



Proposing a Methodology to Allocate the Equipments and Facilities to the Harbors using Multiple Criteria Decision Making Tools and Simulation (Case Study: Shahid Rajaee Port)

A. Mohtashami. & S.M.A. Khatami Firoozabadi*

A. Mohtashami. Instructor of Qazvin Islamic Azad University

**S.M.A. Khatami Firoozabadi, Assistance professor of Allameh tabataba'i university*

Keywords

Harbor,
Simulation,
MCDM,
Throughput

ABSTRACT

Allocating equipments and facilities to the different operations, has been always an important problem for harbor managers. In this paper we try to present an effective methodology to allocate the equipments and facilities to the harbors. The proposed methodology uses simulation and multiple criteria decision making (MCDM) tools to analyze the system. Encountering such problem (selecting the alternatives to improve the performance of harbor) needs to be evaluated from different dimensions not one dimension. So we used the MCDM for this purpose. To evaluate effectiveness of the methodology, the mentioned methodology was implemented in shahid rajaee port. Considering the available constraints of the harbor to increase the facilities and equipments, and also considering different decision making criteria, the best alternative to improve the system was selected.

© 2011 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 22, No. 2, All Rights Reserved

*
Corresponding author. M. Khatami Firooz abadi
Email: smakhf@yahoo.com



ارائه یک متدولوژی جهت تخصیص تجهیزات و تسهیلات به بنادر با استفاده از ابزارهای تصمیم گیری چند معیاره و شبیه سازی (مطالعه موردی: بندر شهید رجایی)

علی محتشمی و محمدعلی خاتمی فیروزآبادی*

چکیده:

تخصیص تجهیزات به عملیات مختلف همواره یکی از دغدغه های مدیران بنادر بوده است. در این مقاله سعی شده است تا با ارائه یک متدولوژی، تخصیص تجهیزات و ترکیب مطلوب طرح های بهبود دهنده به عملیات تخلیه و بارگیری در بنادر انجام شود. متدولوژی پیشنهادی به منظور تجزیه و تحلیل سیستم، از شبیه سازی و ابزارهای تصمیم گیری چند معیاره بهره گرفته است. این متدولوژی مشتمل بر ۴ گزینه کلی و ۴ شاخص تصمیم گیری جهت رتبه بندی می باشد. ۴ گزینه کلی عبارتند از: اسکله، گنتری کرین، ترانسپیر و ریچ استاکر. همچنین ۴ شاخص تصمیم گیری عبارتند از هزینه، عمر مفید، مدت زمان تحويل و حجم تخلیه و بارگیری سالیانه. جهت بررسی جنبه های کارکردی متدولوژی پیشنهادی در این مطالعه، بندر شهید رجایی به عنوان مطالعه موردی در این تحقیق انتخاب و متدولوژی حاضر در مورد آن به کار گرفته شده و بهترین گزینه تعیین شد.

کلمات کلیدی

بندر

شبیه سازی

توان عملیاتی

تصمیم گیری های چند معیاره

کشتیرانی موفقی نخواهد بود. از طرف دیگر، در صورت عدم وجود این امکانات، ورود و خروج کشتی ها با پرچم خارجی نیز، به کشور، به حداقل رسیده و در نتیجه حمل و نقل کالا به آن کشورها با هزینه های گراف مواجه خواهد گردید، لذا هر کشور و دولت مستقلی، سعی در داشتن چنین امکاناتی با بهترین شرایط از نظر اقتصادی و تکنولوژیکی می نماید [۱].

با توجه به گرایش روزافزون ناوگان حمل و نقل دریایی جهان در جهت کانتینریزه نمودن کالا به منظور برخورداری از مزایای آن و همچنین ضرورت برنامه ریزی کلان حمل و نقل به منظور ترازیت کالای کشورهای آسیای میانه از طریق ایران، جهت پاسخگویی به نیازهای واردات و صادرات کشور این سوال در ذهن ایجاد می شود که امکانات و تجهیزات بندری موجود تا چه میزان پاسخگوی نیاز واردات و صادرات از طریق حمل و نقل کانتینری خواهد بود.

به این منظور، این پژوهش سعی دارد تا با ارائه مدلی با بهره گیری از مفاهیم و محاسبات سیستم های صفت و تکنیک شبیه

۱. مقدمه

اهمیت مسیرهای آبی، دریاها و اقیانوس ها بعنوان بهترین مسیر مقرن به صرفه، جهت حمل کالا های تجاری باعث گرایش بیشتر کشورها و تولید کنندگان برای حمل کالا توسط شناورها، و استفاده مطلوب از امکانات و تسهیلات آنها گردیده است. از اینرو یکی از صنایع مادر و زیر ساخت های اقتصادی و استراتژیک هر کشور، داشتن بنادر مجهز به تأسیسات و امکانات لازم جهت ارائه خدمات بندری به شرکتهای کشتیرانی های داخلی و خارجی است. بدون داشتن چنین امکاناتی، کشورها قادر به داشتن خطوط

تاریخ وصول: ۸۹/۳/۲۲

تاریخ تصویب: ۸۹/۸/۵

علی محتشمی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی قزوین،

Mohtashami@st.atu.ac.ir

*تویسندۀ مسئول مقاله: دکتر محمدعلی خاتمی فیروزآبادی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، smakhf@yahoo.com

زمان تخلیه و بارگیری در بندر، ۲) کاهش زمان ماندن کشتی‌ها در سیتم و ۳) افزایش حجم تخلیه و بارگیری کانتینرها شود. متدولوژی حاضر با در نظر گیری مهم‌ترین عوامل در ترمینال‌های کانتینری که بر روی حجم تخلیه و بارگیری کانتینرها موثرند و همچنین در نظر گیری شاخص‌های مختلف جهت تصمیم گیری به امر یافتن مناسب‌ترین گزینه جهت بهبود سیستم می‌پردازد.

