ldots\ldots+a_{2n}x_n \leq b_2$ Constraint ..... (3-2)

$a_{m1}x_1+a_{m2}x_2+\ldots\ldots+a_{mn}x_n \leq b_m$ Constraint

$X_j \geq 0$ Where $j= 1 , 2 ,3 ,\ldots\ldots,n$

$i = 1,2 , 3 , \ldots\ldots,m$

ويمكن اعادة كتابتها بالصيغة الآتية :

$$\text{Max } Z= \sum_{j=1}^{n} CjXj$$

S.t ..... (4-2)

$$bi \leq \sum_{j=1}^{n} ajXj$$

$X_i \geq 0$

فان الصياغة العامة للمشكلة المقابلة لها ستمثل مشكلة تدنية ، وكما يأتي:

$\text{Min } W = b_1y_1 +b_2y_2 +\ldots\ldots\ldots+C_nX_n$

S.t

$C_1 \geq a_{11}y_1 +a_{21}y_2 +\ldots\ldots\ldots+a_{m1}y_m$ ..... (5-2)

$C_1 \geq \mathbf{a}_{12}y +a_{22}y_2 +\ldots\ldots\ldots+a_{m2}y_m$

$a_{1n}y +a_{2n}y_2 +\ldots\ldots\ldots+ a_{mn}y_m$

$y_j \geq 0$ Where $j= 1 , 2 ,3 ,\ldots\ldots,n$

$i = 1, 2 , 3 , \ldots\ldots,m$

ويمكن اعادة كتابتها بالصيغة الآتية:.

$$\text{Min } W = \sum_{i=1}^{m} biyi$$

$$\geq \sum_{i=1}^{m} aijyi \quad \text{bi} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6\text{-}2)$$

$$y_i \geq 0$$

2-3مفهوم القياس و تقييم الاداء[11],[15]:

ان تعريف القياس لغة هو تقدير الشيء فنقول قاس الشيء بغيره اي قدره على مثاله , اي انه استخدام اداة معيارية للتحقق بالتجربة او الاختبار فالقياس هو وصف الاشياء وصفا كميا .ان التقييم اوسع من القياس فالقياس هو استخدام اختبار واحد في كل مره اما التقييم فيلجأ الى استخدام عدة اساليب للقياس, ان القياس هو ركن من اركان التقييم و ان عملية التقييم هي شاملة بينما عملية القياس هي محدده وكذلك فأن القياس يكتفي باعطاء بيانات عن الشيء المراد قياسه بينما التقييم يعطي واقع الحال والتحسينات المطلوبة لرفع كفاءة الاداء .

اما تقييم الاداء هو تقدير الشيء واعطائه قيمة معينة والحكم عليه واصلاح ما اعوج منه وقد تم تعريفه ايضا عملية التشخيص التي يتم من خلالها رصد الايجابيات والسلبيات والبحث عن الاسباب الكامنة وراء كل قصور والتفكير في طريقة التصحيح حيث ينظر الى تقييم الاداء على انه جميع العمليات التي ترمي الى تحديد مستوى العلاقة التي تربط بين الموارد المتاحه وكفاءة استخدامها من قبل المؤسسة مع دراسة تطور العلاقة المذكوره خلال فترة زمينه معينة عن طريق اجراء المقارنات بين المستهدف والمتحقق من الاهداف بالاستناد الى مقاييس معينة. ان تقييم الاداء يهدف الى تحسين مقدرة المؤسسة على تحويل المدخلات الى مخرجات .

ان هناك ثلاثة عناصر اساسية لتقييم الاداء وهي :

1. الكفاءة (Efficiency) : وهي مدى نجاح المؤسسة في ربط العلاقة بين المدخلات (الموارد المستخدمة) وبين المخرجات بطريقة كفوءة تضمن تعظيم المخرجات وتخفيض المدخلات . اي بعباره اخرى انتاج اكبر المخرجات باقل كميه من المدخلات .

2. الفعالية (Effectiveness) : وهي مدى نجاح المؤسسة في تحقيق اهدافها وذلك عن طريق المقارنة بين المخطط من الاهداف والمتحقق فعليا . اي انها قدرة المؤسسة على تعبئة مواردها باقصى قدر وذلك لتحقيق الاهداف التي وضعتها سلفا .

3. الانتاجية (Productivity) : وهي نسبة المخرجات الى المدخلات اوانها كمية الانتاج منسوبه لعنصر من عناصر الانتاج .

ان مصطلح الكفاءة والانتاجية يستخدمان في بعض الاحيان بشكل متبادل , فالكفاءة هي مؤشر يستخدم لترتيب قيم الانتاجية , وكذلك يجب التمييز بين الكفاءة والفعالية , فالفعالية هي الاداء الكلي للوحدة الاقتصادية بما يتضمنه من نشاطات فنية ووظائف اداريه وما يؤثر فيه من متغيرات داخليه وخارجيه . اما الكفاءة فهي وصول المؤسسة الى اهدافها وعلى هذا الاساس فأن الكفاءة هي جزء من مكونات الفعالية ,لكن من الضروري معرفة انه اذا تم تحقيق الاهداف بتكلفة عاليه ففي هذه الحاله تكون كفاءة المؤسسة منخفضة . وفي حالات معينة يكون من المهم تحقيق الاهداف على الرغم من ارتفاع الكلفه .

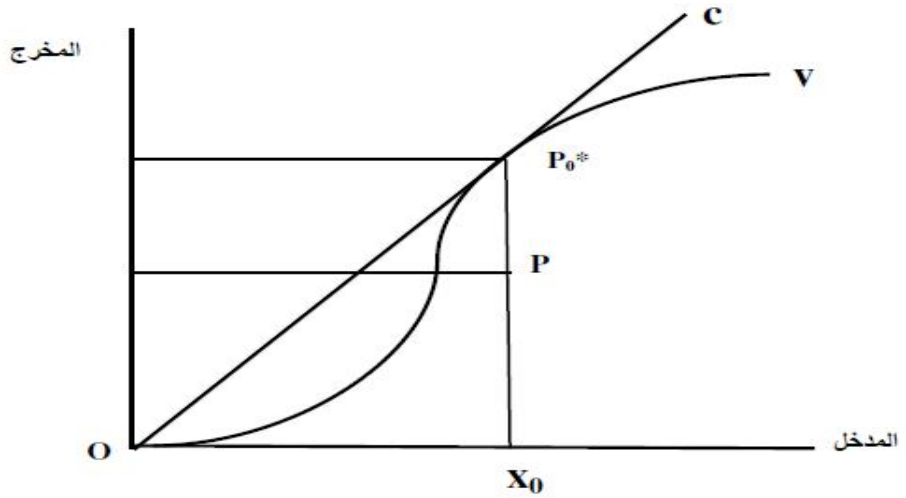
4-2 انواع الكفاءة :

هناك اربعة انواع من الكفاءة ندرجها كما ياتي :

2-4-1 الكفاءة الفنية (Technical Efficiency)[11],[31],[52]

ويقصد بها قدرة المؤسسة على تحقيق اعظم ناتج اوخدمة في ظل مجموعة الموارد المتوفرة .ولتوضيح مفهوم هذه الكفاءة نستعين بالشكل رقم (2-3) , حيث يوضح الشكل رقم (2-3) بان هناك مؤسسة تعليمية معينة تستخدم مدخل واحد وتنتج منتج واحد (مخرج واحد) , ونفترض ان هذه المؤسسة تعمل وفق مفهوم عوائد الحجم الثابته (Constant Return to Scale) اي انه عند زيادة المدخلات بنسبة معينه فان المخرجات ستزداد بنفس النسبة , وان OC يمثل خط امكانات الانتاج (حدود امكانية الانتاج) (Production Possibility) وان اية مؤسسة تعليمية تقع على هذا الخط تمتلك الكفاءة الفنية الكاملة اما التي تقع اسفل هذا الخط فانها تمثل مؤسسة تعليمية غير كفوءة , فالمؤسسة التعليمية p_0^* تمثل مؤسسة تعليميه كفوءة اما المؤسسة التعليميه p فهي مؤسسة تعليمية غير كفوءة .

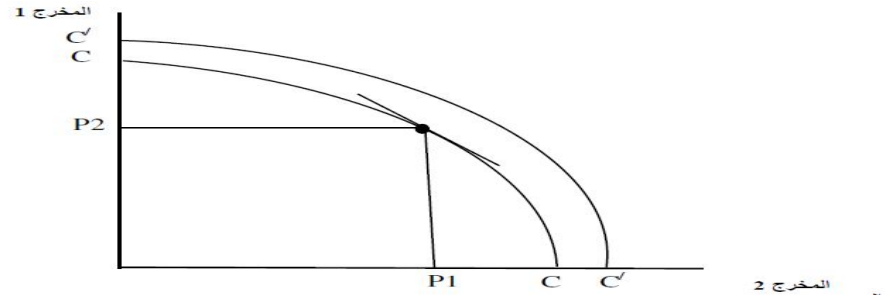
الشكل رقم (2-3) والذي يوضح مفهوم الكفاءة الفنية لمدخل واحد ومخرج واحد



واذا افترضنا ان المؤسسة التعليمية تنتج مخرجين وتستخدم مدخل واحد فقط , فالشكل (2-4) يوضح ذلك حيث نلاحظ ان منحني الكلفة المتساوي CC (Isocost) والذي يمثل التوافقات

المختلفة من المخرجات والتي يمكن انتاجها باستخدام المدخلات , وكذلك نلاحظ انه عند زيادة المدخلات (زيادة استخدام عنصر الانتاج) فان منحني الكلفة المتساوي سوف يتحرك الى $C'C'$ وكل مؤسسة تعليمية تقع بين هذين المنحيين هي مؤسسة تعليمية غير كفوءة والتي تقع على احد هذين المنحيين فهي مؤسسة تعليمية كفوءة .

