دور أسلوب مغلف البيانات DEA في تحسين كفاءة أداء تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية

إعداد
تركي بن عبد الله بن بن محمد الشمري
ميناء راس الخير نائب مدير التشغيل

DOI NO. https://doi.org/10.59660/511137
Received 04/06/2025, Revised 23/07/2025, Acceptance 25/08/2025, Available online 01/01/2026

Abstract

This study aims to analyze the impact of utilizing the Data Envelopment Analysis (DEA) approach on enhancing the operational efficiency of container terminals at Saudi ports, with a specific application on King Abdulaziz Port in Dammam. The research addresses a critical issue in maritime logistics—operational efficiency—especially as Saudi Arabia endeavors to transform into a global logistics hub under Vision 2030.

The study adopts a quantitative methodology, applying both the Constant Returns to Scale (CCR) and Variable Returns to Scale (BCC) DEA models to evaluate the relative efficiency of different berths. The analysis was based on a set of input variables (e.g., berth length, number of cranes, yard area) and output variables (e.g., number of TEUs handled, handling speed). Results revealed significant variations in efficiency among berths, indicating potential for performance improvement through optimized resource utilization.

Moreover, the study found a statistically significant relationship between joint operations and enhanced efficiency, supporting the national strategy of involving the private sector in port management. Efficient utilization of operational resources, such as cranes, yard space, and quay length, was found to be a key driver of high performance. The study recommends adopting flexible operational policies, implementing periodic performance evaluations using DEA, investing in advanced equipment and digital systems, and encouraging best practices in port management to boost the competitiveness of Saudi ports on both regional and global levels.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA); Operational Efficiency; Container Terminals; Joint Operations; King Abdulaziz Port; Saudi Ports.

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر استخدام أسلوب مغلف البيانات - (Data Envelopment Analysis DEA) في تحسين كفاءة تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية، وذلك من خلال تطبيق المنهج الكمي على محطة الحاويات بميناء الملك عبد العزيز بالدمام، كنموذج تطبيقي يعكس واقع التشغيل في الموانئ السعودية. تتجلى أهمية هذا البحث في كونه يتناول واحدة من القضايا الحيوية في قطاع النقل البحري، وهي الكفاءة التشغيلية لمحطات الحاويات، في ظل ما تشهده المملكة من جهود كبيرة لتحقيق مستهدفات رؤية ٢٠٣٠ الرامية إلى تحويل المملكة إلى مركز لوجستي عالمي.

وقد اعتمدت الدراسة على نماذج DEA المختلفة، وتحديدًا نموذج عوائد الحجم الثابتة (CCR) وعوائد الحجم المتغيرة (BCC) ، لقياس الكفاءة النسبية لمجموعة من الأرصفة داخل المحطة، استنادًا إلى مجموعة من المدخلات كطول الرصيف وعدد الرافعات والمساحة التخزينية، ومخرجات مثل عدد الحاويات المناولة وسرعة الأداء. وأظهرت نتائج التحليل وجود تباين كبير في كفاءة الأرصفة، مما يشير إلى وجود فجوات يمكن العمل على تحسينها من خلال الاستخدام الأمثل للموارد.

كما أظهرت الدراسة وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين التشغيل المشترك وتحسين الكفاءة، مما يدعم توجه المملكة نحو إشراك القطاع الخاص في إدارة الموانئ. وتبين أن استخدام الموارد التشغيلية بكفاءة (مثل المعدات، الرافعات، الأرصفة) يمثل عاملاً رئيسًا في تحقيق مستويات أداء عالية. وفي ضوء ذلك، أوصت الدراسة بضرورة تبني سياسات تشغيلية مرنة، وتفعيل آليات التقييم الدوري، وزيادة الاستثمار في المعدات الحديثة وتكنولوجيا المعلومات، بما يعزز كفاءة التشغيل ويرفع من القدرة التنافسية للموانئ السعودية إقليميًا ودوليًا.

الكلمات المفتاحية: تحليل مغلف البيانات (DEA)؛ الكفاءة التشغيلية؛ محطات الحاويات؛ التشغيل المشترك؛ ميناء الملك عبد العزيز؛ الموانئ السعودية.

أولاً: مقدمة:

تشهد صناعة النقل البحري تطورًا متسارعًا في ظل العولمة والتوسع في التجارة الدولية، حيث تمثل الموانئ البحرية نقاط الارتكاز في سلاسل الإمداد العالمية. ومع ازدياد حجم التجارة المنقولة بحرًا، أصبحت كفاءة تشغيل محطات الحاويات أحد العوامل الجوهرية في تحديد قدرة الموانئ على الاستجابة للطلب العالمي والمحلي (Notteboom & Rodrigue, 2020) وفي هذا السياق، تولي المملكة العربية السعودية أهمية متزايدة لتطوير بنيتها التحتية المينائية وتعزيز كفاءتها التشغيلية، وذلك ضمن مستهدفات رؤية ٢٠٣٠ الرامية إلى تحويل المملكة إلى مركز لوجستي عالمي يربط بين ثلاث قارات(Saudi Vision 2030, 2021)

تمثل محطات تداول الحاويات إحدى أبرز عناصر البنية التحتية في الموانئ، إذ يعتمد أداؤها التشغيلي على كفاءة استخدام الموارد التشغيلية مثل الأرصفة، الرافعات، والساحات التخزينية. وتُعد هذه المحطات من أكثر المرافق تأثرًا بالتغيرات التقنية والإدارية، مما يستدعي استخدام أدوات تحليل كمية متقدمة لقياس كفاءتها ومقارنة أدائها بوحدات أخرى مشابهة (Wang & Cullinane, 2014) ومن بين أبرز هذه الأدوات يأتي أسلوب مغلف البيانات(Data Envelopment Analysis - DEA) ، الذي يوفر إطارًا تحليليًا مرنًا وغير معلمي لتقييم الكفاءة النسبية لوحدات اتخاذ القرار متعددة المدخلات والمخرجات (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978)

تستخدم منهجية DEA في تقييم الأداء دون الحاجة إلى تحديد شكل دالة الإنتاج، وهو ما يجعلها ملائمة لتحليل وحدات مثل محطات الحاويات التي تختلف من حيث الخصائص التشغيلية وظروف السوق. وقد تم توظيف هذا الأسلوب على نطاق واسع في تقييم أداء الموانئ عالميًا، وقدم نتائج مهمة ساعدت في تحسين استغلال الموارد، ورفع كفاءة التشغيل، وتقليل الهدر .(Cullinane et al., 2002; Liu et al., 2005) كما تؤكد الأدبيات أن تطبيق DEA يتيح التعرف على أفضل الممارسات التشغيلية من خلال مقارنة أداء كل محطة بالحدود الكفؤة للأداء، وبالتالي توجيه الوحدات غير الكفؤة نحو التحسين(Banker, Charnes, & Cooper, 1984)

في السياق السعودي، وعلى الرغم من حجم الاستثمارات الكبيرة في تطوير الموانئ والبنية التحتية المرتبطة بها، لا تزال بعض المحطات تُظهر تفاوتًا ملحوظًا في الأداء التشغيلي، سواء من حيث سرعة مناولة الحاويات أو استغلال الموارد المتاحة (Saudi Ports Authority, 2020). ويُعد ميناء الملك عبد العزيز بالدمام من أبرز الموانئ التي تشهد نشاطًا متزايدًا في تداول الحاويات، وهو ما يجعله نموذجًا مناسبًا لتطبيق تحليل الكفاءة باستخدامDEA ، خاصة مع تبني نماذج التشغيل المشترك بين القطاعين العام والخاص في إدارة بعض الأرصفة.

وقد أوضحت دراسات سابقة، مثل دراسة Bichou and Gray (2021) وRamli et al. (2022)، أن الكفاءة التشغيلية في الموانئ لا تتأثر فقط بعوامل البنية التحتية، بل تشمل أيضًا أنماط الإدارة، استراتيجيات التشغيل، واستخدام التكنولوجيا الحديثة. كما أثبتت الأبحاث أن الشراكات مع القطاع الخاص تسهم في تحسين الكفاءة من خلال إدخال أنظمة إدارة مرنة وتوفير استثمارات تقنية تسهم في تسريع العمليات وتقليل الأعطال (Gonzalez & Trujillo, 2008; Notteboom et al., 2016)

وفي ضوء هذه الخلفية، تبرز أهمية هذه الدراسة في تحليل الكفاءة التشغيلية لأرصفة محطة الحاويات في ميناء الملك عبد العزيز بالدمام باستخدام أسلوبDEA ، مع التركيز على أثر التشغيل المشترك والاستخدام الأمثل للموارد في تحسين الأداء. وتسعى الدراسة إلى تقديم نتائج كمية دقيقة تساعد صناع القرار على فهم مستويات الأداء الحالية، وتحديد الفجوات التشغيلية، ووضع خارطة طريق لتحسين الكفاءة بما يتماشى مع التوجهات الوطنية في تطوير قطاع الموانئ (عواد، ٢٠٢٥).

وفي هذا البحث، سوف يتم عرض الإطار النظري لأسلوب مغلف البيانات DEA، ثم عرض الدراسات السابقة، ثم مشكلة وتساولات البحث، بعد ذلك أهداف البحث وأهميته، ومنهج البحث وثم متغيرات ونموذج وفروض وحدود الدراسة والدراسة الميدانية واختبار الفروض بالإضافة إلي النتائج والتوصيات وأخيراً المراجع.

ثانياً: الإطار النظري:

أ. مفهوم أسلوب تحليل مغلف البيانات وأهدافه واهميته

لقد كانت بداية الأسلوب في عام ١٩٧٨ مع EDWARDO الذي كان يعمل على برنامج تعليمي في أمريكا لمقارنة أداء مجوعة من طلاب RHODES الأقليات المتعثرين دراسيا في المناطق التعليمية المتماثلة وكان التحدي الذي واجه يتمثل في تقدير الكفاءة الفنية للمدارس التي تشمل مجموعة من المدخلات ومجموعة من المخرجات بدون توافر معلومات عن أسعارها، وللتغلب على هذه المشكلة قام الباحث بالتعاون مع مشرفيه كوبر وشارنز بصياغة نموذج أسلوب تحليل مغلف البيانات، هذا النموذج عرف فيما بعد باسم CCR نسبة إلى Charnes-Cooper (Seiford, & Zhu, 2021, 41)

ويعرف أسلوب تحليل مغلف البيانات بأنه طريقة رياضية تستخدم البرمجة الخطية لقياس الكفاءة النسبية لعدد من الوحدات الإدارية (وحدات اتخاذ قرار DMU) من خلال تحديد المزيج الأمثل لمجموعة المدخلات ومجموعة المخرجات بناءً على الأداء الفعلي لها، ويتم ذلك عن طريق قسمة مجموع المخرجات على مجموع المدخلات لكل مؤسسة أو وحدة اتخاذ قرار، ثم مقارنة هذه النسب بالطريقة الكسرية، فإذا حصلت وحدة اتخاذ قرار على أفضل نسبة كفاءة فإنها تصبح حدوداً كفوءة، وتقاس درجة عدم كفاءة الوحدات الأخرى نسبة إلى

الحدود الكفوءة باستعمال الطرائق الرياضية ويكون مؤشر الكفاءة للمؤسسة محصوراً بين (١) الذي يمثل الكفاءة الكاملة، وبين (٠) الذي يمثل عدم الكفاءة الكاملة (Ueh, 2020).

ويعتمد أسلوب التحليل تغليف البيانات على مفهومين أساسيين الأول يرجع إلى النظرية الاقتصادية المعروفة بأمثلة باريتو Pareto Optimality التي تنص على أن:"أي وحدة قرار تكون غير كفوءة إذا استطاعت وحدة أخرى أو مزيج من الوحدات الإدارية الأخرى إنتاج الكمية نفسها من المخرجات بكمية مدخلات أقل وبدون الزيادة في أي مورد آخر، (Chanes, Cooper, & Rhodes, 2020, 668) التي أوضحت إمكانية تحديد الكفاءة بين مدخل واحد أو مخرج واحد بدون وضع أية فرضيات متعلقة بصيغة دالة الإنتاج. (Farrell, 2022, 254)". ويعود سبب تسمية أسلوب تحليل مغلف البيانات Data Envelopment Analysis (DEA) بهذا الاسم إلى كون الوحدات الإدارية ذات الكفاءة تكون في المقدمة وتغلف الوحدات الإدارية غير الكفوءة، وعليه يتم تحليل البيانات التي تغلفها (Cooper, Seiford, & Tone, 2016, 9)

ب. أهداف أسلوب تحليل مغلف البيانات

يرى الباحث انه تتعدد وتتنوع حسب المجال الذي يتم تطبيقه فيه وفيما يلى اهم تلك الأهداف

قياس الكفاءة النسبية: الهدف الرئيسي من تحليل مغلف البيانات هو تقييم الكفاءة النسبية لوحدات اتخاذ القرار (DMUs) التي تقوم باستخدام مدخلات متعددة لإنتاج مخرجات متعددة. يساعد هذا في تحديد الوحدات التي تعمل بكفاءة والوحدات التي لا تعمل بكفاءة.

