# توظيف نماذج بحوث العمليات لتقييم كفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة: دراسة في نموذج " تغليف البيانات "(Data Envelopment Analysis)

**د. مؤمن سيد النشرتي**
**مدرس علوم البيانات والمعلومات**
**قسم المكتبات والوثائق والمعلومات – جامعة القاهرة**
Navigator001@cu.edu.eg

**مستخلص**

برزت العديد من مؤشـــرات ومقاييس الأداء Key Performance Indicators الدولية والإقليمية والمحلية التي يمكن اتخاذها كأحد الوســـائل للحكم على مدى فاعلية وكفاءة المكتبات، وعلى الرغم من قوتها وما أثبتته من قدرة على إيضـــاح جودة وفاعلية ومظاهر القوة والكفاءة للأنشطة والخدمات، إلا أنها تتسم بالقصور في عملها، فهي بصورة من الصور تنتمي إلى فئات المقاييس التي تعرف باسـم المقاييس الفردية للإنتاجية Single Factor Productivity Measures، والتي تعني أن قياس كفاءة وفاعلية كل نشـاط يتم بصـورة فردية على حدي، دون إبراز درجة تأثير النشاط على الآخر في كفاءة عمله، الأمر الذي يسفر عن إبراز أن المكتبة تتسم بالكفاءة في نشـاط ما وتتسـم بعدم الكفاءة في نشـاط آخر، ومن ثم عدم وجود صـورة واضحة عن مستوى وفاعلية وكفاءة المؤسسة ككل، و لذا تهدف الدراسة الى إيضاح الدور الذي تلعبه نماذج بحوث العمليات في تقييم كفاءة المكتبات بصـورة كاملة كأحد المؤسـسـات غير الربحية، وذلك من خلال الاعتماد على أحد نماذج البرمجة الخطية المعروفة باســم نموذج Data Envelopment Analysis، والذي يعمل على قياس الكفاءة النســبية Relative Efficiency للمكتبات وتحديد درجة ووزن لكفاءة المكتبة، وقد اعتمدت الدراســة في ذلك على المنهج الوصـــفي التحليلي مع إبراز للجانب التطبيقي للنموذج، وكانت أبرز النتائج التي أفضـــت إليها الدراسة هي ما كفله نموذج Data Envelopment Analysis من قدرة على قياس كفاءة المكتبات بصـورة كمية، من خلال إيضـاح قدرتها على اسـتثمار مدخلاتها في توليد الخدمات والمخرجات،

**تاريخ استلام البحث: 2023/5/25 تاريخ إجازة البحث: 2023/5/31**

والتعبير عن حجم هذا الاســتثمار بوزن أو قيمة كمية تكفل معرفة وضــع المكتبة بالمقارنة مع نظائرها وتحديد عما إذا كانت تتسم بالكفاءة أو انعدامها.

**الكلمات المفتاحية:** قياس الأداء في المكتبات ؛ بحوث العمليات ؛الكفاءة النســبية ؛ البرمجة الخطية ؛ نموذج Data Envelopment Analysis.

**التمهيد:**

أفضى تقرير Covid Impact Survey 2021 الصادر عن هيئة the Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition في نهاية عام ٢٠٢١ (Maron et al. 2021)، حول تأثير عمليات الإغلاق المترتبة عن جائحة كورونا Covid -19 على العديد من المؤشرات التي تعكس العديد من التهديدات والتحديات الرامية إلى أن تعيد المكتبات ومؤسسات المعرفة النظر في أهدافها وسياساتها وسبل تقييم أدائها وقياس أدائها في ضوء هذه الجائحة.

ولعل أبرز المؤشرات التي أفضت إليها هذه الجائحة تبلور فيما يلي:

- أن ما يقرب من ٨٠٪ من المكتبات في العالم تعرضت لتخفيض مخصصاتها المالية وميزانياتها كنتيجة لإغلاق الجائحة.
- أجرت العديد من المكتبات عمليات إعادة تفاوض بشأن الاتفاقيات الموقعة مع الناشرين وموردي مصادر المعلومات.
- قامت نحو ١٥٪ من المكتبات بتخفيض حجم القوى العاملة من أمناء المكتبات والإداريين بالمكتبة، فضلا عن قيام مكتبات أخرى بإجراء ما يعرف بتجميد التوظيف Hiring Freezes للعاملين بالمكتبات.
- كما قامت ٩٠٪ من المكتبات باستقطاع المخصصات المالية للسفر والانتقال للعاملين بها.

في ذات الوقت عززت عمليات الإغلاق من أهمية المكتبة كمصدر لتوفير المحتوى الرقمي ولدعم أصول ومصادر التعلم والتدريس عبر الإنترنت، وذلك مع تزايد الطلب من المعلمين والطلاب على المحتوى عبر الإنترنت، حيث برز دور إخصائيو المعلومات وأمناء المكتبات، في عمليات الرقمنة لهذه الموارد التعليمية، ومصادر المعلومات عامة، الأمر الذي يسفر عن إعادة التوجه نحو إنشاء مكتبات رقمية لمختلف المكتبات المدرسية والجامعية.

ومن **ثم فإن كافة هذه المؤشرات والتهديدات وما قد يترتب عليها مستقبلا ستعكس واقعا جديدا للمكتبات ومؤسسات المعرفة**، ليجعل متخذ القرار أمام عدد من القضايا لا تقتصر على توفير **مبررات تقديم الخدمات وحجم تأثيرها على المستفيدين منها**، ولكن تشمل

قضايا تتعلق بالقدرة على البقاء والاستمرار للمكتبات كمؤسسات معرفية في ضوء متطلبات الإغلاق ومقتضيات التقليص في الميزانيات من جانب آخر.

ومن جهة أخرى يوضح (Chen,1997) أن المؤسسات غير الربحية Non-Profit Organization، ومن بينها المكتبات ومؤسسات المعرفة، لا تحظي بوجود معيار أو مقياس معياري كمي يكفل قياس مدى كفاءتها وفاعليتها من خلال حساب العلاقة بين حجم المخرجات وحجم ما تم إنفاقه من موارد كمدخلات لهذه المخرجات، كأبسط صور لحساب الفاعلية والكفاءة، كما هو الحال بالنسبة للمؤسسات الإنتاجية أو الربحية.

**وعلى الرغم وجود العديد من مؤشرات ومقاييس الأداء Key Performance Indicators الدولية** والإقليمية والمحلية التي يمكن اتخاذها كأحد الوسائل للحكم على مدى فاعلية وكفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة ، وعلى الرغم من قوتها وما أثبتته من قدرة على إيضاح جودة وفاعلية ومظاهر القوة والكفاءة، **إلا أنها تتسم بالقصور**، فهي بصورة من الصور تنتمي إلى فئات المقاييس التي تعرف باسم **المقاييس الفردية للإنتاجية Single Factor Productivity Measures**، والتي تعني أن قياس وكفاءة وفاعلية كل نشاط على حدة ، الأمر الذي يسفر عن **إبراز أن المكتبة تتسم بالكفاءة في نشاط ما وقد تتسم بعدم الكفاءة في نشاط آخر**، مما يسفر عن عدم وجود صورة واضحة عن مستوى وفاعلية وكفاءة المؤسسة ككل، فهي بذلك توفر قدرا ضئيلا نسبيا من المعلومات حول مدى كفاءة وفاعلية المؤسسة، فضلا عن أوجه القصور فيما يتعلق بالتوجه نحو القياس للكفاءة والفاعلية اعتمادا على المقارنات المرجعية Benchmark.

ونتيجة لكل ذلك اتجهت الانظار إلى مجال بحوث العمليات Operation Research لتوظيفها فيما يتعلق بالمؤسسات غير الربحية لقياس العلاقة بين المدخلات والمخرجات في سبيل الحكم على مدى كفاءتها وفاعليتها، على غرار المؤسسات الربحية والإنتاجية، ولتجاوز أوجه القصور في مؤشرات قياس الأداء الحالية التي تتمثل في عدم قدرتها على قياس كفاءة المؤسسة كاملة دون الاعتماد على تقييم الأنشطة بصورة منفصلة.

ولعل اهم النماذج والمعايير الكمية المستقرة، التي تنتمي الى مجال بحوث العمليات، والتي استخدمت في قياس كفاءة وفاعلية المؤسسات غير الربحية، والتي وظفت واخضعت

للتجريب والاختبار في هذا المجال وبشـــكل كامل ومتكامل، هو" نموذج تغليف البيانات: Data Envelopment Analysis DEA".

**مشكلة الدراسة:**

تقوم المكتبات ومؤســـســـات المعرفة بإعادة بالنظر في ترتيب مســـتويات إنفاقها وهيكلته وتحديد أولوياته وفقا للأنشـــطة والخدمات الضـــرورية التي تؤديها، ولكي يتحقق هذا الغرض يجب أن تستند عملية هيكلة وتوزيع المخصصات المالية وفقا لمقاييس وأساليب وأدوات علمية ومنهجية، اعتمادا على معياريين أســـاســـيين هما الفاعلية Effectiveness والكفاءة Efficiency.

تهتم الفعالية Effectiveness، بمدي تلبية قدرة المؤســـســـات على تحقيق أهدافها الخدمة أو الربحية، ودرجة جودة هذه الخدمات أو المنتجات وقياس مدى تأثير الخدمات والمنتجات على مستفيديها. أما الكفاءة فهي تهتم بقياس قدرة المؤسسة على أن تستثمر الحد الأدنى من مواردها وقواها البشـرية ومخصـصـاتها المالية (المدخلات)، في إنتاج أكبر حجم من المخرجات.

وبالتالي فمقياس الفاعلية Effectiveness يبرز قضـــية مهمة تتمثل في الإجابة على تساؤل هام وهو، هل النشاط أو الخدمة المكتبية قد تم تقديمها بالصورة الصحيحة كما يجب أن تكون عليه؟ أما مقياس الكفاءة Efficiency فيجيب عن تســـاؤل أكثر أهمية وهو هل تم تقديم الخدمة أو النشـــاط الصـحيح قبل أن يتم قياس فاعلية تقديمه؟ ولذا تعد قضـــية الكفاءة أكثر أهمية في الحكم على ما يجب أن تقوم المكتبة بتقديمه من خدمات يتناســـب مع طبيعة مواردها قبيل الشروع في قياس جودة ما تم تقديمه.

ويوضـح (Shim, 2003) أن قياس الكفاءة والفاعلية في أداء المكتبات يظل مصـــدر قلق مباشر لمتخذي القرار في المؤسسات الأم للمكتبات ومؤسسات المعرفة، مثلها في ذلك مثل سائر المنظمات التي تعتمد في نجاحها على أداء وتنفيذ مهامها بفاعلية وكفاءة.

كما ينسحب على المكتبات ما ينسحب على نظائرها من المؤسسات غير الربحية من صـعوبة في إثبات كفاءة وفاعلية ما يقدم من خدمات بصـورة كمية ورياضـية، وأن ما يسـتثمر فيها من مخصصات مالية له قيمة فعلية، إلى جانب إثبات أن ما تقدمه من خدمات يتسم بميزة

تنافسية لجذب المزيد من الاستثمارات أو مضاعفة المخصصات المالية من المجتمع أو أصحاب المصلحة وذلك وفقا لما أوضحه كل من (Tian & Zhang, 2018).

وعلى هذا يمكن تحديد مشكلة الدراسة في الإجابة عن تساؤل رئيس وهو " كيف يمكن للمكتبات ومؤسسات المعرفة، باعتبارها مؤسسات غير ربحية، قياس كفاءتها وفاعليتها بصورة كمية ورياضية، وذلك باستخدام نماذج بحوث العمليات وخصوصا نموذج " تحليل تغليف البيانات Data Envelopment Analysis بحيث تكون قادرة على أن تكشف بجلاء عن مدى ضرورتها للمؤسسة الأم وللمجتمع ومن ثم الاستبقاء على مخصصاتها المالية أو زيادتها؟

**أهداف الدراسة:**

يعد الهدف الرئيس من هذه الورقة البحثية هو دراسة نموذج تغليف البيانات Data Envelopment Analysis، كمقياس معياري يكفل القدرة على قياس كفاءة المكتبات Libraries Efficiency بصورة كاملة وبقيمة رياضية رقمية، وكمعيار يختلف عن مؤشرات الأداء Key Performance المنتمية لمقاييس الإنتاجية بصورة فردية والتي تعكس الجوانب الجزئية فقط لأداء المكتبات.

والى جانب هذا الهدف الرئيس هناك أهداف فرعية منها بيان المقصود بمفهوم الكفاءة النسبية، وبيان كيف يمكن تطبيقها كمعيار للحكم وقياس كفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة، وكيف يمكن قياس كفاءة المكتبات من خلال توظيف هذا النموذج بشكل تطبيقي وعملي.