الشكل رقم (2-4) والذي يوضح التوافقات المختلفة من المخرجات



2-4-1-1 توجهات قياس الكفاءة الفنية

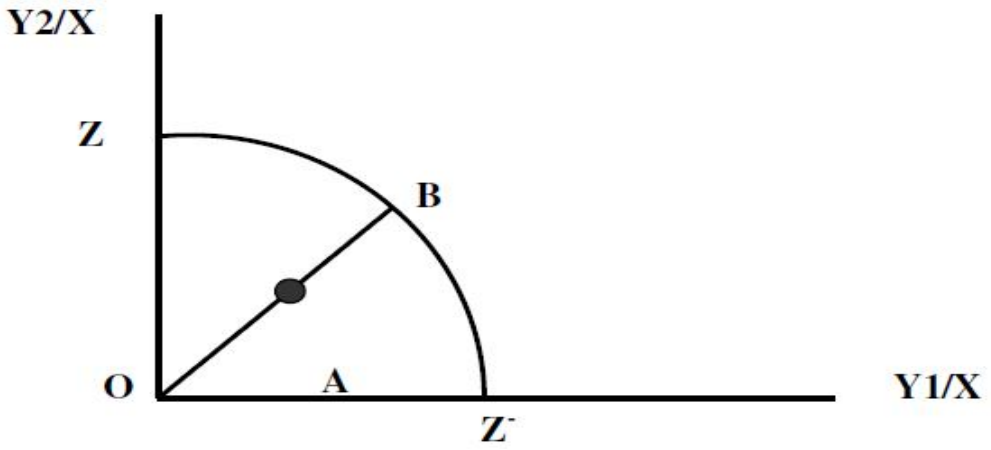
هناك توجهان رئيسيين لقياس الكفاءة الفنية وهذان التوجهان هما التوجه الادخالي (Input Oriented) والتوجه الاخراجي (Output Oriented) . ان قيمة الكفاءة الفنية وفق التوجهين تكون محصورة بين 0 و 1 حيث المؤسسة تكون كفوءة كفاءة تامة عند حصولها على كفاءة فنية تساوي واحد .

2-4-1-1-1 التوجه الاخراجي (Output Oriented)

ان هذا التوجه يدعم الاهتمام بالمخرجات والسعي لزيادتها بثبات المدخلات ولتوضيح هذا التوجه نفترض ان هناك مؤسسة تعليمية تنتج مخرجين هما Y1,Y2 باستخدام مدخل واحد هو X بافتراض ثبات غلة الحجم وهي موضحه بالشكل رقم (2-5).حيث نجد ان النقطة A هي مؤسسة تعليمية غير كفوءة كونها تقع اسفل المنحني ولا نستطيع زيادة انتاج المؤسسة من مخرجاتها الاثنين الا بزيادة المدخل الوحيد لديها وتحسب الكفاءة الفنية للمؤسسة A الغير كفوءة كما يأتي:

$$TE=OB/OA$$

الشكل رقم (2-5) والذي يوضح الكفاءة الفنية ذات التوجه الاخراجي

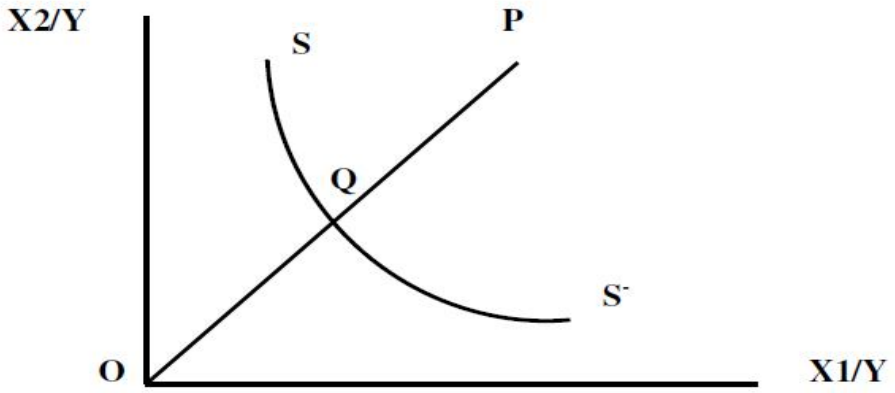


2-4-1-1-2 التوجه الادخالي(Input Oriented)

ان هذا التوجه يدعم الاهتمام بالمدخلات والسعي لتقليصها بثبات المخرجات ولتوضيح هذا التوجه نفترض وجود مؤسسة تعليميه تنتج مخرج واحد هو Y باستخدام مدخلين فقط هما X1,X2 وبثبات الحجم .والشكل رقم (2-6) يوضح ذلك . حيث ان المنحني SS^- يمثل منحني الانتاج واي نقطة تقع على هذا المنحني تمثل الكفاءة التامة لذلك نجد ان النقطه P هي غير كفوءة بينما النقطة Q هي كفوءة كونها تقع على المنحني SS^- ولحساب الكفاءة الفنية للنقطة Pوفق هذا التوجه نستخدم المعادلة الاتية :

$$TE=OQ/QP$$

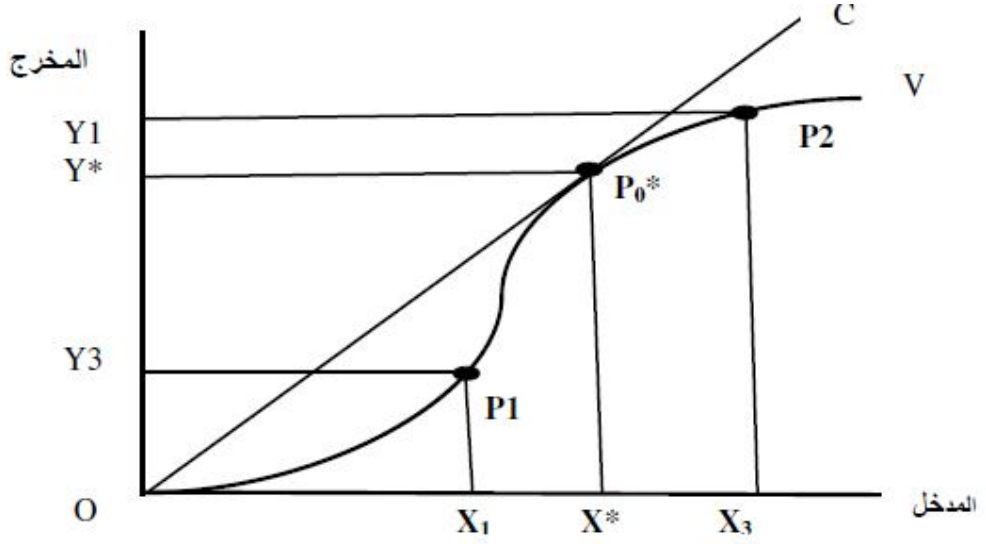
الشكل رقم (2-6) والذي يوضح الكفاءة الفنية ذات التوجه الادخالي



2-4-2 الكفاءة الحجمية(Scale Efficiency) [7],[27],[39]: وهي تقيس الدرجة التي يمكن ان تتوسع بها المؤسسة التعليميه وفقا لحجم نشاطاتها . اوانها مقدار التغير في الانتاج نتيجة لتغير عناصر الانتاج في وقت واحد. فعائد الحجم اما ان يكون ثابتا (Constant Return to Scale)

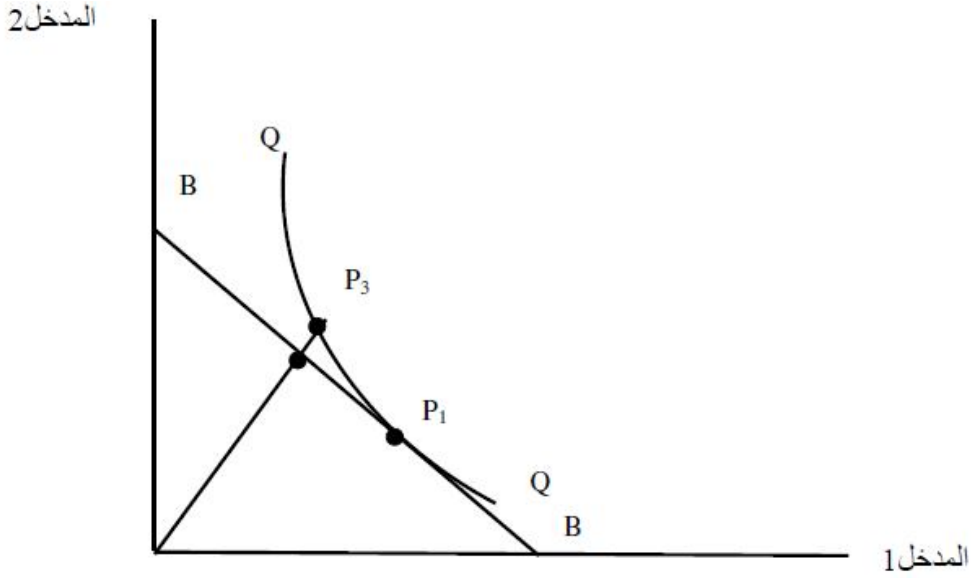
اي ان المخرجات تزداد بنفس نسبة زيادة المدخلات , او يكون عائد الحجم متزايدا (Increasing Return to Scale) اي ان نسبة الزيادة في المخرجات اكثر من نسبة الزياده في المدخلات وهذا مؤشرعلى امكانية توسع المؤسسة التعليميه في نشاطاتها , او ان يكون متناقصا (Decreasing Return to Scale) اي ان زيادة المخرجات تكون بنسبة اقل من زيادة المدخلات . ولغرض توضيح مفهوم الكفاءة الحجمية نلاحظ الشكل رقم (2-7) حيث نفترض في هذا الشكل ان لدينا مدخل واحد و مخرج واحد , وان الخط OC يمثل خط الانتاج الممكن , حيث نجد ان المؤسسة التعليمية P_0^* تمثل اعلى مستوى لحجم الانتاج اي ان كفاءتها الانتاجية كامله اما المؤسسة التعليمية P_1 فانها تمثل حالة عوائد الحجم المتزايدة اي انها مؤسسة غير كفوءة وكذلك المؤسسة التعليمية P_2 فانها غير كفوءة لانها تمثل حالةعوائد الحجم المتناقصه . وتحسب الكفاءة الحجمية من خلال قسمة الكفاءة الفنية وفق النموذج CCR على الكفاءة الفنية وفق النموذج BCC سواء بالتوجه الادخالي او الاخراجي .

