Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز تحقیقات و اطلاعات علمی ایران

www.SID.ir

امکان‌سنجی ایجاد پایانه‌های کانتینری داخلی در پس کرانه بنادر با شیوه‌های دسترسی نوین

سید احسان دادور، کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب،
۰۹۱۲۲۵۷۸۶۱۵- @Gmail.com Ehsan.Dadvar
نادر عربشاهی، دکترای سازه‌های هیدرولیکی، ایتالیا، استادیار دانشگاه، مدیرعامل شرکت طرح اندیشان،
- ۸۸۸۲۸۲۷۰nashid@neda.net.ir

چکیده

از جمله روش های کاهش فشار ناشی از نیاز به گسترش فضای فیزیکی در پایانه‌های ساحلی استفاده از یک بندر خشک در پس‌کرانه بندر می‌باشد. بنادر خشک یا داخلی، پایانه‌های داخلی ترکیبی کالا می‌باشند که در بعضی از کشورها به منظور مواجهه با این گونه پدیده ها ایجاد شده‌اند و در غالب موارد دارای ارتباط مستقیم و برنامه‌ای ریلی با یک یا چند بندر ساحلی می‌باشند. بخش اعظمی از خدمات گسترده صورت گرفته در بنادر ساحلی قابلیت ارایه در بنادر خشک را دارند. عملکرد یک بندر خشک/ داخلی می‌تواند بسیار کارآمد شود در صورتی که تمامی خدمات و وظایف مرتبط با پردازش، زمان‌بندی، انبارش و انتقال کانتینرها در بین بندر خشک و پایانه‌های کانتینری ساحلی به صورت خودکار انجام شوند. در این تحقیق، یک چارچوب کاربردی به منظور «امکان‌سنجی ایجاد ترمینال کانتینری خشک در پس‌کرانه (Dry Port) و

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم جا به جایی کانتینر در بین بندر و ترمینال کانتینری خشک» پیشنهاد شده است. به عنوان مطالعه موردی، پس‌کرانه بندر شهید رجایی، مهم ترین بندر کانتینری کشور – عملکرد سال ۲۰۰۸ برابر با ۲میلیون TEU- با استفاده از چارچوب پیشنهادی ارزیابی و تحلیل شده است. نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار ED بیان گر قابلیت اجرایی سیستم پیشنهادی ACTIPOT می‌باشد که می‌تواند هم چون راه کاری به منظور تداوم رقابت‌پذیری و افزایش ظرفیت بندر شهید رجایی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: بندر خشک، پایانه کانتینری داخلی، اتوماسیون، AGV، ALV، شبیه‌سازی

مقدمه

در سال های اخیر تجارت جهانی شاهد رشد قابل توجه کالاهای کانتینری، میزان کانتینری شدن کالاها و ابعاد کشتی‌های کانتینری بوده است. از آن جا که حمل و نقل دریایی از منظر هزینه بهینه‌ترین روش حمل و نقل می‌باشد، نقش بنادر به عنوان گلوگاه‌های ورود و خروج کالا به درون زنجیره‌های تامین پررنگ‌تر شده است. از جمله چالش های اصلی بنادر کانتینری بزرگ دنیا مواجهه با کشتی‌های کانتینری نسل های جدید و لزوم تخلیه و بارگیری سریع، منظم، ایمن و کارامد آن ها می‌باشد. از سویی دیگر تراکم قابل‌توجه محوطه‌های بندری و پایانه‌های کانتینری ساحلی موجب نیاز به توسعه فیزیکی و افزایش توان و کارایی بنادر به منظور انجام عملیات تخلیه و بارگیری، امور گمرکی، دسته‌بندی کالا، ارسال و دریافت کالا به و از مراکز جذب و تولید کالا شده است. محدودیت های توسعه فیزیکی به علت کمبود زمین در کرانه‌های ساحلی و هزینه‌های قابل توجه افزایش مساحت پایانه‌ها و یا طرح های پیش روی در دریا که مواجه با مسایل زیست‌محیطی نیز می‌باشند، توجه به راه کارهای دیگر را ضروری ساخته

Archive of SID

www.SID.ir

است. نمونه‌ای از این راه کارهای موفق استقرار «بنادر خشک/ داخلی» می‌باشد که در پس‌کرانه بعضی از بنادر به منظور ارائه خدمات لازم و افزایش غیرمستقیم فضای انبارش، تخلیه و بارگیری پایانه‌های کانتینری ساحلی ایجاد شده‌اند. از جمله ی دیگر نمونه ها می توان به اتوماسیون و افزایش عملیات خودکار در زمینه جا به جایی کانتینر اشاره نمود که موجب افزایش سرعت، نظم، امنیت و بهره‌وری عملیات پایانه‌های کانتینری شده است.

رشد عملیات کانتینری بندر شهید رجایی به عنوان بزرگ ترین بندر کانتینری کشور در سال های اخیر به گونه‌ای بوده است که در طی مدت زمانی قریب به ۵ سال عملکرد آن از یک میلیون TEU در سال به رقم دو میلیون TEU در سال ۱۳۸۷ رسیده است و پهلوگیری و انجام عملیات تخلیه و بارگیری روی کشتی‌های کانتینری بزرگی با ظرفیت بالغ بر ۸.۰۰۰ TEU و هم چنین ۱۴.۰۰۰ TEU (کشتی MSC-Beatrice) هم نوید افزایش عملکرد کانتینری این بندر را در بر دارد و هم بندر را مواجه با شرایط و الزام های متفاوتی می‌سازد. پدیده های موجود در زمینه افزایش موجودی کانتینر در محوطه‌های بندر (رسوب کانتینر) و هم چنین عملکرد با فاصله قابل‌توجه تجهیزات تخلیه و بارگیری (جرثقیل های اسکله و محوطه) و جا به جایی در بین اسکله‌ها و محوطه‌های انبارش و هم چنین استفاده غالب روش حمل و نقل جاده‌ای در بین بندر و نقاط مبادی و مقاصد کانتینرها و ایرادهای ناشی از آن، ضرورت تحقیق بر امکان‌سنجی ایجاد بندر یا بنادر خشک/ داخلی در پس‌کرانه بندر شهید رجایی و بررسی به کارگیری سیستمی خودکار به منظور جا به جایی کانتینرها در بین بندر خشک و بندر شهید رجایی بر راستای استانداردسازی عملیات کانتینری این بندر را مشخص می‌سازد. نتایج حاصل از تجربه های مشابه در سایر کشورها مبین آثار مطلوب ناشی از ایجاد بنادر خشک و هم چنین اتوماسیون در جا به جایی کانتینر می‌باشد که نمونه‌هایی از آن ها

Archive of SID

www.SID.ir

بنادر خشک/ داخلی مختلف در تمامی قاره‌ها و سیستم های اتوماسیون کانتینری در بنادر رتردام، هامبورگ، سنگاپور و غیره تحت عنوان بزرگ ترین بنادر کانتینری دنیا می‌باشد. علاوه بر موارد فوق در طرح سیستم ACTIPOT[11] با مطالعه موردی بنادر لس‌آنجلس و لانگ‌بیچ به صورت موفقیت‌آمیزی امکان ایجاد سیستم خودکار با استفاده از وسایل‌نقلیه هدایت‌شونده خودکار (AGV) در بین بندر و پایانه کانتینری داخلی در فاصله چند مایلی از ساحل مشخص گردیده است.