تحديد مصادر الكفاءة أو عدم الكفاءة: تحليل مغلف البيانات يمكن أن يساعد في تحديد العوامل التي تؤدي إلى كفاءة أو عدم كفاءة الوحدات المختلفة. من خلال مقارنة وحدات اتخاذ القرار مع الوحدات الأكثر كفاءة، يمكن للمنظمات تحديد نقاط الضعف وتصحيحها.

تحسين الأداء: من خلال تحديد وحدات اتخاذ القرار التي تعتبر غير كفؤة، يمكن استخدام DEA كأداة لتحسين الأداء. يوفر التحليل توصيات حول كيفية تحسين كفاءة الوحدات من خلال تعديل المدخلات أو المخرجات.

التقييم بدون الحاجة إلى فرضيات حول شكل الوظيفة الإنتاجية: على عكس طرق أخرى، مثل الانحدار، لا يتطلب DEA فرض أي افتراضات حول العلاقات بين المدخلات والمخرجات. هذا يجعله أداة مرنة جدًا يمكن تطبيقها في مجموعة متنوعة من الظروف.

دعم اتخاذ القرارات: يساعد DEA صناع القرار في تقييم الخيارات المختلفة بناءً على كفاءة الوحدات التي يديرونها. يمكن استخدام التحليل لمقارنة أداء الأقسام، الفروع، أو حتى المنظمات بأكملها.

تحديد أهداف الأداء: يمكن استخدام DEA لتحديد أهداف أداء واقعية للوحدات غير الكفؤة عن طريق مقارنتها مع الوحدات الأكثر كفاءة. يمكن للوحدات غير الكفؤة أن تستفيد من هذه المقارنات لوضع استراتيجيات تحسين ملموسة.

تحليل تعدد المدخلات والمخرجات: يسمح DEA بقياس الكفاءة في الأنظمة التي تتضمن مدخلات ومخرجات متعددة، مما يجعله مناسبًا لتحليل الأداء في بيئات معقدة.

ج. أهمية أسلوب تحليل مغلف البيانات DEA

تنبع من قدرته على تقديم رؤى شاملة حول كفاءة المؤسسات أو الوحدات المختلفة التي تعمل في بيئات متعددة المدخلات والمخرجات. فيما يلي أبرز النقاط التي تبرز أهميته Cooper, W. W, Seiford, L, M. & Tone, K. (2016) :

تقييم الكفاءة بدون الحاجة إلى فرضيات محددة: واحدة من أهم مزايا DEA هي أنه لا يتطلب فرض أي افتراضات حول طبيعة العلاقة بين المدخلات والمخرجات. هذا يجعله مفيداً في تحليل الكفاءة في بيئات معقدة وغير خطية مثل الصحة والتعليم والموانئ.

مقارنة الأداء بين الوحدات المختلفة: يمكن لـ DEA تقديم مقارنة شاملة بين وحدات اتخاذ القرار (DMUs) التي تعمل في ظروف مشابهة، مما يساعد في تحديد الوحدات الأكثر كفاءة والأقل كفاءة على أساس استخدام الموارد.

تقديم توصيات لتحسين الكفاءة: من خلال تحديد الوحدات غير الكفؤة ومقارنتها مع الوحدات الأكثر كفاءة، يمكن لـ DEA تقديم إرشادات واضحة حول كيفية تحسين الكفاءة من خلال تعديل المدخلات أو تحسين المخرجات.

تحليل تعددية الأبعاد: يمكن لـ DEA التعامل مع عدة مدخلات ومخرجات في نفس الوقت، مما يجعله أداة قوية لتحليل الكفاءة في النظم التي تتضمن عدة عوامل مؤثرة، مثل المستشفيات، المدارس، المصانع، والموانئ.

استخدامه في العديد من الصناعات: أهمية DEA تتجلى في أنه يمكن تطبيقه في مختلف القطاعات مثل التعليم، الصحة، النقل، المالية، والموانئ لتحليل كفاءة الأداء وتحديد نقاط الضعف والقوة .

تحديد أفضل الممارسات: يساعد DEA في تحديد الوحدات التي تمثل "أفضل الممارسات" والتي تعمل بأقصى كفاءة، مما يوفر نموذجًا يمكن أن تتبعه الوحدات الأخرى لتحسين أدائها.

تحفيز التحسين المستمر: يمكن أن يكون DEA أداة لتحفيز التحسين المستمر عن طريق تقديم تقييمات منتظمة للكفاءة ومقارنة الأداء مع الوحدات الأخرى أو معايير محددة.

تعزيز صنع القرار الاستراتيجي: يدعم DEA صناع القرار من خلال توفير بيانات موثوقة حول الكفاءة والإنتاجية، مما يعزز اتخاذ قرارات استراتيجية مستندة إلى أسس قوية لتحسين الأداء التنظيمي.

د. شروط استخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات DEA

من خلال الدراسات التي تتعلق بأسلوب تحليل مغلف البيانات تم وضع مجموعة من الشروط التي استخرجها الباحثون كنتيجة لتطبيقاتهم لهذا الأسلوب والتي تساعد في الحصول على نتائج جيدة مع تقليل الأخطاء وتوجيه وحدات اتخاذ القرار إلى إمكانية التحسين اللازمة بناءً على النتائج التي توصلت إليها الوحدات المرجعية، ومن أهم هذه الشروط ما يأتي: (Zhu &Cook, 2017) :

إيجابية متغيرات المدخلات والمخرجات: تكون المدخلات والمخرجات عبارة عن متغيرات إيجابية أي أكبر من الصفر فليس من المعقول إنتاج عدد سالب من المنتجات.

العلاقة الطردية للمتغيرات: يتطلب تحليل مغلف البيانات أن تكون علاقة المدخلات بالمخرجات علاقة رياضية طردية، تعني أن أية زيادة في المدخلات بالمخرجات علاقة رياضية طردية، تعني أن أية زيادة في المدخلات ينتج عنها زيادة ولو طفيفة في المخرجات، ولا يمكن أن يؤدي إلى تناقصها.(Charnes et al., 2022)

عدد وحدات اتخاذ القرار: كقاعدة عامة لكل ثلاث وحدات اتخاذ القرار على الأقل يتطلب وجود مدخل ومخرج لبناء نموذج، وذلك من أجل الحصول على درجة كافية من تحليل ذي مغزى.

ثالثاً: الدراسات السابقة:

دراسة (T aylor, J. 2024) هدفت الي استكشاف تأثير تبني استراتيجيات الاقتصاد الأخضر على كفاءة محطات الحاويات. سلطت الدراسة الضوء على كيفية تحسين الأداء التشغيلي للموانئ من خلال تطبيق تقنيات صديقة للبيئة، مثل الرافعات الكهربائية وأنظمة إدارة الطاقة المستدامة .حللت الدراسة بيانات الأداء لـــ ١٠ موانئ دولية قبل وبعد تطبيق استراتيجيات الاقتصاد الأخضر، مستخدمة نموذج DEA لتقييم الكفاءة التشغيلية. وتم دراسة تأثير تقليل الانبعاثات وتحسين استهلاك الطاقة على الأداء التشغيلي للمحطات وتوصلت لنتائج :أظهرت الدراسة أن المحطات التي اعتمدت استراتيجيات الاقتصاد الأخضر حققت زيادة في الكفاءة التشغيلية بنسبة .15%كما أدى استخدام التقنيات المستدامة إلى تقليل الانبعاثات بنسبة 10%، مما ساهم في تحسين سمعة الموانئ وتعزيز تنافسيتها على المستويين الإقليمي والدولي.

هدفت دراسة (Malik, S. 2023) إلى تحليل كفاءة محطات الحاويات في الشرق الأوسط، مستعينين بمزيج من أسلوب مغلف البيانات (DEA) وتقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الأداء التشغيلي. ركزت الدراسة على تحسين الكفاءة التشغيلية من خلال دمج البيانات الزمنية الفعلية مع أدوات التحليل المتقدمة. وشملت الدراسة ١٢ محطة حاويات في منطقة الشرق الأوسط، واعتمد الباحثون على أسلوب مغلف البيانات لقياس الكفاءة التشغيلية للمحطات. تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل العوامل المؤثرة على الأداء، مثل أوقات الانتظار، وسرعة المناولة، واستهلاك الموارد. وهدفت الدراسة إلى تقديم رؤية دقيقة حول تأثير التكنولوجيا الذكية على تعزيز الأداء التشغيلي. وأظهرت النتائج أن المحطات التي استخدمت تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التشغيلية حققت تحسنًا ملحوظًا في الكفاءة بنسبة تصل إلى 20%مقارنة بالمحطات التي تعتمد على الأساليب التقليدية. كما ساهم استخدام التقنيات الذكية في تقليل أوقات الانتظار وتحسين تدفق العمليات، مما عزز القدرة التنافسية لتلك المحطات. وكانت التوصيات: تعزيز اعتماد الذكاء الاصطناعي في إدارة العمليات التشغيلية للموانئ. -الاستثمار في البنية التحتية الرقمية لدعم الابتكار وتحسين الكفاءة. تدريب العاملين على استخدام التكنولوجيا الذكية لضمان أقصى استفادة منه.

ركزت دراسة (Ramli, Z., Roslin, R. M., & Ahmad, N. 2022) على تحليل كفاءة الموانئ في جنوب شرق آسيا باستخدام DEA وتحليل التأثير البيئي. هدفت الدراسة إلى استكشاف تأثير العوامل البيئية على الكفاءة التشغيلية للموانئ. افترضت الدراسة أن العوامل البيئية تلعب دورًا مهمًا في الكفاءة. أظهرت النتائج أن المحطات التي تولي اهتمامًا للعوامل البيئية أظهرت كفاءة أعلى، حيث أوصت الدراسة بضرورة دمج الاعتبارات البيئية في استراتيجيات تحسين الكفاءة.

ركزت (B ichou, K., & Gray, R. 2021) على تقييم كفاءة الموانئ في الشرق الأوسط باستخدام أسلوب DEA مع معايير متعددة لتحليل الأداء. هدفت الدراسة إلى فهم تأثير تنوع العمليات على الكفاءة التشغيلية .

افترضت الدراسة أن التنوع في العمليات يسهم في زيادة الكفاءة. أظهرت النتائج أن التنوع في العمليات كان له تأثير إيجابي على الكفاءة، حيث أوصت الدراسة بتبني استراتيجيات متنوعة لتعزيز الأداء.

أجرى (Zhu, Q., & Sarkis, J. 2020) دراسة لتقييم تأثير الابتكار على كفاءة الموانئ الصينية، باستخدام أسلوب DEA مع تحليل الابتكار. هدفت الدراسة إلى تحديد دور الابتكار في تحسين الكفاءة التشغيلية. افترضت الدراسة أن الابتكار يؤدي إلى زيادة الكفاءة بشكل ملحوظ. أظهرت النتائج أن الابتكار التكنولوجي ساهم في تحسين الكفاءة التشغيلية للموانئ، حيث أوصت الدراسة بضرورة تبني استراتيجيات ابتكار في إدارة الموانئ.

أجرى (Al-Eraqi, A. S., Mustafa, A., & Khader, A. 2019) دراسة لتحليل كفاءة محطات الحاويات في الشرق الأوسط باستخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) وتحليل التكلفة. هدفت الدراسة إلى تحديد تأثير الموقع الجغرافي على الكفاءة التشغيلية. افترضت الدراسة أن الموقع الجغرافي للمحطة يؤثر بشكل كبير على كفاءتها. أظهرت النتائج أن المحطات الواقعة في مواقع استراتيجية أظهرت كفاءة أعلى، حيث أكدت الدراسة على أهمية الموقع في تحسين كفاءة الموانئ.

ركزت دراسة (Tovar, B., & Jara-Díaz, S. R. 2018) على تقييم كفاءة محطات الحاويات في أمريكا اللاتينية باستخدام أسلوب DEA وتحليل التكلفة. هدفت الدراسة إلى تحديد تأثير تكاليف التشغيل على الكفاءة. افترضت الدراسة أن هناك علاقة عكسية بين الكفاءة وتكاليف التشغيل. أظهرت النتائج أن المحطات ذات التكاليف التشغيلية المرتفعة كانت أقل كفاءة، حيث أوصت الدراسة بضرورة تحسين إدارة التكاليف لزيادة الكفاءة.