الشكل رقم (2-7) والذي يمثل الكفاءة الحجمية بحالاتها الثلاث الثابته, المتزايدة , المتناقصه



3-4-2 الكفاءة التوظيفية (Allocative Efficiency) [7],[19],[31]: ويقصد بها استخدام عناصر الانتاج بنسب صحيحه (عند مستوى معين من الاسعار) لانتاج مستوى معين من الناتج . ولتوضيح مفهوم الكفاءة التوظيفيه نلاحظ الشكلر قم (2-8) والذي يوضح ان المؤسسة التعليمية p_1 تمثل الكفاءة التوزيعيه المثلى لان النقطة p_1 تمثل ادنى نقطة من حيث الكلفة والتي يمس فيها منحني الناتج المتساوي QQ خط السعر BB .

الشكل رقم (2-8) والذي يوضح الكفاءة التوظيفية



2-4-4 الكفاءة الاقتصادية[9] (Economic Efficiency): ويقصد بها انتاج المؤسسة لمستوى معين من الانتاج عند ادنى مستوى تكاليف , والكفاءة الاقتصادية تتكون من الكفاءة الفنية والكفاءة التوزيعيه .

2-5 العلاقة بين الكفاءة الفنية والكفاءة الحجمية [15],[31]

من الممكن توضيح الكفاءة الفنية والحجمية من خلال مثال معين يفترض وجود عدد من المؤسسات التعليمية وكل مؤسسة تعليمة لديها مدخل واحد (عدد التدريسيين) ومخرج واحد (عدد الطلبة المتخرجين) والجدول رقم (2-1) بيانات هذه المؤسسات .

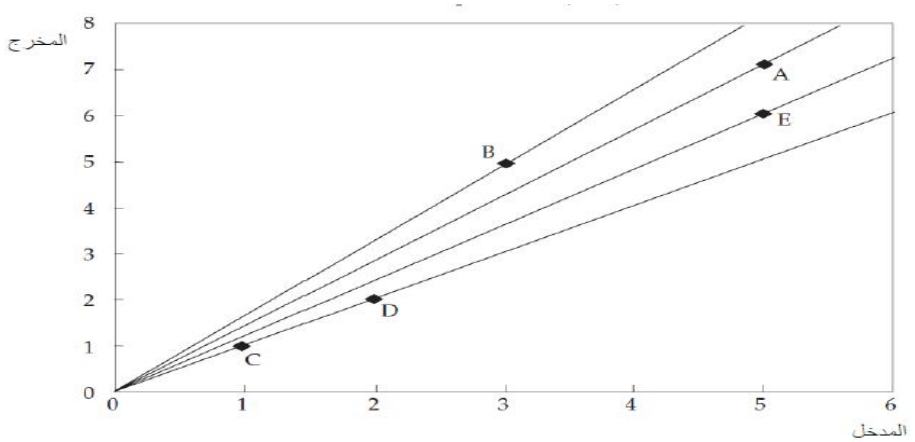
الجدول رقم (2-1) والذي يمثل مثال افتراضي لقياس الانتاجية

المؤسسة التعليمية	المدخل X	المخرج Y	الانتاجية (Y/X)
A	5	7	1.40
B	3	5	1.67
C	1	1	1.00
D	2	2	1.00
E	5	6	1.20

من ملاحظة الجدول رقم (2-1) نجد ان انتاجية المؤسسة B هي اعلى انتاجية حيث وصلت الى 1.67 بينما اقل انتاجية كانت للمؤسسات C,D وبلغت 1.00 .

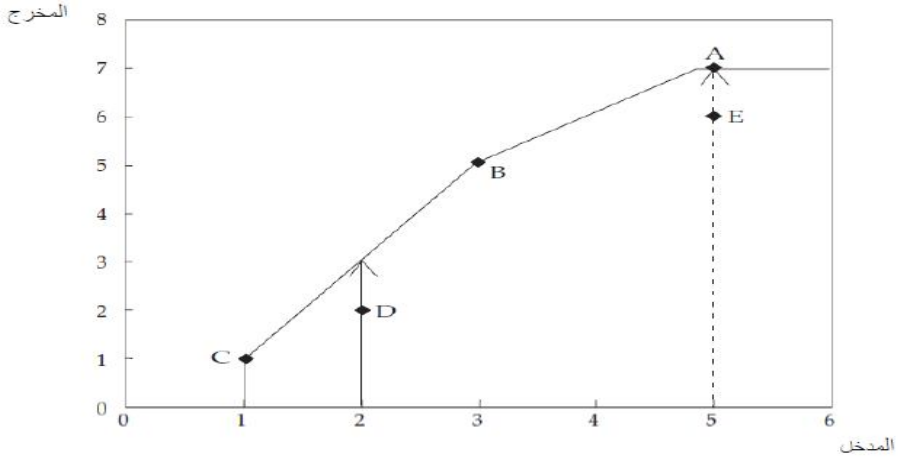
ولتوضيح الانتاجية يمكن ملاحظة الشكل رقم (2-9) حيث يعكس خط ميل كل مؤسسة تعليمية انتاجيتها حيث كلما كان خط ميل المؤسسة اشد انحدارا كانت اكثر انتاجية . و نجد مثلا ان خط ميل المؤسسة B هو اشد انحدارا مما يعكس ان المؤسسة B هي اكثر انتاجية .

الشكل (2-9) والذي يمثل نسب الانتاجية لبعض المؤسسات التعليمية



وباعتماد منحني الكفاءة الحدودي (Efficient Frontier Curve) بواسطة تمثيل المؤسسات التعليمية كما في الشكل (2-10) نجد ان المؤسسات التعليمية D,E تقع في اسفل المنحني بينما نجد ان المؤسسات A,B,C تقع على المنحني حيث يمثل هذا المنحني الكفاءة الفنية للمؤسسة التعليمية .فنجد ان الكفاءة الفنية للمؤسسات التعليميه A,B,C تساوي 1.00 وهي اعلى كفاءة ممكنة وهي التي تكون منحني الكفاءة الحدودي اي ان هذه المؤسسات كفوءة اما المؤسسات D,E فهي مؤسسات غير كفوءة فالكفاءة الفنية للمؤسسة E مثلا تحسب[3] من خلال ما تنتجه هذه المؤسسة(6) فعلا مقسوما على ما يمكن ان تنتجه(7) عند مستوى معين من المدخلات(5) اي ان الكفاءة الفنية للمؤسسة E تساوي 0.86 (6/7=0.86) . اما الكفاءة الفنية للمؤسسة D فهي 0.67 .

الشكل (2-10) ويمثل منحنى الكفاءة الحدودي والكفاءة الفنية

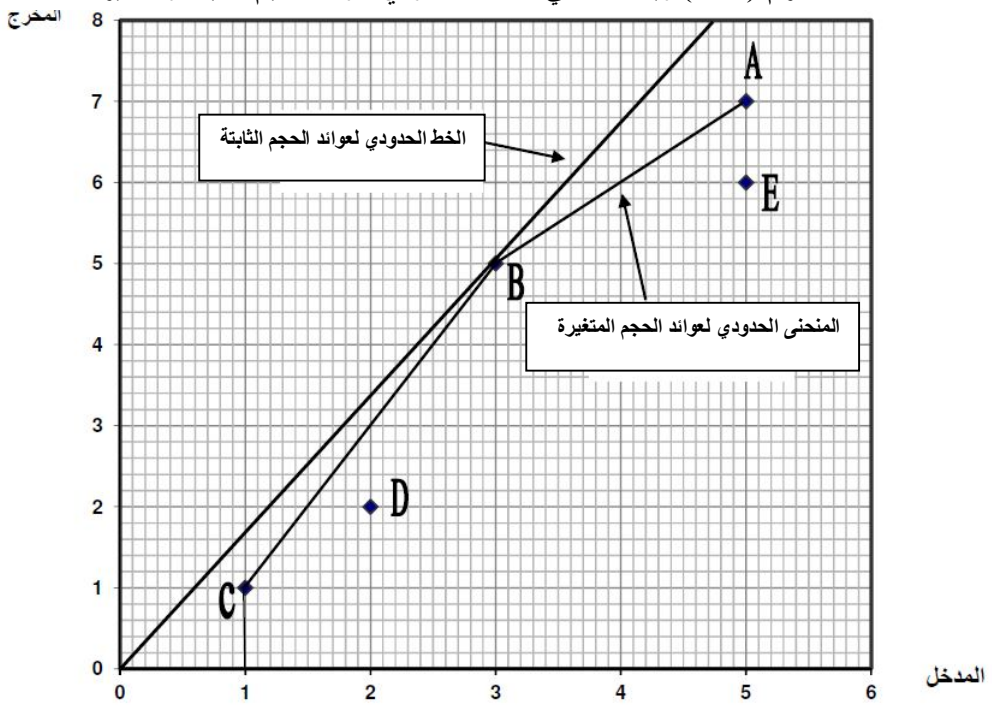


لو لاحضنا المؤسسات التعليميه التي حققت كفاءة فنية كامله A,B,C نجد انها لا تتساوي من حيث مؤشرات الانتاجية ووفق الجدول (2-1) ومع ذلك ظهرت لها نفس الكفاءة الفنية وفق الشكل

(2-10) وهذا يفسر ان الكفاءة الفنية هي احد مكونات الانتاجية . وهي تعكس الحجم الامثل للمؤسسة التعليمية.