کاوش در متون

پژوهش های قابل‌توجهی در زمینه بنادر خشک/ داخلی در سایر کشورها (به ویژه آمریکا، کانادا، سوئد) انجام گرفته است که ضمن تشریح مسایل بنیادین این مفهوم جدید در عرصه حمل و نقل کالا در کنار تشریح هدف ها و ارزیابی مزایای آن ها به موارد طراحی و اجرا شده مختلف نیز اشاره شده است. دست نامه (هندبوک) قدیمی ولی جامعی در سال ۱۹۹۱ از سوی آنکتاد منتشر شده است [۱۱]. در تحقیق جدیدتری که توسط بخش حمل و نقل و گردشگری «کمیته اقتصادی و اجتماعی آسیا و اقیانوسیه سازمان ملل» با هم کاری «انستیتو حمل و نقل دریایی کره جنوبی» تهیه شده است به طور گسترده مباحث مرتبط با «مراکز داخلی لجستیک» مورد بررسی قرار گرفته است [۱۲]. در گزارش «سازمان دهی بنادرخشک سوئد [۱۰]» به معرفی مفهوم بنادر خشک و طبقه‌بندی انواع آن بر اساس فاصله از بندر ساحلی پرداخته شده است. پژوهش ها در زمینه بنادرخشک/ داخلی و مسایل مختلف مرتبط با آن ها در داخل کشور تاکنون اندک بوده است و توجه کافی در این زمینه در مقاله ها، پایان‌نامه‌ها و کتب صورت

---

[11] Automated Container Transport between Inland Port and Terminals - ACTIPOT

Archive of SID

www.SID.ir

نگرفته است.

با توجه به متون موجود، به کارگیری سیستم های خودکار در عرصه پایانه‌های کانتینری خودکار و حمل و نقل کانتینری سابقه و گستردگی قابل‌توجهی دارد و تجربه های اجرا شده‌ای در کشورهای هلند، آلمان، استرالیا، هنگ‌کنگ، سنگاپور، تایوان، کره‌جنوبی، ژاپن، انگلستان و بلژیک وجود دارد و شرکت های مختلفی در زمینه طراحی و تولید وسایل‌نقلیه و جرثقیل های خودکار فعالیت دارند. در گزارش «سیستم حمل و نقل خودکار کانتینر در بین بندر داخلی و پایانه‌های ساحلی [۹]» سیستم ACTIPOT به طور کامل معرفی، طراحی و تحلیل شده است و به منظور بررسی و مشاهده عملکرد کارآمد آن در عملیات بندری مورد شبیه‌سازی قرار گرفته است. در پایان‌نامه کاوش گر [۶] به عنوان یکی از معدود پژوهش های انجام گرفته در زمینه اتوماسیون بنادر در داخل کشور، اتوماسیون بنادر تشریح و سپس وضعیت یکی از جرثقیل های بندر شهید رجایی با استفاده از دو سیستم مختلف جا به جایی افقی خودکار با استفاده از نرم‌افزار ARENA شبیه‌سازی و تحلیل شده است.

روش تحقیق

ساختار چارچوب پیشنهاد شده است به صورت شکل(۱) می‌باشد. مراحل چارچوب پیشنهادی به صورت زیر می‌باشد:

- تعریف مساله،
- شناسایی و مطالعه بندر،
- مطالعه نیازسنجی و توسعه بندر،
- شناسایی و مطالعه دقیق پس‌کرانه بندر،
- انتخاب موقعیت‌های بالقوه مکانی،

Archive of SID

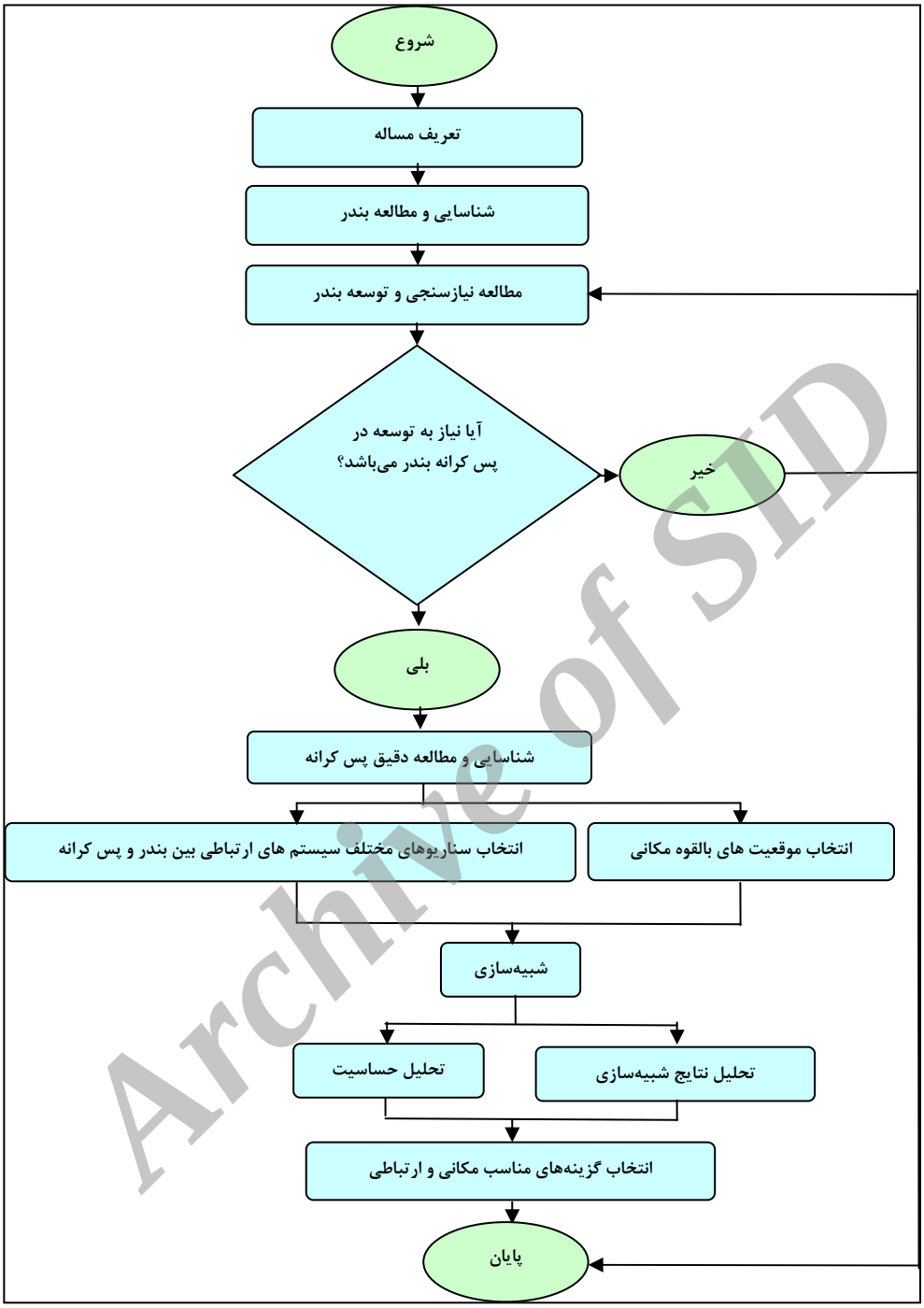
www.SID.ir

- انتخاب سناریوهای مختلف سیستم های ارتباطی بین بندر و پس‌کرانه،
- شبیه‌سازی،
- تحلیل نتایج شبیه‌سازی،
- تحلیل حساسیت، و
- انتخاب گزینه مناسب مکانی و ارتباطی.

در نهایت با توجه به تحلیل های فوق و هم چنین تحلیل مالی هر یک از سناریوها، گزینه نهایی انتخاب می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل(۱). ساختار چارچوب پیشنهادی « امکان‌سنجی ایجاد پایانه‌های کانتینری داخلی در پس کرانه بنادر با شیوه‌های دسترسی نوین»

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه توسعه عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی و به کارگیری سناریوهای مختلف سیستم ACTIPOT

با استفاده از چارچوب پیشنهادی عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی مورد مطالعه قرار گرفت و پس از این که بر اساس بررسی های انجام گرفته نیاز به توسعه و افزایش ظرفیت آن در افق های بلند مدت مشخص شد سناریوهای مختلف سیستم ACTIPOT با استفاده از نرم‌افزار ED مورد ارزیابی قرار گرفت.

تحلیل عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی

موارد مختلفی درباره عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی مورد مطالعه و تحلیل قرار گرفتند که به طور خلاصه شامل موارد زیر می‌شود :

- رشد عملکرد کانتینری و تخمین های مختلف انجام گرفته،
- تاثیرهای ناشی از پهلوگیری کشتی های کانتینری بزرگ،
- مسایل مرتبط با رسوب کانتینر در بندر شهید رجایی و تاثیر آتی آن با توجه به ظرفیت محوطه‌های مختلف،
- تاثیرهای ناشی از افتتاح خط فیدر،
- آثار مرتبط با ترافیک کامیونی به عنوان روش غالب حمل و نقل کانتینر از و به بندر شهید رجایی، و
- تاثیرهای ناشی از تغییرهای جوی (باد، طوفان و بارندگی).