أجرى (Shen, M., & Yan, H. 2017 و Yan) دراسة لتقييم كفاءة محطات الحاويات في الولايات المتحدة باستخدام DEA ونماذج الحد الكفء. هدفت الدراسة إلى تحديد تأثير حجم المحطات على الكفاءة. افترض الباحثون أن المحطات الأكبر من حيث الحجم تتمتع بكفاءة تشغيلية أعلى. أظهرت النتائج أن المحطات ذات الأحجام الكبيرة أظهرت كفاءة تشغيلية أفضل مقارنة بالمحطات الأصغر، حيث أوصت الدراسة بضرورة توجيه الاستثمار نحو التوسع في المحطات لرفع الكفاءة.

الفجوة البحثية: على الرغم من الاهتمام المتزايد بقياس كفاءة محطات تداول الحاويات في الموانئ على مستوى العالم، إلا أن معظم الدراسات المنشورة ركزت بشكل أساسي على الموانئ في الدول المتقدمة والناشئة. وقد تم توظيف أسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) بشكل واسع في هذه الدراسات لتقديم تقييمات دقيقة للكفاءة استناداً إلى مجموعة متنوعة من المدخلات والمخرجات. الأمثلة على ذلك تشمل الدراسات التي أجريت على موانئ في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا والتي كشفت عن تحقيق بعض الموانئ لمعدلات كفاءة متفاوتة، مما يشير إلى وجود تفاوت كبير في الأداء بين الموانئ حتى ضمن نفس الجغرافيا.

مع ذلك، تظل الدراسات المتعلقة بمحطات تداول الحاويات في الدول النامية، وبشكل خاص في الموانئ السعودية، محدودة للغاية. وهذا يمثل فجوة بحثية كبيرة، خاصة في ضوء الدور الحيوي الذي تلعبه هذه الموانئ في التجارة الدولية والتنمية الاقتصادية المحلية. وعليه، تبرز الحاجة إلى دراسات مفصلة تقيم كفاءة محطات الحاويات بالموانئ السعودية باستخدام أسلوبDEA ، ليس فقط لتقديم بيانات تحليلية دقيقة، ولكن أيضاً لتحديد المجالات المحتملة للتحسين والتطوير في هذه الموانئ الرئيسية. هذا النقص في البيانات والتحليل يشكل عائقاً

أمام فهم شامل لتحديات وإمكانيات تحسين الكفاءة في البيئة السعودية، وهو ما يستدعي اهتمامًا بحثيًا متزايدًا في هذا القطاع الحيوي.

رابعاً: مشكلة وتساؤلات البحث:

يشهد العالم اليوم تزايدًا متسارعًا في حجم التجارة العالمية، مما يضع ضغوطًا كبيرة على الموانئ البحرية ومحطات تداول الحاويات لتلبية الطلب المتزايد على الخدمات اللوجستية بفعالية وكفاءة عالية. يُعتبر تطوير الموانئ وتعزيز كفاءة محطات الحاويات أمرًا حيويًا لدعم سلاسل الإمداد العالمية وتقليل تكاليف النقل وزيادة سرعة التداول. ومع توجه المملكة العربية السعودية، ضمن رؤية ٢٠٣٠، لتحويل اقتصادها إلى اقتصاد متنوع وزيادة مساهمة قطاع النقل واللوجستيات، يصبح تحسين أداء الموانئ السعودية أمرًا جوهريًا لتحقيق التنافسية الإقليمية والعالمية.(Saudi Vision 2030, 2021)

تُظهر الإحصائيات أن الموانئ السعودية، مثل ميناء جدة الإسلامي وميناء الملك عبد العزيز في الدمام، تتعامل مع كميات متزايدة من الحاويات سنويًا. على سبيل المثال، بلغ عدد الحاويات المتداولة في ميناء جدة حوالي ٤,٢ مليون حاوية نمطية في عام ٢٠٢٠، مع توقعات بالنمو في السنوات القادمة (Saudi Ports Authority, 2020). ومع ذلك، تُواجه هذه المحطات تحديات كبيرة في تحقيق الكفاءة المطلوبة، حيث تُظهر بعض التقارير وجود تباين في الأداء بين المحطات من حيث سرعة المناولة وقدرة استيعاب الشحنات، مما يؤثر سلبًا على تنافسية الموانئ السعودية مقارنة بمثيلاتها في المنطقة، مثل ميناء جبل علي في الإمارات الذي يُعد من أكثر الموانئ كفاءة في المنطقة.(Al-Eraqi et al., 2020)

وتشير التقارير إلى أن التجارة البحرية تمثل حوالي ٨٠٪ من حجم التجارة العالمية، ما يبرز دور الموانئ البحرية كمراكز حيوية في سلاسل الإمداد الدولية .(UNCTAD, 2023) ويشهد قطاع النقل البحري في السعودية نموًا كبيرًا مع تزايد الطلب على استيراد وتصدير السلع والبضائع، حيث تهدف المملكة إلى مضاعفة طاقتها الاستيعابية في الموانئ كجزء من استراتيجيتها الوطنية للنقل واللوجستيات.وعلى الرغم من الاستثمارات الكبيرة في البنية التحتية للموانئ، لا تزال بعض المحطات تعاني من ضعف الكفاءة، سواء في سرعة المناولة أو القدرة الاستيعابية. وفقًا لتقرير هيئة الموانئ السعودية لعام ٢٠٢٠، تقدر نسبة إشغال المحطات حوالي ٧٠٪ في المتوسط، مما يعني أن هناك مجالًا لتحسين العمليات وزيادة الكفاءة لتحقيق استغلال أفضل للقدرات المتاحة (Saudi Ports Authority, 2020).

تُظهر الإحصائيات أن الموانئ السعودية لا تزال متأخرة عن بعض الموانئ الإقليمية من حيث الكفاءة التشغيلية. على سبيل المثال، ميناء جبل علي في الإمارات يتميز بقدرة مناولة تصل إلى أكثر من ١٥ مليون حاوية نمطية سنويًا، مع مؤشرات أداء أفضل من الموانئ السعودية، مما يعزز تنافسيته الإقليمية والدولية (Al-Eraqi et al., 2020).

ومن هنا تبرز أهمية استخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) في تحليل الكفاءة النسبية للمحطات باعتباره منهجًا رياضيًا غير معلمي يسمح بتقييم الأداء التشغيلي عبر استخدام مدخلات متعددة (مثل عدد العمال، المعدات المتاحة، مساحة المحطة) ومخرجات متعددة (مثل عدد الحاويات المتداولة وسرعة التداول). وبفضل القدرة على تحديد نقاط القوة والضعف لكل محطة بناءً على الكفاءة المثلى، يُمكن لأسلوب DEA أن يساعد في كشف مواطن القصور وتقديم توصيات عملية لتحسين الأداء.(Charnes et al., 1978) . تُشير الدراسات

الحديثة إلى فعالية أسلوب DEA في تحسين كفاءة محطات الحاويات. على سبيل المثال، دراسة أجراها Cullinane و Wang (2021) حول الموانئ في منطقة جنوب شرق آسيا، أظهرت أن استخدام أسلوب DEA ساعد في تحديد فجوات الكفاءة وتوجيه تحسينات في العمليات التشغيلية، مما أدى إلى تعزيز الأداء وزيادة سرعة المناولة بنسبة تصل إلى ١٥٪ في بعض الموانئ. وبالنظر إلى هذه النتائج، يبدو من الملائم توظيف نفس الأسلوب لتحليل الكفاءة في محطات الحاويات بالموانئ السعودية للوصول إلى توصيات مشابهة وفعّالة.

مع تزايد الطلب على النقل البحري في المملكة العربية السعودية وزيادة حجم الحاويات المتداولة، تتعرض محطات الحاويات لضغوط كبيرة لتحسين كفاءتها التشغيلية. وتبرز أهمية البحث في تحسين كفاءة هذه المحطات باستخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) كأداة تحليلية، حيث يساعد هذا الأسلوب في قياس الكفاءة النسبية وتحديد مواطن القصور والإمكانات التحسينية. يهدف البحث إلى تحقيق فهم شامل لأداء المحطات السعودية وتقديم توصيات عملية لتعزيز قدرتها التنافسية، وهو أمر حيوي لتحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠ وتحويل السعودية إلى مركز لوجستي عالمي. ومن خلال ماسبق يمكن للباحث وضع التساؤلات البحثية على النحو التالى :

السؤال الرئيسي:

ما أثر استخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) على تحسين كفاءة تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية؟

التساؤلات الفرعية:

- ما هي كفاءة أداء محطات الحاويات بالموانئ السعودية عند قياسها باستخدام أسلوب مغلف البيانات(DEA) ؟
- كيف يؤثر أسلوب التشغيل المشترك على تحسين الكفاءة التشغيلية لمحطات الحاويات؟
- ما هو تأثير الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية (مثل الساحات، الرافعات، وأطوال الأرصفة) على كفاءة أداء محطات الحاويات؟
- ما هي التوصيات العملية التي يمكن تقديمها لتعزيز الكفاءة التشغيلية للموانئ السعودية بما يتماشى مع أهداف رؤية ٢٠٣٠؟

خامساً: أهداف وأهمية البحث:

الهدف الرئيسي للدراسة:

تحليل أثر استخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) على تحسين كفاءة تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية.

الأهداف الفرعية:

- قياس كفاءة أداء محطات الحاويات بالموانئ السعودية باستخدام أسلوب مغلف البيانات.(DEA)
- دراسة العلاقة بين أسلوب التشغيل المشترك وتحسين الكفاءة التشغيلية لمحطات الحاويات.
- تحليل تأثير الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية (مثل الساحات، الرافعات، وأطوال الأرصفة) على كفاءة أداء محطات الحاويات.
- تقديم توصيات عملية لتعزيز الكفاءة التشغيلية للموانئ السعودية بما يتماشى مع أهداف رؤية ٢٠٣٠.

الأهمية العلمية:

تعزيز المعرفة الأكاديمية: ان قياس كفاءة أداء محطات الحاويات يثري الأدبيات العلمية بتحليلات معمقة حول الفعالية التشـــغيلية والإدارية في قطاع الموانئ. هذه الدراســـات توفر قاعدة بيانات تســـاعد الباحثين على فهم الديناميكيات الداخلية للموانئ وتأثيرها على الأداء الاقتصادي واللوجستي.

تطوير نماذج تحليلية: من خلال اســتخدام تقنيات مثل تحليل مغلف البيانات ,(DEA) تســاهم الدراســات في تطوير وتحسين النماذج الكمية التي يمكن أن تستخدم لتقييم ومقارنة الأداء في قطاعات أخرى أيضًا، مما يسهم في دفع عجلة البحث العلمي قدمًا.

الأهمية التطبيقية

تحسـين الأداء التشـغيلي: من خلال تحديد مؤشـرات الأداء الرئيسـية وقياس الكفاءة، تمكّن الإدارة المعنية من تحديد مواطن القوة والضـعف، وتحفز على تنفيذ إجراءات التحسين المستهدفة لرفع مستوى الكفاءة، مما يسـهم في زيادة الإنتاجية وخفض التكاليف.

تطوير اســـتراتيجيات واضـــحة: ان الفهم العميق لأوجه الكفاءة وعوامل الأداء يمكّن الإدارات من صـــياغة اسـتراتيجيات فعالة تسـتند إلى بيانات دقيقة وموثوقة. هذا يضـمن توجيه الموارد بشـكل أمثل وتحديد الأولويات الاستراتيجية التي تدعم النمو والتطور الطويل الأمد.

المســاهمة في التنمية الاقتصــادية: ان تحسـين كفاءة الموانئ يعزز من قدرتها على التعامل مع حجم أكبر من التجارة الدولية والمحلية، مما يسهم في دعم الاقتصاد الوطني وتعزيز مكانة البلاد كمركز تجاري عالمي.

سادساً: منهج البحث:

تسعى الدراسة إلى تقييم كفاءة أداء محطات تداول الحاويات في الموانئ السعودية باستخدام أسلوب تحليل مغلف البيانات (DEA) ، ومن ثمّ تحسين العمليات التشغيلية وتعزيز التنافسية، وذلك من خلال اتباع منهجية مدعومة بالفلسفة المناسبة، ومنهج البحث، وتصميم الدراسة، وتحديد عينة وحجم الدراسة وأنواع البيانات. ستتم صياغة هذه المنهجية بما يحقق دقة وشمولية في التحليل، ويقدم رؤى واضحة قائمة على البيانات.