ان هناك مكون اخر للانتاجية هو ما يسمى بالكفاءة الحجمية (Scale Efficiency) ولمعرفة الكفاءة الحجمية للمؤسسات التعليمية وفق مثالنا اعلاه نلاحظ الشكل (2-11) والذي يمثل خط الكفاءة لحالة عوائد الحجم الثابته والممثل بالخط الذي ينطلق من نقطة الاصل ويمر بالمؤسسة B وتم اختيار المؤسسة B كونها حصلت على اعلى انتاجية . حيث نلاحظ مثلا المؤسسة التعليمية D نجد ان الكفاءة الفنية لعوائد الحجم الثابته تساوي 60% (2/3.33) اما الكفاءة الحجمية فيمكن قياسها من خلال حاصل قسمة نقطة تقاطع المنحني الحدودي لعوائد الحجم المتغيرة (3) على نقطة تقاطع الخط الحدودي لعوائد الحجم الثابته (3.33) فعلى هذا الاساس تكون الكفاءة الحجميه للمؤسسة التعليمية D هي 90% .اي ان المؤسسة التعليمية D لم تستغل حجمها بمقدار 10 % ويجب عليها زيادة عملياتها التشغيله بمقدار 10% .

الشكل رقم (2-11) ويمثل منحني الكفاءة الحدودي لعوائد الحجم الثابته والمتغيرة



لذلك نجد انه بالنسبة الى المؤسسة التعليمية D فان الكفاءة الفنية لعوائد الحجم المتغيرة هي 67% والكفاءة الفنية لعوائد الحجم الثابته هي 60% اما الكفاءة الحجمية فهي 90%. ان هناك علاقة تربط هذه الكفاءات فان الكفاءة الحجميه هي عبارة عن حاصل قسمة الكفاءة الفنية لعوائد الحجم

3. الحساب وفق هذه الطريقة يسمى بطريقة التوجيه الاخراجي (Output Oriented) ومن الممكن استخدام طريقة التوجيه الادخالي (Input Oriented) , للمزيد من التفاصيل انظر المصدر رقم (31).

الثابته على الكفاءة الفنية لعوائد الحجم المتغيرة . وعلى هذا الاساس فان الكفاءة لبقية المؤسسات في مثالنا السابق تم حسابها بنفس الطريقة وحسب الجدول رقم (2-2) .

الجدول رقم (2-2) والذي يوضح نسب الكفاءة الفنية والكفاءة الحجمية للمؤسسات التعليمية

المؤسسة التعليمية	الكفاءة الفنية لعوائد الحجم المتغير	الكفاءة الفنية لعوائد الحجم الثابت	الكفاءة الحجمية
A	%100	%88	%88
B	%100	%100	%100
C	%100	%63	%63
D	%67	%60	%90
E	%86	%75	%87

6-2 اشتقاق الكفاءة الفنية رياضيا في اسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) [16],[22],[45]:

يمكن حساب الكفاءة الفنية ل n من المؤسسات التعليميةوالتي لها مدخل و احد ومخرج واحد وفق المعادلة الاتية :

Efficiency = Output For University A / Input For University A .....(7-2)

ولاحتساب الكفاءة لجامعة تحتوي على مجموعة من المدخلات والمخرجات تعامل على شكل مصفوفات وكما ياتي :

$$x_i = \begin{bmatrix} x_1^j \\ .. \\ x_{m1}^j \end{bmatrix}, y^j = \begin{bmatrix} y_1^j \\ .. \\ y_{m_2}^j \end{bmatrix} : j = 1,2 \ldots n \qquad \text{---------- (8-2)}$$

حيث ان m_1 تمثل المدخلات و m_2 تمثل المخرجات . لنفترض ان $\sigma_1 \ldots\ldots \sigma_{m2}$ و π_{m2} $\ldots\ldots\pi_1$ تمثل الاوزان للمدخلات والمخرجات على التو الي ويمكن حساب مؤشر الكفاءة للمؤسسه حسب المعادلة الاتية :

$$E = \frac{\sigma_1 y_1^{j*} \ldots. + \sigma_{m2} y_{m_2}^{j*}}{\pi_1 x_1^{j*} \ldots.. + \pi_{m1} x_{m_1}^{j*}} \qquad \ldots\ldots\ldots (9\text{-}2)$$

ومن الممكن كتابة المعادلة رقم (2-9) بالشكل الاتي ادناه وكما هو موضح في المعادلة رقم (2-10)

$$E = \frac{(\sigma . y^{j*})}{(\pi . x^{j*})} \qquad \ldots\ldots\ldots (10\text{-}2)$$

وبالاعتماد على المعادلات اعلاه(معادلة رقم (2-9) ومعادلة رقم (2-10) يكون نموذج البرمجة الخطية لايجاد مؤشر الكفاءة بالشكل الاتي :

$$Max \frac{(\sigma.y^{j*})}{(\pi.x^{j*})}$$
$$\text{s. t.}$$
$$\frac{(\sigma.y^{j*})}{(\pi.x^{j*})} \leq 1 : j = 1,2 \ldots n \qquad \ldots\ldots\ldots (11\text{-}2)$$

ان النموذج اعلاه في المعادلة رقم (2-11) هو نموذج برمجة كسرية يمكن تحويله الى نموذج برمجة خطية وفق الصيغة ادناه والموضحه في المعادلة رقم (2-12) :

$$Max(\sigma.y^{j*})$$
$$\text{s. t.}$$
$$-(\pi.x^{j*}) + (6.y^{j*}) \leq 0 \; j = 1,2 \ldots n \qquad \ldots\ldots\ldots (12\text{-}2)$$

2-7 عناصر النظام التعليمي[3],[8]

ان النظام التعليمي هو تسلسل العمليات التعليمية والتي تقوم بها انشطه معينة ويمتد من مرحلة الابتدائيةالى المراحل الجامعية المتقدمه ومن الممكن تجزئة كل مرحلة بمرحلها كنظام تعليمي منفرد.ان عناصر النظام التعليمي تتلخص بما يأتي :

1.الاهداف : وهي من اولى عناصر النظام التعليمي واهمها ويجب اولا تحديد الهدف حيث انه وفي اغلب الاحيان تكون هناك مجموعه من الاهداف من الممكن وضع اسبقيات لهذه الاهداف حسب اهميتها .

2.المدخلات : وهي الموارد المستخدمة في النظم التعليميه وهي الاموال , الاجهزة العلمية , عدد التدريسيين وغيرها .

3. المخرجات : ناتج النظم التعليمية وقد تكون اعداد الطلبة الخريجين , او مدى المهارات التقنية او الكفاءة او جودة الاداء التي اكتسبها الخريج وهذه المخرجات تعتمد بالدرجة الاساس على الاهداف المعده سلفا .

4.نظام العمل الداخلي : عملية ادارة المدخلات لتحقيق المخرجات المرجوه ,ويجب ان يكون هناك ادارة للعملية التعليمية وقياس كفائتها والرقابة على تنفيذ التحسينات المطلوبة .

الكفاءة التعليمية[23],[5]:

ان مفهوم الاقتصاد قد انعكس بشكل كبير على الكفاءة التعليمية بجعل عملية التعليم هي عملية استثمارية المطلوب منها تقليل وترشيد نفقاتها الى الحد الادنى ورفع كفائته الداخلية والخارجية الى اعلى مستوى وتقليل مستوى المفقود التعليمي بكل صوره.وقد عرفت الكفاءة التعليمية في موطن اخر بانها القدرة على انتاج وتحقيق الهدف المطلوب بادنى تكلفه واقل هدر ممكن وبعبارة اخرى الحصول على اعلى قدر من المخرجات التعليمية باقل قدر من المدخلات .وباختصار فأن كفاءة المؤسسة التعليمية هي قدرة هذه المؤسسه على تحقيق الاهداف المرجوه منها .وعلى ما سبق فان هناك نوعين من الكفاءة التعليمية وهي كما ياتي :

1.الكفاءة الداخلية للنظام التعليمي (Internal Efficiency):

ان الكفاءة الداخلية تعني قدرة المؤسسة التعليمية على تحقيق اهدافها في ضوء مواردها المحدوده, حيث ان الكفاءة الداخلية تتحقق من خلال الاستخدام الامثل للموارد المتاحه سواء المادية منها مثل الاساتذه والاداريين والطلبه وكذلك المختبرات والمكتبات والقاعات الدراسية والبرامج وكلما كان التوزيع امثل كلما اختلطت هذه المواد الانفة الذكر وانتجت عمليات تعليميه جيده وباقل كلفه وتحققت الكفاءة الداخليه بافضل صورها.ان هناك مفهومين للكفاءة الداخلية وهي كالاتي :

أ.الكفاءة الداخلية النوعيه للمؤسسات التعليمية (Internal Qualitative Efficiency):

ويشير هذا النوع من الكفاءة الى قدرة المؤسسة التعليمية على انتاج خريج يحمل مواصفات تقنية وتعليمية عاليه تناسب الغرض الذي اعد من اجله مسبقا .ان هذا النوع من الكفاءة ظل محل جدل الكثير من الباحثين وذلك بسبب المتطلبات الاقتصادية والاجتماعيه وظروف كل دوله .ان من اهم اساليب الكفاءة الداخليه النوعيه هو الامتحانات القياسيه التي تحدد نوعية الخريجين او ملائمة الخريج لمتطلبات العمل وكلما زاد التنسيق بين عناصر الكفاءة الداخليه النوعيه كلما زادت كفاءة المؤسسة التعليميه بصورة عامه .ان الانظمة التعليمية الحديثه لاتكون كفوءة بزيادة اعداد خريجيها فقط ولكن يجب ان تكون نوعية الخريجين جيده وتناسب حاجات المجتمع .