در زمینه تخمین رشد آتی عملکرد بندر شهید رجایی در افق های مختلف هم چون سال ۱۴۰۰، یا افق های ۱۵ و ۲۰ ساله گزارش ها و پژوهش هایی موجود می‌باشند، که توسط پژوهش گران داخلی و خارجی انجام گرفته‌اند. در ادامه به برخی از آن ها اشاره

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود :

- در گزارش ۰منبع شماره ۲ پیش‌بینی شده است که نسل کشتی‌های حامل کانتینر که در زمان انجام تحقیق (سال ۱۳۷۵)، نسل دوم کشتی‌ها بوده است در سال هدف (سال ۱۴۰۰) به نسل سوم ارتقا یابد که حتی در حال حاضر (سال ۱۳۸۹) نادرست بودن آن مشاهده می‌شود.
- در تحقیقی که با اعمال اصلاح بر بررسی های جایکا صورت گرفته است (گزارش منبع شماره ۳) نیز رشد متوسط عملیات کانتینری از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۴۰۰ حدود ۱۲/۷۴٪ برای رسیدن از رقم TEU ۲۵۰.۰۰۰ در سال به عدد TEU ۵ میلیون در سال ۱۴۰۰ تخمین زده شده است که البته این درصد رشد نیز آن چه در سال های اخیر اتفاق افتاده است، دارای تفاوت فاحشی می‌باشد.
- در گزارش جامع طرح جامع بندر شهید رجایی که با هم کاری شرکتی ایرانی به هم راه مشاوری آلمانی انجام گرفته است به رشد قابل توجه عملکرد کانتینری و در نتیجه کمبود فضا به علت میزان بالای زمان توقف کانتینرهای پر در محوطه‌های بندر شهید رجایی اشاره شده است.
- در پایان‌نامه مهرابیان، با سه سناریوی مختلف به ظرفیت‌سنجی بنادر تجاری کشور برای تقاضای ۲۰ سال آینده، پرداخته شده است و در نهایت در فصل نتیجه‌گیری مشخص شده است که در جنوب کشور حتی با انجام طرح های توسعه، بنادر موجود پاسخ گوی حجم تقاضای صادرات و واردات کالای آتی نبوده و جهت افزایش ظرفیت بنادر کشور

Archive of SID

www.SID.ir

باید تدابیر خاصی اتخاذ شود. در سواحل جنوب کشور، نیـاز بـه ایجـاد ظرفیتی در حدود ۴۱میلیون تن می‌باشد.

با توجه به جدول(۱) که بیان گر تاریخچه عملکـرد کـانتینری بنـدر شـهید رجـایی می‌باشد و با استفاده از نـرم‌افزارهـای SPSS و EXCEL پـیش‌بینـی الگـوی رشـد و تخمین عملکرد آتی عملکرد بندر شهید رجایی با دو افـق ۱۵ و ۲۰ سـاله (سـال هـای ۱۴۰۲ و ۱۴۰۷) انجام پذیرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

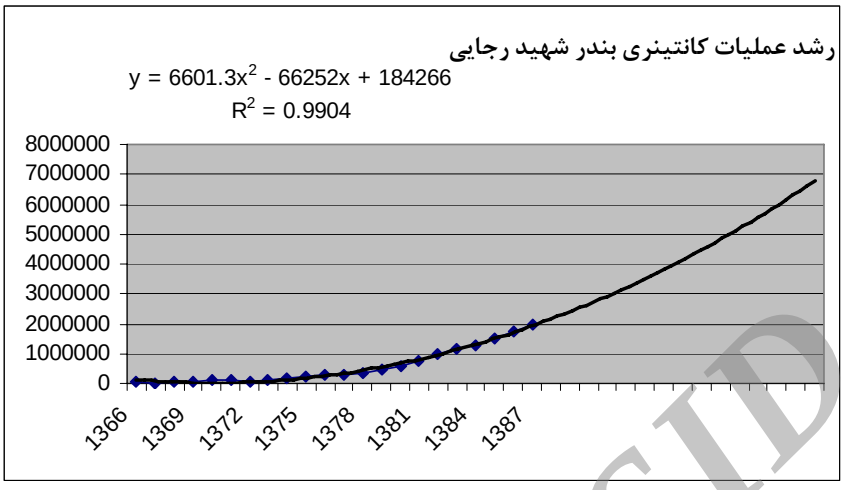
جدول(۱). عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی در بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۷ ۰ و ۰

سال	عملکرد (TEU)	درصد رشد
۱۳۶۶	۳۱۶۳۴	٪۰
۱۳۶۷	۲۲۶۴۶	- ٪۲۸
۱۳۶۸	۳۴۹۷۴	٪۵۴
۱۳۶۹	۶۳۲۹۳	٪۸۱
۱۳۷۰	۹۵۶۴۱	٪۵۱
۱۳۷۱	۹۵۶۴۱	٪۰
۱۳۷۲	۸۶۴۳۲	- ٪۱۰
۱۳۷۳	۱۱۳۱۱۶	٪۳۱
۱۳۷۴	۱۷۲۳۸۰	٪۵۲
۱۳۷۵	۲۲۶۶۰۰	٪۳۱
۱۳۷۶	۲۹۳۰۰۰	٪۲۹
۱۳۷۷	۲۹۵۲۰۰	٪۱
۱۳۷۸	۳۵۷۴۰۰	٪۲۱
۱۳۷۹	۴۳۶۱۰۰	٪۲۲
۱۳۸۰	۶۰۳۰۰۰	٪۳۸
۱۳۸۱	۷۵۷۸۰۰	٪۲۶
۱۳۸۲	۱۰۰۸۶۹۴	٪۳۳
۱۳۸۳	۱۱۷۹۱۷۸	٪۱۷
۱۳۸۴	۱۲۶۰۰۸۸	٪۷
۱۳۸۵	۱۵۰۰۰۰۰	٪۱۹
۱۳۸۶	۱۷۲۶۱۸۱	٪۱۵
۱۳۸۷	۱۹۸۴۹۰۰	٪۱۵
کل	۱۲.۳۴۳.۸۹۸	_
میانگین	۵۶۱.۰۸۶	٪۲۳

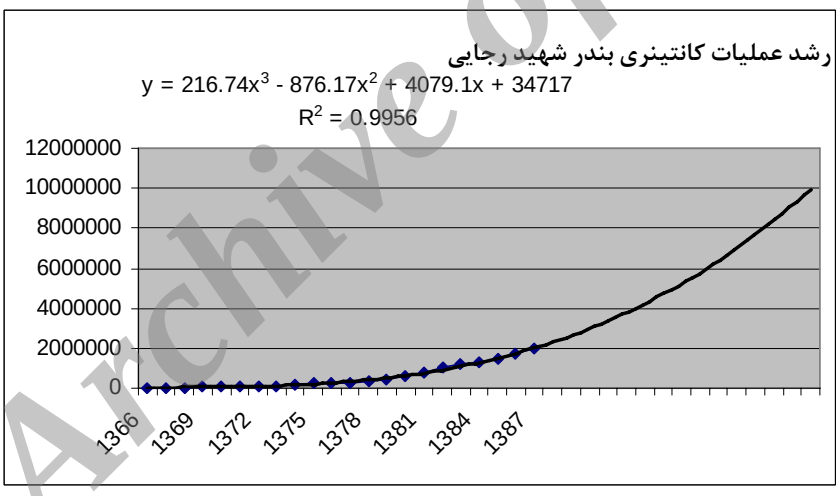
در نمودار(۱) و نمودار(۲) به ترتیب منحنی‌های درجه دوم و سوم تخمینی برای عملکرد آتی بندر شهید رجایی در افق ۱۵ساله و در نمودار(۳) و نمودار(۴) به ترتیب منحنی‌های درجه دوم و سوم تخمینی برای عملکرد بندر شهید رجایی در افق ۲۰ ساله نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