**تساؤلات الدراسة**

في ضوء ما سبق، يبرز عدد من التساؤلات التي تسعي الدراسة للإجابة عنها، والتي تتمثل في:

- كيف يكفل مجال بحوث العمليات القدرة على توظيف معيار الكفاءة النسبية داخل المؤسسات غير الربحية؟ ولماذا لا تعد معايير مؤشرات الأداء الدولية والإقليمية والمحلية معايير لقياس كفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة بصورة كاملة؟
- ما المقصود بمفهوم الكفاءة النسبية Relative Efficiency؟ وكيف يمكن تطبيقها كمعيار لقياس كفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة؟

- ما هو نموذج تغليف البيانات Data Envelopment Analysis؟ ولماذا يعد أبرز النماذج توظيفا لقياس كفاءة المؤسسات غير الربحية؟
- كيف يمكن قياس كفاءة المكتبات من خلال توظيف نموذج DEA بشكل تطبيقي وعملي؟

**منهج الدراسة:**

في ظل استعراض الدراسة للجانب النظري لمجال بحوث العمليات، وإيضاح مفهومه والقضايا التي يبحث فيها وأسسه ومبادئه، فإن الدراسة في ذلك تعتمد على المنهج الوصفي التحليلي، وفي ظل قيام الدراسة بشرح وتطبيق نموذج تغليف البيانات Data Envelopment Analysis، لتوضيح القيمة الرقمية والرياضية التي تنتج عن هذا النموذج للحكم على كفاءة وفاعلية المكتبة، فسيتم توظيف الأساليب التطبيقية الرياضية والإحصائية وتطبيقها على أنظمة الحاسب في ذلك.

**الأدبيات والدراسات السابقة:**

طورت تقنية Data Envelopment Analysis لأول مرة بواسطة كل من (Charnes, et al, 1978)، لتتوالى الدراسات التطبيقية التي سعت لتوظيف هذا النموذج في مختلف المجالات العلمية والعملية، مستهدفة المؤسسات غير الربحية كمؤسسات الرعاية الصحية والتمويل والتعليم والنقل، ليتم توثيقها عقب ذلك كأحد أساليب بحوث العمليات للمؤسسات غير الربحية.

أما على صعيد مجال المكتبات وإدارة المعرفة، فتزخر أدبيات المجال بالعديد من الدراسات الأجنبية التي تناولت توظيف نموذج Data Envelopment Analysis، على صعيد قياس وتحديد كفاءة المكتبات على مختلف المستويات، فمنها ما تناول قياس الكفاءة للمكتبات العامة، وأخرى لقياس كفاءة المكتبات المدرسية، أخرى لقياس كفاءة المكتبات الأكاديمية، والتي سيتم استعراضها لاحقا، جدير بالذكر أن هذه الدراسة تعد أولى الدراسات العربية العلمية التي تتناول بالشرح نموذج DEA لقياس كفاءة المكتبات بصورة كمية.

جاءت دراسة (Easun, 1992) كأول أطروحة دكتوراة تتناول تطبيق نموذج DEA في المكتبات عام ١٩٩٢، والتي هدف من خلالها قياس الكفاءة لعدد من المكتبات المدرسية في ولاية

كاليفورنيا، من خلال تحديد مواردها وقياس حجم مخرجاتها ومقارنة عينة الدراسة من المكتبات المدرسية بعضها البعض.

أما عن أولى المقالات البحثية التي صدرت في هذا المجال فقد كانت من جانب (Kwack, 1993)، والذي تناول فيها قياس كفاءة نحو ٢٠ مكتبة جامعية في الولايات المتحدة خلال فترة من ١٩٨٩ – ١٩٩٣، وذلك وفقا لثلاث متغيرات عكست المدخلات الرئيسية والتي تمثلت في (أمناء المكتبات، مساحة المكتبة، حجم مصادر المعلومات)، وقياس ما نتج من هذه المدخلات الثلاث ممن مخرجات والتي تمثلت في متغيرين هما (حجم الزيارات للمستفيدين، وتداول مصادر المعلومات).

أما دراسة (Vitaliano, 1998) فتعد من الدراسات الرائدة في توظيف نموذج DEA في المكتبات، والتي قام بتوظيفها لقياس الكفاءة النسبية ل١٨٤ مكتبة عامة في ولاية نيويورك بالولايات المتحدة، وقد حددت الدراسة اربعة مدخلات رئيسية برمجية (يقصد بالبرمجية هنا هو قابليتها للقياس الكمي) لقياس كفاءة المكتبة وهي: (إجمال حجم مجموعات المكتبة بمختلف فئاتها وأشكالها، عدد ساعات العمل في الأسبوع، الكتب الجديدة المشتراة، إجمالي الاشتراكات في الدوريات وقواعد البيانات)، وتمثلت المخرجات المراد تحديد كفاءة المكتبات في ضوئها في: (إجمالي الإعارات السنوية لمختلف مصادر المعلومات في المكتبة، إجمالي عدد الاستفسارات المرجعية التي تم الإجابة عليها، وكانت أبرز نتائج هذه الدراسة هو تحديد فئات للمكتبات عالية الكفاءة، متوسطة الكفاءة، منعدمة الكفاءة، ولم يقتصر الأمر على ذلك فحسب، بل قامت بتحديد الأساليب البرمجية التي يمكن لكل من الفئة المتوسطة والمنعدمة أن تحسن من خلالها كفاءتها، بتقليل حجم مدخلاتها من المقتنيات، ومشتريات الكتب، في مقابل رفع مستويات الخدمة لروادها بصورة تتسم بالكفاءة والفاعلية.

قدم كل من (Tian & Zhang, 2018) مراجعة علمية حول تطبيق نموذج DEA في مجال المكتبات لقياس الكفاءة النسبية على أساس العلاقة بين المدخلات والمخرجات لتحديد المكتبات التي تتسم بالكفاءة عن قرائنها، وقد استعرض فيها العديد من الدراسات التي تناولت مختلف فئات المكتبات، واستعرض العديد من العناصر التي يمكن النظر لها كمدخلات للمكتبة ومخرجات لها، وتحديد درجة الكفاءة للمكتبة.

**مفهوم الكفاءة في مجال المكتبات ومؤسسات المعرفة:**

يوضح (Tian & Zhang, 2018) أن أحد المتغيرات الرئيسية في تمويل المكتبات، وبالتحديد المكتبات العامة، هي أن غالبية هذا النمط المكتبات يتم تنمية مواردها وتخصيص مخصصاتها المالية من الميزانيات العامة للدول أو من موارد المجتمعات، ولذا يستوجب على المكتبات في هذه الحالة معالجة قضيتان رئيسيتان: أولهما إبراز أوجه الإنفاق لهذه المخصصات والذي يجب أن يتسم بالفاعلية وبدون إهدار أو وجود مشكلات، وثانيهما إبراز مردود هذا الإنفاق على صعيد المجتمع من خلال تقديم مخرجات قابلة للقياس بصورة كمية أو كيفية بهدف التشجيع في تنمية موارد المكتبات.

وفي هذا السياق تبرز قضية الكفاءة كمحور رئيس لهاتين القضيتين، **حيث يقصد بالكفاءة Efficiency بشكل عام هي القدرة المثالية على تحويل موارد المؤسسة إلى منتجات وخدمات يمكن تقديمها في ضوء هذه الموارد**، ويمكن النظر في هذه الحالة إلى كون الموارد تمثل المدخلات، بينما تمثل المنتجات والخدمات المخرجات، ويعد مختلف الأنشطة والعمليات التي تنهض بها المكتبة هي النظام المراد قياس كفاءته في استغلاله لما أتيح له من موارد لتوليد أكبر قدر من المخرجات وبصورة تتسم بالجودة والفاعلية.

ويمكن سحب هذا المفهوم على مختلف المؤسسات، أي ان الكفاءة في هذا السياق تتمثل في قدرة المكتبات ومؤسسات المعرفة على تحويل مدخلاتها (من موارد مالية وبشرية وزمنية) إلى مخرجات (تتمثل في خدمات أو ربما منتجات خدمية).

ولكن! تبرز قضية أخري رئيسية، في قياس الكفاءة وهو أن واقعها يقدر ويحسب من خلال حجم ما ينتج، وهو الأمر الذي لا ينطبق على المؤسسات غير الربحية Non-Profit Organization، نظرا لطبيعة المخرجات الخدمية وغير الإنتاجية المقدمة منها والتي يصعب قياس مردودها بصورة كمية كما هو الحال في التعامل مع حساب المكسب في المنتجات الربحية، وفي ظل أن المكتبات تنتمي إلى المؤسسات غير الربحية Non-Profit Organization، الأمر الذي يجعل من المتغيرات التي تطبق على المؤسسات غير الربحية ينسحب على المكتبات، ولعل أبرز هذه المتغيرات هو عدم القدرة على القياس المادي أو البرمجي أو الكمي لحجم ما ينتج

منها، بل يتضـح في قياس الأثر، والذي قد يتسـم بالغموض في بعض الأحيان أو بطول الفترة الزمنية أو متغيرات أخرى قد تساهم في تصعيب عملية القياس للكفاءة.

ومن ثم تبرز عدد من التساؤلات الرئيسية في هذا الصدد، ولعل أبرزها:

- كيف يمكن لإدارة المكتبة إثبات أن ما تستثمره الحكومات والمجتمعات أو المؤسسة الأم من موارد ومخصصات مالية في المكتبات يتصف بالقيمة والفعالية في المجتمع؟
- كيف يمكن للمكتبات أن تتسم بمزايا تنافسية قابلة للقياس أمام المؤسسات الأخرى الربحية وغير الربحية لاستقطاب الموارد والمخصصات المالية؟

ولهذا لجأ الباحثين إلى تقديم حلا لهاتين المشكلتين من خلال توظيف نماذج بحوث العمليات Operation Research، وما تشمله من نماذج تعتمد على البرمجة الخطية Linear Programming كمنهجية جديدة لتحليل أداء المكتبات، وكأداة تختلف عن مقاييس الإنتاجية الفردية المستخدمة سابقا والتي تعكس الجوانب الجزئية فقط لأداء المكتبات، دون تقديم التقييم للأداء العام.

جاءت العديد من المحاولات في الثمانينات من القرن المنصرف لقياس الكفاءة للمكتبات من خلال النظر إلى الموارد المالية للمكتبة، ومصادر المعلومات والقوى العاملة بمثابة مدخلات تستخدم لقياس كفاءة المكتبة.

كانت دراسة (Zweizig & Rodger, 1987) أحد أبرز الدراسات التي قامت بهذا الصدد، ورغم ذلك اتسمت هذه الدراسة بسمة نقص تمثل في عدم قدرتها على إبراز كفاءة المكتبة بصورة كاملة، فقد كانت بمثابة إيضاح لمدى قدرة المكتبة على استغلالها لما أتيح لها من موارد، دون وجود لمستوي يقارن على أساسها.

ويمكن إيضاح فكرة المستوى الخاص بالمقارنة لقياس الكفاءة، من خلال تساؤل يتمثل في: **هل إذا اتيحت هذه الموارد لمكتبة أخرى تتصف بنفس مواصفات المكتبة السابقة هل سينتج عنها نفس حجم المخرجات؟**

الأمر الذي لفت إلى ضـرورة وجود مسـتوى أخر لقياس الكفاءة تمثل في أن تقاس إمكانيات المكتبة الأولى **بالنسبة** بالمكتبة الأخرى تتسم بذات المواصفات، الأمر الذي يسفر عن تصنيف المكتبات وفقا لدرجات تعتمد على قدرتها في استغلالها لما أتيح
لها من موارد (مدخلات) لإنتاج أكبر عدد من الخدمات التي تتسـم بالجودة والفاعلية، وفي ضـوء ذلك يتم تحديد أي من المكتبات يتسـم بالكفاءة في اسـتغلال ما أتيح لها من موارد، وأي منها لا يتسم بعدم الكفاءة في ذلك.

وقد عرفت هذه المنهجية باسـم منهج قياس الكفاءة النسـبية Relative Efficiency، والذي برز عنه ما يعرف أداة القياس المعروفة باسم مراجعات المقارنة Benchmark.

طور في سياق منهج الكفاءة النسبية Relative Efficiency لقياس كفاءة المؤسسات غير الربحية كالمكتبات، أحد أهم نماذج Models قياس الكفاءة اعتمادا على اسـتثمار المدخلات، والمقارنة بين المؤسـسـات، وقد عرف هذا النموذج باسـم نموذج تغليف البيانات Data Envelopment Analysis.

أوضح (Chen , 1997) أن نموذج DEA قد كفل فرصـة عظيمة لكشـف عن مواقع القوة التي يمكن تعزيزها في أداء المكتبات، والكشـف عن عناصـر الهدر التي يمكن أن يتم توجيهها واستغلالها لتحسين ما تقدمه المكتبات من مخرجات، حيث يكفل هذا النموذج القدرة للمؤسسات غير الربحية كالمكتبات على أن تقوم بالآتي:

- تقييم أداء المؤسـسـات غير الربحية على صـعيد كل من مدخلاتها وعملياتها ومخرجاتها والمتغيرات الأخرى، وذلك بصـورة رياضـية وكمية لتعيد المكتبات في ضـوء نتائج هذا التقييم النظر في حجم مدخلاتها والحد الأدنى المطلوب من مخرجات لها.
- دراسـة حجم الاسـتثمار الأمثل والتوظيف المثالي لحجم للمدخلات وحجم الهدر والفائض من هذه المدخلات، للحصول على مستويات الإنتاج للخدمات.
- دراسـة العلاقات التي يمكن اسـتثمارها بصـورة أكثر فعالية للتعزيز حجم وجودة المخرجات من خدمات مؤسسات المعلومات.