ب.الكفاءة الداخلية الكمية للمؤسسات التعليمية (Internal Quantitive Efficiency):

وتعني قابلية المؤسسة التعليمية على انتاج اكبر عدد من المخرجات (الطلاب) مقابل عدد المدخلات (عدد الطلاب المسجلين حديثا) اي انها نسبة المخرجات الى المدخلات في اي مرحلة تعليمية .ان الكفاءة الداخلية الكمية تساهم في تحسين الانتاجية التعليمية مع تخفيض الكلف وهو الاستخدام الامثل للموارد المتاحه في انتاج اكبر عدد من المخرجات , حيث انها تقييس مدخلات النظام التعليمي من الطلبة وكذلك المخرجات من الطلبة ايضا في مرحلة معينة وتكون قيمة هذه

الكفاءة 100%اذا تخر جت كل الدفعه . لذلك فكلما ارتفع هذا النوع من الكفاءة ارتفعت الانتاجية التعليميه وانخفضت نسبة الرسوب والتسرب وقلت الكلفه والعكس صحيح .

2.الكفاءة الخارجية للنظام التعليمي (External Efficiency):

ان الكفاءة الخارجية تعني قدرة المؤسسة التعليمية على تحقيق اهداف المجتمع الذي من اجله وجدت هذه المؤسسة او بعبارة اخرى مقدار الموائمة بين ما يمتلكه الخريج من مهارات وخبرات شخصية حصل عليه من سنوات دراسته مع المجتمع الذي يعيش فيه . ان هناك مفهومين للكفاءة الخارجية وهما كما يأتي :

أ.الكفاءة الخارجية النوعية(External Qualitative Efficiency) :

وتعني الى اي حد تم تهيئة الخريجين واعدادهم بما يجعلهم مؤهلين للقيام بدورهم المستقبلي في المجتمع اي نوعية الخريجين ومدى مساهمتهم في الاقتصاد القومي وكذلك رضا اصحاب العمل والمجتمع عن اداء هذا الخريج وفقا لسنوات دراسته المختلفه .

ب.الكفاءة الخارجية الكمية (External Quantitive Efficiency):

وتعني تلبية التعليم لحاجات المجتمع ومدى التوازن بين عدد الخريجين واختصاصاتهم المختلفه مع حاجات المجتمع وفقا للخطة الموضوعه مسبقا كما ان هذا النوع من الكفاءة يدرس كلفة هذه المؤسسات التعليمية والعائد الاقتصادي على الدخل القومي .

مما سبق يتضح لنا ان هناك صعوبة بالغه في قياس الكفاءة الخارجية لان قياس نجاح او فشل مؤسسة تعليمة في تلبية حاجة المجتمع الذي تتواجد فيه يعد ذا صعوبه بالغة .

2-8 قياس الكفاءة في المؤسسات التعليمية[31],[15]:

اجمع الباحثون والدارسون في مجال قياس الكفاءة التعليمية الى صعوبة قياسها كونها تحتوي على تداخلات كثيرة في مدخلاتها ومخرجاتها . لقد ظهرت العديد من من الطرق والاساليب لقياس الكفاءة التعليمية حيث اعتمدت في اغلبها على ما يصرف على التعليم من اموال ومقارنتها بمخرجاته . ان هناك سببين جوهريين تكمن وراء صعوبة قياس الكفاءة التعليمية وهي كالاتي :

1.عدم وجود رؤية واضحه في ماهية المخرجات لنظم التعليم حيث لايوجد اتفاق معين حول تحديد هذه المخرجات فقد يستخدم البعض عدد الطلبة المتخرجين , او كفائتهم وتميزهم , او عدد البحوث العلمية المقدمه .

2.عدم وجود اتفاق حول المدخلات فهناك من يستخدم عدد التدريسيين او رواتبهم , او عدد الطلبة الموجودين .

ان تحديد المخرجات والمدخلات للنظام التعليمي يعتمد بالدرجة الاساس على خبرة الباحث في تقييم المخرجات والمدخلات وتحديدها في النموذج الرياضي المستخدم . وقد تم تحديدها في هذا البحث من خلال مهام وواجبات الكليات الرئيسة الثلاثة وهي الجانب التعليمي والجانب البحثي واخيرا الجانب المجتمعي .

2-9 طرق قياس الكفاءة في المؤسسات التعليمية[{[42],[30],[20],[8],[5]}]

لغرض القاء الضوء على طرق قياس الكفاءة نجد انها تقسم الى نوعين

2-9-1 الطرق المعلمية (Parametric Approach) : تعد الطرق المعلمية من الاساليب الاحصائية التقليديه في قياس الكفاءة وهي تفترض ما يأتي:

1. تحديد المتغير التابع (المخرج) ويرمز له بالحرف y.
2. تحديد المتغيرات المستقلة (المدخلات) ويرمز لها بالحرف x .
3. هناك خطأ عشوائي وهو ناتج من الفرق بين القيم المتوقعه للنموذج والقيم الحقيقه وعادة ما يكون هذا الخطأ ناتج عن اخطاء القياس او عدم الكفاءة (Inefficiency) .

ويمكن كتابة نموذج الانحدار للاسلوب المعلمي بشكله العام وفق المعادلة رقم (2-13) .

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad \text{.....(13-2)}$$

حيث ان :Y_i تمثل المتغير التابع وهي تمثل اما انتاج او كلفة (المخرج).

اما β فيمثل ميل الدالة الخطية

X_i تمثل المتغيرات المستقلة (المدخلات).

ε_i تمثل بواقي او انحرافات القيم المتوقعه عن القيم الحقيقة للمتغير التابع .

ان هناك العديد من الطرق المعلمية لقياس الكفاءة من اشهرها طريقة نموذج الحدود العشوائية (Stochastic Frontier Model) .

2-9-1-1 نموذج الحدود العشوائية[{[46],[26],[15]}] **Stochastic frontier analysis (SFA):**

تعد طريقة SFA احدى الطرق المعلمية لقياس كفاءة النظم التعليمية حيث تم تقديمها من قبل اجنر, اوفيل شميتدت عام 1977 وكذلك من قبل ميوسن وفندين بروك وتاخذ دالة الانتاج للمؤسسة التعليمية المعادلة الاتيه

$$LnY_i = \beta LnX_i + v_i - u_i \quad \text{..... (14-2)}$$

اذ ان :

LnY_i يمثل لوغارتيم المخرج او الانتاج للمؤسسة التعليميه i

X_i وهو متجه يمثل لوغارتيم المدخلات

β متجة يمثل المعلمات المقدره

v_i ويمثل الخطأ العشوائي

u_i وهو متغير عشوائي يمثل حالة نقص الكفاءة وهو يحمل قيمة موجبه ابو صفريه

وتفترض هذه الطريقة ما ياتي :

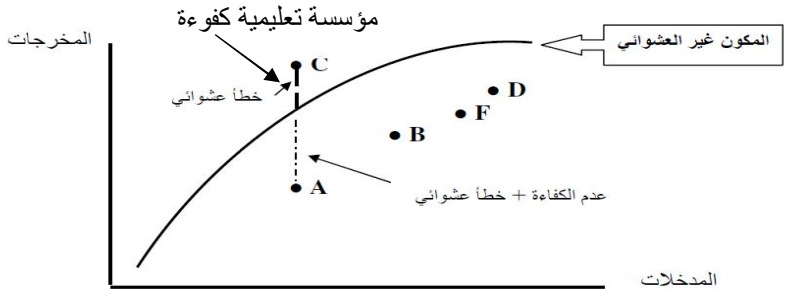
1. ان الخطا العشوائي (v) يعبر عن خطأ القياس والاخطاء العشوائية الاخرى .

2. ان الخطأ العشوائي يتوزع توزيعا طبيعيا (Normal Distribution) بوسط حسابي يساوي صفر وتباين ثابت اي $N\approx(0,\sigma^2)$.

3. عدم وجود ارتباط بي الخطأ العشوائي(v) والمتغير العشوائي (u) .

4. يتوزع المتغير العشوائي (u)توز يع نصف طبيعي Half-Normal لان قيمته في حالة نقص الكفاءة هي قيمة موجبة. ومن ملاحظة المعادلة (2-14) نجد انها تجمع بين نقص الكفاءة (u) وبين حد الخطأ العشوائي (v) فاذا كانت u تساوي صفر تكون المؤسسة التعليمة كفوءة بنسبة 100% اما اذا كانت u تمتلك قيمة موجبه فهذا يوضح حالة نقص الكفاءة .ويمكن توضيح طريقة SAF من خلال الشكل رقم (2-12) حيث نفترض ان لدينا خمسة مؤسسات تعليمية (A,B,C,D,E) تستخدم مدخل واحد (عنصر انتاجي) وتنتج مخرج واحد .