۳. متدولوژی پیشنهادی

متدولوژی پیشنهادی در این مطالعه از ترکیب روش‌های تصمیم گیری چند معیاره و شبیه سازی بهره می‌برد و در مراحل ذیل خلاصه می‌شود:

- شناسایی آلترناتیو‌های کلی بهبود دهنده سیستم
- شناسایی معیار‌های مهم جهت تصمیم گیری
- تعیین مشخصات هر یک از آلترناتیو‌های کلی بر روی هر یک از شاخص‌ها
- محاسبه اهمیت نسبی معیار‌های تصمیم گیری توسط روش AHP
- شبیه سازی شبکه صف وضعیت فعلی سیستم
- بدست آوردن ترکیب‌های مختلف از آلترناتیو‌های بهبود دهنده سیستم
- تعیین مشخصات مربوط به هر ترکیب در مورد هر شاخص تصمیم گیری
- بدست آوردن ترکیب مطلوب افزایش آلترناتیو‌ها با توجه به معیار‌های تصمیم گیری توسط روش TOPSIS

۴. مطالعه موردی

یکی از مهم‌ترین بنادر ایران در زمینه نقل و انتقالات کالا‌های کانتینری، بندر شهری رجایی می‌باشد. این بندر از طریق راه‌های دریایی، راه آهن، جاده‌های ترانزیتی و راه‌های هوایی با کلیه مناطق داخلی و دیگر کشور‌های جهان مرتبط است و در حال حاضر بخش عظیمی از مبادله‌های کالا‌های تجاری بین ایران و کشور‌های دیگر از طریق این بندر انجام می‌شود [۱]. هدف در این مطالعه تعیین افزایش تجهیزات به نحو مطلوب می‌باشد. به عبارت دیگر مدیران بندر خواهان آن هستند که ترکیب افزایش تجهیزات را به نحوی تعیین نمایند که تا حد امکان بیشترین مطلوبیت برای سیستم محقق شود. این امر با استفاده از متدولوژی پیشنهادی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۴. شناسایی آلترناتیو‌های کلی بهبود دهنده سیستم
در این تحقیق سعی شده تا از بین عوامل تأثیر گذار بر سیستم، مهم‌ترین عوامل که بیشترین تأثیر را بر کارایی سیستم می‌گذارند با در نظر گیری ادبیات موضوع و نظرات خبرگان به عنوان آلترناتیو‌های اصلی در نظر گرفته شوند که عبارتند از:

سازی، به ۱) تحلیل سیستم و ۲) شناسایی و انتخاب مطلوب طرح‌های فیزیکی موجود جهت توسعه و بهبود عملکرد سیستم بپردازد. منظور از بهبود عملکرد سیستم در این تحقیق، کاهش زمان عملیات تخلیه و بارگیری در بندر و به سبب آن افزایش جابجایی کانتینر (شامل واردات و صادرات) است که این امر با توجه به بررسی طرح‌ها و همچنین با در نظر گرفتن اهداف و معیارهایی که در ادامه توضیح داده خواهند شد، میسر می‌شود. لازم به توضیح است که در این مدل، طرح‌ها قابلیت این را دارند که با توجه به شرایط مسئله به صورت مجزا و یا ترکیبی انتخاب شوند.

۲. پیشینه تحقیق

برای تخصیص تجهیزات به بنادر و ارتقای سطح خدمت دهی به آنها تحقیقات متنوعی انجام شده است. بیورت و میسل جهت حل مسئله تخصیص اسکله‌ها و زمان بندی اسکله‌ها به تمرکز بر رویکرد های حل یکپارچه که از اهمیت فزاینده‌ای در مدیریت ترمینال برخوردار است استفاده کردد [۲].

از سوی دیگر لی و همکارانش به ارائه یک مدل کارا برای زمان بندی گنتری کرین‌ها پرداختند [۳]. متیو و همکارانش به بررسی اثر طول بلوك‌ها و سیستم‌های توسعه جرثقیل‌ها بر روی عملکرد کلی یک ترمینال کانتینری پرداختند [۴]. الله‌ویرانلو و اندیزه‌زاده به ارائه مدلی جهت بهینه سازی سرمایه گذاری در توسعه بندر به وسیله برنامه ریزی عدد صحیح فازی پرداختند [۵]. کانگ و همکارانش نیز به ارائه عملیات بهینه ناوگان حمل و نقل (جرثقیل و لیفتراک‌ها) برای فعالیت‌های تخلیه در بندر های کانتینری پرداختند [۶]. زانگ و همکارانش به ارائه یک الگوریتم جستجوی متنوعه برای مسئله حمل و نقل در ترمینال کانتینری پرداختند [۷]. انگلودیس و بل الگوریتمی جهت تخصیص وسایل نقلیه خودکار برای ترمینال‌های کانتینری خودکار ارائه دادند [۸]. همچنین الatar و همکارانش به شبیه سازی صفات کانتینری جهت تصمیمات سرمایه گذاری پرداختند. تجهیزات مورد بررسی در این مطالعه، محدود به اسکله‌ها و جرثقیل‌ها بوده و هدف از این تحقیق، ارزیابی و تحلیل اثربخشی راه حل پیشنهادی پیش از سرمایه گذاری بود [۹]. نظری مدلی جهت ارزیابی محوطه کانتینری و بررسی دو نوع چیدمان کانتینرها در محوطه کانتینری با استفاده از شبیه سازی پرداخت [۱۰].