**الكفاءة النسبية كأحد ركائز مجال بحوث العمليات في مجال المكتبات:**

يتسم العالم في الوقت الراهن بسمتين متناقضتين، هما السعة والندرة، فالسعة تتضح في ازدياد معدلات الاحتياج وازدياد الطلب والحاجة للخدمات والارتفاع في الاستهلاك، بينما تبرز الندرة في تقلص الموارد ومصادر تمويل للأهداف والمشروعات.

ومن ثم دعت الحاجة إلى دراسة كيف يمكن تحقيق أقصى استغلال ممكن للموارد والمصادر كمدخلات والتي تتمثل في ذات الوقت بالندرة في مقابل اتساع رقعة الطلب والاحتياج ومضاعفة حجم المخرجات من خدمات ومنتجات.

وقد كانت هاتين الخاصيتين هما المحرك الرئيسي وراء التوجه نحو المنهجيات الرياضية لتحقيق هذا الغرض، ليبرز مجال بحوث العمليات Operation Research كأحد المجالات العلمية التي تعني بإجراء آليات التحليل المنهجي لإختيار أنسب القرارات لتحقيق الكفاءة والفعالية في الأنظمة لرفع كفاءتها في الإستغلال الأمثل للموارد المتاحة، من واقع تقييم كافة العمليات، والكشف عن الأنشطة التي يمكن تحسينها أو مضاعفتها أو معالجتها لإتمام الكفاءة المنشودة للنظام، والوصول إلى أعلى مستوى من العائدات المتوقعة، مع تخفيض التكاليف إلى أدنى مستوى ممكن، بجانب القدرة على التوقع لدرجات المخاطر وتقليلها إلى أقصى درجة ممكنة ورسم سياسات الوقاية منها.

وقد لجأ مجال بحوث العمليات في ذلك، لتوظيف التقنيات الرياضية، كالبرمجة الخطي Linear Programming وتحليل المسار Critical Path Analysis، ونظريات اتخاذ القرار Decision Tree ومقاييس الكفاءة النسبية Relative Efficiency وغيرها من التقنيات، بغرض إيجاد أفضل السبل للمؤسسات على استغلال مواردها ومضاعفة إنتاجها أو خدماتها.

تعود إرهاصات مجال بحوث العمليات للحرب العالمية الثانية عندما لجأت قوات الدفاع لدى دول الحلفاء وبالتحديد أمريكا وإنجلترا إلى الأساليب الكمية في حل المشاكل التي واجهتهم حينئذ في تقدير الأهداف العسكرية المراد الوصول إليها، وتوقيت الضربات الجوية، وتحديد أفضل الوسائل وأكثرها أمناً للإنزال العسكري، ونقل المؤن والأفراد.

وقد تم ذلك عن طريق تكوين فريق من العلماء المتخصصين في الرياضيات، والهندسة، والاقتصاد، بغية دراسة هذه الأهداف بصورة أقرب لمحاكاة الواقع، ثم نمذجتها بصورة رياضية بغية أختبار وتقييم أنسب الحلول وأمثلها، لاتخاذ القرار في ضوئها.

وقد حفز نجاح استخدام هذه الأساليب خلال الحرب العالمية الثانية إلى توسيع قاعدة استعمالاتها، لتستطرد عمليات التوظيف لهذه المنهجيات الرياضية في الحياة المدنية وبالتحديد في مجالات إدارة المؤسسات الإنتاجية والخدمية، للمساعدة في اتخاذ القرار وحساب متغيرات كل قرار.

وقد جاءت العديد من الأدبيات Khan (2019)، Murthy (2007)، Hildebrandt (1981)، Florence N (1954)، Informs (2016) التي رصدت محطات تطور مجال بحوث العمليات، على الصعيد الأكاديمي والمهني والتطبيقي، في مختلف مناحي الحياة الصناعية والتجارية والسياسية والعسكرية.

جاء تعريف مجال بحوث العمليات وفقا للجمعية البريطانية لبحوث العمليات Operational Research Society of Great Britain (1962) بإنه" توظيف المنهج العلمي والأساليب الرياضية في حل المشكلات المعقدة، وإدارة الموارد المختلفة من قوى بشرية وموارد وآلات في أعمال الصناعة والحكومة والدفاع والمجال الخدمي، وتقييم الأداء في الأنظمة والمؤسسات المختلفة، بغية تطوير نموذج علمي يضمن اختبار مختلف الفرضيات والعوامل والمخاطر، والتي يمكن التنبؤ بها".

كما عرف (Carter et al, 2019) مجال بحوث العمليات Operations Research بأنه "المجال الذي يعمل على استخدام الأساليب الكمية والرياضية ونظريات الاحتمالات، والإحصاء، وعلوم الحاسب، وعلوم الاقتصاد، للمساعدة في تحليل وتصميم وتقييم وتحسين أداء الأنظمة والمؤسسات، للمساعدة في اتخاذ القرار المناسب".

ويعد أكثر التعريفات صلة بموضوع هذه الدراسة هو ما ساقه (Mishra, 2004) والذي أكد على أن مجال بحوث العمليات هو "تطبيق الأساليب العلمية لتحسين فعالية العمليات والأنشطة والقرارات والإدارة للمؤسسات والأنظمة".

الأمر الذي يجعل من مجال تطبيق بحوث العمليات لا يقتصر على فئة محددة من الأنظمة أو المؤسسات، بل يمتد ليتم تطبيقه على مختلف أنماط المؤسسات والأنظمة اعتمادا على الأساليب الرياضية والكمية والإحصائية، وذلك بهدف فهم المنظمات فهما جيدا، من حيث رسالتها وجدوى وجودها وطبيعة ما يجب أن تقدمه من مخرجات على صعيد الكم والكيف،

لتحسين أداء المنظمات، وتحديد الجوانب التي يمكن التحكم فيها، وتحديد القيود الداخلية والخارجية للمؤسسة، للتصرف في ضوئها.

يؤكد (Abdel Salam, 2001) أن مجال بحوث العمليات ينطوي على معالجة القضايا والتحليل والتصميم وحل المشكلات وتقييم الأداء داخل الأنظمة والمؤسسات، على ثلاث مراحل رئيسية، هي:

- نمذجة المشكلة بصورة رياضية Mathematical Modeling: أي كتابة المشكلة في صورة صيغ رياضية، بحيث تتضمن المتغيرات المختلفة (ويقصد بالمتغيرات هنا العوامل التي ستكون قابلة للتعديل خلال المرحلة الثانية)، بغية تبسيط المواقف التي تتسم بالتعقيد تمهيدا لاقتراح حلول لها.
- تقييم الحلول للوصول للحل الأمثل Optimal Solution (والذي قد يتخذ صورة تصغير للمدخلات أو تعظيم للمخرجات من النظام)، بغية حل المشكلة التي نمذجتها في المرحلة السابقة.
- اتخاذ القرار Decision Making ويتم فيها إيصال النتيجة المثلى لمتخذ القرار، أو ربما إعادة صياغة المشكلة والعودة إلى المرحلة الأولى إذا كان الحل غير مرضٍ.

يوضح (Carter et al, 2019)، أن حجر الزاوية التي تشكل من خلاله مجال بحوث العمليات هو النمذجة وبالتحديد مجال النمذجة الرياضية Mathematical Modeling من خلال الاعتماد على الرياضيات التطبيقية.

ومن ثم يأتي التساؤل الرئيسي في هذا المقام وهو، ماذا تعني النمذجة وبالتحديد النمذجة الرياضية؟ وما هو الدور الذي تلعبه في تقديم حل لمشكلات وتقييم الأداء على صعيد المكتبات كأحد المؤسسات الخدمية غير الربحية؟

وفقا لـ (Carter et al, 2019)، يقصد بالنمذجة بإنها عملية تمثيل ومحاكاة بشكل مبسط ومثالي لكيان ما أو عملية واقعية أو نظام حقيقي.

وتتنوع فئات النمذجة في مجال بحوث العمليات، بين قطاعين رئيسيين هما:

- **قطاع النماذج الوصفية Descriptive Models:** وهو النموذج الذي يقوم بشرح ووصف النظام بشكل نصي ومسرد، وتوضيح كافة المتغيرات والقيود المختلفة، والهدف

من وراء مشـــكلة النظام، وتبرز أهمية هذه الفئة من النماذج في فهم النظام بصـــورة بسيطة وتعبيرية ونصية، أما ما يعيب هذا النموذج فهو أن الاستمرار في عملية القراءة قد تتسبب في الارتباك في إدراك مسار العمل المراد اتخاذ القرار بشأنه خاصة إذا اتسم النظام بدرجة من التعقيد.

- **قطاع النماذج الرياضية Mathematical Models:** وفي هذا النمط من النماذج يلجأ محلل النظام إلى التعبير عن كل من مدخلات النظام والمتغيرات والعمليات والقيود (يقصـــد بالقيود هنا بالعناصـــر أو الحدود التي تحد من أن يحقق النظام أقصـــى أعلى مستويات أدائه في مقابل أهدافه مثال عنصر الوقت كقيد من قيود التي تقيد الأنظمة في تحقيق أعظم المكاسب في أن كل من القوى البشرية لا تعمل بشكل مستمر بهدف زيادة الإنتاج، بل سمة قيد يتعلق بتركها فترة للراحة)، والأهداف المراد تحقيقها معتمدة على الرموز الرياضـــية كمعامل X ومعامل Y، ثم يبني النموذج وفق للمتباينات Inequality (x >= y)، ما يميز هذا النمط من النماذج هو القدرة على المضـــي قدما للوصول إلى الحل بعدد مختصر من الخطوات وبمنطق قابل للتمثيل البرمجي (اعتمادا على الرياضـــيات)، كذلك تُبرز هذه النماذج طبيعة العلاقة بين المتغيرات والقيود داخل النظام.
- أما أبرز النماذج الرياضية الموظفة في مجال بحوث الأعمال فتتمثل فيما أوضحه (Taha, 1997):

  - Linear Programming.
  - Allocation model.
  - Sequencing model.
  - Routing model .
  - Competitive model.
  - Queuing model.
  - Dynamic Programming model.
  - Simulation.

- Decision theory.
- Replacement model.
- Goal programming.
- Markov analysis.

وقد قيدت أغلب البحوث والتطبيقات الميدانية للنمذجة في سياق مجال بحوث العمليات بصورة كبيرة بالنسق الرياضي أو الخوارزميات الرياضية، لتكون البنية الأساسية التكوينية لنماذج بحوث العمليات معتمدة في ذلك على الهياكل الرياضية الكلاسيكية، كالمعادلات، والمصفوفات، والدوال، والمتباينات، والتفاضل، والتكامل.

**النمذجة الرياضية The Mathematical Modeling:**

النموذج الرياضي Mathematical Modeling هو منهجية تعمل على إيجاد العلاقة بين مجموعة من المعاملات أو عناصر النظام (سواء كانت هذه العناصر ثابتة أو متغيرة)، في صورة رياضية صحيحة، بحيث يمكن بواسطتها أن يتم تقديم الحلول الممكنة لتحقيق الهدف المنشود.

تنطوي عملية النمذجة الرياضية على مفهوم رئيسي وهو **الخوارزميات Algorithms** والتي تشير إلى سلسلة من العمليات والخطوات التي يتم إتباعها وتنفيذها خلال فترة زمنية محددة للوصول إلى نتيجة أو حل مشكلة ما، وقد تتخذ صفة التكرارية في تنفيذها أو في ظهورها، ولكن خلال نقطة معينة يتم الانتهاء منها بحيث لا تكون عملية التكرار سرمدية، وغالبا ما تعرف نقطة الانتهاء أو التنفيذ بشرط التوقف للخوارزمية، ولعل أبرز الأمثلة في ذلك هو ما يطبقه مطورو الحاسب الآلي، عند تطوير أحد برمجيات لحل إحدى المشكلات.

أما في مجال بحوث العمليات فتعرف النمذجة الرياضية من جانب (Murthy, 2007) بكونها "نمط من التمثيل الرياضي أو الوصف النظري لعدد من المتغيرات المختلفة لنظام يتسم بمشكلة ما أو يكون محل اهتمام واستفسار من جانب مجتمع الإفادة أو التعامل معه، كما أن النمذجة تكفل إجراء عدد من التجارب التي تتضمن أن يتم نمط من المناورات والتلاعب بصورة نظرية وذاتية داخل النظام (دون التأثير على واقع النظام) لإيجاد الحلول المثلى للمشكلات الموجودة بداخله.