الشكل رقم (2-12) والذي يوضح طريقة SAF



نجد ان المؤسسة التعليمية C تعتبر كفوءة اذا ان موقعها اعلى من منحني الكفاءة الحدودي (وهو ناتج عن الخطأ العشوائي) اما بقية المؤسسات الاخرى (A,B,D,E) فتعتبر غير كفوءة كونها تقع اسفل منحني الكفاءة (نقص الكفاءة ناتج عن الخطأ العشوائي وحالة عدم كفاءة المؤسسات)

.ولغرض تقدير الكفاءة الفنية تستخدم في كثير من الاحيان طريقة الامكان الاعظم في التقدير .[4]
ان دالة الانتاج بمنتج واحد ومدخل واحد كما ياتي :

$$Y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 LnX_i + v_i - u_i) \quad \text{.....(15-2)}$$

ويمكن كتابة المعادلة (2-15) بشكل اخر عندئذ تصبح

$$Y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 LnX_i) \times \exp(+v_i) \times \exp(-u_i) \quad \text{.....(16-2)}$$

2-9-1-2 ميـزات وسـلبيات نمـوذج[5],[15],[22],[34],[53] SFA : ان هنـاك العديـد مـن المزيـا والسلبيات لنموذج الحدود العشوائية نذكر منها ما ياتي :

1. ان اعتماد هذا النموذج على مفهوم الخطأ العشوائي وفصله عن حالة نقص الكفاءة يعتبر من اهم مميزات هذا النموذج وفي بعض الاحيان تكون هذه الميزة مثلبة للنموذج وخاصة عند وجود القيم الشاذة مما يسبب زيادة في الخطأ العشوائي على حساب نقص الكفاءة وهذه يجعل من هذه الميزة سلبيه حيث ستكون جميع المؤسسات الداخله في التقييم كفوءة بنسبة 100% وهذا مخالف للواقع .

2. ان اسلوب تحليل الحدود العشوائي يستوجب فرض توزيع معين لنقص الكفاءة ومن هذه التوزيعات التوزيع الاسي والتوزيع نصف الطبيعي . حيث ان هذه التوزيعات تفترض ضمنيا ان عدد كبير من المؤسسات الداخله في التقييم هي كفوءة .مما يعني انعكاس طبيعة التوزيع على شكل منحني الكفاءة الحدودي وهذا بدوره يجعل بعض المؤسسات التي تعاني من نقص الكفاءة تظهر وكانها كفوءة .

3. ان اسلوب SFA يعطي استدلالا احصائيا للنموذج الحدودي لدالة الكفاءة ومعنويه احصائية للمتغيرات المستقله في النموذج . ولكن هذا الاسلوب اولا واخيرا يستخدم اسلوب الامكان الاعظم في التقدير وهو بحد ذاته لا يضمن ان يحقق الخصائص الاحصائية المهمه مثل عدم التحيز , الكفاءة , الاتساق) في العينات الصغيره .

4. ان نموذج SAF هو نموذج رصين (Robust) لمشكلة سوء توصيف النموذج

2-9-2 الطـرق اللامعلميـة[5],[32],[44],[46] (Non Parametric) : مـن خـلال ملاحظتنـا للنمـاذج المعلميـة نجـد ان الفـرق الاساسـي بينهـا وبـين النمـاذج اللامعلميـة ان الاولـى يتكـون فيهـا

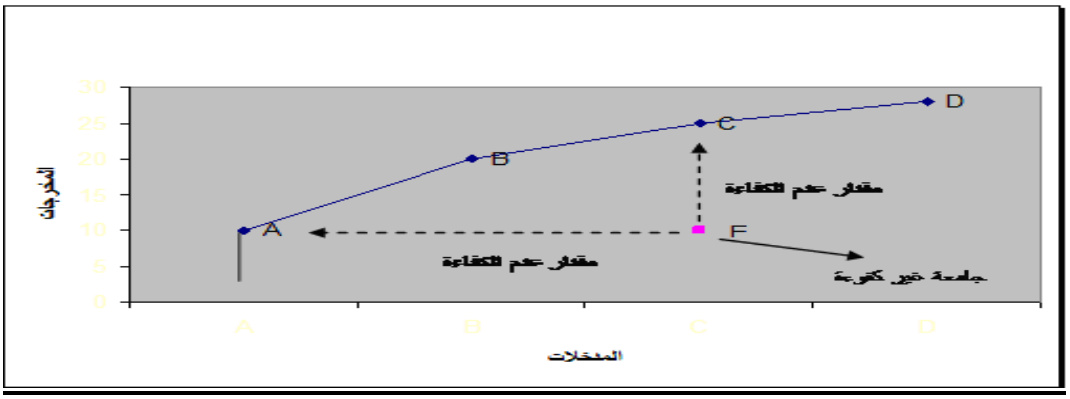
4.لمزيد من التفاصيل حول تقدير الكفاءة الفنية باستخدام اسلوب التحليل العشوائي انظر المصدر (39) الفصل الثالث

منحنـي الكفـاءة الحـدودي مـن جميـع المشـاهدات امـا الاسـاليب اللامعلميـة فـان منحنـي الكفـاءة الحدودي يتكون من خلال المشاهدات المتطرفة والتي حصلت على اعلى كفاءة.ان من اهم الطرق اللامعلمية والتي تستخدم لقياس الكفاءة هي تحليل مغلف البيانات (Data Envelopment Analysis) او ما يطلق عليه اختصار DEA .

1-2-9-2 تحليل مغلف البيانات (Data Envelopment analysis) [5],[12],[13],[14],[33],[35]

:ـ ان مصطلح تحليل مغلف البيانات هو الترجمة العربيه لمطصلح (Data Envelopment Analysis) ويوجد من الباحثين من استخدم مصطلح التحليل التطويقي للبيانات ومنهم من استخدام مصطلح تحليل تظريف البيانات حيث ان مصدر الاختلاف هو ترجمة كلمة Envelopment . وبالرغم من اختلاف التراجم المختلفة الا انها طريقة رياضية تستخدم البر مجة الخطية لقياس الكفاءة الفنية لعدد من الوحدات الادارية (وحدات اتخاذ قرار) من خلال تحديد المزيج الامثل لمجموعة مدخلاته ومخرجاته وذلك بناءا على الاداء الفعلي لها .وبعبارة اخرى يمكن تعريف تحليل مغلف البيانات على انه اسلوب رياضي يستخدم لتقييم الكفاءة الانتاجية لمجموعة من المؤسسات المتجانسة مثل الكليات والمدراس والمستشفيات والمصارف وعلى هذا الاساس فان التقييم لهذه المؤسسات يعتمد على الاوزان المثلى(Optimal Weight) للمدخلات والمخرجات .يعتمد اسلوب مغلف البيانات اساسا على امثلية باريتو (Pareto Optimality) والتي تقول "اي مؤسسة اعمال تكون غير كفوءة اذا استطاعت مؤسسة اخرى او مزيج من مؤسسات الاعمال الاخرى انتاج نفس الكمية من المخرجات بكمية مدخلات اقل وبدون زيادة في اي مورد اخر , ان الفكرة الاساسية لاسلوب مغلف البيانات والتي توضح ان المؤسسة التي تستخدم مدخلات اقل لانتاج نفس المخرجات هي مؤسسة كفوءة وكانت الفكرة في بدايتها تعتمد على مخرج واحد ومدخل واحد فقط. لقد تطور مفهوم مغلف البيانات على يد طالب الدكتوراه رودز (Edwardo Rhodes) عندما كان يعمل في امريكا لمقارنة اداء مجموعة من طلاب الاقليات المتعثرين دراسيا حيث قام بحساب الكفاءة الانتاجية لمجموعة من المدخلات والمخرجات بدون معرفة اسعارها والذي اعتبر في حينها قفزة نوعيه كون ان النموذج الذي ابتدعه هذا الطالب بمساعدة مشرفه البروفيسور كوبر وزميلهما البروفسور تشارلز يقيس الكفاءة الانتاجية لمجموعه من المؤسسات بمدخلات ومخرجات متعدده وبدون معرفة اسعار هذه المدخلات حيث قاموا بصياغة النموذج الاول لنماذج DEA وهو نموذج CCR (نموذج عوائد الحجم الثابته) حيث يعمل النموذج على تحديد اعلى قيمة للكفاءة الانتاجية للمدراس وتحديد اوزان المدخلات والمخرجات . ان سبب تسمية هذا الاسلوب بتحليل مغلف البيانات وذلك لان المؤسسات ذات الكفاءة التامة تغلف جميع الوحدات الاخرى غير الكفوءة والشكل رقم (2 -13) يوضح ذلك .