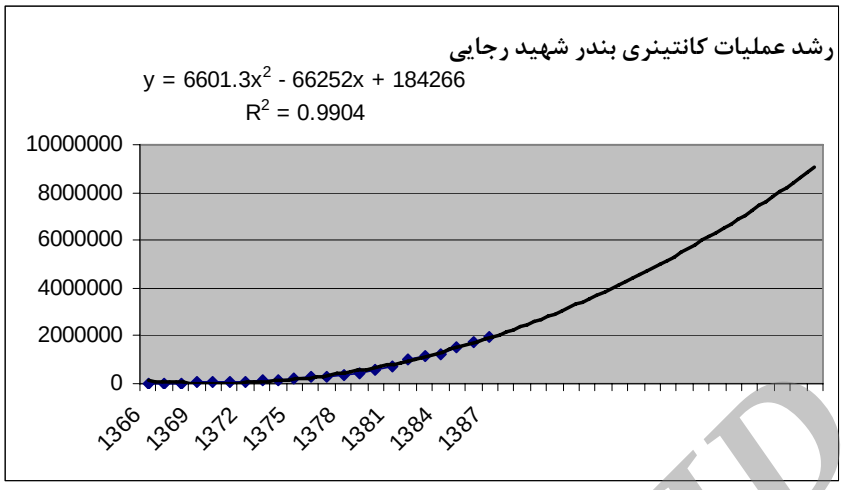


نمودار(۱). منحنی درجه دوم تخمینی عملکرد آتی بندر شهید رجایی در افق ۱۵ساله (سال ۱۴۰۲)

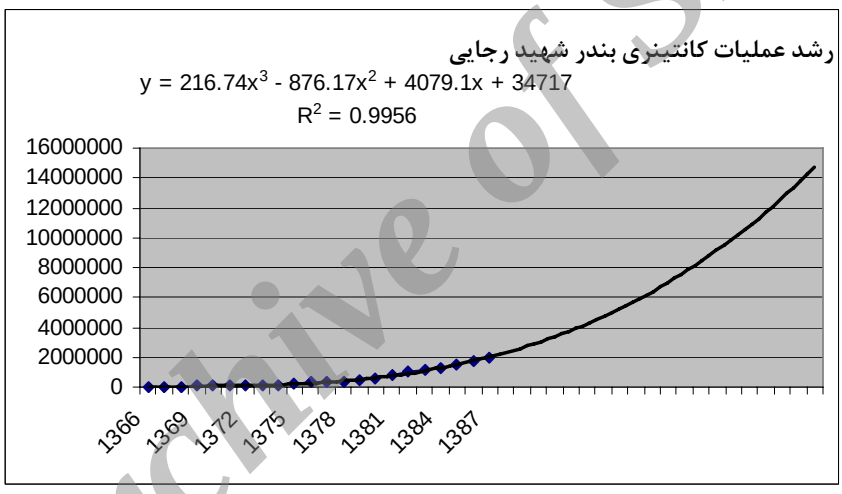


نمودار(۲). منحنی درجه سوم تخمینی عملکرد آتی بندر شهید رجایی در افق ۱۵ساله (سال ۱۴۰۲)

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار(۳). منحنی درجه دوم تخمینی عملکرد آتی بندر شهید رجایی در افق ۲۰ساله (سال ۱۴۰۷)



نمودار(۴). منحنی درجه سوم تخمینی عملکرد آتی بندر شهید رجایی در افق ۲۰ساله (سال ۱۴۰۷)

با توجه به نمودار(۱) تا نمودار(۴) در جدول(۲) گمانه های مقداری عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی برای افق های ۱۵ و ۲۰ساله جمع‌بندی شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۲). گمانه های مقداری عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی در سال های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۷

منحنی تخمینی / سال	درجه ۲	R^2	درجه ۳	R^2
۱۴۰۲ (افق ۱۵ساله)	۷میلیون TEU	۰/۹۹۰۴	۱۰میلیون TEU	۰/۹۹۵۶
۱۴۰۷ (افق ۲۰ساله)	۹میلیون TEU	۰/۹۹۰۴	۱۵میلیون TEU	۰/۹۹۵۶

با توجه به جدول(۲)، مقدار R^2 حاصله برای منحنی تخمینی درجه سوم بهتر از درجه دوم می‌باشد و با توجه به مقادیر تخمینی و الگوی رشد چند سال اخیر بندر شهید رجایی انتظار چنین رشدی صحیح به نظر می‌رسد.

یکی از بزرگ ترین مساله های خطوط کشتی رانی و سازمان بنادر و دریانوردی در بنادر و بندر شهید رجایی مدت زمان معطلی کانتینر در بندر و هم چنین نزد مشتریان است . به عنوان مثال، ماندگاری به طور متوسط در محوطه CY از ۴۵ روز به ۳۳ روز و ۲۷ روز تقلیل یافته است که زمان بیش از ۶ تا ۸ روز بر اساس مقایسه با بنادر پیش رفته مناسب نمی‌باشد. به علاوه این زمان فقط مربوط به زمان تخلیه کانتینر از کشتی به CY و خروج آن از بندر است. خروج کانتینر نیز به این معنا نیست که تمام کانتینرها بدون فاصله زمانی، پس از خروج به طور خالی عودت می‌شوند بلکه زمان زیادی طول می‌کشد تا کانتینر به مقصد برسد و خالی آن دوباره به بندر عودت داده شود. در جدول(۳) آمار ثبت شده چندین سال اخیر موجودی کانتینر (رسوب) در بندر شهید رجایی آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۳). آمار موجودی کانتینر (رسوب) در بندر شهید رجایی ۰

سال	عملکرد (TEU)	موجودی انبار در پایان سال (TEU)	درصد کانتینرهای رسوبی
۱۳۸۳	۱.۱۷۹.۱۷۸	۶۱.۷۱۴	۵/۲۳
۱۳۸۴	۱.۲۶۰.۰۸۸	۳۸.۲۲۲	۳/۰۳
۱۳۸۵	۱.۵۰۰.۰۰۰	۶۰.۵۶۶	۴/۰۳
۱۳۸۶	۱.۷۲۶.۱۸۱	۷۳.۰۰۰	۴/۲۳
۱۳۸۷	۱.۹۸۴.۹۰۰	۹۰.۰۰۰	۴/۵۳

با توجه به جدول(۳) درصد متوسط کانتینرهای رسوبی برابر با ۴/۲۱٪ می‌باشد. بر اساس این درصد متوسط و هم چنین پیش‌فرض عدم افزایش درصد کانتینرهای رسوبی در سال های آتی درصد تخمینی کانتینرهای رسوبی با استناد به جدول(۲) به صورت جدول(۴) می‌باشد.

جدول(۴). گمانه های مقداری کانتینرهای رسوبی بندر شهید رجایی در سال های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۷

سال	۱۴۰۲	۱۴۰۷
عملکرد تخمینی (منحنی درجه ۲) (TEU)	۷.۰۰۰.۰۰۰	۱۰.۰۰۰.۰۰۰
عملکرد تخمینی (منحنی درجه ۳) (TEU)	۹.۰۰۰.۰۰۰	۱۵.۰۰۰.۰۰۰
درصد متوسط کانتینرهای رسوبی	۴/۲۱	۴/۲۱
گمانه های مقداری کانتینرهای رسوبی (TEU) بر اساس منحنی درجه ۲	۲۹۴.۷۰۰	۴۲۱.۰۰۰
گمانه های مقداری کانتینرهای رسوبی (TEU) بر اساس منحنی درجه ۳	۳۷۸.۹۰۰	۶۳۱.۰۰۰

از سویی دیگر جدای از کمبود آمار و اطلاعات دقیق درباره ظرفیت کانتینری محوطه‌های مختلف بندر شهید رجایی، آمار ظرفیت محوطه‌های مختلف بندر شهید

Archive of SID

www.SID.ir

رجـایی بـر اسـاس آمـار و داده هـای شـرکت تایـدواتر خاورمیانـه بـه عنـوان اپراتـور ترمینال های کانتینری بندر شهید رجایی در جدول(۵) ارایه شده است.