ولعل أحد أبرز الأسباب للتوجه نحو النمذجة الرياضية للأنظمة في بحوث العمليات هو ما تتسم به واقع الأنظمة من درجات التعقيد في بنيتها، والديناميكية في عملها، الأمر الذي يجعل من الصعب إجراء والسيناريوهات التجريبية والاختبارات عليها وذلك في ظل وضعها القائم، ومن ثم تم اللجوء للمحاكاة لهذه الأنظمة من خلال النمذجة الرياضية.

أكد (Carter et al, 2019)، أن الخطوة الأولى في بناء النموذج الرياضي تكمن في تحديد الهدف والحاجة المراد تحقيقها، ثم اكتشاف المناطق التي تستطلب الدراسة والتحسين داخل النظام، ثم تحديد الجوانب التي يمكن التحكم بها في النظام والجوانب التي لا يمكن التحكم فيها، والقيود التي تحكم إجراءات النظام للوصول إلى الحل الأمثل لما يوظف له النموذج الرياضي، وأن يتسم الحل المقترح بقابلية التطبيق العملي، وأن يتسم بالمرونة لتوظيفه في النظام دون التأثير على أطرافه الأخرى، وفي ذات الوقت على المحلل في بناءه للنموذج أن يوازن بين درجة التعقيد والتسهيل للنموذج، بحيث لا يتصف النموذج بدرجات من التعقيد بالصورة التي تُصعب على متخذ القرار أو المصمم أن يتوصل للحل الأنسب للمشكلة من خلاله، كذلك يجب آلا يتسم النموذج بالبساطة الشديدة بالصورة التي يغفل فيها التمثيل الدقيق للكيانات والأنشطة داخل النظام، مما يصعب أن يتم تطبيق الحل المقدم على الواقع.

ويجدر الإشارة أن تطوير النموذج الرياضي هي عملية تتسم بالتكرار، كما يمكن للنموذج أن يتخذ أشكالا عديدة أثناء تطويره وقبل ظهوره بصورة نهائية. مشتملا على الحل الأمثل للنظام.

يوضح (Murthy, 2007) توظيف النمذجة الرياضية في مجال بحوث العمليات يكفل العديد من المزايا في حل المشكلات ودعم اتخاذ القرار، ولعل أبرز هذه المزايا:

- يوفر النموذج نهجًا منطقيًا ومنهجيًا في التعبير عن المشكلات.
- يوفر للمحلل قاعدة لفهم المشكلات والتفكير في طرق حلها.
- يكفل النموذج تجنب الازدواجية في تقديم حلول للمشكلات.
- تعمل النماذج على تحديد حدود الأنشطة، والعمليات، وكافة الإجراءات، ونطاقها.
- تساعد النماذج المحلل على إيجاد طرق أحدث بخلاف الطرق الكلاسيكية لحل المشكلات.

- تعمل النماذج على توفير الموارد كالمخصصات المالية والوقت وما إلى ذلك.
- يساعد النموذج المحلل على تبسيط التعقيدات التي تتواجد في البيئة الحقيقية.
- تعمل النماذج على التقليل من مخاطر العبث بالكيان أو النظام الحقيقي أو في الواقع، وذلك عند الحاجة لإخضاع النظام الحقيق أو الكيان لتحليل تجريبي.

**البرمجة الخطية The Linear Programming:**

هي فئة خاصة من النماذج الرياضية، ويشار إليها في كونها إستراتيجية رياضية تهتم بحل المشكلات الإدارية وتحليل الأنظمة واتخاذ القرارات في مختلف المؤسسات، حيث يمكن التعبير عن كافة المتغيرات والأهداف والقيود (كالوقت والموارد والطاقة والقوى البشرية، والماكينات) في صورة دالة خطية (أي لا تعتمد على وجود منحنيات) Linear Function ومن ثم القدرة على الوصول إلى الحل الأمثل بصورة دقيقة.

تعرف البرمجة الخطية The Linear Programming بإنها منهجية تعمل على الوصول إلى الحل الأمثل The Optimal Solution، في ظل محدودية الموارد (المدخلات، والتي قد تتمثل في الموارد المالية) من جانب، وفي ظل عدد كبير من الحلول المرشحة التي تعمل على الاستفادة والاستغلال لهذه الموارد، فيتم تطبيق هذه المنهجية لتحديد الحل الأنسب لاستغلال هذه الموارد في ضوء ما قد يفرض من قيود تتعلق باستثمارها أو استغلالها.

تشير كلمة الخطية Linear إلى وجود شرط يتمثل في علاقة التناسب بين المدخلات والمخرجات، أما مصطلح البرمجة Programming فيشير إلى كونه إجراء منهجي يتم من خلاله تصميم برنامج أو خطة عمل معينة، ويوضح (Murthy, 2007) أن مصطلح البرمجة في هذا السياق يشير إلى كونها سلسلة من التعليمات والقواعد الحسابية لحل مشكلة ما من خلال الطرق التقليدية أو اعتمادا على الحاسب الألى، كما تعد واحدة من أكثر التقنيات تنوعًا وقوة وإفادة لاتخاذ القرارات الإدارية، ويمكن استخدام تقنية البرمجة الخطية لحل مجموعة واسعة من المشكلات الناشئة في الأعمال التجارية، والحكومة، والصناعة، والمستشفيات، والمكتبات، وما إلى ذلك.

يجب أن تشتمل بنية النموذج الخطي في توظيفه للنماذج الرياضية على الخصائص الآتية والتي تتمثل في:

- يجب أن يتم تحديد هدف النموذج Objective Function (وهو حل المشكلة) في صورة واضحة وصريحة.
- يجب تحديد المتغيرات (التي تعكس مدخلات النظام المراد إيجاد حل لها) الخاصة بالنموذج في صورة كاملة.
- يجب أن يوضح في بنية النموذج القيود الهيكلية والتي تفرض على النظام في حل المشكلة.
- يجب أن يكون ناتج النمذجة لا يعكس قيمة سالبة (أي لا تعكس خسارة في حل المشكلة).
- تمثيل العلاقة بين المتغيرات والقيود (التي تفرض على النظام وحل المشكلة) في صورة خطية.

توضح (Ezzat, 2022) أن البرمجة الخطية تشتمل على عدد من المفاهيم الرئيسية والمتمثلة في:

- حل المشكلات Problem Solving: ويقصد بها في سياق البرمجة الخطية بعملية تحديد الفروق بين الحالة الفعلية للنظام (المشكلات التي توجد في النظام) والحالة المرغوب تحقيقها للنظام (النظام في حالته المثالية)، ثم اتخاذ الإجراءات اللازمة لحل هذه الفروق والاختلاف بين كلا الحالتين للنظام.
- الهدف الوظيفي The Objective Functions: وهو تعبير يشير إلى الهدف المرجو تحقيقه من خلال حل المشكلات وتطوير النماذج الرياضية، وقد يتمثل في تعظيم الاستغلال الأمثل للموارد، أو تقليل التكلفة، أو الحد من حجم المخاطر والتهديدات.
- القيود The Constraints: ويشير هذا المفهوم إلى مختلف أنماط القيود التي تفرض على النظام، فعند الحاجة لمضاعفة الإنتاج أو حجم الخدمات، تظهر عدد من القيود والتي تتمثل في قيد الوقت والذي يتمثل – على سبيل المثال - في عدد ساعات فتح المكتبة، أو قيد حجم القوى البشرية والذي لا يسمح بتقديم حجم أكبر من الخدمات، أو كقيد القوانين، كقانون العمل الذي يفرض على المؤسسة عدم مضاعفة ساعات العمل للقوى البشرية لزيادة الإنتاجية، وغيرها من القيود والتي تتنوع وفقا لطبيعة عمل المنظمة.

- المدخلات غير خاضعة للتحكم فيها Uncontrollable Inputs: وتشير إلى مدخلات النظام غير القابلة للسيطرة عليها من جانب المؤسسة أو متخذ القرار، وغالبا ما يصطلح عليها بالمتغيرات البيئية.
- المتغيرات Decision Variables: وتشير إلى المدخلات التي يمكن السيطرة عليها وإخضاعها للتحكم فيها، وتعكس في ذات الوقت البدائل التي يمكن طرحها كحلول لمشكلة ما، مثل عدد الوحدات X المراد تقديمها كمنتجات أو خدمات، أي يمكن تقليلها أو تزويدها لبيان أثر تغيير الحجم في المعالجة داخل النظام.

يمكن توضيح توظيف النماذج الرياضية في البرمجة الخطية لحل المشكلات داخل المؤسسات من خلال المثال الآتي:

فبافتراض وجود أحد مؤسسات الإنتاجية التي تستهدف زيادة حجم الإنتاج من الوحدات التي تقوم بتصنيعها، ووفقا لمعاملات البرمجة الخطية فإن الهدف والذي يعبر عنه بعبارة Objective Function يتمثل في تعظيم حجم الإنتاج Maximize للوحدات المصنعة، ولتصاغ معطيات المعادلة على النحو الاتي:

$$\text{Maximize} \quad P = 10x \qquad \textit{objective function}$$

$$\text{Subject to (s.t.)}$$

$$5x \leq 40 \qquad \textit{constraints}$$

$$X \geq 0$$

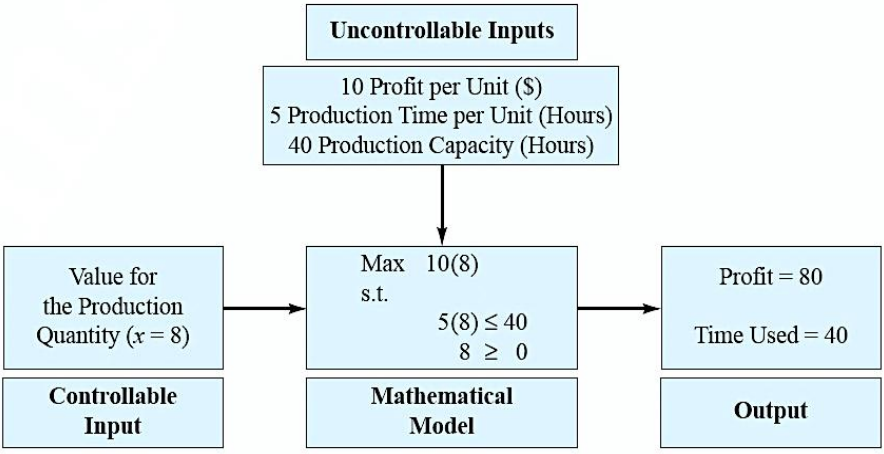
P x = 10: حيث يرمز حرف P لعملية الإنتاج Production، ويرمز حرف X لعدد الوحدات المراد إنتاجها، ويرمز رقم 10 لسعر الوحدة التي يتم انتاجها والمراد مضاعفته لزيادة إيرادات الشركة وليكن على سبيل المثال ١٠ $.

- تشير عبارة Subject to إلى أنه يجب أخذ في الاعتبار ما سيرد من قيود تتعلق بعملية الإنتاج.

- Constraints: وتشير إلى القيود التي يجب مراعاتها والتي تتمثل فيما يلي:
- قيد الوقت المستغرق في إنتاج الوحدة الواحدة والذي يتمثل في الرمز 5X والذي يعني أن إنتاج الوحدة الواحدة يستغرق ٥ ساعات عمل.
- ويشير المعامل => (أصغر من أو يساوي) إلى أن إجمالي إنتاج الوحدات (والتي تستغرق الوحدة الواحدة منهم نحو ٥ ساعات في إنتاجها) يجب ألا يزيد عن ٤٠ ساعة عمل.
- حيث تشير القيمة 40 إلى قيد آخر وهو أن إجمالي عدد ساعات العمل يشترط أن تكون ٤٠ ساعة فقط ولا يجب أن تزيد عن هذا الرقم.
- أما المطلوب هو تحديد أقصى عدد من الوحدات المراد إنتاجها في ظل ٤٠ ساعة عمل، وفي ظل أن إنتاج الوحدة الواحدة يستغرق ٥ ساعات عمل.
- فإن زيادة عدد الوحدات المنتجة يعني مضاعفة المكاسب، ومن ثم الوصول للهدف وهو مضاعفة إيرادات الشركة، من خلال الوصول لأقصي عدد ممكن من عملية إنتاج الوحدات، وفي ضوء القيود المحددة سلفا.
- وتتمثل الفرضية في هذا الحالة هو استبدال معامل X في المعادلة (40=>5X) بقيمة رقمية بحيث يتم ضربها في المعامل 5، وقياس عما إذا كان ناتج هذا الضرب يساوي لقيمة ٤٠ أو أصغر منه.
- فبافتراض أن عملية التعويض لمعامل X في المسألة السابقة سيكون بقيمة رقم ٣، والذي يعني إنتاج عدد ٣ وحدات خلال مدة ٤٠ ساعة عمل فسيكون ناتج المعادلة 15 = (3)5، أي يعني أن معدل الإنتاج للوحدات يتمثل في ٣ وحدات، وبضرب قيمة ٣ في معامل ١٠، والذي يعكس سعر الوحدة للبيع، فسيكون إجمالي الربح هو ٣٠ دولارا.
- وبتطبيق قيد الوقت على قيمة X المتمثلة في رقم ٣، فإن ناتج ضرب (عدد ساعات العمل المستغرقة في انتاج الوحدة الواحدة) والذي يتمثل في ٥ ساعات في عدد الوحدات المقترحة، وألا يجب أن يزيد عن ٤٠ ساعة، ومن ثم بإجراء تعويض في المعادلة سيكون ناتج الشرط هو 15=(5).(3) ومن ثم تعد قيمته أصغر من أو يساوي ٤٠ وبالتالي فإن إنتاج ٣ وحدات يعد تعظيم للربح، لإن عائد عملية البيع أو المكسب ستتمثل في 30 = (3) 10، أي أن حجم الإيرادات من إنتاج ٣ وحدات خلال ٤٠ ساعة

عمل يتمثل في ٣٠ جنيها، وهو الأمر الذي يعكس تعظيم أو تحقيق أقصى ربح ولكن لا يمثل أقصى ربح ممكن.