هدف و وجه تمایز مطالعه حاضر نسبت به تحقیقات پیشین این است که این تحقیق در پی شناسایی و انتخاب مطلوب طرح‌های فیزیکی موجود جهت توسعه و بهبود عملکرد سیستم است. منظور از بهبود عملکرد سیستم، افزایش حجم تخلیه و بارگیری در بندر است که این امر با تخصیص مناسب تجهیزات حاصل می‌شود. انتخاب گزینه مناسب در این سیستم می‌تواند منجر به ۱) کاهش

- هزینه اجرای هر ترکیب [۶].
 - عمر مفید اجرای هر ترکیب
 - مدت زمان تحويل و آماده سازی هر ترکیب
 - میزان افزایش حجم تخلیه و بارگیری سالیانه بندر در صورت اجرای هر ترکیب
- لازم به توضیح است که در بین شاخص های فوق، تنها شاخص اول یعنی هزینه از ادبیات موضوع استخراج شد. به عبارت دیگر به نظر می رسد که محققین پیشین مسئله حاضر را بدون در نظر گیری شاخص هایی چون عمر مفید، مدت زمان تحويل و حجم تخلیه و بارگیری سالیانه مد نظر قرار دادند. با توجه به اینکه مطالعه حاضر صرفاً به دنبال ارائه یک مدل حل مسئله نبوده و سعی در در نظر گیری شرایط واقعی بنادر را دارد، به همین جهت با استفاده از نظرات خبرگان این زمینه شاخص های دیگری نیز به مدل اضافه شد که این امر به عنوان وجه تمایز دیگری نسبت به مطالعات پیشین به حساب رفته و عبارتند از: عمر مفید، مدت زمان تحويل و میزان افزایش حجم تخلیه و بارگیری سالیانه بندر در صورت اجرای هر ترکیب.

۴-۳. تعیین مشخصات هر یک از آلتنتایو های کلی بر روی هر یک از شاخص ها

جدول ۱ نشان دهنده وضعیت فعلی ترمینال کانتینری به جهت تعداد تجهیزات، عمر مفید تجهیزات، مدت زمان آماده سازی و تحويل و هزینه هر یک از تجهیزات می باشد.

• افزایش تعداد اسکله (جهت پهلو گیری کشتی ها) - اسکله کانتینری، اسکله ای است که در آن فقط کشتی های کانتینری به عملیات تخلیه و بارگیری می پردازند. بنادر معمولاً اسکله هایی برای کاربری های دیگر نیز دارند، مانند نفتی، روغنی، مسافری، تجاری، که هر اسکله با توجه به کاربری خود، اقدام به ارائه خدمات به کشتی ها می نماید [۲] و [۱۱].

• افزایش تعداد گنتری کرین (جهت تخلیه و بارگیری کانتینرها) - این جرثقیل ها در ترمینال های کانتینری جهت تخلیه و بارگیری کانتینر مورد استفاده قرار می گیرند. این وسیله روی ریل حرکت می کند و توسط برق ساحل کار می کند [۳] و [۱۲].

• افزایش تعداد ترانسپرر (جهت صافی کانتینر ها در محوطه های کانتینری) - نوعی از تجهیزات است که جهت جابجایی و صافی کانتینر ها مورد استفاده قرار می گیرد [۱۲].

• افزایش تعداد ریچ استاکر (جهت صافی کانتینر ها در محوطه های کانتینری) - نوعی از تجهیزات است که جهت جابجایی کانتینر ها در محوطه کانتینری استفاده می شود [۱۲].

۴-۴. شناسایی معیار های مهم جهت تصمیم گیری در این مطالعه سعی شده تا از بین شاخص ها و معیار های موجود جهت تصمیم گیری در مورد ارتقای بندر، مهم ترین عوامل که بیشترین تأثیر را بر عملکرد بندر می گذارند با در نظر گیری نظر خبرگان و با مطالعه ادبیات موضوع انتخاب شوند که عبارتند از:

جدول ۱. بررسی وضعیت موجود بندر به لحاظ تعداد تجهیزات، عمر مفید، هزینه و مدت زمان آماده سازی و تحويل

تجهیزات	تعداد	عمر مفید	قیمت / هزینه	مدت زمان تحويل
اسکله	۵	۷۰ سال	۲۰،۰۰۰،۰۰۰ یورو	۲ سال
گنتری کرین	۱۰	۲۵ سال	۷،۰۰۰،۰۰۰ یورو	۱۸ ماه
ترانسپرر	۱۴	۲۵ سال	۲،۰۰۰،۰۰۰ یورو	۱۸ ماه
ریچ استاکر	۲۰	۱۵ سال	۴۰۰،۰۰۰ یورو	۶ ماه

۴-۴. محاسبه اهمیت نسبی معیار های تصمیم گیری توسط روش AHP

یکی از مراحل مهم در چنین مسئله ای تعیین اهمیت نسبی هر یک از شاخص های تصمیم گیری است. یکی از کارآمدترین تکنیک های تصمیم گیری در این زمینه روش AHP (Analytical Hierarchy Process) یا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی

لازم به توضیح است که اعداد و ارقام ستون های تعداد، عمر مفید، قیمت / هزینه و مدت زمان تحويل برای هر یک از تجهیزات با استفاده از نظرات خبرگان این امر در سازمان بنادر و دریانوردی و همچنین بندر شهید رجایی استخراج شده است.

شاخص چهارم یعنی «میزان افزایش حجم تخلیه و بارگیری سالیانه بندر در صورت اجرای هر ترکیب» در این جدول وجود ندارد چرا که اعداد مربوط به این شاخص از شبیه سازی ترکیبات به دست خواهد آمد.

این متدولوژی جهت بررسی تأثیر آلترناتیوهای مختلف، سیستم در حالت موجود شبیه سازی شده و آلترناتیو های بهبود دهنده به صورت مجازی و از طریق شبیه سازی بررسی می شوند. جدول ۳ نشان دهنده توابع توزیع مدت زمان بین دو ورود کشتی، تعداد کانتینر تخلیه و بارگیری شده و مدت زمان های خدمت دهی در این مسئله می باشد. لازم به توضیح است که توابع توزیع ذیل با استفاده از قسمت Input Analyzer نرم افزار ARENA بر روی داده ها برآش شده اند.