الشكل رقم (2-13) والذي يمثل اسلوب تحليل مغلف البيانات وتحديد المؤسسات الكفوءة وغير الكفوءة



مـن خـلال ملاحظـة الشـكل رقـم (2-13) نجـد انـه وحسـب مفهـوم DEA فـأن المؤسسـات (A,B,C,D) هي مؤسسات ذات كفاءة تامة كونها تقع على منحني الكفاءة الحدودي بينما تمثل المؤسسة (F) حالة مؤسسة غير كفوءة كونها تقع اسفل منحني الكفاءة الحدودي حيث نجد ان المؤسسـة (F) تنـتج نفس مخرجـات المؤسسـة (A) ولكـن بمـدخلات اكثـر وهذا دليـل علـى عـدم الكفـاءة ومـن ناحيـة اخـرى نجـدها انهـا تسـتخدم نفس مـدخلات المؤسسـة (C) وانتاجهـا اقـل مـن المؤسسـة (C) وهذا دليل ايضـا علـى عدم الكفاءة . وعلـى هذا الاساس لكـي تكون المؤسسـة (F) مؤسسـة كفوءة يجب عليها اما ان تقلل من مدخلاتها الى حد مدخلات المؤسسة (A) او ان تزيد من مخرجاتها حتى تصل الى المؤسسة (C) .ان النموذج الرياضي العام لاسلوب DEA يهدف الى تحقيق اعلى قيمة كفاءة (هي 100%) من خلال مجموعة الاوزان ل u_r و v_i :

$$\underset{\mathbf{u},\mathbf{v}}{\text{maximize}} \quad h_0(\mathbf{u},\mathbf{v}) = \frac{\sum_{r=1}^{s} y_{r0}u_r}{\sum_{i=1}^{m} x_{i0}v_i}$$

$$\text{subject to} \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} y_{rj}u_r}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}v_i} \leqq 1 \quad (j = 1, 2, \ldots, n), \qquad \text{..... (17-2)}$$

$$u_r \geqq 0 \quad (r = 1, 2, \ldots, s),$$

$$v_i \geqq 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

حيـــــــــث ان u_r :اوزان المخرجـــــــــات, v_i :اوزان المدخلات, y_r :مخرجات المؤسسة, x_i :مدخلات المؤسسة ومن خلال ملاحظة المعادلة رقم (17-2) نجد ان هدف النموذج هو تعظيم الكفاءة الى اقصى قدر ممكن باستخدام المزيج الامثل للمدخلات والمخرجات حيث ان المؤسسات التي تحصل على كفاءة 100% تقع على منحني الكفاءة الحدودي وتغلف بقية المؤسسات , امالمؤسسات التي تحصل على كفاءة اقل من 100 %

فانها تقع في اسفل المنحني , ويتم ايجاد الحل لنموذج DEA من خلال تحويل المعادلة رقم (-17 2) الى الصيغة الخطية وايجاد قيم u_r و v_i من خلال حل نموذج البرمجة الخطية .

2-9-2-2 ميزات وسلبيات اسلوب تحليل مغلف البيانات[21],[22],[23],[45] (DEA)

ان هناك العديد من الميزات والعيوب التي ترافق اسلوب تحليل مغلف البيانات نذكر منها ما ياتي:

1. لا يحتاج الى وضع فرضيات مسبقة حول الصيغة الرياضية التي تربط بين المدخلات والمخرجات لقياس الكفاءة وهذه ميزة مهمه لهذا الاسلوب حيث يصفها الباحث ستولب وصفا جميلا حيث يقول " ان اسلوب مغلف البيانات يجعل البيانات تختار لنفسها صيغة معتمدة بحرية بدلا من ان تكون في اطار صيغة دالية مفروضه عليها وتقيدها".

2. من الممكن ان يستخدم هذا الاسلوب مدخلات ومخرجات متعدده ومختلفه في وحدات القياس , ويمكنه التعامل مع متغيرات وصفية (Categorical Variables) والتي يصعب قياسها مثل رضا الزبائن.

3. يعطي تقييما لكل من الكفاءة الفنية والقيم الحدية للمدخلات والمخرجات كما انه يقدم الحلول بهدف تحسين الكفاءة .

4. لا يحتاج الى تحديد الاوزان الخاصة للمدخلات والمخرجات وانما يتم تحديدها من خلال حل النموذج الرياضي والذي بدوره يحدد الاوزان المثلى .

5. يعتبر هذا الاسلوب مهم جدا في القطاع الخدمي حيث غالبا ما يكون من غير الممكن تقدير اسعار محددة للخدمات المقدمة للمواطنين مثل الصحه , التعليم , الامن وغيرها .

6. يحدد اسلوب DEA المؤسسات الكفوءة وغير الكفوءة كما انه يزود الادارة واصحاب القرار بالخطوات الواجب اتباعها لجعل هذه المؤسسات كفوءة كما انه يحدد المرجعيات لهذه المؤسسات الغير كفوءة لكي يتم اتباع خطواتها لغرض تحسين ادائها .

7.ان اسلوب DEA يعتمد على الكفاءة الفنية وتعظيمها . وهذا يعتبر من احد السلبيات فقد تكون المؤسسة كفوءة اعتمادا على الكفاءة الفنية رغم انها ليست كذلك في الواقع العملي وهذا يظهر جليا عندما يكون عدد المؤسسات الداخله في التقييم قليلا وعدد المخرجات كبيرا.

8.ان اسلوب DEA يفترض ان الانحرافات (الفرق بين القيمة المقدرة والحقيقيه) عن منحني الكفاءة الحدودي يمكن السيطره عليها من قبل المؤسسة حيث ان هذا الافتراض يصعب تنفيذه في الحالات الطارئة مثل الكوراث الطبيعيه , الحروب , تشريعات قانوينه معينه.وقد تم التغلب على هذا العيب من خلال التقييم في الفترات الزمنية ذات الثبات النسبي .

9.ان اهم سلبيه في نموذج DEA هو عدم قدرة النموذج على التمييز بين حالة نقص الكفاءة والخطأ الاحصائي , كما انه حساس جدا لعدد المؤسسات الداخله في التقييم فهناك علاقة طرديه بين المؤسسات الداخله في التقييم وعدد المؤسسات الكفوءة.

3-2-9-2 متطلبات تطبيق اسلوب تحليل مغلف البيانات[5],[7] (DEA): ان هناك اربعة متطلبات رئيسية وهي ما ياتي :

1. ضرورة ان يكون المؤسسات الداخله في التقييم متجانسة اي انها تعمل في نفس البيئة والظروف وتمارس نفس الاعمال .

2.يجب ان يكون عدد المؤسسات الداخلة في التقييم على الاقل ثلاثة اضعاف مجموع المدخلات والمخرجات , الامر الذي يعطي النموذج الرصانه(Robust) اللازمه لقياس الكفاءة .

3. يجب ان تكون البيانات المتعلقه بالمدخلات والمخرجات دقيقه جدا لان النموذج حساس جدا للخطأ وخصوصا اذا كانت هناك نقاط متطرفة(Out layers) في البيانات .

4. ان يكون هناك ارتباط طردي بين المدخلات والمخرجات اي يجب ان تساهم زيادة المدخلات في زيادة المخرجات والعكس صحيح اي يجب ان يكون هناك ارتباطا بين المدخلات والمخرجات

2-10 النماذج الاساسية في اسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) [48],[51],[54],[55]: هنالك ثلاثة انواع رئيسية من نماذج DEA وهذه النماذج هي كالاتي :

2-10-1 نموذج عوائد الحجم الثابته (CCR) (Charnes,Cooper And Rhodes)

يفترض هذا النموذج توفر البيانات m_1 من المدخلات و m_2 من المخرجات ل n من المؤسسات حيث ان المتجه x^j يرمز للمدخلات والمتجه y^j يرمز للمخرجات و j ترمز للمؤسسه وحساب هذا النموذج يكون من جانبين اما باستخدام التوجيه الادخالي (Input Oriented) اي الاهتمام بالمدخلات لتحقيق الكفاءة بتخفيض هذه المدخلات لتحقيق اقصى قدر من المخرجات او باستخدام التوجيه الاخراجي (Output Oriented) اي ان التركيز يكون على المخرجات وكيفية زيادتها الى اقصى حد ممكن باقل المدخلات .والصيغة الرياضية لنموذج CCR وفق هذان التوجهان هو كالاتي :

1. الصيغة الرياضية لنموذج CCR من ناحية التوجيه الادخالي (Input Oriented) :

$$\max(\partial . y^{j^*})$$
$$s.t.$$
$$(\partial . y^j) - (\pi . x^j) \le 0,\ j = 1....n: \qquad \text{..... (18-2)}$$
$$(\pi . x^{j^*}) = 1:$$
$$\pi . \partial \ge 0.$$

وباستخدام النموذج المقابل (Duality) في البرمجة الخطية يصبح النموذج في المعادلة (7) بالشكل الاتي:

$$\min \theta$$
$$s.t$$
$$\sum_j x^j \lambda_j - x^{j*}\theta \le 0, j = 1..., n: \quad \text{…….. (19-2)}$$
$$\sum_j y^j \lambda y_j \ge y^{j*}:$$
$$\lambda \ge 0.$$

ان المتجه λ يمثل اوزان المدخلات و θ هي قيمة الكفاءة . ان نموذج البرمجة الخطية حسب التوجيه الادخالي يروم تقليل متجه x^j للمؤسسه j^* مع المحافظه على نفس المستوى من المخرجات y^j اي ان التغير فقط في المدخلات وتقليلها والحفاظ على نفس المستوى من المخرجات .

2. الصيغة الرياضية لنموذج CCR من ناحية التوجيه الاخراجي (Output Oriented) :

$$\min(\pi.x^{j*})$$
$$s.t.$$
$$(\pi.x^j) - (\partial.y^j) \ge 0, j = 1...n \quad \text{…….. (20-2)}$$
$$(\partial.y^{j*}) = 1:$$
$$\pi, \partial \ge 0.$$

وبتحويل النموذج اعلاه الى الصيغه الثنائية ينتج الاتي :

$$\max \phi$$
$$s.t$$
$$\sum_j x^j \lambda_j \le x^{j*}, j = 1...n \quad \text{…….. (21-2)}$$
$$\sum_j y^j \lambda_j - y^{j*}\phi \ge 0:$$
$$\lambda \ge 0.$$

حيث ان مسالة البرمجة الخطية للتوجيه الاخراجي تهدف الى تعظيم متجه المخرجات y^j للمؤسسه

*j مع المحافظة على نفس المستوى من المدخلات اي ان الثبات هنا يكون للمدخلات وزيادة المخرجات الى اقصى ما يمكن .