- فببساطة عند استبدال قيمة ٣ بقيمة أكبر وهي ٥ والتي تعني إنتاج ٥ وحدات بسعر ١٠ جنيهات للوحدة فسيكون الربح من خلال ضرب عدد الوحدات 50 = (5) .(10)، ومن ثم فإن مضاعفة وزيادة عدد الوحدات المنتجة سيسفر عن زيادة الربح.
- والتساؤل الذي يطرح نفسه في هذا السياق هو، هل عملية مضاعفة عدد الوحدات المنتجة (أي استبدال قيمة ٣ أو ٥ برقم آخر) يحكمه قيد؟ الإجابة نعم.
- فعند زيادة حجم الوحدات المنتجة إلى قيمة ٩ وحدات، سيسفر هذا الأمر عن عدم تحقيق قيد عدد ساعات العمل (والتي تشترط ألا تزيد عدد ساعات العمل عن ٤٠ ساعة في الأسبوع، (فمن خلال إجراء تعويض في معادلة القيد وهي 45 = (9) .5) ، أي أن إنتاج ٩ وحدات يستلزم ٤٥ ساعة عمل أسبوعيا وهو أمر يتعارض مع القيد الذي يلزم ألا تزيد عدد ساعات العمل عن ٤٠ ساعة أسبوعيا.
- ومن ثم فإن أقصى قيمة تحقق أعلى إنتاجية، وتحقق قيد الإنتاج، تتمثل في إنتاج ٨ وحدات أسبوعيا خلال ٤٠ ساعة عمل، لتحقق ربح قدره ٨٠ جنيها في الأسبوع، كما هو موضح في الشكل التالي:




**شكل رقم (١) يوضح توظيف النمذجة الرياضية داخل البرمجة الخطية لحل المشكلات وفقا لرؤية (Ezzat, 2022).**

**الكفاءة النسبية Relative Efficiency كمعيار لقياس كفاءة المكتبات:**

تعد أبرز المقولات العلمية والقواعد الذهبية في مجال بحوث العمليات مقولة الباحث Peter Drucker "... بأن ما لا يمكن قياسه لا يمكن إدارته..."، ولهذا تركز هذه الدراسة على آليات قياس الكفاءة في تحديد عدد الخدمات التي يجب المكتبات أن تقوم بتقديمها في ضوء ما حدد لها من موارد، وآليات الاستغلال الأمثل للموارد لمضاعفة حجم الخدمات في ضوء مواردها.

ينظر إلى المكتبات ومؤسسات المعرفة على كونها مؤسسات تعمل على توفير عدد من المهنيين المحترفين والمؤهلين والخبراء والمضلعين بإجراء عمليات التشغيل المشروط بغرض تحويل الموارد القابلة للقياس الكمي (المدخلات: مخصصات مالية، مصادر معلومات، قوى بشرية رئيسية ومساعدة، تسهيلات لوجيستية) إلى مجموعة من الخدمات التثقيفية والتعليمية والترفيهية والمقدمة لأفراد مجتمع الإفادة منه (المخرجات).

ومنذ مطلع العقد الثامن من القرن العشرين، خضعت العديد من المكتبات في الولايات المتحدة والعالم للعديد من دراسات جدوى الإفادة وفاعلية التكلفة وقياس الكفاءة لخدماتها على صعيد حجم ما ينفق من موارد، وما يخصص لها من ميزانيات في ظل ندرة الموارد، في مقابل ما يقدم من مردود وأثر تحدثه المكتبات من خلال أنشطتها وخدماتها المقدمة، ولتتبع هذه الدراسات عدد من المسائلات الرسمية من جانب المسؤولين، والتي أفضت للكثير من التغييرات الثورية في إدارة المكتبات بوجه عام، ولعل أبرزها ما عرف بالقيمة التنافسية والتي جعلت من المكتبات (على الرغم من كونها مؤسسات خدمية) تتنافس هي الأخرى للحصول على الموارد من المجتمع، وذلك من خلال إبراز ما تقدمه من قيمة إضافية من جدوي وجودها في المجتمعات والأثر الذي تحدثه من خلال ما تقدمه من خدمات وأنشطة.

ولتتوالى التغييرات التكنولوجية والتعليمية والمجتمعية والسياسية والاقتصادية ذات الأثر على المكتبات على صعيد أنشطتها وخدماتها وتحولها من أشكالها التقليدية لأشكال رقمية تفاعلية، ومن هذه المتغيرات ما قد امتدت أثره لدراسة جدوى وجود المكتبات في ظل وجود أدوات البحث والإتاحة الأخرى لمصادر المعلومات، ولكن يعد متغير جائحة كورونا Covid 19 أبرز هذه المتغيرات التي كان لها عظيم الأثر في إعادة تشكيل النظر في المكتبات ومؤسسات

المعلومات وحجم ما يجب تقديمه، شـأنها في ذلك شـأن مختلف المؤسـسـات الربحية وغير الربحية، الأمر الذي شكل تهديدا لوجود المكتبات، ولتقوم المؤسسات والمجتمع بإعادة النظر في مختلف مدخلات نظام المكتبات من مخصصات مالية وموارد بشرية ومصادر معلوماتية، وما تقدمه من خدمات وأنشطة وجدوى تمويلها والإنفاق عليها.

ولعل أبرز المؤشـرات التي سـيقت في هذا السـياق ما أورده تقرير Covid Impact SPARC Survey في نهاية عام ٢٠٢١، من مؤشـرات تعكس العديد من التهديدات والتحديات الرامية إلى أن تعيد المكتبات ومؤسـسـات المعرفة النظر في أهدافها وسـياسـاتها وسـبل تقييم وقياس أدائها في ضوء هذه الجائحة والتي سبق الإشارة إليها.

ومن ثم دعت الحاجة إلى ضـرورة قياس مدى كفاءة المكتبات ومؤسـسـات المعلومات من خلال ما يقدم لها من مصادر تمويلية ومخصصات مالية لاستبقاء ما تقدمه من أنشطة.

والسـؤال الذي يطرح نفسـه في هذا السـياق هو كيف يمكن قياس كفاءة اسـتخدام الموارد للمكتبات كأحد المؤسـسـات الخدمية في ضـوء النمذجة الرياضـية ومجال البحوث العمليات، لتحديد ما يجب أن تقوم المكتبة بتقديمه من خدمات؟ أي ما هو الحد الأدنى وما هو الحد الأقصـى لعدد الخدمات التي يجب أن تقوم بتقديمها المكتبات في ضـوء ما توافر لها من موارد؟ وكيف يمكن تحقيق الاسـتغلال الأمثل لهذه الموارد لتعظيم حجم الخدمات وتقليل التكلفة؟

وذلك على غرار ما يتم قياسـه من كفاءة اسـتخدام الموارد للمؤسـسـات الإنتاجية، ويمكن توضـيح جوهر الصـعوبة في ذلك من خلال إيضـاح أن مؤسـسـات الربحية يتم قياس كفاءتها الإنتاجية في صورة كمية من خلال حساب عدد المدخلات على عدد المخرجات في ضوء القيود المحددة لها، أي **النسـبة بين ناتج السـلع والخدمات ومدخلات الموارد المسـتهلكة في عملية الإنتاج ويتم حسابها بصورة كمية.**

حيث يمكن حساب الكفاءة في المؤسسات الإنتاجية من خلال المثال الآتي:

- أولا: يتم حساب الوقت المعياري المطلوب لإنشاء المنتج، وليكن ٧٥ ساعة.
- ثانيا: يتم تحديد عدد سـاعات العمل الفعلية التي تسـتغرق لإنشـاء هذا المنتج من جانب العاملين ولنفترض أنها ٦٠ ساعة عمل.

- ليتم حساب كفاءة تقديم المنتج من خلال قسّمة ساعات العمل المعيارية على مقدار الوقت الفعلي للعمل، ثم ضرب النتيجة في ١٠٠ ليكون الناتج: (٦٠/٧٥) * ١٠٠ = ٨٠، أي أن كفاءة المستخدمة في إنتاج المنتج تصل إلى ٨٠٪ من المراد استغلاله.

أما الوضع في المؤسسات الخدمية كالمكتبات فيختلف من حيث أن ما ينتج من خلالها لا يتسم بالقياس الكمي في مقابل ما يضخ لها من مدخلات قابلة للقياس الكمي، الأمر الذي يمثل صعوبة وتحديا، مما يبرز تساؤلا رئيسيا كيف يمكن قياس كفاءة الاستغلال للموارد في تحديد الخدمات المطلوبة للمكتبة في ضوء حجم مواردها؟

جاءت العديد من الدراسات في أدبيات المجال التي تركز على إبراز مستوى الكفاءة من خلال التوجه إلى تطوير معايير للتقييم مستندة لمؤشرات الأداء Performance Indicators، ليكون المعيار بمثابة تجميع لعدد من مؤشرات قياس الأداء كل مؤشر يهتم بقياس كفاءة الأداء داخل نشاط معين من أنشطة المؤسسة، وقد تم طرح العديد من المواصفات الدولية والإقليمية والمحلية الساعية التي تعكس توظيف مؤشرات قياس وتقييم الأداء لأنشطة المكتبات، والتي يعد أبرزها:

- **مواصفة ISO 16439:2014: Methods And Procedures For Assessing The Impact Of Libraries:** وهي من المواصفات الحديثة في مجال المكتبات، وتهدف لتقييم أثر المكتبات في سياق التخطيط الاستراتيجي وإدارة الجودة الداخلية للمكتبات، وتركز على دور المكتبات في قضايا التعلم، والبحث، والتعليم، والثقافة، والحياة الاجتماعية، والاقتصادية.
- **مواصفة مؤشرات الإتحاد العربي للمكتبات والمعلومات AFLI لقياس أداء المكتبات:** اشتملت في تغطيتها على أربع فئات من المكتبات وهي المكتبات الوطنية، والعامة، والأكاديمية، والمدرسية. وقد تضمنت المؤشرات نحو ٢٠٩ مؤشرا.
- **مواصفة ISO 2789:2013 International Library Statistics:** وهي مواصفة تعمل على تحديد القواعد الخاصة بجمع الإحصاءات وإعداد التقارير عن خدمات المكتبات والمعلومات.

- **مواصفة ISO 11620:2014: Library Performance Indicators:** تضم مجموعة من مؤشرات أداء المكتبات، مشتملة على وصف لمؤشرات الأداء وكيفية جمع وتحليل البيانات اللازمة لذلك.
- **مواصفة ISO/TR 28118:2009: Performance Indicators For National Libraries:** تضم مؤشرات أداء تخدم مجالات عمل المكتبات الوطنية حيث أن لها وظائف تختلف عن بقية المكتبات الأخرى مثل الإيداع القانوني والببليوجرافيا الوطنية وحماية الملكية الفكرية وغيرها.

وعلى الرغم من أهمية مؤشرات الأداء السابقة إلا أنها تتسم بالعديد من مواطن الضعف والتي تتمثل في:

- أن هذه المعايير أنشئت في ضوء الأبعاد التقليدية والمناهج الكلاسيكية في تقييم أداء المكتبات من حيث تركيزها على المدخلات الخاصة بالمكتبة (حجم المخصصات المالية، عدد العاملين، حجم مصادر المعلومات، سعة الاستيعاب للمستفيدين..) حيث تفضي هذه القاعدة أن كلما زادت حجم المدخلات أدي ذلك إلى مستوي عال من الخدمات، في إغفال منها أن زيادة مصادر المعلومات لا يعكس كمؤشر مستوى الإفادة منها.
- ارتكزت بعض من هذه المؤشرات على قاعدة قياس المخرجات كمؤشر للأداء، ولكن تتسم هذه القاعدة للتقييم على أنها تعمل على توضيح كفاءة المخرج وفاعليته في استثمار ما خصص لها من موارد، دون قياس الأثر، أي أن التركيز على المخرجات كمقاييس يغفل عامل الجودة لهذه المخرجات.
- تعمل هذه المؤشرات بصورة فردية، ولذلك تتسم بعدم قدرتها بمفردها على إعطاء الصورة الكاملة عن أداء المكتبات، فالمكتبة تعتمد على العديد من المدخلات التي تتكامل معا لتقديم العديد من المخرجات، ولكن تعمل هذه المعايير على التقييم لكل من المدخلات والمخرجات في صورة منفصلة.
- عدم تكامل مقاييس الأداء مع بعضها البعض والمرجعية في ذلك تعود إلى عدم الاستناد إلى نموذج Model في وضع المعايير يوضح الدور الذي تلعبه المدخلات في

الحصـــول على المخرجات، ومن ثم قياس مدى ما يمكن أن تثمره المكتبة من خدمات من واقع طبيعة المدخلات.