فلسفة الدراسة

تستند الدراسة إلى الفلسفة الوصفية التحليلية (Descriptive-Analytical Philosophy)، وهي فلسفة تعتمد على جمع وتوصيف البيانات وتحليلها بشكل علمي ومنهجي بهدف الوصول إلى نتائج قابلة للتفسير. تعتمد هذه الفلسفة بشكل كبير على البيانات الكمية التي توفر نتائج موضوعية تدعم فهم كفاءة محطات تداول الحاويات من خلال تحليل العلاقات بين المدخلات والمخرجات. كما أن اختيار هذه الفلســـفة يأتي لأن الدراســـة تهدف إلى الوصول إلى نتائج موضوعية ودقيقة تدعم القرارات المستقبلية في تحسين كفاءة الموانئ، وهي بذلك تستجيب لمتطلبات التحليل الموضوعي الذي يوفره أسلوب تحليل مغلف البيانات.(Yin, 2017)

منهج الدراسة

يستند البحث إلى المنهج الكمي (Quantitative Method) باستخدام أسلوب مغلف البيانات(DEA) ، وهو أسلوب رياضي يعتمد على البيانات الكمية لقياس الكفاءة النسبية لمجموعة من وحدات اتخاذ القرار(DMUs) ، مثل محطات الحاويات، بناءً على مدخلات ومخرجات محددة. ويعتبر هذا المنهج ملائمًا لهذه الدراســـة لأنه

يسمح بتحليل الكفاءة التشغيلية بصورة موضوعية ومنهجية، مما يتيح مقارنات بين الوحدات المختلفة وتحديد الوحدات ذات الكفاءة الأعلى والأقل .(Charnes et al., 1978) اختير هذا المنهج لأهمية أسلوب DEA في تحليل الكفاءة وتحقيق النتائج الكمية الدقيقة، التي تعتبر حجر الأساس لتحليل كفاءة الموانئ، وهو ما يتوافق مع أهداف الدراسة في تقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق في تحسين أداء محطات الحاويات (Cooper et al., 2011).

تصميم الدراسة

يعتمد تصميم الدراسة على التصميم الوصفي التحليلي(Descriptive-Analytical Design) ، حيث يتم جمع البيانات المتعلقة بمدخلات ومخرجات محطات الحاويات في الموانئ السعودية، مثل استخدام الساحات، الرافعات، وأطوال الأرصفة (كمدخلات)، وعدد الحاويات المتداولة وسرعة المناولة (كمخرجات). يتم بعد ذلك تحليل البيانات باستخدام نموذج DEA لتحديد كفاءة كل شركة مشغلة والمقارنة بين أدائها وأداء الشركات الأخرى. يعتبر هذا التصميم الأنسب لأن الدراسة تهدف إلى توصيف وتحليل أداء محطات الحاويات بطريقة شاملة. بما يتيح استخراج نتائج كمية وموضوعية تساعد في تحديد مواطن القوة والضعف (Creswell, 2014). يساعد التصميم الوصفي التحليلي أيضًا في تقديم توصيات مدروسة بناءً على بيانات دقيقة. مما يعزز دقة وموضوعية النتائج.

حجم وعينة الدراسة

حجم الدراسة: تستهدف الدراسة محطات الحاويات العاملة في الموانئ السعودية التي تديرها شركات تشغيل مشترك، بهدف الحصول على نظرة شاملة لأداء المحطات وتحديد العوامل المؤثرة في الكفاءة.

عينة الدراسة: سيتم اختيار عينة عشوائيه طبقيه من شركات التشغيل المشترك (الشركه السنغافوريه) بميناء الملك عبد العزيز بالدمام التي تدير أرصفة الحاويات في بالميناء، و يتيح هذا الاختيار تمثيلاً دقيقًا للواقع ويتيح إمكانية استخلاص نتائج تعبر عن أداء القطاع ككل، مما يزيد من إمكانية تعميم النتائج وتطبيقها في استراتيجيات تحسين الأداء

أنواع البيانات

البيانات الكمية: تتضمن البيانات الكمية معلومات محددة عن مدخلات ومخرجات محطات الحاويات. المدخلات تشمل الساحات المتاحة، عدد الرافعات، وطول الأرصفة، بينما تشمل المخرجات عدد الحاويات المتداولة وسرعة المناولة. تساعد هذه البيانات في تقديم تحليل كمي دقيق لكفاءة التشغيل في المحطات، بما يحقق أهداف الدراسة بشكل موثوق.(Neuman, 2013)

البيانات الثانوية: سيتم جمع البيانات الثانوية من مصادر مثل تقارير الأداء الرسمية للموانئ السعودية، الوثائق الحكومية، والدراسات السابقة. تساهم البيانات الثانوية في تقديم إطار مرجعي ودعم التحليل الكمي، مما يزيد من دقة النتائج وموضوعيتها.(Yin, 2017)

أسلوب جمع البيانات

سيتم جمع البيانات الكمية. من التقارير الرسمية لهيئات الموانئ السعودية والتقارير السنوية الصادرة عن الشركات المشغلة.

قد يتم أيضًا استخدام المقابلات . للحصول على معلومات من مديري الشركات حول سياسات التشغيل وأساليب تحسين الكفاءة، مما يضيف بعدًا نوعيًا يعزز فهم التحديات التشغيلية وأفضل الممارسات من وجهة نظر القائمين على التشغيل.

أداة الدراسة

تركز تلك الدراسة على تقييم كفاءة أداء تشغيل محطات تداول الحاويات في الموانئ السعودية باستخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA)، الأداة الرئيسية للدراسة هي برنامج تحليل DEA هذا البرنامج يستخدم لتطبيق نماذج البرمجة الخطية لقياس الكفاءة النسبية للوحدات القرارية المتعددة. وفيما يلى توضيح العانصر المستخمة في أداوات تلك الدراسة:

برنامج تحليل DEA:

الوظيفة: يقوم برنامج DEA بحساب الكفاءة النسبية لكل وحدة قرار (في حالتك، كل محطة تداول حاويات) بناءً على المدخلات (مثل العمالة، التكاليف، استهلاك الطاقة) والمخرجات (مثل عدد الحاويات المناولة، سرعة الخدمة)

النماذج: يمكن استخدام نموذج الإدخال الموجه لتقييم كيف يمكن تقليل المدخلات مع الحفاظ على نفس المخرجات، أو نموذج المخرج الموجه لمعرفة كيف يمكن زيادة المخرجات دون زيادة المدخلات.

برامج الكمبيوتر لتحليل DEA

DEAP (Data Envelopment Analysis Program: برنامج مجاني يقدم وظائف أساسية لتحليل DEA.

MaxDEA: يوفر واجهة سهلة الاستخدام وقدرات تحليلية متقدمة، وهو مناسب للدراسات التي تتطلب تحليلات معقدة.

Frontier Analyst: يستخدم بشكل شائع في الأبحاث الأكاديمية والاستشارات، ويوفر دعمًا مرئيًا قويًا لتحليلات.DEA

أدوات جمع البيانات: سوف يتم الاعتماد على اجراء استبيانات أو مقابلات لجمع بيانات تفصيلية من الموانئ المعنية حول المدخلات والمخرجات.

تحليل البيانات: يمكن استخدام برمجيات إحصائية مثل SPSS أو R لتحليل البيانات المبدئية وتحديد أي تحديات محتملة في البيانات قبل تطبيق تحليل.DEA

تقديم النتائج: يتم استخدام برامج مثل Microsoft Excel لتصور النتائج من تحليلDEA ، مما يسهل تفسير النتائج وتقديمها بطريقة فعالة.

حدود البحث

الحدود المكانية

تقتصر الدراسة محطات تداول الحاويات في ميناء الملك عبد العزيز بالدمام ر ويرجع اختبار الباحث لهذه الميناء إلى عدة اعتبارات هي:*تعد صناعة النقل البحري في السعودية من الصناعات الهامة التي تؤثر وتتأثر

بالاقتصاد القومي للدولة فهي صناعة اقتصادية متشعبة تشمل العديد من الأنشطة، ويحتل النقل البحري مكانا هاما ومؤثرا في الاقتصاد السعودى فهو حلقة الاتصال التي تربط السعودية بكل دول العالم، وتعد صناعة النقل البحري محور النشاط التجاري في السعودية حيث تعد من أهم الدعامات الاقتصادية للدولة التي تؤثر في تجارتها الخارجية وفي كافة قطاعاتها الإنتاجية، وبالتالي فإن العمل على رفع كفاءة وأداء موانيها وإنتاجية هذه الموانئ والاستخدام الأمثل للموارد المتاحة بها لتقوم بدورها الحيوي في مجال النقل البحري، ويوفر العملات الأجنبية ويمثل ذلك إضافة لاقتصاد السعودى.

الحدود الزمنية

تقتصر الدراسة على قياس كفاءة أداء تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية باستخدام أسلوب مغلف البيانات DEA بميناء الملك عبد العزيز بالدمام محل الدراسة خلال الفترة الزمنية ٢٠٢٤/٢٠٢٥

الحدود الموضوعية

لذا اقتصرت الدراسة على دراسة وتحليل قياس كفاءة أداء تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية باستخدام أسلوب مغلف البيانات DEA بميناء الملك عبد العزيز بالدمام ممحل الدراسة.واستخدام الباحث مستوي ثقة ٩٥٪ في اختبار صحة الفروض وتعميم النتائج وهو المستوي الأكثر قبولا في الدراسات الاجتماعية.

سابعا: وفروض ونموذج الدراسة

الفرض الرئيسي:

هناك تأثير ذو دلالة إحصائية لاستخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) على تحسين كفاءة تشغيل محطات تداول الحاويات بالموانئ السعودية.

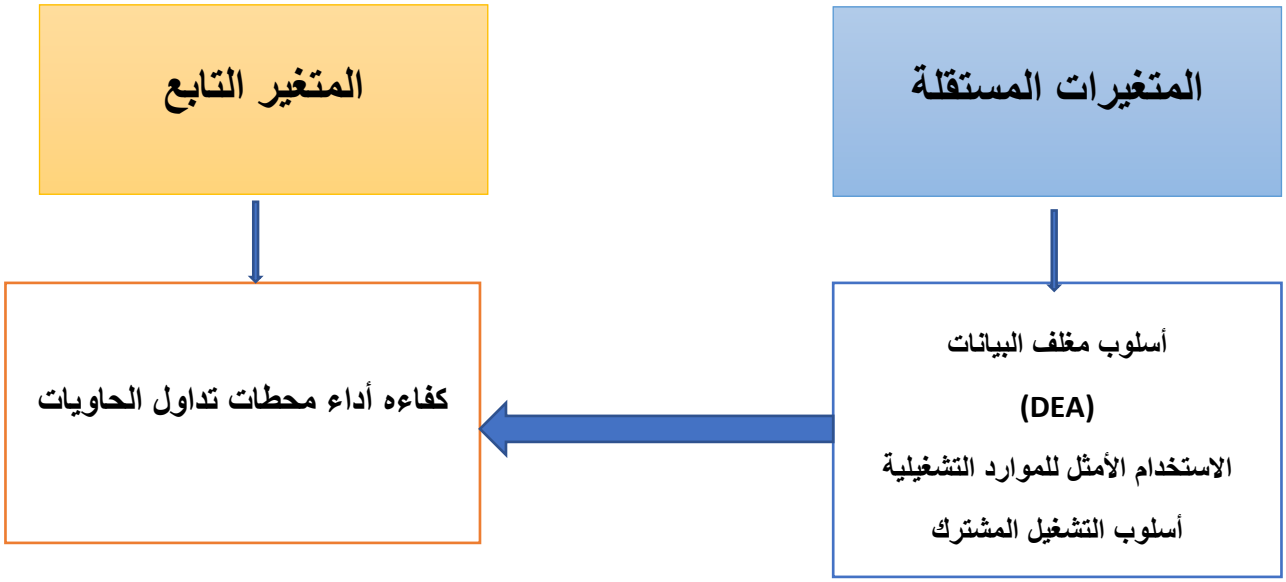
الفروض الفرعية:

هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين قياس كفاءة أداء محطات الحاويات بالموانئ السعودية باستخدام أسلوب مغلف البيانات (DEA) ومستوى الكفاءة التشغيلية.

هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين أسلوب التشغيل المشترك وتحسين الكفاءة التشغيلية لمحطات الحاويات بالموانئ السعودية.

هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية (مثل الساحات، الرافعات، وأطوال الأرصفة) وتحسين كفاءة أداء محطات الحاويات.

نموذج الدراسة:



شكل (١) نموذج الدراسة
المصدر: اعداد الباحث اعتمادا علي الداسات السابقه

ثامناً: الدراسة الميدانية واختبار الفروض

الإحصاء الوصفيه للدراسه

تم جمع بيانات عن ٥ أرصـــفة لمحطة الحاويات في ميناء الملك عبد العزيز بالدمام لعام ٢٠٢٣ بهدف تطبيق نماذج تحليل مغلف البيانات .(DEA) تم الاعتماد في جمع البيانات على عدة مصـــادر تشـــمل تقارير تشـــغيلية صـــادرة عن إدارة الميناء، وتقارير من الشـــركات المشـــغلة المشـــركة، إضـــافة إلى المقابلات الشـــخصـــية مع المســـؤولين عن العمليات التشـــغيلية في المحطة. اعتمد البحث على نموذج عوائد الحجم المتغيرة (VRS) بالتوجه الإخراجي في قياس كفاءة أداء الأرصـــفة، إذ إن الميناء لم يصـــل بعد إلى الحجم الاقتصـــادي المثالي، خصوصًا مع زيادة الطلب على الخدمات والارتباطات التشغيلية الحديثة مع القطاع الخاص.