جدول ۳. توابع توزیع

تابع توزیع	نوع داده
GAMM(۵۶۵, ۱/۴۰)	مدت زمان بین ورود دو کشتی
WEIB(۳۱۵۰, ۱۱)	تعداد کانتینر تخلیه شده
WEIB(۲۲۴۰, ۸/۱)	تعداد کانتینر بارگیری شده
EXP(۱/۹۶, ۰/۴۲۷)	مدت زمان عملیات گنتری کرین
NORM (۱/۲۰, ۰/۰۶)	مدت زمان عملیات کشیده
GAMM (۱/۱۷, ۱/۱)	مدت زمان عملیات ریچ استاکر
NORM (۴/۲۹, ۲/۵۱)	مدت زمان عملیات ترانسپری
WEIB (۲/۱۱, ۱/۵)	مدت زمان عملیات تاپ لیفتراک

جهت شبیه سازی وضع موجود سیستم و همچنین شبیه سازی آلترناتیو های بهبود دهنده در این مقاله از نرم افزار ARENA استفاده شده است. شکل ۱ شماتیکی کلی از یک ترمینال کانتینری را نشان می دهد. وقتی کشتی نوبت پهلو گیری دریافت می کند به کنار اسکله هدایت می شود. پس از پهلو گیری، گنتری کرین ها (Quay Crane) به عملیات تخلیه / بارگیری کشتی می پردازنند. در عملیات تخلیه سپس کانتینرها توسط ترانسپریها و ریچ استاکرها در محوطه کانتینری صفاتی می شوند. عملیات بارگیری عکس حالت تخلیه رخ می دهد و تمام فرآیندها به صورت معکوس اتفاق می افتدند.

۱-۴-۵. اعتبار سنجی مدل

اعتبار مدل طراحی شده در این پژوهه از دیدگاه های مختلفی مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفته که در ادامه توضیح داده شده است. یکی از این دیدگاه ها مبتنی بر مقایسه مدل ذهنی با رمزی کامپیوتراست که مدل ذهنی را در قالب مدلی کاربردی معرفی می کند. در اینجا این سوال مطرح می شود که: آیا مدل به طرز صحیحی در قالب رمزی کامپیوترا معرفی شده است؟ و آیا رمز کامپیوترا به درستی ساختار منطقی مدل و پارامترهای ورودی آن را معرفی می کند؟ [۱۸]. برای بررسی تطابق مدل طراحی شده با سیستم موجود، مدل شبیه سازی مورد اجرا قرار گرفت و با پایین آوردن سرعت حرکت (سرعت شبیه سازی)، روند حرکت کانتینرها در مدل مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت و در صورت مشاهده مغایرت مدل با سیستم

در ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک بر اساس مقایسات زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریو ها مختلف را به مدیران می دهد [۱۴].

با توجه به کارایی مناسب روش AHP در مقایسات زوجی عوامل، این روش جهت تعیین وزن نسبی عوامل انتخاب شده است. با در نظر گیری چند بعدی بودن مسئله می توان از AHP گروهی بهره برده تا نظرات کارشناسان و تصمیم گیرندگان سیستم به نحو احسن مدد نظر قرار گیرد. برای این منظور نظرات خبرگان و کارشناسان با بهره گیری از میانگین هندسی، ادغام شده و اهمیت آنها محاسبه شده و در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲. وزن نسبی شاخص های تصمیم گیری

شاخص	وزن
هزینه	۰/۱۴۲۰
عمر مفید	۰/۲۹۵۹
مدت زمان تحويل	۰/۰۵۷۱
حجم تخلیه و بارگیری سالیانه	۰/۵۰۵۰

۵-۴. شبیه سازی صفت وضعیت فعلی سیستم

هر سیستمی که در آن خدمتی ارائه می شود و مشتری نیازمند آن خدمت باشد، تشکیل سیستم صفت را می دهد. در یک سیستم صفت چند مولفه اصلی وجود دارد، که عبارتند از: مشتری، الگوی ورود مشتریان، خدمت، خدمت دهنده و جمعیت بالقوه مشتریان، به طوری که مشتری وارد سیستم می شود و در صفت انتظار جهت دریافت خدمت می ایستد، پس از انتظار خدمت دریافت می کند و بعد از دریافت خدمت از سیستم خارج می شود [۱۵]. شبیه سازی در فرهنگ لغت و بستر به معنای «وانمود کردن» یا «نائل شدن به اصل چیزی بدون واقعیت» است [۱۶]

همانگونه که از مفهوم لغوی واژه «شبیه سازی» استنباط می شود، برای بررسی وضعیت موجود و شرایط آینده کار یک سیستم، ممکن است «مدلی» که از نظر خصوصیات و شرایط حتی الامکان «شبیه» به سیستم اصلی است، ساخته شود. آنگاه وضعیت کار مدل مورد بررسی قرار گرفته و در نتیجه از شرایط کار سیستم اصلی اطلاع حاصل می شود [۱۷].