بر اساس مقایسه دو جدول(۴) و جدول(۵) مشخص می‌شود که لزوم توجه به مساله میزان موجودی کانتینر (رسوب) در محوطه‌های کـانتینری بنـدر شـهید رجـایی جـدی می‌باشد زیرا در صـورتی کـه رشـد کالاهـای کـانتینری و هـم چنـین درصـد کالاهـای کانتینری تداوم داشته باشد، وضعیت بندر شهید رجایی از نظر تامین ظرفیـت عملیـاتی مناسب در سال های آتی به شدت نامطلوب خواهد شد.

جدول(۵). آمار ظرفیت محوطه‌های مختلف بندر شهید رجایی ۰

کانتینرهای خطی		
ردیف	محوطه	ظرفیت (TEU)
۱	(IMPORT) CY	۲۵.۸۹۹
۲	IMPORT	۳.۹۹۶
۳	ترانشیپ	۲.۶۲۸
۴	پایانه اختصاصی شماره ۱	۵.۵۰۰
۵	ترمینال ۱	۱۰.۰۵۸
۶	ترمینال ۲	۴.۷۰۰
۷	ترمینال ۲	۴.۴۴۰
مجموع		۵۷۲۲۱
کانتینرهای B/L		
ردیف	محوطه	ظرفیت (TEU)
۱	XK	۳.۹۰۰
۲	ترمینال ۱	۴.۰۰۰
مجموع		۷.۹۰۰
کانتینرهای ویژه		
ردیف	محوطه	ظرفیت (TEU)
۱	خط صادرات (Export)	۲.۴۷۲
۲	محوطه کانتینرهای غیراستاندارد	۴۳۳
۳	خط شهرستان	۱.۸۰۰
۴	محوطه کانتینرهای یخچالی اختصاصی	۵۱۲
۵	خطوط یخچالی CY	۴۲۴
۶	محوطه کانتینرهای یخچالی پمپ بنزین	۹۲
۷	محوطه کانتینرهای یخچالی CFS	۰

Archive of SID

www.SID.ir

۸	پاوریک	۷۳۵
۹	کانتینرهای یخچالی حوضچه جدید	۴۳۲
۱۰	اختصاصی شماره ۳	۲.۰۴۳
	مجموع	۸.۹۴۳
	محوطه‌های اختصاصی و ترمینال شماره ۲ کانتینری	
ردیف	**محوطه**	**ظرفیت (TEU)**
۱	محوطه پرس	۸.۸۲۰
۲	محوطه حوضچه جدید	۳۰.۰۰۰
۳	محوطه سی‌دلف	۵.۰۰۰
۴	محوطه کاوه	۸.۰۰۰
۵	محوطه BACT	۱۲.۰۰۰
	مجموع	۶۳.۸۲۰
	مجموع کل محوطه‌ها	۱۳۷.۸۸۴

بر اساس نتایج حاصل از بررسی های موارد فوق که از چندین منظر صورت گرفته‌اند و هم چنین توجه به پژوهش های مشابه (برای مثال نتایج پژوهش مرحله دوم طرح جامع بندر شهید رجایی [۴]) در نظر گرفتن چندین منطقه بالقوه در پس‌کرانه بندر شهید رجایی به منظور توسعه ترمینال کانتینری خشک، به عنوان یکی از گزینه ها و راه کارهای ارتقا عملکرد و مواجهه با چالش های موجود، ضروری به نظر می‌رسد.

موقعیت‌یابی بالقوه پایانه کانتینری خشک به منظور اجرای سیستم ACTIPOT

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش های انجام شده، مصاحبه‌ها، بازدید محلی، شناسایی اراضی موجود و تصویرهای ماهواره‌ای و نقشه‌های بندر شهید رجایی و پس‌کرانه آن چهار موقعیت بالقوه به منظور ایجاد پایانه کانتینری خشک به هم راه سیستم ACTIPOT انتخاب شدند. در شکل(۲) این چهار موقعیت بالقوه به هم راه مسیرهای پیشنهادی سیستم ACTIPOT نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل(۲). چهار موقعیت بالقوه ایجاد پایانه کانتینری خشک به همراه مسیرهای پیشنهادی سیستمACTIPOT

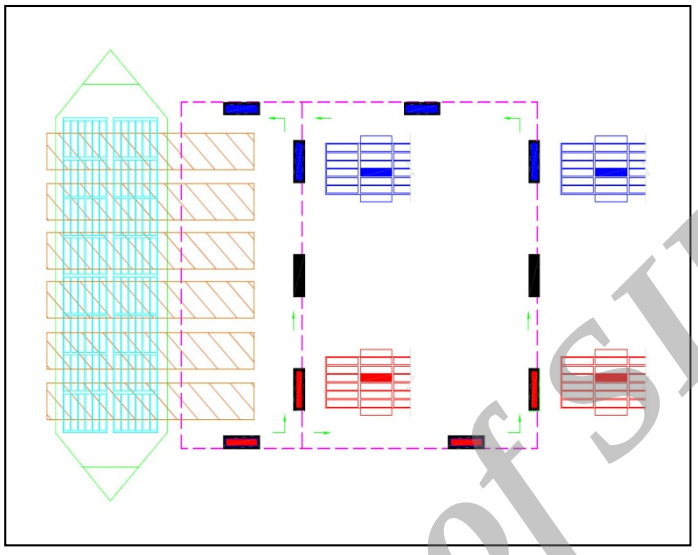
تعیین ویژگی های سناریوهای مختلف سیستم ACTIPOT برای بندر شهید رجایی

دو سیستم حمل و نقل خودکار کانتینر یعنی AGV و ALV در بین اسکله کانتینری بندر شهید رجایی و چهار موقعیت بالقوه ایجاد پایانه کانتینری داخلی، هم چون وسایل‌نقلیه خودکار سیستم ACTIPOT مورد مطالعه قرار گرفتند. ساختار شماتیک سیستم پیشنهادی به صورت شکل(۳) می‌باشد. همان طور که در این شکل نشان داده شده است، وسیله‌نقلیه خودکار (AGV یا ALV) پس از بارگیری یک کانتینر وارداتی (به رنگ قرمز) از اسکله به سمت CY و یا پایانه کانتینری داخلی در تردد می‌باشد. پس از آنکه کانتینر وارداتی تحویل داده شد، وسیله نقلیه خودکار در ادامه مسیر با یک کانتینر صادراتی (به رنگ آبی) دوباره بارگیری شده و به سمت اسکله

Archive of SID

www.SID.ir

حرکت می‌کند، در اسکله کانتینر صادراتی تحویل داده مـی‌شـود. ایـن چرخـه تـا اتمـام کانتینرهای وارداتی و صادراتی ادامه می‌یابد.



شکل(۳). ساختار شماتیک سیستم ACTIPOT پیشنهادی

ویژگی های وضعیت پایه سیستم پیشنهادی به صورت زیر می‌باشد:

۱. با توجه به قابلیت های فیزیکی پهلوگیری کشـتی‌هـای کـانتینری بـزرگ، تجربـه حضور کشتی‌هـایی بـا ظرفیـت ۹.۰۰۰ TEU و ۱۴.۰۰۰ TEU در بنـدر شـهید رجایی و هم چنین بر اساس چندین تحقیق انجام شده، تخلیه و بـارگیری کشـتی با ظرفیت ۸.۰۰۰ TEU در وضعیت پایه مد نظر قرار می‌گیرد. لازم به ذکـر اسـت که در اغلب پژوهش های انجام گرفته قبلی، یکی از دو رویکرد تخلیـه و بـارگیری مورد توجه قرار گرفته بود. (کانتینرها از نوع ۴۰ فوت در نظر قرار گرفته‌اند.)

Archive of SID

www.SID.ir

۲. بر اساس پژوهش های موجود و مصاحبه‌های صورت گرفته، ضریب بارگیری کشتی برابر با ۸۵٪ در نظر گرفته می‌شود. درصد کانتینرهای وارداتی و صادراتی برابر فرض می‌گردد [۹].