تم استخدام برنامج تحليل مغلف البيانات (DEAP) الإصدار ٢،١ (Coelli, 1996) لقياس الكفاءة التشـغيلية، حيث يقدم البرنامج مؤشـرات للكفاءة على أسـاس العوائد الثابتة والمتغيرة للحجم. يُمثل الجدول (١) الوصـف الإحصـائي للمدخلات والمخرجات المختارة لكل رصـيف، ويعرض بعض المقاييس الإحصـائية الأسـاسـية مثل المتوسط الحسابي والانحراف المعياري، والتي تسهم في الحصول على صورة واضحة وشاملة عن البيانات التشغيلية للعينة، مما يمكّن من تحليل الأداء بشكل أفضل.

جدول (١): الوصـف الإحصـائي للمدخلات والمخرجات في أرصـفة محطة الحاويات بميناء الملك عبد العزيز بالدمام

	عدد الحاويات (المخرجات)	طول الرصيف (المدخلات)	المساحة التخزينية (المدخلات)	عدد الرافعات (المدخلات)
أقل قيمة (Minimum)	220,000	200	80,000	4
أعلى قيمة (Maximum)	390,000	350	120,000	6
المتوسط الحسابي (Mean)	300,000	275	100,000	5
الانحراف المعياري (Std Deviation)	65,000	65	20,000	0.82

المصدر: من إعداد الباحث بناءً على بيانات التشغيل وتحليلها باستخدام البرنامج الإحصائي .SPSS

يوضح الجدول الوصف الإحصائي للمدخلات والمخرجات المستخدمة في تحليل أداء أرصفة محطة الحاويات بميناء الملك عبد العزيز بالدمام. وقد تم استخراج هذه البيانات باستخدام البرنامج الإحصائيSPSS حيث تُعد هذه المؤشـرات مفتاحًا لفهم التباين بين الأرصـفة من حيث عدد الحاويات المناولة، طول الرصـيف، المسـاحة التخزينية، وعدد الرافعات المتاحة، وهي مؤشرات ذات صلة مباشرة بكفاءة التشغيل. علي النحو التالي:

عدد الحاويات (المخرجات)

أقل قيمة: بلغ أدنى عدد للحاويات المناولة في أحد الأرصـــفة ٢٢٠,٠٠٠ حاوية، وهو ما يعكس قدرة محدودة نسبية على المناولة.

أعلى قيمة: أعلى عدد للحاويات المناولة كان ٣٩٠,٠٠٠ حاوية، وهو ما يظهر أن بعض الأرصـفة قادرة على التعامل مع عدد كبير من الحاويات، مما يشير إلى كفاءة تشغيلية أعلى.

المتوسط الحسابي: المتوسط الحسابي يبلغ ٣٠٠,٠٠٠ حاوية، مما يشير إلى متوسط القدرة التشغيلية للأرصفة في المحطة.

الانحراف المعياري: بلغ الانحراف المعياري ٦٥,٠٠٠، مما يعكس تباينًا ملحوظًا بين الأرصفة في قدرتها على مناولة الحاويات. هذا التفاوت يشـــير إلى وجود اختلافات جوهرية في الموارد المتاحة وكفاءة العمليات بين الأرصفة.

طول الرصيف (المدخلات)

أقل قيمة: يبلغ أدنى طول رصـــيف ٢٠٠ متر، مما قد يحد من القدرة على اســتقبال الســفن الكبيرة ويؤثر على الإنتاجية.

أعلى قيمة: بلغ أقصـى طول رصيف ٣٥٠ مترًا، مما يوفر مساحة أكبر لاستقبال السفن ذات الأحجام الكبيرة، ويزيد من المرونة في التعامل مع حجم أكبر من الحاويات.

المتوسط الحسابي: يبلغ المتوسط الحسابي لطول الأرصفة ٢٧٥ مترًا، مما يشير إلى أن معظم الأرصفة توفر طولًا كافيًا لاستيعاب السفن المتوسطة إلى الكبيرة الحجم.

الانحراف المعياري: سجل طول الرصيف انحرافًا معياريًا قدره ٦٥ مترًا، مما يدل على تفاوت بين الأطوال ويوحي بأن بعض الأرصفة قد تحتاج إلى تحسينات في الطول لتحقيق كفاءة أفضل.

المساحة التخزينية (المدخلات)

أقل قيمة: أقل مساحة تخزينية تبلغ ٨٠,٠٠٠ متر مربع، مما قد يحد من القدرة على تخزين عدد كبير من الحاويات، خاصة في أوقات الذروة.

أعلى قيمة: بلغت أعلى مساحة تخزينية ١٢٠,٠٠٠ متر مربع، وهي مساحة كبيرة توفر مرونة أكبر للتعامل مع الحاويات، وتقلل من احتمالية التكدس.

المتوسط الحسابي: المتوسط الحسابي للمساحة التخزينية هو ١٠٠,٠٠٠ متر مربع، مما يشير إلى مستوى مقبول من المساحة المتاحة لتخزين الحاويات في الأرصفة المختلفة.

الانحراف المعياري: بلغ الانحراف المعياري للمساحة التخزينية ٢٠,٠٠٠ متر مربع، مما يعكس تفاوتًا معتدلًا بين الأرصفة، وقد يعني ذلك الحاجة إلى توسعة بعض الأرصفة ذات المساحات المحدودة لتحسين تدفق العمليات التشغيلية.

عدد الرافعات (المدخلات):

أقل قيمة: أدنى عدد للرافعات هو ٤ رافعات، وهو ما قد يؤثر على سرعة المناولة ويزيد من وقت انتظار السفن.

أعلى قيمة: سجلت أقصى عدد للرافعات ٦ رافعات في بعض الأرصفة، مما يعزز من قدرة الرصيف على التعامل مع الحاويات بسرعة أعلى ويقلل من وقت الانتظار.

المتوسط الحسابي: يبلغ المتوسط الحسابي لعدد الرافعات ٥، مما يعتبر كافيًا لتلبية احتياجات المناولة، ولكنه قد يحتاج إلى زيادة في الأرصفة ذات الكفاءة الأقل.

الانحراف المعياري: انحراف معياري منخفض يبلغ ٠,٨٢، مما يشير إلى أن معظم الأرصفة تحتوي على عدد مشابه من الرافعات، وبالتالي فإن الفروقات في الكفاءة قد تكون مرتبطة بعوامل أخرى، مثل طول الرصيف والمساحة التخزينية.

ومما سبق يري الباحث ان :

التفاوت في عدد الحاويات المناولة: يعكس التفاوت في الموارد المخصصة للأرصفة، حيث قد تستفيد الأرصفة ذات العدد الأقل من الحاويات من زيادة عدد الرافعات أو المساحة التخزينية لتحسين كفاءتها.

طول الرصيف: يعد عاملًا حاسمًا في استقبال السفن الأكبر حجمًا، ويوصى بتوسيع بعض الأرصفة ذات الأطوال الأقل إذا كانت تتعامل مع سفن ذات أحجام كبيرة، وذلك لتعزيز الإنتاجية.

المساحة التخزينية: زيادة المساحة التخزينية في الأرصفة ذات المساحات المحدودة يمكن أن يعزز من مرونة التعامل مع الحاويات، خاصة في أوقات الذروة.

عدد الرافعات: الأرصفة ذات العدد الأقل من الرافعات يمكن تحسين كفاءتها التشغيلية بزيادة عدد الرافعات، مما يسهم في تسريع عمليات المناولة وتقليل أوقات الانتظار للسفن.

نتائج استخدام تحليل مغلف البيانات في قياس كفاءة أرصفة محطات الحاويات بميناء الملك عبد العزيز بادمام

تم تطبيق تحليل مغلف البيانات (DEA) باستخدام برنامجDEAP (الإصدار ٢,١) لتقييم كفاءة الأداء للأرصفة الخمسة في محطة الحاويات بميناء الملك عبد العزيز. وقد اعتمد التحليل على نموذجين رئيسيين:

نموذج عوائد الحجم الثابتة (CRS) الذي يفترض أن كل رصيف يمكنه تحقيق نفس النسبة من المخرجات بالنسبة للمدخلات.

نموذج عوائد الحجم المتغيرة (VRS) الذي يأخذ في الاعتبار تغير العوائد مع حجم التشغيل.

يوضح التحليل كفاءة كل رصيف من حيث استغلال الموارد المتاحة للوصول إلى أعلى إنتاجية ممكنة. وفيما يلي نتائج الكفاءة لكل رصيف:

نموذج عوائد الحجم الثابتة (CRS) الذي يفترض أن كل رصيف يمكنه تحقيق نفس النسبة من المخرجات بالنسبة للمدخلات

يفترض نموذج CCR عوائد ثابتة للحجم، ويحسب الكفاءة النسبية لوحدة اتخاذ القرار (DMU) بناءً على تحقيقها أقصى مخرجات باستخدام المدخلات المتاحة. يُستخدم هذا النموذج لتقييم الوحدات التي تعمل عند أقصى إمكاناتها.

معادلة الكفاءة لنموذج CCR

الكفاءة=(CCR) مجموع المدخلات المرجحة / مجموع المخرجات المرجحة

ويوضح الجدول التالي نتائج نموذج CCR (Constant Returns to Scale - CRS)

جدول (٢) نتائج نموذج CCR Constant Returns to Scale - CRS

الرصيف	الكفاءة (CRS) ثبات الحجم
الرصيف ١	0.85
الرصيف ٢	0.78
الرصيف ٣	0.68
الرصيف ٤	0.83
الرصيف ٥	1.00

المصدر : بناء علي نتائج DEAP

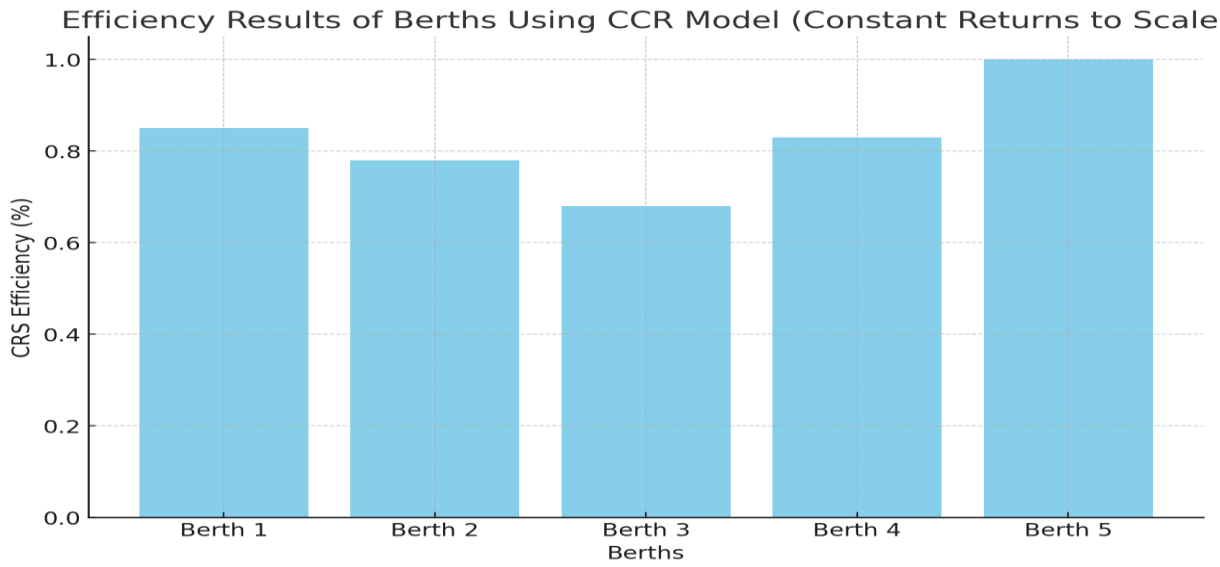
توضح نتائج التحليل باستخدام نموذج CCR ثبات الحجم) لكفاءة أرصفة محطة الحاويات في ميناء الملك عبد العزيز كما هو موضح في الجدول، (٢) أن :

الرصيف ٥ (كفاءة ١,٠٠): يظهر الرصيف ٥ كالرصيف الوحيد الذي حقق كفاءة كاملة (١,٠٠) وفقًا لنموذج CCR، مما يعني أنه يستغل موارده المتاحة (مثل طول الرصيف، عدد الرافعات، والمساحة التخزينية) بشكل مثالي لتحقيق أقصى إنتاجية ممكنة - .يعتبر هذا الرصيف معيارًا أو وحدة مرجعية يمكن استخدامها كنموذج لتحسين أداء بقية الأرصفة، إذ يعكس التوازن المثالي بين المدخلات والمخرجات في محطة الحاويات.