مطالعه حاضر در پی شناسایی مناسب ترین آلترناتیو جهت بهبود سیستم و ارتقای بنادر است. یکی از شاخص هایی که در این مطالعه مدد نظر است، میزان افزایش حجم تخلیه و بارگیری سالیانه است. با توجه به اینکه اجرای هر یک از آلترناتیو ها و بررسی تأثیر آنها بر روی توابع توزیع ورود کشتی ها و خدمت دهنده ها در این سیستم صفت ممکن است غیر نمایی بوده و در قالب هیچ یک از مدل های تئوری صفت قرار نگیرد، بنابراین در

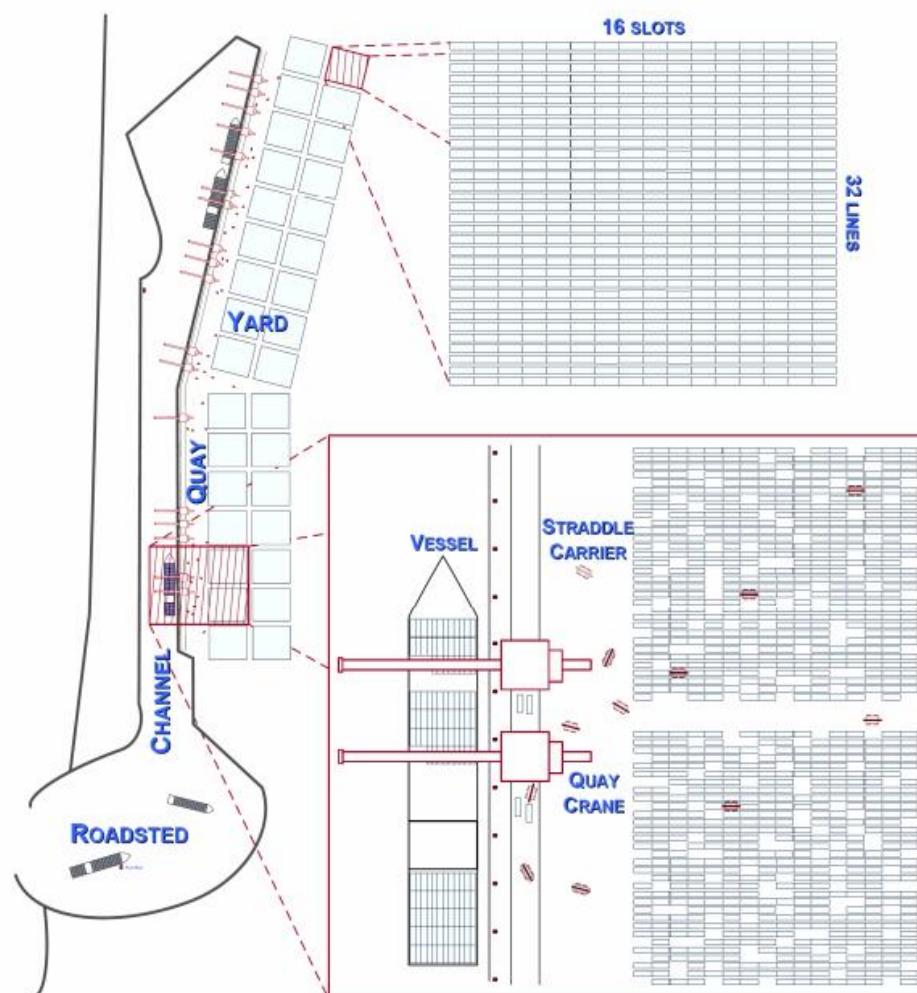
توجه به بررسی مشاهدات اولیه بروی مدل شبیه سازی و محاسبه میانگین و انحراف معیار داده های خروجی، عدد ۱۱۷ با استفاده از رابطه محاسبه تعداد نمونه، بدست آورده شد. مقایسه بین ارقام بدست آمده از شبیه سازی و آمار و ارقام موجود از سیستم واقعی در جدول ۴ قابل مشاهده است. همانطور که مشاهده می شود درصد اختلاف تعداد کانتینر تخلیه شده از شبیه سازی با آمار واقعی تخلیه در سال ۲۰۰۸، ۰، ۲۵۹ و درصد اختلاف تعداد کانتینر بارگیری شده از شبیه سازی با آمار واقعی بارگیری در سال ۲۰۰۸، ۰، ۲۶۰ می باشد که این اعداد و ارقام به تأیید اعتبار مدل کمک می کنند.

واقعی، مدل مورد اصلاح قرار گرفت. همچنین مدل شبیه سازی شده به ازای مقادیر مختلف پارامترهای ورودی مورد بررسی قرار گرفت و منطقی بودن خروجی های مدل به دقت مورد ارزیابی قرار گرفت و صحت آن تایید شد. این فرآیند تا زمانی که منطق مدل به طور کامل حاصل شد ادامه یافت، تا در نهایت مدل حاضر ارائه گشت.

یکی دیگر از دیدگاه ها جهت ارزیابی اعتبار مدل، مقایسه خروجی های مدل با آمار و ارقام حاصل از عملکرد سیستم در گذشته است. به این منظور پس از اینکه از عملکرد مدل اطمینان حاصل شد، مدل شبیه سازی شده برای ۳۶۵ روز کاری (معادل ۱ سال) برای ۱۱۷ دوره شبیه سازی شد. لازم به توضیح است که با

جدول ۴. مقایسه خروجی شبیه سازی و آمار تخلیه و بارگیری در سال ۲۰۰۸

آیتم	میانگین بدست آمده از شبیه سازی	آمار واقعی تخلیه و بارگیری در سال ۲۰۰۸ [۱۹]
تعداد کانتینر تخلیه شده	۶۳۴,۸۴۶	۶۲۶,۴۹۳
تعداد کانتینر بارگیری شده	۶۱۷,۳۰۴	۶۱۸,۹۱۳



شکل ۱. شماتیک از یک ترمینال کانتینری

اسکله‌ها می‌باشد؛ برای تجهیزات دیگر نیز وضع به همین منوال است) و مسائل استراتژیک، حد بالای افزایش تجهیزات و تسهیلات برای اسکله ۲، گنتری کرین ۵، ترانسٹینر ۷ و ریچ استاکر ۹ تعیین شد. بنابراین تعداد کل آلترا ناتیو های ترکیبی در این مسئله عبارتند از ۱۴۴۰ که از ضرب تعداد حالات هر یک از تجهیزات / تسهیلات در یکدیگر به دست می‌آید، به این صورت که برای مثال تعداد حالات افزایش اسکله ۳ می‌باشد (افزایش صفر اسکله، یک اسکله یا دو اسکله) و یا تعداد حالات افزایش گنتری کرین ۶ می‌باشد (افزایش صفر، یک، دو، سه، چهار، پنج یا شش گنتری کرین). جدول ۵ بخش‌هایی از آلترا ناتیو های ترکیبی را نشان می‌دهد.