۳. عملکرد ساعتی جرثقیل های اسکله برابر با ۳۰حرکت در ساعت و جرثقیل های CY و پایانه‌های داخلی برابر با ۳۳حرکت در ساعت در نظر گرفته می‌شود. این ارقام بر اساس عملکرد جرثقیل های اسکله و محوطه در اسکله کانتینری جدید بندر شهید رجایی در نظر گرفته شده‌اند که حاصل از مصاحبه‌های حضوری با کارکنان مرتبط در شرکت تایدواتر خاورمیانه و اداره تجهیزات سازمان بنادر و دریانوردی استان هرمزگان می‌باشند [۱].

۴. با توجه به تفاوت ساختاری سیستم پیشنهادی با سیستم ACTIPOT مشروح در چندین مقاله و یک گزارش خارجی، در سیستم پیشنهادی به طور هم زمان هم از بخشی از ظرفیت محوطه CY و هم بخشی از ظرفیت پایانه های کانتینری داخلی استفاده می‌شود. به این منظور با توجه به آنکه اگر کانتینرهای وارداتی از اسکله دورتر و از سویی دیگر کانتینرهای صادراتی به اسکله نزدیک تر قرار گیرند، موجب افزایش بهره وری کلی پایانه و تجهیزات موجود می‌شود، در سیستم پیشنهادی ۴۰٪ کانتینرهای وارداتی در CY و ۶۰٪ مابقی در پایانه های کانتینری داخلی انبار می‌شوند و ۶۵٪ کانتینرهای صادراتی از CY و ۳۵٪ مابقی از پایانه‌های کانتینری داخلی تامین می‌شوند.

۵. تعداد تجهیزات، ۶ دستگاه جرثقیل اسکله (این رقم بر اساس گزارش های موجود در زمینه تخلیه و بارگیری کشتی های بزرگ کانتینری در نظر گرفته شده است.)، ۲۴جرثقیل محوطه (به طور معمول برای هر جرثقیل اسکله، ۴جرثقیل محوطه در نظر گرفته می‌شود.) که بر اساس درصدهای توزیع کانتینرهای وارداتی و تامین

Archive of SID

www.SID.ir

کانتینرهای صادراتی، ۱۴دستگاه در CY و ۱۰دستگاه در پایانه کانتینری داخلی قرار می‌گیرد.

۶. از آنجا که به طور معمول برای هر جرثقیل اسکله از ۸دستگاه AGV مورد استفاده قرار می‌گیرد، در وضعیت پایه، تعداد اولیه AGVها برابر با ۴۸دستگاه می‌باشد 0.

۷. از آن جا که به طور معمول برای هر جرثقیل اسکله از ۴دستگاه ALV مورد استفاده قرار می گیرد، در وضعیت پایه، تعداد اولیه ALVها برابر با ۲۴عدد می‌باشد. اندازه بافر در وضعیت پایه برابر با ۴ کانتینر در نظر گرفته می‌شود 0.

شبیه‌سازی

با استفاده از نرم‌افزار ED[۱۲] هشت سناریوی موجود (چهار موقعیت مکانی با استفاده از دو شیوه استفاده از وسایل‌نقلیه خودکار AGV یا ALV) مورد شبیه‌سازی قرار گرفتند.

نرم‌افزار شبیه‌سازی گسسته ED متعلق به شرکت Incontrol کشور هلند می‌باشد. این نرم‌افزار برای مدل سازی، شبیه‌سازی، مشاهده و کنترل فرایندهای پویا طراحی شده است. کاربران می‌توانند عناصر (که اتم نامیده می‌شوند) را از کتاب خانه استاندارد اتم ها انتخاب کرده و در مدل خود استفاده نمایند. این نرم‌افزار بر اساس مفهوم اتم ها به عنوان اجزای مدل سازی پایه‌گذاری شده است. نرم‌افزار ED دارای تعداد قابل توجهی اتم های از پیش تعریف شده می‌باشد و البته امکان ایجاد اتم های جدید از سوی کاربران وجود دارد. هم چنین بخش برنامه‌نویسی داخلی با عنوان 4DScript در

---

[12] Enterprise Dynamics - www.enterprisedynamics.com

Archive of SID

www.SID.ir

آن وجود دارد و از آن می‌توان در خصوص طراحی شرایط ویژه فرایندهای واقعی در مدل استفاده نمود.

با توجه به ساختار باز این نرم‌افزار، کاربر می‌تواند بسته‌های نرم‌افزارهای کاربردی را به طور دل خواه برای فرایندهای خود طراحی نماید. یکی دیگر از قابلیت های ویژه این نرم‌افزار قابلیت طراحی و نمایش انیمیشن سه بُعدی مبتنی بر واقعیت مجازی می‌باشد.

به منظور تهیه ساختار پایه برای سناریوهای مختلف فایل اتوکد نقشه بندر شهید رجایی و اراضی پس‌کرانه (با مقیاس ۱:۱۲.۵۰۰) آن از سازمان بنادر و دریانوردی تهیه شده و موقعیت های انتخاب شده بالقوه به منظور ایجاد پایانه کانتینری روی آن به هم راه مسیرهای پیشنهادی طراحی شدند.

در سناریوهای مختلف سیستم های AGV و ALV از اتم های زیر استفاده شده است:

- اتم Product: از این اتم به منظور تولید محصولات که در شبیه‌سازی مد نظر کانتینرها می‌باشند، استفاده شده است.
- اتم Source: این اتم نقش شبیه‌سازی تخلیه کانتینرهای وارداتی را در قسمت کشتی و تولید کانتینرهای صادراتی را در قسمت های مرتبط با کانتینرهای صادراتی در CY و پایانه کانتینری در پس‌کرانه بر عهده دارد. با توجه به این که در این شبیه‌سازی نرخ ورود و خروج کانتینرها از شبکه وابسته به عملکرد ساعتی جرثقیل های اسکله و محوطه در نظر گرفته شده است، و هم چنین با توجه به آنکه در وضعیت پایه عملیات شبیه‌سازی برای کشتی‌های با ظرفیت ۸.۰۰۰ TEU، ضریب بارگیری برابر با ۸۵٪، فرض برابر بودن درصد کانتینرهای وارداتی و صادراتی و تخصیص ۳ جرثقیل اسکله به

Archive of SID

www.SID.ir

عملیات واردات و ۳ جرثقیل اسکله انجام پذیرد، بر اساس برآوردهای زیر تعداد ۵۶۷ کانتینر در هر یک از اتم های Source تولید می‌گردد و با توجه به این که زمان فعالیت جرثقیل های محوطه و اسکله در کنار مدت زمان رفت و برگشت وسایل‌نقلیه افقی تا اتمام کلیه کانتیرهای وارداتی و صادراتی تحت عنوان مدت زمان عملیات تخلیه و بارگیری کشتی مد نظر قرار گرفته‌اند، فاصله زمانی بین تولید محصولات (کانتینرها) ناچیز (برابر با یک ثانیه) در نظر گرفته شد.