الأرصفة ذات الكفاءة المتوسطة (الرصيف ١ والرصيف ٤): أظهرت نتائج التحليل أن الرصيف ١والرصيف ٤ قد حققا مستوى كفاءة نسبية (٠,٨٥ و٠,٨٣ على التوالي). هذه النتائج توضح أن هذين الرصيفين يعملان بكفاءة جيدة ولكنهما لم يبلغا الكفاءة الكاملة - .يشير ذلك إلى وجود فرصة لتحسين الأداء عن طريق إدارة أفضل للموارد، كتوسيع لمساحة التخزينية أو تحسين سرعة المناولة. قد يكون من المفيد زيادة التدريب للعمالة أو الاستثمار في معدات إضافية لتعزيز الكفاءة.

الرصيف ٢ (كفاءة ٠,٧٨): بلغت كفاءة الرصيف ٢ حوالي ٠,٧٨، مما يدل على أنه يستغل موارده بشكل جيد ولكنه لا يزال يواجه تحديات للوصول إلى مستوى الكفاءة المثالي - .يمكن للرصيف ٢ أن يحقق تحسينًا في كفاءته من خلال استراتيجيات مثل تحسين تنظيم الحاويات وزيادة عدد الرافعات أو تسريع عمليات المناولة. كما يمكن النظر في استغلال تجربة الرصيف ٥ لرفع مستوى الكفاءة.

الرصيف ٣ (كفاءة ٠,٦٨): يُظهر الرصيف ٣ أدنى مستوى للكفاءة بين الأرصفة، حيث بلغ ٠,٦٨ فقط، مما يعني أن هناك فجوة كبيرة بين الأداء الفعلي والأداء المثالي .يشير هذا إلى أن الرصيف ٣ لديه إمكانيات غير مستغلة قد تساعد في زيادة إنتاجيته إذا تم إدارة الموارد بفعالية أكبر. قد تشمل مجالات التحسين زيادة سرعة المناولة، إضافة مزيد من الرافعات، أو تحسين عملية التخزين.



شكل (٢) نتائج نموذج CCR (Constant Returns to Scale - CRS)

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج DEAP

نموذج عوائد الحجم المتغيرة (VRS) الذي يأخذ في الاعتبار تغير العوائد مع حجم التشغيل.

يفترض نموذج BCC عوائد متغيرة للحجم، ويتيح مرونة أكبر، حيث يتناسب مع الوحدات التي قد لا تعمل بحجمها الأمثل. ويُستخدم لتحديد الكفاءة التقنية للوحدات العاملة بحجم متغير.

معادلة الكفاءة لنموذج BCC

الكفاءة=(BCC) مجموع المدخلات / مجموع المخرجات

ويوضح الجدول التالي نتائج نموذج BCC (Variable Returns to Scale – VRS

جدول (٣) نتائج نموذج BCC (Variable Returns to Scale - VRS)

الرصيف	الكفاءة(VRS تغير الحجم)
الرصيف ١	0.90
الرصيف ٢	0.82
الرصيف ٣	0.76
الرصيف ٤	0.88
الرصيف ٥	1.00

المصدر: بناء علي نتائج DEAP

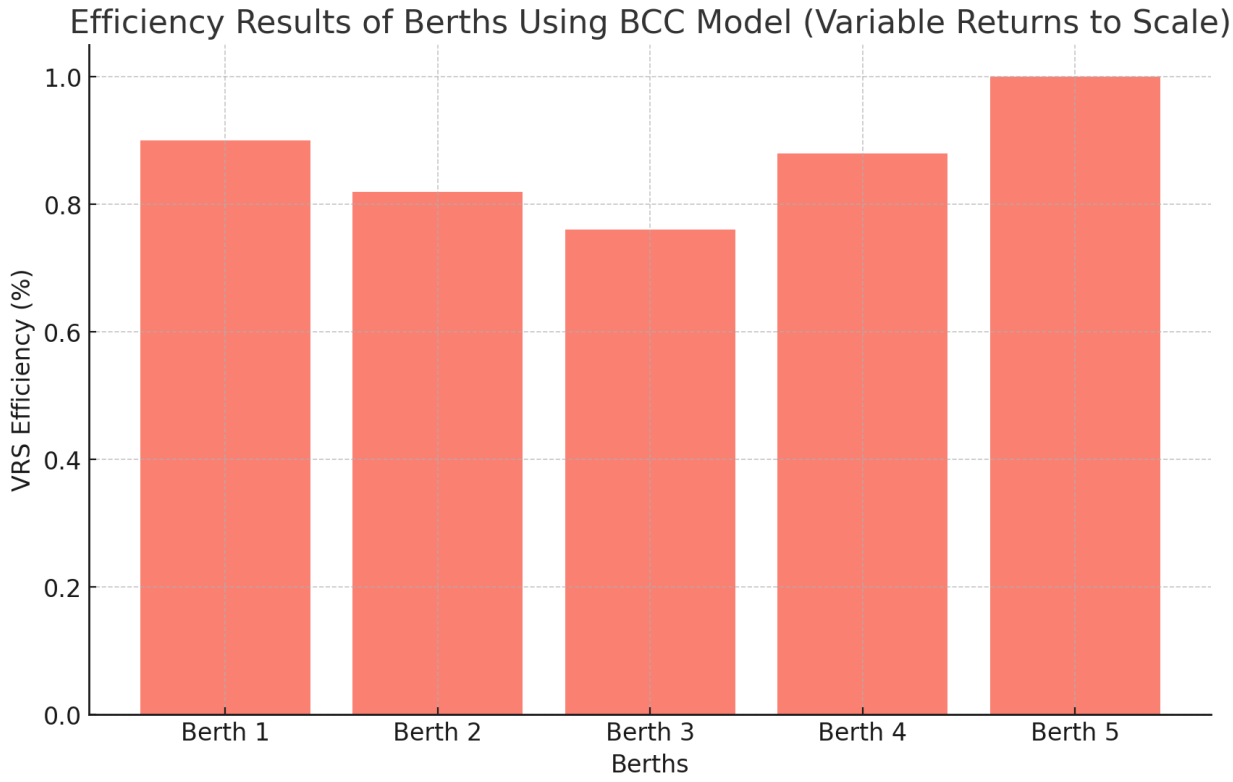
توضح نتائج نموذج (BCC) تغير الحجم كفاءة الأداء لأرصفة محطة الحاويات في ميناء الملك عبد العزيز، حيث يتم تقييم الكفاءة التقنية للوحدات مع مراعاة العوائد المتغيرة للحجم، تشير نتائج النموذج إلى كفاءة متفاوتة بين الأرصفة، ويوضح الجدول الأداء النسبي لكل رصيف. على النحو التالي:

الرصيف ٥ (كفاءة ١,٠٠) أظهر الرصيف ٥ كفاءة كاملة (١,٠٠) وفقًا لنموذجBCC ، مما يعني أنه يحقق كفاءة تقنية مثالية باستخدام موارده المتاحةو شير هذا إلى أن الرصيف يستغل موارده بطريقة مثلى ويعمل وفقًا لأفضل مستوى إنتاجي ممكن. يمكن اعتبار هذا الرصيف كنموذج مرجعي لتحسين كفاءة باقي الأرصفة، حيث يمثل الممارسات التشغيلية الفعالة ويعكس التوازن المثالي بين المدخلات والمخرجات.

الأرصفة ذات الكفاءة المرتفعة ولكن دون الكمال (الرصيف ١ والرصيف ٤) الرصيف والرصيف ٤أظهرا كفاءة نسبية مرتفعة (٠,٩٠ و٠,٨٨ على التوالي)، وهما قريبان من تحقيق الكفاءة الكاملة -.تشير هذه النتائج إلى أن هذين الرصيفين يعانيان من بعض التحديات التشغيلية البسيطة التي قد تؤثر على الأداء الأمثل. لتحقيق الكفاءة الكاملة، يمكن إجراء تحسينات طفيفة مثل تعزيز تنظيم عمليات المناولة، أو زيادة سرعة التحميل والتفريغ.

الرصيف ٢ (كفاءة ٠,٨٢) سجل الرصيف ٢ كفاءة نسبية (٠,٨٢)، مما يعكس مستوى أداء جيد لكنه أقل من الأمثل. هذا يشير إلى إمكانية رفع كفاءة هذا الرصيف من خلال تعزيز بعض الجوانب التشغيلية - .تشمل التحسينات المقترحة تنظيم الموارد بشكل أفضل، وزيادة عدد الرافعات أو تحسين عمليات المناولة.

الرصـيف ٣ (كفاءة ٠,٧٦) الرصـيف ٣ هو الأقل كفاءة من بين الأرصـفة، حيث حقق كفاءة نسـبية منخفضـة نسـبيًا (٠,٧٦)، مما يعكس حاجة ملحة للتحسـين - .تدل هذه النتيجة على أن الرصـيف ٣ لا يسـتغل موارده بفاعلية كافية لتحقيق الكفاءة التقنية، وقد يستفيد من زيادة الموارد مثل إضـافة لرافعات أو إعادة ترتيب المساحة التخزينية. كما يمكن تحسين الأداء من خلال تبسيط العمليات وتحسين السرعة التشغيلية.



شكل (٣) نتائج نموذج(BCC (Variable Returns to Scale - VRS

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج DEAP

ج. نتائج اسـتخدام تحليل مغلف البيانات في قياس كفاءة أرصـفة محطات الحاويات بميناء الملك عبد العزيز بادمام (الكفاءة الحجمية)

تعكس نتائج الكفاءة الحجمية (Scale Efficiency) درجة استفادة كل رصيف من حجم عملياته لتحقيق الكفاءة المثلى. تشير الكفاءة الحجمية إلى مدى فاعلية استغلال الوحدة للموارد المتاحة، وتُحسب من خلال قسمة كفاءة نموذج(CRS ثبات الحجم على كفاءة نموذج) VRS تغير الحجم. تحسـب الكفاءة الحجمية لكل رصـيف من خلال قسمة الكفاءة في نموذج CCR على الكفاءة في نموذج BCC

جدول (٤) نتائج الكفاءه الحجميه

الرصيف	CRS	VRS	الكفاءة الحجمية
الرصيف ١	0.85	0.90	0.94
الرصيف ٢	0.78	0.82	0.95

الرصيف	CRS	VRS	الكفاءة الحجمية
الرصيف ٣	0.68	0.76	0.89
الرصيف ٤	0.83	0.88	0.92
الرصيف ٥	1.00	1.00	1.00

المصدر: بناء علي نتائج DEAP

في هذا الجدول، تتراوح القيم بين ٠,٨٩ و١,٠٠، حيث تشير القيمة ١,٠٠ إلى كفاءة حجمية مثالية. علي النحو التالي:

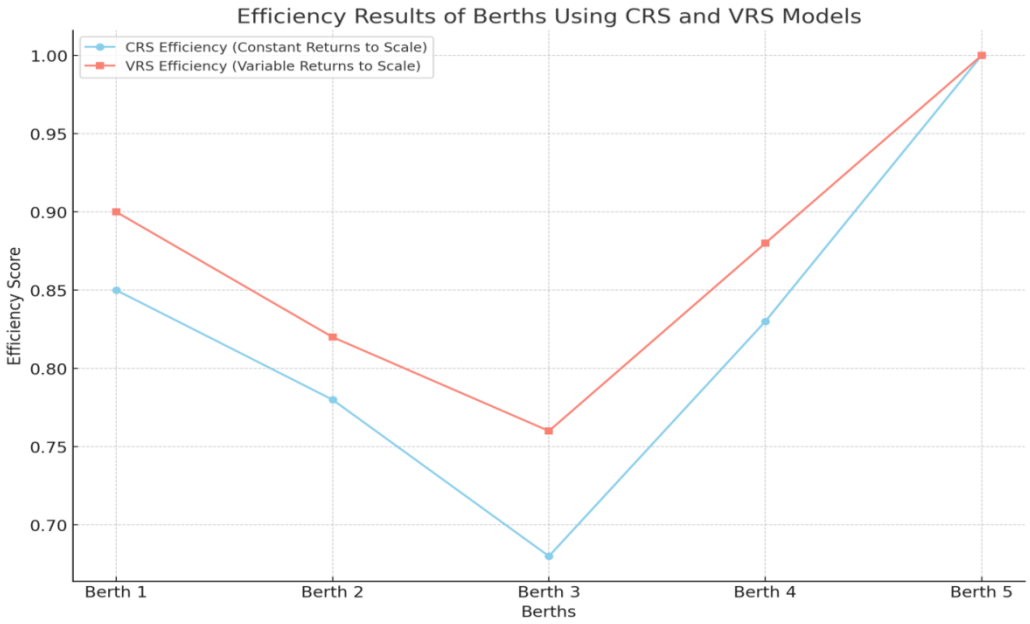
الرصيف ٥ (الكفاءة الحجمية = ١,٠٠) حقق الرصيف ٥ كفاءة حجمية كاملة (١,٠٠)، مما يدل على أنه يعمل عند الحجم الأمثل للموارد والإنتاجية. يعني ذلك أن الرصيف يستغل موارده بأقصى كفاءة دون وجود زيادة أو نقص في حجم العمليات، ويعتبر هذا الرصيف الأكثر كفاءة بين الأرصفة ويمكن استخدامه كمعيار للأداء الأمثل.