۴-۶. بدست آوردن ترکیب‌های مختلف از آلترا ناتیو های بهبوددهنده سیستم

جهت دستیابی به آلترا ناتیو های ترکیبی در این مطالعه لازم است که حد پایین و بالای برای افزایش هر یک از تجهیزات تعیین شود. این امر از طریق مصاحبه با خبرگان مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفت. با توجه به مسائل و محدودیت‌های جغرافیایی (خصوصاً برای افزایش تعداد اسکله‌ها)، بودجه، ترافیک (افزایش ترافیک محوطه و کاهش راندمان)، نیروی انسانی، وابستگی‌های تعدادی تجهیزات بر طبق استاندارد ها (برای مثال اگر اسکله‌ای به سیستم اضافه نشود هیچ گنتری کرین جدیدی نمی‌تواند به سیستم اضافه شود چون تعداد گنتری کرین ها وابسته به تعداد

جدول ۵. بخش‌هایی از آلترا ناتیو های ترکیبی ایجاد شده

ردیف	اسکله	گنتری کرین	ترانسٹینر	ریچ استاکر
۱
۲	.	.	.	۱
۳	.	.	.	۲
۴	.	.	.	۳
۵	۱	۱	.	۴
۶	۱	۱	۱	۵
۷	۱	۱	۲	۶
۸	۱	۲	۲	۷
۹	۱	۲	۲	۸
۱۰	۰	۴	۲	۹
۱۱	۱	۲	۱	۱۰
۱۲	۲	۳	۱	۱۱

$$\sum_{i=1}^4 C_i \times X_i \quad (1)$$

که در آن X_i نشان دهنده تجهیز مورد نظر (اسکله، گنتری کرین، ترانسٹینر، ریچ استاکر) و C_i نشان دهنده هزینه افزایش یک واحد از تجهیز می‌باشد.

- عمر مفید هر ترکیب

$$\sum_{i=1}^4 L_i \times X_i \quad (2)$$

که در آن L_i نشان دهنده طول عمر مفید افزایش یک واحد از تجهیز می‌باشد.

- مدت زمان تحويل هر ترکیب

$$\max(D_1, D_2, D_3, D_4) \quad (3)$$

که در آن D_i نشان دهنده مدت زمان تحويل / ساخت هر یک از تجهیزات می‌باشد.

برای مثال ردیف ۱۰ آلترا ناتیوی را نشان می‌دهد که در آن افزایش اسکله وجود ندارد اما ۴ گنتری کرین، ۳ ترانسٹینر و ۹ ریچ استاکر به سیستم اضافه می‌شود و هدف انتخاب بهترین آلترا ناتیو از بین این ۱۴۴۰ حالت می‌باشد. همانطور که پیشتر ذکر شد افزایش تجهیزات با محدودیت‌های روبروست (نظیر بودجه، وابستگی‌های تجهیزات . . .)؛ بنابراین از بین ۱۴۴۰ آلترا ناتیو ترکیبی ایجاد شده، ۵۸۶ مورد خارج از محدودیت‌های در نظر گرفته شده شناخته شد که از مجموعه آلترا ناتیو ها حذف شده و در نهایت ۸۵۴ آلترا ناتیو نهایی جهت رتبه بندی باقی مانندند.

۴-۷. تعیین مشخصات مربوط به هر ترکیب در مورد هر

شاخص تصمیم‌گیری

تعیین مشخصات هر ترکیب بر روی هر شاخص برای شاخص‌های هزینه، عمر مفید و مدت زمان تحويل با استفاده از جدول ۱ به صورت ذیل قابل دستیابی است:

- هزینه اجرای هر ترکیب

تشکیل شد. این ماتریس یک ماتریس 4×854 می باشد که شامل ۸۵۴ سطر (تعداد آلترناتیو های موثر) و ۴ ستون (شاخص های تصمیم گیری) می باشد. برای تجزیه و تحلیل این ماتریس (با توجه به حجم بالای محاسبات) الگوریتم TOPSIS در نرم افزار Excel طراحی شد و فرآیند رتبه بندی بر روی آن اعمال شد. جدول ۱۰ آلترناتیوی که در بالای این جدول قرار گرفته و بالاترین رتبه را دارا می باشند را نشان می دهد.

جدول ۵، ده گزینه اول را در رتبه بندی ۸۵۴ آلترناتیو با ۴ شاخص تصمیم گیری نشان می دهد. بهترین آلترناتیو (رتبه اول) نشان دهنده افزایش ۱ اسکله، ۲ گنتری کرین، ۵ ترانسیستور و ۸ ریچ استاکر می باشد. همچنین آلترناتیو های رتبه ۱ تا ۱۰ در شکل ۲ به صورت شماتیک قابل مقایسه می باشند. نکته جالب توجه در مورد این رتبه بندی این است که افزایش ۲ اسکله که به نظر می رسید تأثیر بسزایی بر عملکرد بندر داشته باشد و انتظار می رفت جزء آلترناتیو های اول قرار گیرد در ۷ گزینه اول قرار نگرفت و افزایش ۱ اسکله به مجموعه پیشنهاد شد.