ويجدر الإشـــارة إن هذه المعايير على الرغم من قوتها في الحكم على واقع كفاءة أداء نشاط ما داخل المكتبات، إلا أنها تفتقر إلى الإجابة على تساؤل رئيسي، مفاده هل هذه المؤشرات تكفل الحكم على كفاءة المؤســـسة ككل؟ وذلك في ظل أن كل مؤشـــر يوجد بداخل هذه المواصفات يتعامل مع كل نشاط على حدي دون وجود مؤشر تكاملي يوضح وضع المكتبة ككل؟

فمختلف المؤشـرات الأداء السـابقة تسـتند في بنيتها وفي الأسـاس المنهجي الذي طورت فيه إلى النهج التقليدي لقياس الكفاءة والفاعلية، (إن لم تكن قد صـممت في الأسـاس لقياس فاعلية الأنشـــطة دون كفاءتها) هذا النهج يعرف باســـم قياس إنتاجية المعامل بصـــورة فردية Single Factor Productivity Measures، والتي تركز على قياس فاعلية كل نشـاط من أنشـطة المكتبة ولكن بصـورة فردية، دون إبراز للعلاقة بين هذا النشـاط والأنشـطة الأخرى التي تتم في المكتبة، الأمر الذي يسـفر عن إيضـاح أن المكتبة تتسـم بالقوة والفاعلية في نشـاط ما، وتتسـم بالضـعف وعدم الكفاءة أو الفاعلية في نشـاط آخر، ولكن هل يكفل معرفة أن المكتبة تتسـم بالكفاءة في نشـــاط ما، وعدم الكفاءة في نشـــاط آخر، معرفة عما إذا كانت المكتبة تتســـم بالكفاءة بصـورة كاملة؟ الإجابة تتضـح في أن عملية التقييم من خلال هذه المؤشـرات لا تعطي الصـــورة الكاملة عن مســـتوى كفاءة وفاعلية المكتبة ككل، بل تبرز فاعلية ونشـــاط معين في المكتبة.

هذا الأمر الذي يتنافى مع طبيعة المكتبة كنظام، حيث تتفاعل فيه مختلف الأنشـطة مع بعضـها البعض، بل وتتكامل فيما بينها لتحقيق أهداف المؤسـسـة، ومن ثم لجأت الدراسـات والأبحاث للبحث عن توظيف مقاييس أخرى لقياس كفاءة وفاعلية المكتبة ككل والذي تمثل بوضـــوح في اللجوء إلى مجال بحوث العمليات والذي يهتم بدراســـة وتقييم كفاءة وفاعلية المؤسـسـات غير الربحية (والتي يعد من ضـمنها المكتبات)، من خلال أسـاليب ونماذج Models رياضية وكمية تكفل حساب كفاءة وفاعلية المؤسسة بصورة كاملة (ليس على مستوي النشاط فحسب).

ويمكن إيضاح الفكرة في أن ناتج هذه المؤشرات يوضح أن المكتبة تعد قوية وكفؤة في نشاط ما، ولكن لا تعد قوية في نشاط آخر، فكيف يمكن الوصول للحكم النهائية على أن المكتبة تتسم بالكفاءة أو عدم الكفاءة في ظل الاعتماد على مؤشرات تستهدف أجزاء من المكتبة، ولا تتكامل مع بعضها البعض؟

القضية الرئيسية التي أغفلتها هذه المواصفات هي **التكاملية** بين مؤشرات القياس للأداء، حيث جاء تطوير هذه المعايير لمؤشرات الأداء بحيث تكون تجميعا للعديد من المقاييس بحيث يركز كل مقياس على قضية واحدة فقط، دون تكامل مع المقاييس الأخرى، أي أن كل نشاط من أنشطة المكتبات يقوم بقياس كفاءة الأداء فيه بشكل مستقل فعلى سبيل المثال، يعد التزويد أحد أنشطة المكتبات، والتي يراد قياس كفاءة الأداء له، وتعد الفهرسة نشاطا آخر، ويعد الإعارة نشاطا آخر، ولكل نشاط من هذه الأنشطة مدخلات خاصة به، كعدد الموظفين، وحجم مصادر المعلومات، والمخصصات المالية، وينتج عن كل نشاط من هذه. الأنشطة عدد من المخرجات الخاصة به مثل عدد الكتب التي تم فهرستها خلال فترة زمنية معينة، وهنا تقوم مؤشرات القياس للأداء بعمل تقييم لكفاءة هذا النشاط من حيث مدخلاته ومخرجاته، ولكن كل لحاله، دون ربط أو تكامل بالمقياس الآخر، وذلك في ظل الطبيعة المعقدة لأنشطة المكتبات تزداد معه التعقيد في قياس كفاءة المكتبة كاملة.

ومن ثم تم اللجوء إلى النماذج الخاصة ببحوث العمليات والتي تعتمد على قياس الأداء من خلال قياس حجم المدخل الواحد في مقابل حجم المخرجات المتعددة وذلك لتوصيف وقياس الأداء، ثم مراجعة هذا الأداء ومدى الكفاءة من خلال مقارنته مع المكتبات المماثلة له، الأمر الذي يسفر عن معرفة كفاءة المكتبة كاملة دون تقييم جزئي لكل نشاط فيها على حدي، وليثمر أن تكون أحد المكتبات بمثابة Benchmark في ظل كونها مكتبة فعالة وتتسم بالكفاءة في مختلف أنشطتها، ويتم ذلك من خلال. الاعتماد على نموذج DEA.

أتضح من استعراض عيوب المعايير والمواصفات ومؤشرات الأداء التقليدية تغفل جانب مهما في تقييم الأداء وهو قياس كفاءة المؤسسة كاملة.

فتم اللجوء إلى المفاهيم النسبية، من خلال قياس كفاءة المكتبة اعتمادا على معيار المقارنة، ويمكن توضيح دور هذا المعيار من خلال إدراك أن كفاءة المكتبات التي تنتمي إلى ذات الفئة تقوم بتقديم خدمات مماثلة، وأن كفاءة المكتبة يمكن أن تتضح بصورة نسبية من خلال

مقارنتها مع أقرانها من المكتبات المماثلة، أي أن المكتبة قد تتسم بالكفاءة من خلال إيضاح أو إظهار أن أنشطتها لها مردود محتمل بصورة أكبر عن غيرها من المكتبات المناظرة لها.

أي بعبارة أخرى يمكن قياس كفاءة المكتبات (في ظل كونها مؤسسات غير ربحية) من خلال اللجوء لمعيار ومفهوم النسبية، والذي يتمثل في هذا الصدد بإن يتم قياس الكفاءة للمكتبة من خلال مقارنتها بقرائنها من المكتبات المماثلة لها، على صعيد حجم ما تم إنفاقه من موارد في نشاط ما داخل كل مكتبة، وحجم ما تم إنتاجه من خدمات من واقع استثمار هذه الموارد، وذلك على مستوى المكتبات التي تعقد بينها المقارنة، هذا الأمر يطلق عليه اللجوء إلي أساليب غير مباشرة كالمقارنة بين المؤسسات لقياس الكفاءة مفهوم الكفاءة النسبية The Relative Efficiency.

يعرف مفهوم **بالكفاءة النسبية Relative Efficiency** بإنه مقياس يوضح مدى كفاءة مجموعة من الكيانات (المكتبات على صعيد المثال) في استخدامها لمدخلاتها (المصادر والموارد) لإنتاج عدد من المخرجات، من خلال مقارنتها بعضها البعض، وليس من خلال وجود مؤشرات وقيم مثالية، بهدف الوصول للكيان النموذجي والذي يعد بمثابة قيمة مرجعية Benchmark لتقييم أداء أنشطة الكيانات المماثلة من خلاله.

هذا الأمر الذي يكفل للمكتبات الوصول إلى قضية مهمة وهو التحديد الصحيح لما يجب على المكتبة القيام به، قبيل تحسين وضبط ما يتم تقديمه من خدمات.

ومن ثم يعتمد هذا المفهوم على يتم إجراء التقييم للكفاءة للمؤسسة كاملة في ضوء وجودها مع المؤسسات المناظرة لها، وذلك رغم تباينها فيما بعضها البعض على صعيد مدخلاتها ومخرجاتها بصورة غير متكافئة، وهو الأمر الذي يمكن تشبيهه بالحكم على أفضلية أي من المكتبات يتسم بالكفاءة في استغلال مواردها، في ظل أن تقوم المكتبة على سبيل المثال بتقديم ١٥ خدمة في ضوء توافر ٨ مدخلات لها، والأخرى تنتج ١٠ خدمات في ضوء توافر ٨ مدخلات لها، ويتمثل مقياس الكفاءة النسبية في المعادلة الآتية:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{مجموع المخرجات}}{\text{مجموع المدخلات}}$$

**كيفية توظيف نموذج DEA، وحساب كفاءة المكتبات:**

قدم هذا النموذج لأول مرة عام ١٩٧٨ على يد (Charnes, 1978) في مقالة بعنوان Measuring The Efficiency Of Decision Making Unit.

وقد فتح نموذج DEA مجالا أوسع لقياس كفاءة المكتبات باستخدام أساليب البرمجة الخطية، ويعد نموذج DEA أحد أشكال المقارنات المرجعية التي يمكن استخدامها لقياس وتحسين الأداء في كافة المنظمات، ومن بينها المكتبات ومؤسسات المعرفة، ويمكن قياس كفاءة مكتبة ما بالمقارنة مع مرجع أمثل من المكتبات في كل مجموعة من مجموعات المكتبات (العامة، المتخصصة، المدرسية)، وكذلك اقتراح التحسينات اللازمة لكفاءة المكتبة غير الكفؤة.

وتعتمد هذه التحسينات على تحديد الفائض غير المستغل للمدخلات مع ثبات حجم المدخلات، أو تعظيم حجم وجودة المخرجات مع تثبيت للمدخلات.

وتعتمد الفكرة الرئيسية لهذا النموذج على المقارنات المرجعية Benchmarking بين المكتبات ذات النوع الواحد، وذات الأنشطة المتماثلة، أو المقارنة بين فروع المكتبات التي تتشابه في الأنشطة، أو مقارنة الأنشطة زمنيا داخل المكتبة الواحدة، وذلك بهدف الحصول على أفضل الممارسات، ومن ثم بناء مؤشرات الأداء التي تناسب هذه المكتبات، ثم تقوم المكتبات بإجراء التحسينات اللازمة في ضوء نتائج المقارنات المرجعية Benchmarking.

يقصد بالمقارنات المرجعية Benchmarking في هذا الصدد هو البحث عن أفضل الممارسات في المكتبات، وبالتالي يمكن لنتائج هذه المقارنات أن تساعد أدارة المكتبة على النظر في ممارسات المكتبات الأخرى ومعرفة مدى قربها أو بعدها عن تلك الممارسات ومن ثم المساعدة في تحسين الأداء.

تتمثل الفكرة الأساسية لهذا النموذج على إجراء تحديد لمستوى الكفاءة من خلال عقد مقارنة بين عدد من المكتبات المنتمية لذات الفئة، وتحديد أكثر المكتبات كفاءة بين جميع المكتبات داخل هذه المجموعة، ويطلق على المكتبة التي تتسم بالكفاءة مصطلح Decision DMU Making Unit، والتي تعكس مستوى الكفاءة الأمثل ويطلق على هذا. المستوى من الكفاءة Pareto-Optimal لتتخذ كمعيار أو أداة مرجعية للمقارنة بين جميع المكتبات الأخرى.

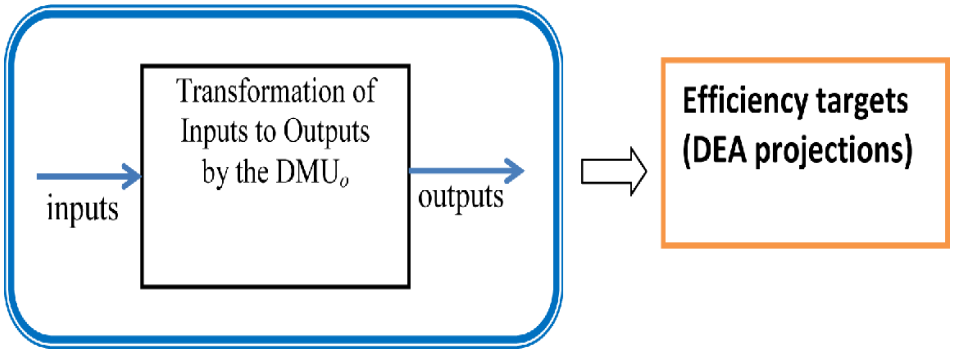
ويعد أبرز النماذج التي تستخدم لقياس الكفاءة النسبية نموذج Data Envelopment Analysis كأحد أساليب مجال بحوث العمليات القائم على توظيف النماذج

الرياضية والبرمجة الخطية في قياس وتقييم الكفاءة للمكتبات على صعيد نسبي من حيث ما يجب أن يقدم من خدمات.