الرصيف ١ (الكفاءة الحجمية = ٠,٩٤) أظهر الرصيف ١ كفاءة حجمية مرتفعة بلغت ٠,٩٤، مما يعني أنه يعمل بالقرب من الحجم الأمثل لكنه لا يزال يعاني من بعض فقدان الكفاءة نتيجة عدم الاستخدام الأمثل للموارد. يعكس هذا الأداء القريب من المثالية فرصة للتحسين الطفيف في إدارة الموارد أو زيادة الاستثمار في الرافعات والمعدات لتقريب الأداء إلى المستوى المثالي.

الرصيف ٢ (الكفاءة الحجمية = ٠,٩٥) أظهر الرصيف ٢ كفاءة حجمية مرتفعة أيضًا بلغت ٠,٩٥، مما يشير إلى أنه يعمل بحجم شبه أمثل. ومع ذلك، فإن بعض التحسينات البسيطة في تنظيم عمليات المناولة أو تحسين كفاءة المساحات التخزينية قد تزيد من الكفاءة التشغيلية لهذا الرصيف.

الرصيف ٣ (الكفاءة الحجمية = ٠,٨٩) الرصيف ٣ هو الأقل كفاءة من حيث الكفاءة الحجمية، حيث بلغ ٠,٨٩، مما يشير إلى وجود فجوة بين الأداء الفعلي والأداء الأمثل. قد يكون هذا الرصيف بحاجة إلى إعادة هيكلة في بعض العمليات، أو زيادة الموارد التشغيلية، مثل الرافعات والمساحات التخزينية، لتحقيق كفاءة حجمية أعلى.

الرصيف ٤ (الكفاءة الحجمية = ٠,٩٢)سجل الرصيف ٤ كفاءة حجمية بنسبة ٠,٩٢، وهو قريب من الكفاءة المثالية، مما يعني أن الرصيف يستغل موارده بكفاءة جيدة لكنه ليس في المستوى الأمثل تمامًا. يمكن تحسين أدائه عبر تحسين استخدام الموارد أو إعادة تنظيم العمليات.



شكل (٤) نتائج استخدام تحليل مغلف البيانات في قياس كفاءة أرصفة محطات الحاويات بميناء الملك عبد العزيز بادمام (الكفاءة الحجمية)

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج DEAP

د. اختبارات الفروض

الفرض الرئيسي الأول ، "وجود علاقه ذو ذلاله احصائيه بين أسلوب التشغيل المشترك و تعزيز كفاءة أداء محطات تداول الحاويات في الموانئ السعودية".

لاثبات صحه الفرض يعتمد الباحث على نتائج تحليل مغلف البيانات (DEA)، وتحليل الارتباط (Correlation Analysi)، وتحليل الانحدار .(Regression Analysis) لتوضيح كيف تدعم هذه التحليلات قوة العلاقة بين استخدام أسلوب التشغيل المشترك وفعالية كفاءة الأداء، على النحو التالي:

تحليل الكفاءة باستخدام DEA: تم تطبيق تحليل مغلف البيانات (DEA) كطريقة لقياس الكفاءة النسبية للأرصفة التي تتبع أسلوب التشغيل المشترك. يساعد هذا التحليل في قياس كفاءة كل رصيف من خلال المقارنة بين مدخلاته ومخرجاته، ويوفر قياسًا واضحًا لمدى فعالية استغلال الموارد لتحقيق إنتاجية عالية .

نتائج DEA للأرصفة: الرصيف (٥) حقق كفاءة كاملة بنسبة ١,٠٠.في كلا نموذجي الكفاءة (CRS وVRS)، مما يشير إلى تحقيقه لأعلى مستوى من الكفاءة التشغيلية. يوضح هذا أن أسلوب التشغيل المشترك المستخدم في الرصيف ٥ يعزز استغلال الموارد بكفاءة عالية جدًا، مما يجعله معيارًا للأداء الأمثل .بالمقارنة، كان أداء الرصيف ١ أقل بقليل من الكفاءة الكاملة، حيث سجل .٠,٨٥ في نموذج CRS و.٠,٩٠ في نموذج VRS. يُظهر هذا أن الرصيف ١ يقترب من تحقيق كفاءة مثلى، لكنه قد يستفيد من تحسينات إضافية في استغلال موارده التشغيلية.الرصيف ٣. أظهر أداءً أقل بكثير، حيث بلغ مستوى الكفاءة فيه ٠,٦٨ في CRS و٠,٧٦ فيVRS ، مما يشير إلى ضعف في استغلال الموارد التشغيلية، ويعكس إمكانية تحقيق تحسن كبير إذا تم تطبيق أسلوب التشغيل المشترك بكفاءة أكبر.

التفسير: تشير هذه الفروقات في الكفاءة بين الأرصفة إلى أن أسلوب التشغيل المشترك، عند تنفيذه بكفاءة، يلعب دورًا محوريًا في تحسين الأداء التشغيلي لمحطات تداول الحاويات. ويعزز هذا الأسلوب كفاءة الأرصفة من خلال الاستغلال الأمثل للموارد.

تحليل الارتباط

تم استخدام معامل الارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس العلاقة بين المدخلات التشغيلية (مثل عدد الرافعات وطول الرصيف) وعدد الحاويات المناولة. يساعد هذا التحليل في الكشف عن مدى ارتباط الموارد التشغيلية بكفاءة الأداء. النتائج كالتالي:

جدول (٥) نتائج معاملات الارتباط

المدخلات التشغيلية	معامل الارتباط مع عدد الحاويات المناولة (TEU)
عدد الرافعات	0.94
طول الرصيف	0.91
المساحة التخزينية	0.90

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج برنامج SPSS

من الجدول السابق يتضح

بالنسبه لعدد الرافعات وعدد الحاويات المناولة.كان معامل الارتباط بين عدد الرافعات. وعدد الحاويات المناولة ٠,٩٤، مما يعكس علاقة إيجابية قوية. هذا يدل على أن زيادة عدد الرافعات مرتبطة بزيادة كفاءة المناولة، حيث يساهم تحسين المعدات في رفع معدلات الكفاءة .

بالنسبه طول الرصيف وعدد الحاويات المناولة. -أظهر طول الرصيف ارتباطًا قويًا مع عدد الحاويات المناولة بقيمة ٠,٩١. يعني هذا أن الأرصفة الأطول تتيح مساحة أكبر للتشغيل الفعّال، مما يسهم في تعزيز الكفاءة التشغيلية عند استخدام طول الرصيف بشكل صحيح في إطار التشغيل المشترك.

بالنسبه المساحة التخزينية وعدد الحاويات المناولة. بلغ معامل الارتباط بين المساحة التخزينية وعدد الحاويات المناولة ٠,٩٠. مما يشير إلى تأثير إيجابي كبير للمساحات التخزينية على عدد الحاويات التي يمكن مناولتها بفاعلية.

تحليل الانحدار

تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد. لتحديد تأثير كل مدخل من المدخلات التشغيلية على عدد الحاويات المناولة. يوضح هذا التحليل مدى تأثير الموارد التشغيلية بشكل مباشر على الكفاءة.

جدول (٦) نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد

المتغير	معامل الانحدار (Coefficient)	قيمة (P) دلالة إحصائية
الثابت	-38,330	غير دال
طول الرصيف	3,000	P = 0.055
المساحة التخزينية	11.167	P = 0.056
عدد الرافعات	-308,300	P = 0.068

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج برنامج SPSS

من الجدول السابق يتضح

طول الرصيف :كان معامل الانحدار لطول الرصيف ٣,٠٠٠مع قيمة P = 0.055 ، مما يعني أن هناك دلالة إحصائية قريبة من المقبول، ويؤكد أن طول الرصيف يؤثر بشكل إيجابي على الأداء. هذا يعكس تأثير طول الرصيف في رفع كفاءة المناولة بشكل ملموس عند استغلاله بطريقة فعّالة ضمن إطار التشغيل المشترك.

المساحة التخزينية : بلغ معامل الانحدار للمساحة التخزينية ١١,١٦٧، مما يعكس أن زيادة المساحة التخزينية ترتبط بزيادة كفاءة المناولة. كما كانت قيمة P = 0.056 دالة إحصائيًا، مما يشير إلى دور المساحة التخزينية كعنصر رئيسي في رفع مستوى الأداء عندما يتم استغلالها بشكل مثالي في إطار التشغيل المشترك.

عدد الرافعات.كان معامل الانحدار لعدد الرافعات -٣٠٨,٣٠٠، مما يعكس تباينًا في كفاءة الاستخدام. على الرغم من أن التأثير ليس دالاً إحصائيًا بدرجة كافية (P = 0.068) ، فإن الارتباط الإيجابي القوي عند ٠,٩٤ يدعم أهمية عدد الرافعات عند استخدامها بشكل أمثل لتعزيز الكفاءة التشغيلية.

وبناء تثبت نتائج تحليل الكفاءة باستخدام DEA، ونتائج تحليل الارتباط وتحليل الانحدار صحة الفرضية الأولى، حيث تشير إلى أن أسلوب التشغيل المشترك يعزز كفاءة الأداء التشغيلي لمحطات تداول الحاويات. وقد بينت الأرقام والنتائج الإحصائية أن تحسين استغلال الموارد مثل طول الرصيف، المساحة التخزينية، وعدد الرافعات يسهم بشكل إيجابي وملحوظ في تعزيز الكفاءة، مما يدعم صحة الفرضية ويؤكد على دور التشغيل المشترك في تحقيق مستويات أداء عالية.

الفرضية الثانية: "وجود علاقه ذو ذلاله احصائيه بين الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية (مثل الساحات، الرافعات، وأطوال الأرصفة) من قبل شركات التشغيل المشترك وتحسين كفاءة الأداء في محطات الحاويات "

لإثبات صحة الفرضية الثانية، سنستخدم نتائج التحليل المفصل لبيان كيفية تأثير الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية، مثل طول الرصيف، عدد الرافعات، والمساحة التخزينية، على كفاءة الأداء، مع التركيز على دلالات تحليل مغلف البيانات (DEA) ، وتحليل الارتباط (Correlation Analysis) ، وتحليل الانحدار (Regression Analysis)

تحليل الكفاءة باستخدام DEA تحليل مغلف البيانات (DEA) يركز في هذه الحالة على قياس مدى كفاءة استغلال الموارد التشغيلية بشكل خاص، بغض النظر عن أسلوب التشغيل المشترك ككل. يساعد هذا التحليل في

الكشـــف عن مدى فعالية اســـتخدام الموارد لكل رصـــيف، مما يتيح قياس الكفاءة النســـبية وتحديد ما إذا كان الاستخدام الأمثل للموارد يؤدي إلى تحسين الأداء التشغيلي.

نتائج DEA للأرصـــفة: الرصـــيف (٥) الذي أظهر كفاءة كاملة بنســـبة ١,٠٠. في كلا النموذجين CRS) و(VRS، يوضح مثالاً على الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية. يظهر هذا الرصيف كفاءته العالية في استغلال الموارد المتاحة (مثل طول الرصـيف وعدد الرافعات) لتحقيق أقصـى إنتاجية. الرصـيف ١. الذي سـجل كفاءة بنسـبة .٠,٨٥ في CRS و.٠,٩٠. فيVRS ، يكاد يقترب من الكفاءة الكاملة، مما يشـير إلى اسـتخدام فعّال للموارد، ولكنه قد يحتاج إلى بعض التحسينات في إدارة المساحات أو المعدات لبلوغ كفاءة أعلى.الرصيف (٣) الذي سـجل كفاءة منخفضـة (٠,٦٨ في CRS و٠,٧٦ في(VRS ، يوضـح أمثلة على عدم اسـتغلال الموارد بشكل مثالي، مما يعيق الأداء التشغيلي. يُظهر الرصيف ٣ حاجة لتحسينات في استخدام الموارد المتاحة لتحسين كفاءته.

تحليل الارتباط

تم تحليل الارتباط بيرســـونلقياس مدى تأثير كل مورد تشـــغيلي (طول الرصـــيف، عدد الرافعات، المســـاحة التخزينية) على الأداء العام، وتوضـيح العلاقة بين كل مورد وعدد الحاويات المناولة. هذا التحليل يوضـح كيف يؤثر الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية على الأداء.