برای مثال اگر آلترناتیوی به صورت افزایش ۱ اسکله، ۱ گنتری کرین، ۱ ترانسیستور و ۱ ریچ استاکر وجود داشته باشد، مدت زمان تحويل / ساخت کلی این آلترناتیو (با توجه به جدول ۱) برابر ۲ سال می باشد.

• میزان افزایش حجم تخلیه و بارگیری سالیانه بندر در صورت اجرای هر ترکیب

جهت محاسبه این شاخص برای هر ترکیب از شبیه سازی استفاده شده است. به این صورت که هر یک از ترکیبات با اعمال تغییراتی بر روی مدل اصلی شبیه سازی، در نرم افزار ARENA شبیه سازی شده و میزان حجم تخلیه و بارگیری در صورت اجرای آن ترکیب مشاهده شده است.

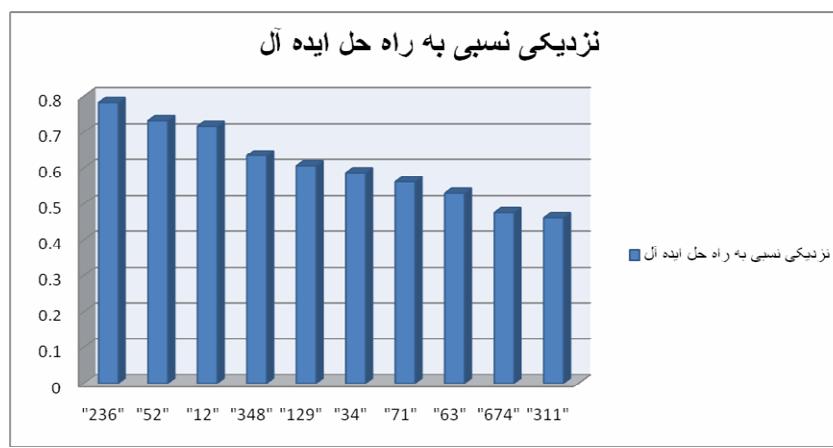
۴-۸. بدست آوردن ترکیب مطلوب افزایش آلترناتیوها با

TOPSIS توجه به معیارهای تصمیم گیری توسط روش

در نهایت با محاسبه مقادیر هر یک از آلترناتیوهای ترکیبی برای هر یک از شاخص های تصمیم گیری، ماتریس تصمیم گیری

جدول ۶. رتبه بندی آلترناتیو های ترکیبی

آلترناتیو	اسکله	گنتری کرین	ترانسیستور	ریچ استاکر	نژدیکی نسبی به راه حل ایده آل
۲۳۶	۱	۲	۵	۸	۰.۷۸۳۱۴۴۰۹۶
۵۲	۱	۳	۵	۶	۰.۷۳۲۱۵۶۱۸۷
۱۲	۱	۲	۴	۶	۰.۷۱۷۰۸۳۱۱۲
۳۴۸	۱	۲	۳	۵	۰.۶۳۴۴۲۴۵۴۱
۱۲۹	۱	۴	۶	۳	۰.۶۰۸۰۵۲۱۶۶
۳۴	۱	۳	۵	۴	۰.۵۸۶۸۲۱۳۷۴
۷۱	۱	۲	۷	۴	۰.۵۶۱۶۱۴۴۴۰
۶۳	۲	۳	۴	۶	۰.۵۳۰۵۳۰۳۱۶
۶۷۴	۲	۴	۳	۷	۰.۴۷۵۸۱۹۷۱۲
۳۱۱	۲	۱	۶	۳	۰.۴۶۱۹۰۱۶۶۲



شکل ۲. مقایسه آلترناتیو های رتبه ۱ الی ۱۰

۳. دامنه اجرایی پروژه حاضر محدود به ترمینال کانتینری می باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد ترمینال های دیگر نیز مد نظر قرار گیرند.
۴. در پروژه حاضر، خواهی از کار افتادگی، خارج از دسترس بودن و مدت زمان لازم جهت تعمیر تجهیزات، در مدل گنجانده نشده که پیشنهاد می گردد این عامل نیز مد نظر قرار گیرد.

فهرست منابع

- [۱] مشتریخواه، خسرو، محبی، عبدالرضا، «فرهنگ جامع دریایی»، انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری، صفحه ۷۳-۸۱، ۱۳۷۸.
- [۲] طاهری، حسین، «تخلیه و بارگیری و تجهیزات مربوطه»، مرکز آموزش علوم و فنون دریایی، ۲۳، ۲۰۱۳.
- [۳] یاکو، دروین، «کتاب جامع ترمینال کانتینری»، ترجمه سعید ممدوحی. انتشارات اسرار دانش، صفحه ۴۳-۵۸، ۱۳۷۸.
- [۴] قدسی پور، حسن. (۱۳۸۵). «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی». تهران: دانشگاه صنعتی امیر کبیر، مرکز نشر.
- [۵] ابروایی، سید محمد رضا، «sistemi های صفحه ای»، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، صفحه ۱۷۳، ۱۳۷۲.
- [۶] شانون، رابت، «علم و هنر شبیه‌سازی سیستم‌ها»، ترجمه علی اکبر عرب مازار، انتشارات نشر دانشگاهی، صفحه ۱۳۷۱، ۱۴.
- [۷] شیر محمدی، علی. «برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات (مدیریت فنی)»، انتشارات غزل، صفحه ۳۵، ۱۳۷۷.
- [۸] بنکس، جری، و کارسن، جان، «شبیه‌سازی سیستم‌های گستته - پیشامد»، ترجمه هاشم محلجوی. انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، صفحه ۲۷، ۱۳۸۲.
- [۹] پایگاه اطلاع‌رسانی شرکت تاید واتر خاورمیانه به نشانی <http://www.mytcts.com>
- [۱۰] پایگاه اطلاع رسانی بندر شهید رجایی به نشانی <http://www.shahidrajaeeport.ir>
- [11] Bierwirth C., Meisel, F., A Survey of Berth Allocation and Quay Crane Scheduling Problems in Container Terminals, European journal of operational research Vol. 202, No.4, 2010, pp. 615 - 627.
- [12] Li, W., Wu, Y, Petering, M., Goh, M., De souza, R., Discrete Time Model and Algorithms for Container Yard Crane Scheduling, European journal of operational research Vol 198, No.2, 2008, pp. 165 – 172.