تعد المبررات الرئيسية وراء توظيف هذا النموذج في المكتبات (كأحد المؤسسات الخدمية غير الربحية) هي:

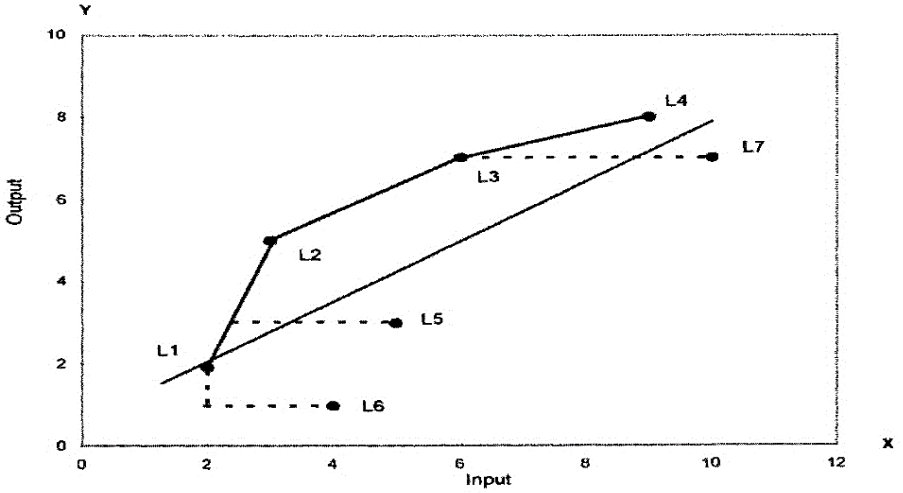
- قدرة نموذج DEA على تقييم كفاءة المكتبة من خلال اشتقاق درجة واحدة مجمعة، تشير إلى حالة أداء كل مكتبة بالنسبة لأقرانها من المكتبات المناظرة لها.
- يعمل هذا نموذج DEA من خلال الوصول إلى درجة كمية تعبر عن كفاءة المكتبة ويتم في ضوئها تحديد أية مكتبة تتسم بالكفاءة وأي منها لا يتسم بالكفاءة، من واقع استثمارها لكل مدخل من مدخلاتها في مقابل مخرجاتها.
- يكفل نموذج DEA القدرة على تحديد مناطق الركود في المدخلات أو المصادر المستخدمة والتي لم يتم استغلالها في عمليات التشغيل، والكشف أيضا عن الخدمات التي لا يتم التفاعل معها من جانب المستفيدين، ومن ثم يوفر هذا النموذج القدرة على الحفاظ على المدخلات للمكتبة بعدم الهدر لها في خدمات غير فعالة، وتعظيم وزيادة أو الحفاظ على الخدمات الفعالة، لينقل هذا النموذج في هذه الحالة المكتبة من وضعها غير الكفؤ لوضعها الفعال والكفؤ.
- يكفل نموذج (DEA) سمة من العدالة في عملية التقييم وقياس الأداء للمكتبات، للتعامل مع المدخلات والمخرجات غير المتكافئة داخل مجموعة المقارنة، وذلك من خلال توليد أوزان رياضية لكل مدخل وكل خدمة اعتمادا على البرمجة الرياضية.

درجة الكفاءة في نموذج DEA من خلال تحديد المدخلات والمخرجات للكل مكتبة، ثم حساب الكفاءة لكل مدخل ومخرج لهم علاقة ببعضهم البعض.




**شكل رقم (٢) حيث يوضح (Fukuyama, 2014) الفكرة الرئيسية لنموذج .DEA**

يمكن توضـيح كيفية عمل النموذج، بافتراض وجود سـبع مكتبات (وحدات DMU) لكل منها مدخل ومخرج واحد فقط، حيث يتم تعيين هذه المكتبات على رسـم بياني لقيم الإحداثيات المرتبطة بالنقاط من L1 إلى L7 كما هو موضـح في الشـكل ٢، حيث يتم تمثيل المدخلات على المحور الأفقي (X) ويتم تمثيل المخرجات على المحور الرأسي (Y).




**شكل رقم (٣) يوضح تمثيل كفاءة المدخلات والمخرجات للمكتبات وتحديد الجهة الفاعلة لهم**

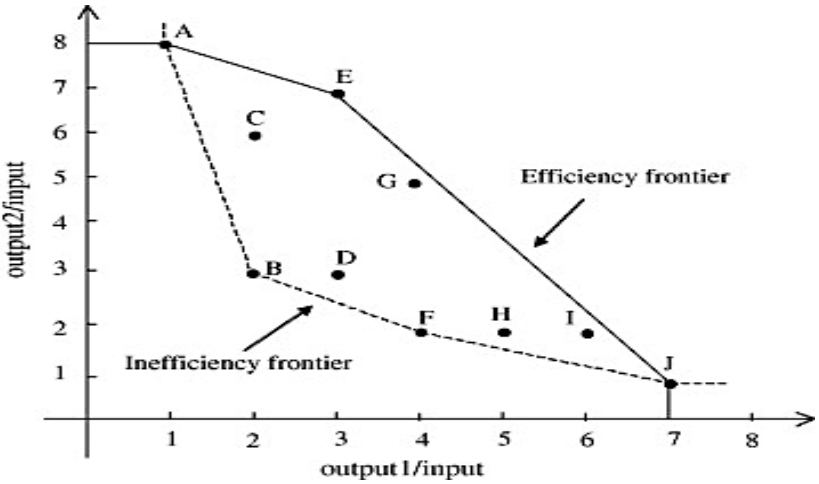
فعلى سبيل المثال:

- تستخدم المكتبة الأولى (l1) وحدتين من المدخلات وتنتج وحدتين من المخرجات (٢،٢).
- بينما تستخدم المكتبة الثانية (L2) ٣ وحدات من المدخلات لإنتاج ٥ وحدات من المخرجات.
- بينما تستخدم المكتبة L3، عدد ٦ مدخلات لإنتاج عدد ٧ مخرجات.
- بينما تستخدم المكتبة L4، عدد ٩ مدخلات لإنتاج عدد ٨ مخرجات.
- بينما تستخدم المكتبة L5، عدد ٥ مدخلات لإنتاج عدد ٣ مخرجات.
- بينما تستخدم المكتبة L6، عدد ٤ مدخلات لإنتاج عدد ١ من المخرجات.
- بينما تستخدم المكتبة L7، عدد ١٠ مدخلات لإنتاج عدد ٧ مدخلات.

يتضح من خلال الرسم البياني أن أفضل مستويات الكفاءة للمكتبات يتمثل في المكتبات التي تشغل الجزء الأيسر العلوي من الرسم البياني، حيث يكون حجم المدخلات منخفضًا، ولكن المخرجات والناتج مرتفعا.

باستخدام البيانات السابقة، يقوم نموذج (DEA) بتكوين مجموعة من الوحدات في مجموعة المقارنة (المكتبات السبع) لتكون بمثابة ما يعرف بحد الكفاءة Efficient Frontier والذي يتمثل في الخط الذي يشتمل على المكتبات التي تتسم بالفاعلية والكفاءة متصلة مع بعضها البعض بخط واحد، بحيث تشير النقاط التي رسم عليها إلى المكتبات التي تتسم بالكفاءة والفاعلية، وما يقع تحت هذا الخط أو بداخله المكتبات التي لا تتسم بالكفاءة في استثمار مدخلاتها في إنتاج المخرجات، أي أن الخط الذي يمثل حد الكفاءة Efficient Frontier يقوم بتغليف المكتبات التي لا تتسم بالكفاءة مقارنة بنظائرها ولهذا سمي هذا النموذج بنموذج تغليف البيانات Data Envelopment.

يعرف بحد الكفاءة Efficient Frontier بإنه الخط البياني الذي يعبر عن العلاقة بين كفاءة المدخلات بالمخرجات للمؤسسة من خلال محورين أحدهما أفقي والآخر رأسي، بحيث يشتمل على القيم التي تعكس أعلى مستويات الكفاءة في استثمار المدخلات للمكتبة كما هو موضح في الشكل الآتي:




**شكل رقم (٤) يوضح حد الكفاءة في نموذج DEA.**

وفي الشـــكل الســـابق تمثل حد الكفاءة في المكتبات من L1 إلى L4، وذلك لعدم وجود مكتبات على الجانب الأيسـر منها تعكس مسـتوى أعلى من الكفاءة، أما المكتبات من L5 إلى L7 يتم تقييمها على أنها غير كفؤة في تحليل نموذج DEA.

السـؤال الذي يطرح نفسـه في هذا السـياق: كيف يمكن حسـاب الكفاءة للمدخلات المتعددة في مقابل المخرجات، أي بعبارة أخرى كيف يمكن حســـاب الكفاءة من خلال علاقة مدخل واحد بأكثر من مخرج للمكتبة؟ وتتضـح الإجابة على هذا التسـاؤل بصـورة تطبيقية للنموذج وهو ما سيتم استعراضه فيما يلي.

**خطوات تطبيق نموذج :Data Envelopment Analysis**

يمكن تطبيق نموذج Data Envelopment Analysis لحســـاب كفـاءة المكتبـات من خلال تقييم كفاءة واستثمار المدخلات في إنتاج المخرجات من خلال الخطوات الآتية:

- تحـديـد مجموعـة المكتبـات Libraries Set المراد حســـاب كفـاءتهـا، من خلال مقـارنـة مـدخلات كـل مكتبـة بمخرجـاتهـا، ويطلق على المكتبـة في هـذه المجموعـة مصـــطلح Decision Making Unit، يعني مكتبة مصر فرع الدقي تسمى DMU A، وهكذا.
- يتم تحديد مجموعة المدخلات والمخرجات لكل مكتبة والتي سـيتم تحليل وقياس كفاءة المكتبة في توليد المخرجات منها، خلال فترة زمنية محددة.

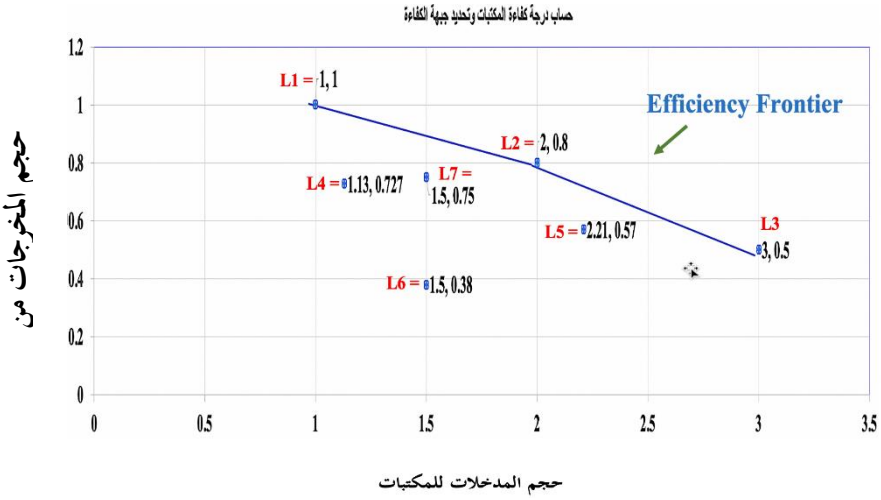
- حددت الفترة الزمنية لتوافر المدخلات وإنتاج المخرجات لليوم الواحد، أي أن الأرقام في الجدول السابق تشير إلى مدخلات كل مكتبة في اليوم الواحد، وما قد أسفر من هذه المدخلات عن مخرجات في هذا اليوم، وذلك لحساب كفاءة المكتبة على صعيد اليوم الواحد.
- يوضح كل من الجدول والرسم البياني الآتيان عملية حساب وتمثيل كفاءة المكتبات:

**جدول رقم (١) يوضح المدخلات والمخرجات للمكتبات عينة الدراسة.**

| المكتبات | Input 1 (عدد المفهرسين) P | Output 1 (عدد الكتب المفهرسة) Q | Output 2 (حجم رضا المستفيد) R | E. of Input 1 to Q = (Q/P) | *E. of Input 1 to R = (R/P)* |
|---|---|---|---|---|---|
| **L1** | 10 | 10 | 10 | **1** | ***1*** |
| **L2** | 15 | 30 | 12 | **2** | ***0.8*** |
| **L3** | 12 | 36 | 6 | **3** | ***0.5*** |
| **L4** | 22 | 25 | 16 | **1.13** | ***0.727*** |
| **L5** | 14 | 31 | 8 | **2.21** | ***0.57*** |
| **L6** | 18 | 27 | 7 | **1.5** | ***0.38*** |
| **L7** | 16 | 25 | 12 | **1.5** | ***0.75*** |

- في الجدول أعلاه، يعكس العمود الموسوم بمسمى المكتبات ما يعرف بالمكتبات المراد حساب كفاءتها من خلال مقارنة استغلالها للمدخلات في إنتاج المخرجات لديها، وقد سميت المكتبات بتسلسل L1 حتى L7.
- بينما يشير العمود الموسوم بـ Input 1 المدخل الأول للمكتبات وهو عدد المفهرسين المعينين بالمكتبة، ويشير كل من Output 1 إلى المخرج الأول وهو إنتاجية المفهرسين من الكتب في اليوم الواحد، بينما يشير المخرج الثاني Output 2 إلى عدد المستفيدين الراضيين عن جودة الكتب المفهرسة (المخرجات).