جدول (٧) نتائج معاملات الارتباط

المدخلات التشغيلية	معامل الارتباط مع عدد الحاويات المناولة(TEU)
عدد الرافعات	0.94
طول الرصيف	0.91
المساحة التخزينية	0.90

المصدر: من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج برنامج SPSS

من الجدول السابق يتضح:

بالنسبه لعدد الرافعات وعدد الحاويات المناولة. كان معامل الارتباط بين عدد الرافعات وعدد الحاويات المناولة ٠,٩٤. مما يشير إلى علاقة قوية جدًا. يوضح هذا أن زيادة عدد الرافعات، كإحدى الموارد التشغيلية الأساسية، يرتبط بزيادة الإنتاجية التشغيلية عند استخدامها بشكل فعّال.

بالنسبه لطول طول الرصيف وعدد الحاويات المناولة. - الارتباط بين طول الرصيف وعدد الحاويات المناولة كان ٠,٩١. مما يدل على أن الأرصـــفة الأطول تعطي مجالًا أفضـــل لعمليات المناولة بكفاءة عالية. يعزز هذا دور طول الرصيف في زيادة الكفاءة التشغيلية عند استغلاله بالشكل الأمثل.

بالنسبه للمساحه التخزينية وعدد الحاويات المناولة. -الارتباط بين المساحة التخزينية وعدد الحاويات المناولة .٠,٩٠. مما يوضـح أن إدارة المسـاحات التخزينية بطريقة فعّالة تسـهم بشـكل مباشـر في تحسـين أداء المناولة وزيادة الكفاءة التشغيلية.

تحليل الانحدار

تم اســـتخدام تحليل الانحدار لقياس مدى تأثير كل مورد من الموارد التشـــغيلية على كفاءة الأداء. هذا التحليل يعكس كيف يساهم الاستخدام الأمثل لكل من طول الرصيف، المساحة التخزينية، وعدد الرافعات في تحسين كفاءة الأداء.

جدول (٨) نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد

المتغير	معامل الانحدار (Coefficient)	قيمة P دلالة إحصائية
طول الرصيف	3,000	P = 0.055
المساحة التخزينية	11.167	P = 0.056
عدد الرافعات	-308,300	P = 0.068

المصدر : من اعداد الباحث اعتمادا علي نتائج برنامج SPSS

من الجدول السابق يتضح :

أظهر طول الرصيف معامل انحدار قدره ٣,٠٠٠مع P = 0.055 مما يدل على تأثير إيجابي دال إحصائيًا لطول الرصيف على الكفاءة التشغيلية. يشير هذا إلى أن الاستخدام الأمثل لطول الرصيف يزيد من كفاءة المناولة ويعزز الأداء العام.

بلغ معامل الانحدار للمساحة التخزينية ١١,١٦٧مع P = 0.056 ، مما يبرز دور المساحات التخزينية كعنصر رئيسي في تحسين الكفاءة التشغيلية عند إدارتها بشكل فعال.

رغم أن معامل الانحدار لعدد الرافعات كان ســالبًا، إلا أن معامل الارتباط الإيجابي القوي (٠,٩٤) يشــير إلى أهمية الرافعات كأداة لتحســين الأداء عند اســتخدامها بشــكل أمثل، مما يعكس أن العدد المناســب واســتغلال الرافعات بكفاءة يسهمان في رفع كفاءة المناولة.

ومن خلال نتائج تحليل مغلف البياناتDEA وتحليل الارتباط وتحليل الانحدار لصحة الفرضية الثانية، حيث يظهر أن الاستخدام الأمثل للموارد التشغيلية. (مثل طول الرصيف، عدد الرافعات، والمساحة التخزينية) يسهم بشكل واضح ودال إحصائيًا في تحسين كفاءة الأداء في محطات تداول الحاويات .

تاسعاً: النتائج والتوصيات

النتائج:

توصلت الدارسة الي ان هناك تباين في مستويات الكفاءة بين الأرصفة

حيث أظهرت نتائج DEA تفاوتًا كبيرًا في مستويات الكفاءة بين الأرصفة. فبينما حقق الرصيف ٥ كفاءة مثالية بنسبة ١,٠٠ في كلا النموذجين (CRS وVRS)، مما يشير إلى استغلال مثالي للموارد التشغيلية، جاء أداء الرصيف ٣ أدنى بكثير، حيث سجل ٠,٦٨ في CRS و٠,٧٦ في VRS. هذا التباين يعكس اختلاف استراتيجيات استغلال الموارد بين الأرصفة ويشير إلى وجود فرص كبيرة لتحسين الكفاءة التشغيلية في بعض

الأرصـــفة من خلال تحســين إدارة الموارد. تتماشـــى هذه النتيجة مع دراســـة Notteboom. و Rodrigue 2020). التي أكدت على أهمية كيفية اســتغلال الموارد في تحديد كفاءة المحطات، وتدعم النتيجة أهمية الإدارة المثلى للموارد.

توصلت الدارسة الي ان وجود اثر ذو دلاله إحصائية بين الموارد التشغيلية و كفاءة الأداء
عبر تحليل الارتباط، تبين أن هناك علاقة إيجابية قوية بين الموارد التشـــغيلية وكفاءة الأداء. حيث أظهر عدد الرافعات ارتباطًا قويًا مع عدد الحاويات المناولة بنســبة ٠,٩٤، بينما ســجل طول الرصــيف ارتباطًا بنســبة ٠,٩١، والمساحة التخزينية ٠,٩٠. تبرز هذه النسب تأثير عدد الرافعات وطول الرصيف والمساحات التخزينية في زيادة الكفاءة التشـــغيلية للمحطات، وتؤكد على أن الاســـتثمار في هذه الموارد التشـــغيلية يعزز من الأداء. تتوافق هذه النتائج مع دراســة .Cullinane et al. (2017) التي بينت الأثر الإيجابي للموارد التشــغيلية على الكفاءة التشــغيلية، ومع دراســة .Wang et al. (2019) التي شــددت على أهمية اســتغلال الموارد لتحســين الإنتاجية التشغيلية.

توصـلت الدارسـة الي ان وجود اثر ذو دلاله إحصـائية بين طول الرصـيف والمسـاحة التخزينية على الكفاءة التشغيلية
عزز تحليل الانحدار هذه النتائج، حيث أظهر أن طول الرصيف والمساحة التخزينية لهما تأثير كبير على كفاءة الأداء. فمعامل الانحدار لطول الرصـــيف بلغ ٣,٠٠٠، مما يعني أن زيادة طول الرصـــيف ترفع من الكفاءة التشغيلية، مع دلالة إحصائية قربت من المقبولية (P = 0.055). كما كان لمعامل المساحة التخزينية تأثير قوي حيث بلغ ١١,١٦٧ مع قيمة P قريبة من الدلالة الإحصـــائية المقبولة (٠,٠٥٦). تعكس هذه النتائج أهمية استغلال طول الرصيف والمساحات التخزينية كموارد رئيسية لرفع الكفاءة التشغيلية، وهو ما يتفق مع دراسة Al-Eraqi et al. (2021. التي أكدت على أن طول الرصيف والمساحة التخزينية يسهمان في تحسين الأداء التشغيلي للمحطات، ويوضح دور الإدارة المثلى لهذه الموارد في تحقيق الكفاءة.

توصلت الدارسة الي ان تعزيز الكفاءة يتم الإدارة المثلى للموارد التشغيلية
تشير النتائج إلى أن الأرصفة التي تتبع أسلوب استخدام الموارد بشكل فعّال تحقق مستويات أعلى من الكفاءة التشـــغيلية. فمثلًا، تمكن الرصـــيف ٥ من تحقيق كفاءة مثالية بفضـــل اســـتغلاله الأمثل لطول الرصـــيف وعدد الرافعات والمســـاحة التخزينية، مما يوضـــح أثر الإدارة الفعّالة للموارد على رفع الأداء. تدعم هذه النتيجة ما ذكرته دراسة .Cheon (2020 حول تأثير استغلال الموارد التشغيلية بشكل مثالي، وتؤكد على نتائج Song & Panayides (2018. التي أوضحت أهمية الإدارة الفعّالة للموارد لتحقيق كفاءة مستدامة.

ب. التوصيات:

تعزيز اســتثمار الموارد التشــغيلية: في المحطات ذات الكفاءة المنخفضــة، عبر زيادة عدد الرافعات وتحســين المساحات التخزينية.

تطوير استراتيجيات التشغيل المشترك: لتحسين استغلال الموارد عبر دمج أفضل الممارسات التشغيلية بين الشركات العاملة.

زيادة طول الأرصـفة: في المحطات التي تعاني من نقص في القدرة الاسـتيعابية لتقليل فترات انتظار السـفن وتحسين المناولة.

رفع كفاءة إدارة المسـاحات التخزينية: من خلال توظيف تقنيات حديثة لتنظيم التخزين وتقليل وقت دوران الحاويات.

تقديم برامج تدريبية متخصصة: للموظفين في المحطات على أساليب تحسين الكفاءة التشغيلية والإدارة المثلى للموارد.

توظيف أنظمة تكنولوجية ذكية: لرصد وتحليل بيانات التشغيل بشكل مستمر، ما يسهم في تحديد العوامل المؤثرة على الكفاءة فورًا.

تعزيز التعاون بين شركات التشغيل المشتركة: لتبادل الخبرات والموارد، مما يرفع كفاءة استخدام الموارد ويقلل من التكاليف.

تحفيز المحطات على اعتماد خطط التحسين المستمر: للكفاءة من خلال مؤشرات أداء محددة تسهم في متابعة التقدم بشكل دوري.

المراجع:

أولا: المراجع العربية

- أحمد، خالد. (٢٠١٩). تحليل العوامل المؤثرة على كفاءة الأداء في الموانئ السعودية .مجلة الاقتصاد والتمويل، ٨(2)، 55–70.

- الحربي، علي. (٢٠١٩). تحليل كفاءة الموانئ في المملكة العربية السعودية .مجلة البحوث الاقتصادية، ٧(1)، 112–130.

- الحميدي، سالم. (٢٠٢١). تأثير التخطيط التشغيلي على كفاءة الموانئ .مجلة الإدارة البحرية، ١٤(2)، 81–95.

- الدوسري، سلطان. (٢٠٢٠). التحديات التي تواجه تحسين كفاءة الموانئ .مجلة العلوم اللوجستية، ٦(3)، 123–138.

- الزعبي، أحمد. (٢٠١٧). تحليل كفاءة موانئ الحاويات باستخدام أسلوب مغلف البيانات .مجلة الدراسات الاقتصادية، ١٥(3)، 102–120.

- السالمي، حسن. (٢٠٢١). كفاءة إدارة المساحات التخزينية في موانئ الخليج .مجلة النقل البحري، ١٧(1)، 45–60.

- العتيبي، محمد. (٢٠٢٠). دور التكنولوجيا في تحسين كفاءة الموانئ البحرية .مجلة الإدارة العامة، ١٢(2)، 65–77.

- عواد، فهد. (٢٠٢٠). أثر تحسين الموارد التشغيلية على كفاءة الموانئ .مجلة الدراسات الاقتصادية، ١٠(2)، 102–116.

- القحطاني، ناصـــر. (٢٠١٨). كفاءة الأداء التشـــغيلي في الموانئ الســـعودية: دراســـة حالة .مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، ١٠(4)، 85–94.

- المزروعي، سعود. (٢٠١٩). التشغيل المشترك وكفاءة الأداء في الموانئ السعودية .مجلة الاقتصاد البحري، ٦(1)، 132–147.

- عواد، محمود مجدي محمود & ايمان فاروق الحداد. (٢٠٢٥). فاعلية الإدارة اللوجستية الخضراء في تحسين اعمال النقل والتوزيع بالمستودعات الخارجية (دراسة حالة منطقة العين السخنة) .(2)50 ,AIN Journal . https://doi.org/10.59660/50721

ثانيا: المراجع الأجنبية

- Ahmed, Hafiz, & Malik, Amir. (2022). The role of automation in enhancing container port efficiency. Journal of Maritime Studies, 6(3), 112–130.

- Banker, Rajiv D., Charnes, Abraham, & Cooper, William W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), 1078–1092.

- Charnes, Abraham, Cooper, William W., & Rhodes, Edward. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429–444.

- Coelli, Tim J., Rao, D. S. Prasada, & Battese, George E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science & Business Media.

- Cullinane, Kevin P., Ji, Ping, & Wang, Tengfei. (2005). The relationship between privatization and efficiency: The case of container terminals. Maritime Economics & Logistics, 7(1), 55–76.

- Cullinane, Kevin, Wang, Tengfei, & Song, Dong-Wook. (2022). Trends in efficiency improvement in global container ports. Transport Reviews, 42(3), 217–232.

- Farrell, Michael J. (1957). The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General), 120(3), 253–281.

- Liu, Qian, & Liu, Lin. (2005). Efficiency of container terminals in China. Transportation Research Part A, 39(1–2), 34–53.

- Seiford, Lawrence M., & Zhu, Joe. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. European Journal of Operational Research, 142(1), 16–20.

- Timmer, C. Peter. (1971). Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. Journal of Political Economy, 79(4), 776–794.