۵. جمع بندی و نتیجه گیری

مطالعه حاضر به بررسی افزایش مطلوب طرح های بهبود دهنده در ترمینال های کانتینری پرداخته و جهت این امر از یک متدولوژی پیشنهادی بهره برده و متدولوژی پیشنهادی را در مجموعه ترمینال کانتینری بندر شهید رجایی به کار بست. متدولوژی پیشنهادی مشتمل بر ۴ آلترناتیو کلی (افزایش اسکله، افزایش گنتری کریں، افزایش ترانسپیر و افزایش ریچ استاکر) و ۴ شاخص تصمیم گیری (هزینه، عمر مفید، مدت زمان تحويل، حجم تخلیه و بارگیری سالیانه) بود. با در نظر گیری ۴ آلترناتیو کلی و همچنین محدودیت‌هایی که سیستم با آن روبرو بود، ۸۵۴ آلترناتیو جهت بهبود سیستم شناسایی شد که این ۸۵۴ آلترناتیو با بهره گیری از ابزارهای تصمیم گیری چند معیاره (AHP و TOPSIS) و همچنین شبیه‌سازی کامپیوترا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بهترین آلترناتیو در دامنه شاخص‌های مطرح شده شناسایی شد که عبارت بود از افزایش ۱ اسکله، ۲ گنتری کریں، ۵ ترانسپیر و ۸ ریچ استاکر که با در نظر گیری جدول ۱ هزینه ای حدود ۴۷,۲۰۰,۰۰۰ یورو را در بر خواهد داشت. با توجه به مقادیر به دست آمده از شبیه‌سازی بهترین آلترناتیو انتخاب شده، آلترناتیو فوق بیانگر این نکته است که در صورت اجرای این آلترناتیو می‌توان انتظار داشت که عملکرد سیستم (توان عملیاتی ترمینال کانتینری) حدود ۶۳۶ درصد بالاتر از وضع فعلی رود که این رقم می‌تواند نوید بخش افزایش حجم واردات و صادرات از بندر فوق و افزایش توان رقابتی بندر فوق و البته کشور ایران در مقایسه با بنادر دیگر منطقه گردد. با توجه به ساختار متدولوژی پیشنهادی این تحقیق به نظر می‌رسد که متدولوژی ارائه شده در این تحقیق قابلیت تعمیم به ترمینال‌های کانتینری بنادر دیگر را داشته و با کمی تغییر، قابلیت تعمیم به بنادر دیگر با کاربری‌های متفاوت را نیز دارا می‌باشد. با توجه به بستر مناسب در تحقیق فوق جهت تحقیقات آتی، در ذیل پیشنهادهای جهت این امر ارائه می‌شود:

۱. در پروژه حاضر بهبود سیستم از نقطه نظر افزایش تعداد تجهیزات موثر در امر تخلیه و بارگیری مورد ارزیابی قرار گرفت و افزایش توان تجهیزات موجود با استفاده از برخی راهکارها مد نظر قرار نگرفت، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی به این امر نیز پرداخته شود.
۲. در پروژه حاضر افزایش تجهیزات به صورت توان واحد در نظر گرفته شد. به عبارت دیگر، ظرفیت‌ها و تواناز‌های مختلفی که هر یک از تجهیزات می‌توانند داشته باشند در نظر گرفته نشده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود هر یک از تجهیزات به صورت یک مجموعه از تجهیزاتی با ظرفیت‌ها و تواناز‌های مختلف در نظر گرفته شوند و اثر افزایش هر کدام از آنها در سیستم بررسی شود.

- [13] Matthew, E.H., Petering, k., Murty, G., *Effect of Block Length and Yard Crane Deployment Systems on Overall Performance at a Seaport Container Transshipment Terminal*, Computers & operations research Vol. 36, No.4, 2008, pp. 1711 – 1725.
- [14] Allahviranloo, M., Afandizadeh, S., *Investment Optimization on Port's Development by Fuzzy Integer Programming*. European Journal of Operational Research Vol. 186, No.2, 2008, pp. 423-434.
- [15] Kang, S., Medina, C., Ouyang Y., *Optimal Operations of Transportation Fleet for Unloading Activities at Container Ports*, Transportation research, Vol 103, No.2, 2008, pp. 160-173.
- [16] Zhang, R., Young, Y., Won, M., *A Reactive Tabu Search Algorithm for Multi – Depot Container Truck Transportation Problem*, Transportation research Vol. 45, No.1, 2009, pp. 904 – 914.
- [17] Angeloudis, P., Bell, M., *An Uncertainty Aware AGV Assignment Algorithm for Automated Container Terminal*, Transportation research, Vol. 117, No.3, 2009, pp. 1-13.
- [18] Alattar, M., Karkare, B., Rajhans, N., *Simulation of Container Queues for Port Investment Decisions*, The sixth international symposium on operations research and its applications (ISORA,06), Xinjiang, Chin, pp. 155-167.
- [19] Nazari, D., *Evaluating Container Yard Layout, A Simulation Approach*, Thesis of master of science, Erasmus University, Rotterdam, 2005.