- ويشـــير العمود الخامس في الجدول المعنون ب E. of input 1 to Q، إلى مقدار كفاءة المدخل الأول بالنسبة للمخرج الأول.
- ويشـــير العمود الســـادس في الجدول المعنون ب E. of input 1 to R، إلى مقدار كفاءة المدخل الأول بالنسبة للمخرج الثاني.
- يتم حســـاب كفاءة المدخل الأول (عدد المفهرســـين لكل مكتبة) بالنســـبة للمخرج الأول (عدد الكتب المفهرسة في اليوم الواحد) من خلال قسمة المخرج الأول على المدخل الأول لكل مكتبة، **عدد الكتب المفهرسة / عدد المفهرسين،**
- **L2= No of Books / No of Cataloguers = 30/15 = 2، ليعرف باسم كفاءة المخرج المدخل الأول بالنسبة للمخرج الأول.**
- **أما حساب كفاءة المدخل الأول بالنسبة للمخرج الثاني فيتم حسابها من خلال تكرار ما سبق مع تغير طبيعة المخرج للمخرج الثاني، L2= 12/15 = 0.8.**
- ثم بعد ذلك يتم تمثيل قيم كفاءة المدخل الأول بالنســـبة لمخرج الأول، والمدخل الأول بالنسبة للمخرج الثاني من خلال الرسم البياني، بحيث يشتمل محور السينات على قيم E1، ويشتمل محور الصادات على قيم E2.




**شكل رقم (٥) يوضح التمثيل البياني لحساب درجة كفاءة المكتبات، وتحديد حد الكفاءة للمكتبات يوضح تكوين خط جبهة الكفاءة لتحديد أبرز المكتبات التي تتسم بالفاعلية.**

**النتائج:**

- برز من خلال استعراض السابق لمجال بحوث العمليات، وما يشمله من منهجيات وأساليب ونماذج رياضية قدرته في أن يوظف داخل مجال المكتبات وعلوم المعلومات، في ظل ما يملكه المجال الثاني من مؤسسات تنسحب عليه ما استقر من فرضيات ومسلمات في المجال الأول والتي تتعلق بدراسة كفاءة وفاعلية المؤسسات وتقييمها وقياسها بصورة كمية ورياضية.
- يعد أبرز وسائل قياس الكفاءة في المكتبات ومؤسسات المعرفة هو إدراك حجم الاستثمار والاستغلال الأمثل لما يتوافر من مدخلات للمؤسسة في مقابل ما ينتج من مخرجات تتسم بالجودة والفاعلية.
- تعد أنسب المنهجيات التي يجب أن تستخدم في قياس كفاءة المكتبات هو منهجية الكفاءة النسبية، والتي تقوم بالقياس الكمي والرياضي للكفاءة من واقع تحليل العلاقة بين المدخلات والمخرجات للمكتبات ثم مقارنتها بنظائرها لتحديد درجات الكفاءة بين النظراء.
- برزت فاعلية توظيف النمذجة الرياضية وبالتحديد البرمجة الخطية Linear Programming، في تقديمه نهجًا منطقيًا في التعبير عن المشكلات وتحديد حدود الأنشطة، والعمليات، وكافة الإجراءات، ونطاقها وتبسيط قياس كفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة من خلال تمثيل كافة المدخلات والأنشطة في صورة معادلات رياضية ومتباينات ويبرز من خلالها علميات التعظيم Maximization للمدخلات، وتحديد أنسب الحلول Optimal Solutions لتطبيقها لرفع كفاءة المكتبات.
- كما كفل توظيف النمذجة الرياضية في تقييم كفاءة المكتبات ومؤسسات المعرفة اختبار الفرضيات وتقديم الحلول المبدئية وقياس واقعيتها، وتبسيط التعقيدات التي تتواجد في البيئة الحقيقية.
- كفل نموذج Data Envelopment Analysis القدرة على قياس كفاءة المكتبات بصورة كمية، من خلال إيضاح قدرتها على استثمار مدخلاتها في توليد الخدمات والمخرجات، والتعبير عن حجم هذا الاستثمار بوزن أو قيمة كمية تكفل معرفة وضع المكتبة بالمقارنة مع نظائرها وتحديد عما إذا كانت تتسم بالكفاءة أو انعدامها.
- كفل نموذج DEA القدرة على تصنيف المكتبات إلى مجموعة من الفئات، بحيث تشكل فئة المكتبات التي تتسم بالكفاءة ما يعرف بحد الكفاءة Efficiency Frontier، كمنحنى يشتمل

على المكتبات التي تتسم بالكفاءة وما يقع أسفل منه يمثل المكتبات التي تتسم بضرورة إعادة النظر في تحسين أدائها لرفع كفاءتها.

**التوصيات:**

تتمثل التوصية الرئيسية لهذه الدراسة في ضرورة إثراء الأدبيات العربية لتخصص المكتبات وعلم المعلومات بالعديد من الدراسات التطبيقية لقياس كفاءة وفعالية مختلف فئات المكتبات العامة والأكاديمية والمتخصصة والمدرسية من خلال توظيف نماذج بحوث العمليات، وبالتحديد النماذج الرياضية وبخاصة نموذج Data Envelopment Analysis. وأن يتم تحديد درجات كفاءة المكتبات بمختلف أنواعها وأشكالها في مصر والمنطقة العربية بصورة كمية وهو أمر بالغ الأهمية لمتخذي القرارات المتعلقة بتحسين العمليات والأنشطة واستثمار مواردها بالصورة الصحيحة والمثلى.

## المراجع

عبد العاطي، أسـامة غريب، أبو سـعدة، أحمد أمين، تهامي، مصـطفى محمد (٢٠٢٢). مؤشـرات اعلم لقياس أداء المكتبات (الوطنية - الأكاديمية - العامة - المدرسـية). الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات (أعلم).

Carter, M. W., Price, C. C., & Rabadi, G. (2019). Introduction to Operations Research. In Operations research: A practical introduction (pp. 1–3). essay, CRC Press, Taylor & Francis Group.

Charnes, A, Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operations Research, 2,429-444.

Chen T. (1997). "An evaluation of the relative performance of university libraries in Taipei". OCLC Systems & Services, 13(4): 164-172. Chen T. (1997). "An evaluation of the relative performance of university libraries in Taipei". OCLC Systems & Services, 13(4): 164-172.

Easun, M.S. (1992), Identifying Efficiencies in Resource Management: An Application of Data Envelopment Analysis to Selected School Libraries in California, Ph. D. dissertation. University of California, Berkeley.

Ezzat, Basma. (2022). Introduction to Operation Research. Faculty of Statistical Studies, Cairo University.

Florence N. Trefethen. (1954). "A History of Operations Research," in Joseph F. McCloskey and Florence N. Trefethen (eds.), Operations Research for Management (Baltimore: Johns Hopkins University Press,), pp. 3-35.

Fukuyama, H. (2014). Radial Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis. In J. Wang (Ed.), *Encyclopedia of Business Analytics and Optimization* (pp.

1967-1976). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5202-6.ch177

Hildebrandt, S. (1981). Implementation — the bottleneck of operations research: The state of the art. European Journal of Operational Research, 6(1), 4–12. https://doi.org/10.1016/0377-2217(81)90322-2.

Informs. (2016, April 12). The origins of OR. INFORMS. Retrieved April 25, 2022, from https://www.informs.org/Explore/History-of-O.R.-Excellence/Bibliographies/The-Origins-of-OR

International Standards Organization (2014) ISO 16439 Information and documentation Methods and procedures for assessing the impact of libraries, Switzerland: Geneva. Available at: https://www.iso.org/standard/56756.html.

ISO 11620: 1998. Information and documentation - Library performance indicators. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=19552.

ISO 2789: (2006). Information and documentation - International library statistics http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39181.

ISO TR 28118 (2009) Performance indicators for national libraries. https://www.iso.org/standard/44512.html

Khan, M. (2019). A Textbook of Elementary Operations Research Chapter -01 Operations Research. New Delhi. Manakin Press Pvt. Limited. Available at: https://www.researchgate.net/publication/333748649_Chapter_-01_Operations_Research

Kwack, Y.J. (1993), "Research note: analysis of efficiency trend in university's libraries: a data envelopment analysis approach", Journal of Management, Vol. 9 No. 1, pp. 183-206.

Maron, N., Alperin, J. P., & Shockey, N. (2021). SPARC COVID Impact Survey: better understanding libraries' approach to navigating the pandemic & its impact on support for open initiatives. Report, September. Retrieved from https://sparcopen.org/wp content/uploads/2021/09/SPARC-COVID-Impact-Survey-092021.pdf

Mohamed Abdel Salam. (2001). OR: Introduction to Operations Research. Available at: https://www.aast.edu/pheed/staffadminview/pdf_retreive.php?url=157_37315_EA221_2013_1__2_1_Chapter%201,%20introduction%20to%20OR.ppt&stafftype=staffcourses

Murthy, P. R. (2007). Historical Development. In Operations research (2nd ed, pp. 1–21). Essay. New Delhi: New Age International. Available at: https://www.bbau.ac.in/dept/UIET/EME-601%20Operation%20Research.pdf.

Operational Research Society of Great Britain. (1962). Operational Research. Operational Research Quarterly, l3(3):282, l962.

Operational Research Society of Great Britain. (1962). Operational Research. Operational Research Quarterly, l3(3):282, l962.

P.N. Mishra. (2004). Quantitative Techniques for Managers. Excel Books. Available at: https://www.academia.edu/25483707/Quantitative_Techniques_for_Management

Shim, W. (2003), "Applying DEA technique to library evaluation in academic research libraries", Library Trends, Vol. 51 No. 3, pp. 312-332.

Taha, H. A. (1997). Operations research. United Kingdom: Prentice Hall.

Tian, L.-Zhong, & Zhang, A.-Chen. (2018). A review on studies of library efficiency evaluation by using DEA method. Proceedings of the 2018 International Conference on Education Reform and Management Science (ERMS 2018), 177, 213–221. https://doi.org/10.2991/erms-18.2018.40.

Vitaliano D. (1998). "Assessing public library efficiency using data envelopment analysis". Annuals of public and cooperative economics,69(1):107-122.

Zweizig D, Rodger E J. (1987). Output measures for public libraries: A manual of standardized procedures[M]. Chicago: American Library Association.

# Using Operation Research Models to Evaluate Libraries & Knowledge Institutions Efficiency:
## A Study on Data Envelopment Analysis (DEA) Model

**Dr. Moamen Syed Nashrati**
**Data and Information Science Teacher**
**Department of Libraries, Documents and Information - Cairo University**
**Navigator001@cu.edu.eg**

**Abstract**
any international, regional and nationals' key performance indicators have developed as one of the most means to measure the effectiveness and efficiency of libraries.
But, despite its strength and ability to prove the quality, effectiveness, strength and efficiency of activities and services, it still has shortcomings, where it belongs to category of measures known as single factor productivity measures, which it means that measuring the efficiency & effectiveness for each activity is done by individually, without showing the effect of one activity on another, which leads to show library as efficient in one activity and inefficient in another, that is lead to no clear picture of effectiveness and efficiency level to whole library.
The study aims mainly, to clarify the role of operations research models for evaluating fully efficiency of libraries as considered one of non-profit institution, that will be done by depending on a one of linear programming models, which is known as the Data Envelopment Analysis model (DEA), that measures the relative efficiency of libraries and determine Score and weight for completely library efficiency.
The study based on analytical descriptive approach, with consideration applied side of this model. The most critical result was the ability of Data Envelopment Analysis model to measure the efficiency of libraries in a quantitative manner, by Investigate the libraries ability's to using their inputs to generating services and outputs.

This ability has been expressed by a quantitative value to checking Library's status by comparison it with peers and determining whether it is efficient or inefficient.

**Keywords**: Measuring performance at libraries ; Operation Research ; Relative Efficiency ; Linear programming ; Data Envelopment Analysis model.