2-10-2 نموذج عوائد الحجم المتغيرة (BCC) (Banker,Charnes And Cooper)

يختلف هذا النموذج عن سابقه (CCR) من ناحية اخذه بنظر الاعتبار لغلة الحجم حيث انه يميز بين نوعين من الكفاءة وهي الكفاءة الفنيه والكفاءة الحجمية. حيث انه يقيس نسبة زيادة المخرجات بزيادة المدخلات وهل نسبة الزيادة في المخرجات اكبر من نسبة الزياده في المدخلات وهذا ما يطلق عليه غلة الحجم المتزايده , وفي حالة اخرى تكون نسبة الزياده في المخرجات تماثل نسبة الزيادة في المدخلات وهو غلة الحجم الثابته وفي حالة اخرى تكون نسبة الزيادة في المخرجات اقل من نسبة الزياده في المدخلات وهذا ما يطلق عليه غلة الحجم المتناقصه . وعليه يكون نموذج البرمجة الخطيه لهذا النموذج يشابه للنموذج السابق (CCR) باستثناء اضافة متغير منفصل ε يمثل صفة عوائد الحجم المتغيره للمؤسسة وهناك ايضا توجهان هما التوجيه الادخالي (Input Oriented) والتوجيه الاخراجي (Output Oriented) والصيغة الرياضية لهذان التوجهان كما ياتي :

1. الصيغة الرياضية لنموذج BCC من ناحية التوجيه الادخالي (Input Oriented) :

$$\max(\partial . y^{j^*}) + \varepsilon$$

$$s.t.$$

$$(\partial . y^{j}) - (\pi . x^{j}) + \varepsilon \le ٠, j = ١ .... n \qquad \text{..... (22-2)}$$

$$(\pi . x^{j^*}) = ١ :$$

$$\pi , \partial \ge ٠ .$$

وعليه تكون صيغة البرمجة الخطيه وفق النموذج المقابل حسب الصيغة ادناه:

$$\min \theta$$

$$s.t$$

$$\sum_j x^j \lambda_j - x^{j^*} \le 0, j = 1..., n \qquad \text{..... (23-2)}$$

$$\sum_j y^j \lambda_j \ge y^{j^*} :$$

$$\sum_j \lambda_j = 1 :$$

$$\lambda \ge 0.$$

2. الصيغة الرياضية لنموذج BCC من ناحية التوجيه الاخراجي (Output Oriented) :

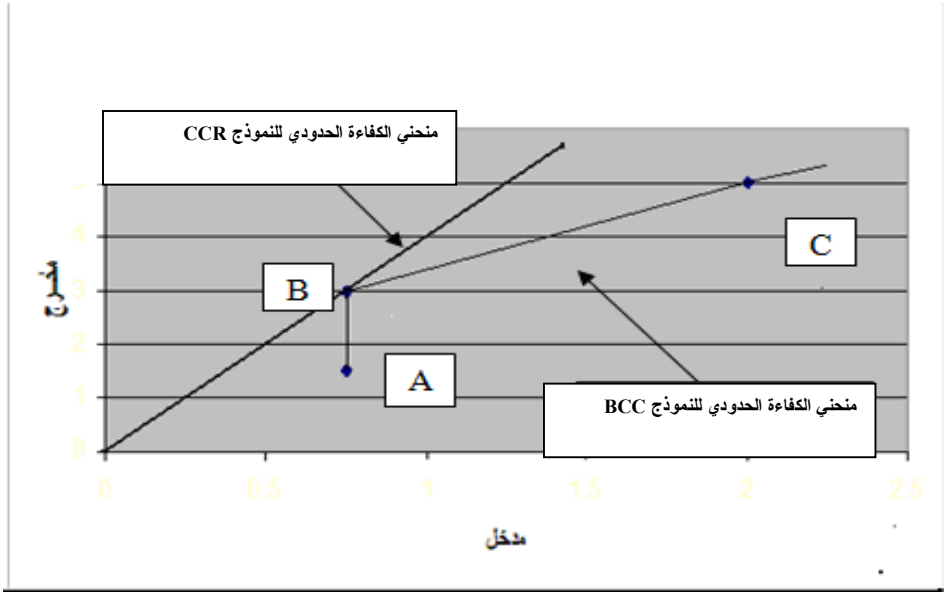
$$\min(\pi.x^{j^*}) + \varepsilon$$
$$s.t.$$
$$(\pi.x^j) - (\partial.y^j) + \varepsilon \geq 0,\ j = 1....n \qquad \text{…….. (24-2)}$$
$$(\partial.y^{j^*}) = 1:$$
$$\pi, \partial \geq 0.$$

وتكون الصيغة الرياضية للنموذج المقابل بالشكل الاتي :

$$\max \phi$$
$$s.t$$
$$\sum jx^j y_j \leq x^j,\ j = 1...n \qquad \text{…….. (25-2)}$$
$$\sum jy^j y_j - y^{j^*}\phi \geq 0:$$
$$y_j \geq 0.$$

ولتوضيح مفهوم نموذجي (CCR) و (BCC) وحدودهما المثلى نفترض وجود دالة انتاجيه متكونه من مدخل واحد ومخرج واحد وثلاثة كليات A,B,C وكما في الشكل رقم (2-14)

الشكل رقم (2-14) والذي يوضح نموذجي CCR و VRC وحدودهما المثلى



من ملاحظة الشكل رقم (2-14) نجد ان الكليات A,B,C هي كفوءة من الناحية الفنية لانها تقع على منحني الكفاءة الحدودي (Efficient Frontier) ولكنها غير متساويه من الناحية الانتاجية وهنا يبرز اثر الحجم فنجد مثلا ان الكلية A لم تصل الى مستواها الامثل من المخرجات ويمكن ان تزيد من حجم تشغيلها لتصل الى الكلية B اما الكلية C فتعمل في حالة الحجم المتناقص وحتى تصل الى انتاجية اكبر يجب عليها تقليل حجم عملياتها حتى تصل الى الكلية B والتي تعمل عند افضل مستوى انتاجي .وكذلك يتضح ان عدد الكليات الكفوءة حسب نموذج CCR اقل من عدد الكليات الكفوءة وفق نموذج BCC ففي نموذج CCR نجد ان الجامعة B هي الجامعة الكفوءة الوحيده بينما الكليات A,B,C هي كليات كفوءة حسب نموذج BCC والسبب في ذلك ان النموذج CCR لا ياخذ بعين الاعتبار اثر الحجم (Size Effect) حيث يعامل جميع الكليات بغلة الحجم الثابته بينما نموذج BCC يعالج اثر الحجم .

2-10-3 تفسير الكفاءة الفنية وفق نموذج CCR ووفق نموذج BCC وعلاقتهما بالكفاءة الحجمية[51]

من الامور الضرورية والتي يجب معرفتها هل ان سبب نقص الكفاءة الحجمية (Scale Efficiency) في الوحدات غير الكفوءة حجميا يعود الى سوء العمليات الداخليه في الكلية ام السبب هو الظروف الخارجية المحيطه بالكلية لذلك فأن قيمة الكفاءة الناتجه من نموذج BCC يسمى الكفاءة الصافية للعمليات الداخلية (Local Pure Technical) بينما قيمة الكفاءة لنموذج CCR تسمى الكفاءة الكليه (Global pure Technical Efficiency) لذلك فأن مقدار الكفاءة الحجمية (Scale Efficiency)هو حاصل قسمة الكفاءة الفنية وفق CCR على الكفاءة الفنية وفق BCC . وعلى هذا الاساس اذا كانت الكفاءة الحجمية تساوي واحد اي ان الكفاءة في

النموذجين BCC و CCR هي واحد فأن هذا يعني ان الكلية تعمل باقصى حجم ممكن (Most Productive Scale Size) اما اذا كانت الكفاءة وفق نموذج CCR اقل من واحد والكفاءة وفق BCC تساوي واحد فان الكفاءة الحجمية تكون اصغر من واحد فهنا يكون سبب عدم الكفاءة لايعود الى العمليات الداخليه للكليه وانما يعود الى الظروف الخارجيه المحيطه بالكليه , اما اذا كانت الكفاءة الحجمية اصغر من واحد وان كفاءة نموذج OBCC اقل من واحد ايضا فهذا يعني ان عدم الكفاءة بسبب العمليات الداخليه وكذلك الظروف الخارجيه المحيطه .

4-10-2 النموذج التجميعي [5],[7] (Additive Model)

سمي هذا النموذج بالتجميعي لانه يجمع بين ناحيتي التوجه الادخالي والتوجه الاخراجي وتكون دالة الهدف في هذا النموذج من نوع تعظيم حيث يعمل هذا النموذج على تعظيم مجموع المتغيرات الراكـــدة(Slack) والفائضـــه(Surpluses)

وتكون الصيغة الرياضية لهذا النموذج كالاتي :

$$\max(e.S^{+}) + (e.S^{-})$$

$$s.t$$

$$\sum_{j} x^{j}\lambda^{j} + \mathrm{Im}_{1}\, S^{+} = x^{j*} :$$

$$\sum_{j} y^{j} y - \mathrm{Im}_{2}\, S^{-} = y^{j*} :$$

$$\sum_{j} \lambda j = 1 :$$

$$\lambda, S^{+}, S^{-} \geq 0. \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26\text{-}2)$$