تبدیل کانتینر ۲۰ فوت به ۴۰ فوت	8000 (TEU) /2=4000 (FEU)
اعمال ضریب بارگیری کشتی	4000 (FEU) *0.85=3400 (FEU)
اعمال ضریب کانتینرهای وارداتی/ صادراتی	3400 (FEU) /2=1700 (FEU)
تخصیص تعداد کانتینرهای هر جرثقیل اسکله	1700 (FEU) /3=567 (FEU)

- اتم Sink: این اتم نقش شبیه‌سازی بارگیری کانتینرهای صادراتی را در قسمت کشتی و انبارسازی کانتینرهای وارداتی را در قسمت های مرتبط با کانتینرهای وارداتی در CY و پایانه کانتینری در پس‌کرانه بر عهده دارد.
- اتم Robot: از این اتم به منظور شبیه سازی جرثقیل های اسکله و محوطه استفاده شده است که در مورد هر نوع از جرثقیل ها، مقادیر مرتبط با عملکرد ساعتی آن ها شامل زمان بارگیری (Load time) و تخلیه (Unload time) با واحد ثانیه بر اساس مقادیر حاصل از شرکت تایدواتر خاورمیانه و سازمان بنادر و دریانوردی استان هرمزگان در این اتم تنظیم شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

- اتم Advanced transporter: این اتم نقش AGV و ALV شرح داده شده در بخش های قبل را دارد که ویژگی های مد نظر اعم از سرعت، شتاب های مثبت و منفی و غیره در آن تنظیم شده است.
- اتم Network Node: از این اتم به منظور تعیین مختصات جا به جایی AGVها و ALVها استفاده شده است که در مقابل تمامی تجهیزات و نقاط گوشه مسیر قرار گرفته‌اند.
- اتم Dispatcher: این اتم به منظور تعیین نقاط ابتدایی مسیر حرکت AGVها و ALVها در ساختار کلی مدل مورد استقاده قرار گرفته است.
- اتم Destinator: این اتم به منظور تعیین نقاط انتهایی مسیر حرکت AGVها و ALVها در ساختار کلی مدل مورد استفاده قرار گرفته است.
- اتم Network Controller: از این اتم به منظور کنترل عملیات و بهینه‌سازی مسیریابی AGVها و ALVها استفاده شده است.
- اتم Queue: با توجه به قابلیت برداشت و قراردهی کانتینر توسط ALV، وضعیتی به منظور برداشت و قراردهی کانتینرها برای سیستم ALV در نظر گرفته شده است که با استفاده از این اتم شبیه‌سازی شده است.

در غالب نمونه‌های شبیه‌سازی در این زمینه که در فصل کاوش در متون به آن ها پرداخته شده است، وضعیت هایی که در جریان عمل با شرایط واقعی بنادر کانتینری انطباق کامل ندارد، مورد توجه قرار گرفته است، برای مثال شبیه‌سازی یکی از رویکردهای تخلیه یا بارگیری و یا تخلیه کامل کشتی به طور کامل و یا درصد قابل توجهی از آن و سپس بارگیری آن به طور کامل و یا با همان میزان درصد تخلیه، در صورتی که در شرایط واقعی در بنادر کانتینری بر اساس بارنامه‌های دریایی و طرح چینش بار که با استفاده از EDI به بنادر مختلف در طی مسیر کشتی ارسال می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

تعدادی کانتینر در هر بندر تخلیه و تعدادی نیز بارگیری می‌شود. به این منظور پس از اعمال ضریب بارگیری کشتی به میزان ۸۵٪، نیمی از آن به کانتینرهای وارداتی و نیمی از آن به کانتینرهای صادراتی اختصاص می‌یابد. به بیان دیگر در وضعیت پایه، با اعمال ضریب ۸۵٪ تعداد ۳.۴۰۰ TEU (یا ۱.۷۰۰ FEU) تخلیه و به همان میزان بارگیری می‌شود.

فرایند چرخه‌های جا به جایی کانتینر در سناریوهای مختلف بدین صورت بوده است که AGV یا ALV توسط اتم Dispatcher به یکی از Nodeهای موجود در مدل طراحی شده فرا خوانده می‌شود. Robot تحت عنوان جرثقیل اسکله یا محوطه کانتینر را بر AGV یا ALV قرار می‌دهد یا بر می‌دارد، سپس AGV یا ALV توسط اتم Destinator به سوی یکی از Nodeهای مقصد ارسال می‌شود. Robot تحت عنوان جرثقیل اسکله یا محوطه کانتینر را از روی AGV یا ALV بر می‌دارد یا قرار می‌دهد، سپس AGV یا ALV توسط اتم Dispatcher به یکی دیگر از Nodeهای موجود در مدل طراحی شده فرا خوانده می‌شود. این چرخه برای کلیه AGVها یا ALVها در تمام مدت زمان انجام عملیات تخلیه و بارگیری کشتی تکرار می‌شود.

به منظور ایجاد تفکیک در بین کانتینرهای وارداتی کشتی و کانتینرهای صادراتی محوطه‌ها با استفاده از الصاق برچسب[۱۳] روی کانتینرهای تولید شده در Source کشتی یا محوطه‌ها، بین آن ها تفکیک ایجاد شده است و سپس در بخش Send to در Advanced transporter با نوشتن دستور زیر تحت زبان 4DScript هدایت مناسب به مقصد مورد نظر و همین طور اعمال درصدهای اختصاصی به محوطه‌های مختلف (۴۰٪ کانتینرهای وارداتی در CY و ۶۰٪ مابقی در پایانه‌های کانتینری داخلی

---

[13] Label

Archive of SID

www.SID.ir

انبار می‌شوند و ۶۵٪ کانتینرهای صادراتی از CY و ۳۵٪ مابقی از پایانه‌های کانتینری داخلی تامین می‌شود.) انجام شده است:

```
If (Label([ImportContainer],first (c),
Bernoulli (40,
dUniform (1,6),
dUniform (7,12),
dUniform(13,15): stop)
```

با استفاده از تابع توزیع برنولی (Bernouli) ۴۰٪ کانتینرهای وارداتی به صورت یک نواخت (با استفاده از تابع توزیع یکنواخت (Uniform)) در بین جرثقیل های موجود در CY (خروجی های شماره ۱ الی ۶ در بخش Send to در Advanced transporterها) و مابقی کانتینرها (۶۰٪) بین جرثقیل های موجود در پایانه کانتینری داخلی (خروجی های شماره ۷ الی ۱۲ در بخش Send to در Advanced transporterها) توزیع می‌شوند و در صورتی که با توجه به چسب تخصیص داده شده کانتینرها از نوع صادراتی ([ExportContainer]) باشند به صورت یک نواخت (با استفاده از تابع توزیع یک نواخت (Uniform)) در بین جرثقیل های اسکله (خروجی های شماره ۱۳ الی ۱۵ در بخش Send to در Advanced transporterها) توزیع می‌شوند. با توجه به این که شماره خروجی ها اعداد گسسته می‌باشند از حرف d به عنوان مخفف کلمه گسسته (discrete) در قبل از تابع یک نواخت (Uniform) به صورت (dUniform) استفاده شده است تا تنها به اعداد گسسته در بازه خروجی های مد نظر ارجاع داده شود.

Archive of SID

www.SID.ir

هم چنین به منظور توقف ساعت مدل به منظور آگاهی از زمـان دقیـق اتمـام عملیـات تخلیه و بارگیری کشتی، با استفاده از دسـتور Stop در Trigger on entry/exit در Sourceها و Sinkهای کشتی، مدل متوقف و زمان مد نظر ثبت می‌شود:

```
If(And(
Output(c)=567,
Output(AtomByName([Ship2],Model))=567,
Output(AtomByName([Ship3],Model))=567,
Input(AtomByName([Ship4],Model))=567,
Input(AtomByName([Ship5],Model))=567,
Input(AtomByName([Ship6],Model))=567),Stop)
```

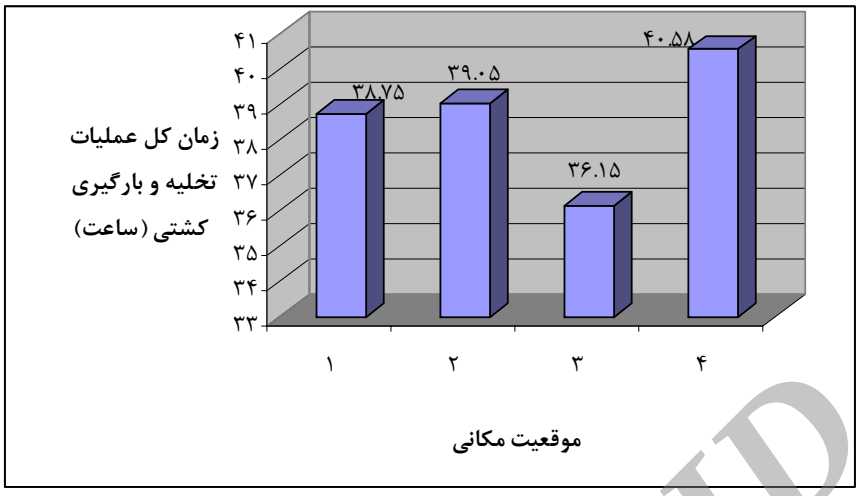
معیارهای ارزیابی به صورت زیر می‌باشند:

- زمـان تخلیـه و بـارگیری کشـتی (زمـان کلـی چرخـه زمـانی تخلیـه کانتینرهـای وارداتـی و انبارسـازی آن هـا در CY و پایانـه کـانتینری داخلی و بارگیری کانتینرهای صادراتی از CY و پایانه کانتینری داخلی در هر سناریو)
- تعداد بهینه وسایل‌نقلیه خودکار (AGV و ALV)

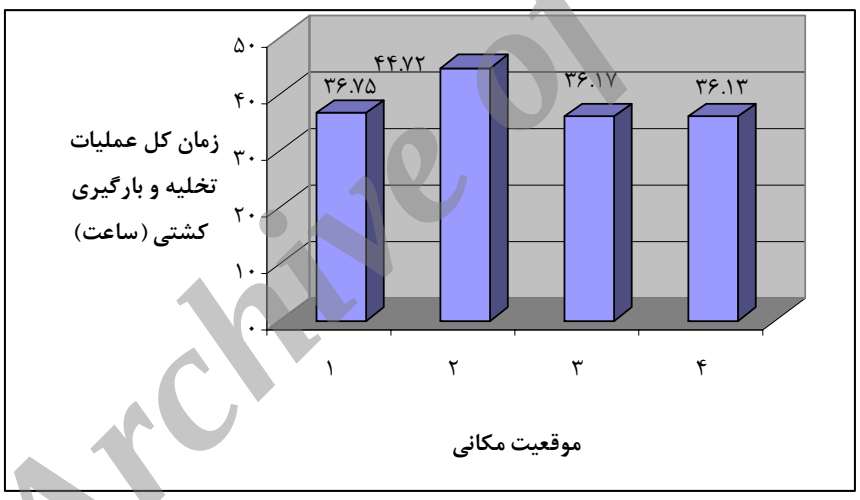
نتایج حاصل در نمودار(۷)، نمودار(۸)، نمودار(۹) و نمودار(۱۰) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



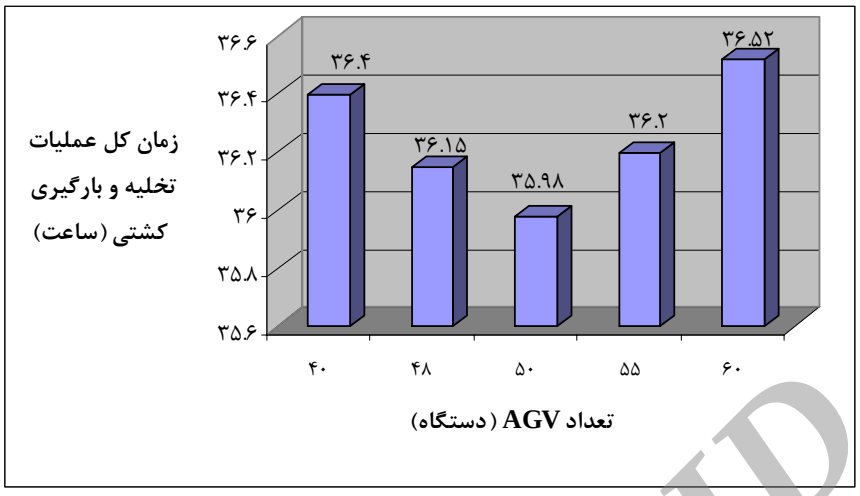
نمودار(۷). زمان کل عملیات تخلیه و بارگیری کشتی در سناریوهای وضعیت پایه برای سیستم AGV (ساعت)



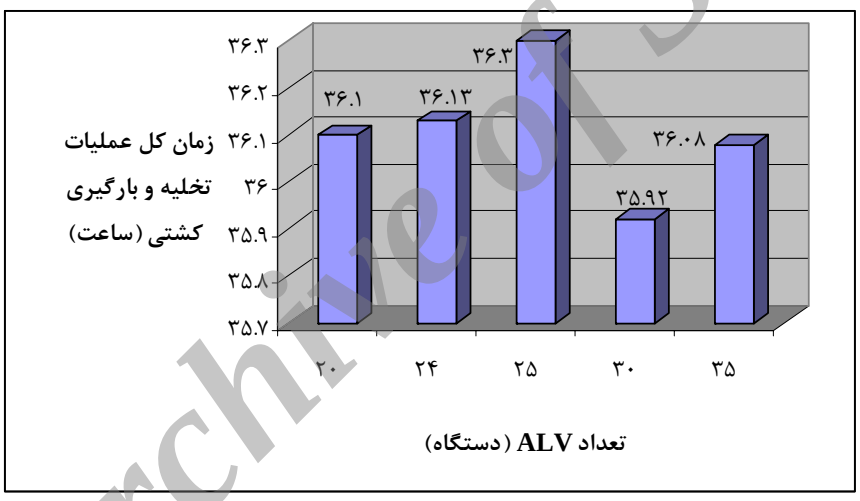
نمودار(۸). زمان کل عملیات تخلیه و بارگیری کشتی در سناریوهای وضعیت پایه برای سیستم ALV (ساعت)

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار(۹). کم ترین زمان کل عملیات تخلیه و بارگیری کشتی برای تعداد مختلف AGV



نمودار(۱۰). کم ترین زمان کل عملیات تخلیه و بارگیری کشتی برای تعداد مختلف AGV

بر اساس نتایج بهترین گزینه‌های زمانی مشابه در دو سیستم مورد مطالعه قرار گرفته، ۵۰دستگاه AGV و موقعیت مکانی شماره ۳ و ۳۰دستگاه ALV و موقعیت مکانی شماره ۳ بوده‌اند. زمان عملیات تخلیه و بارگیری کشتی در این دو گزینه به

Archive of SID

www.SID.ir

تقریب برابر و به ترتیب ۳۵ساعت و ۵۹دقیقه برای سیستم AGV و برابر با ۳۵ساعت و ۵۵دقیقه برای سیستم ALV بوده است و اختلاف در بین دو سیستم تنها ۴دقیقه بوده است. با توجه به این موضوع عامل تعیین‌کننده به منظور انتخاب سیستم برتر، تحلیل مالی دو سیستم با عملکرد مشابه فوق می‌باشد. در مورد این گونه سیستم ها هزینه‌های خرید وسایل‌نقلیه و هزینه نگهداری و تعمیر آن ها از معیارهای مهم تحلیل مالی می‌باشند. در جدول(۶) هزینه مربوط به هر کدام از سیستم های AGV و ALV تحلیل شده است. به منظور بررسی شرایط آتی (افق طرح) دو تخمین خوش بینانه و بدبینانه نیز صورت پذیرفته است[۱۳].

جدول(۶). هزینه مربوط به سیستم های AGVو ALV (یورو)

توضیحات	تخمین متوسط		تخمین خوش بینانه		تخمین بدبینانه	
	AGV	ALV	AGV	ALV	AGV	ALV
تعداد وسایل نقلیه مورد نیاز	۵۰	۳۰	۵۰	۳۰	۵۰	۳۰
هزینه خرید (یورو)	۳۲۵.۰۰۰	۴۸۷.۵۰۰	۳۰۰.۰۰۰	۴۲۵.۰۰۰	۳۵۰.۰۰۰	۵۵۰.۰۰۰
هزینه نگهداری و تعمیرات (یورو)	۹۷۵.۰۰۰	۱.۴۶۲.۵۰۰	۹۰۰.۰۰۰	۱.۲۷۵.۰۰۰	۱.۰۵۰.۰۰۰	۱.۶۵۰.۰۰۰
هزینه کل (یورو)	۱۷.۲۲۵.۰۰۰	۱۶.۰۸۷.۵۰۰	۱۵.۹۰۰.۰۰۰	۱۴.۰۲۵۰۰۰	۱۸.۵۵۰.۰۰۰	۱۸.۱۵۰.۰۰۰

بر اساس جدول فوق، در کلیه تخمین های متوسط، خوش بینانه و بدبینانه انتخاب گزینه مکانی شماره ۳ با استفاده از سیستم ALV دارای کم ترین هزینه کل می‌باشد.

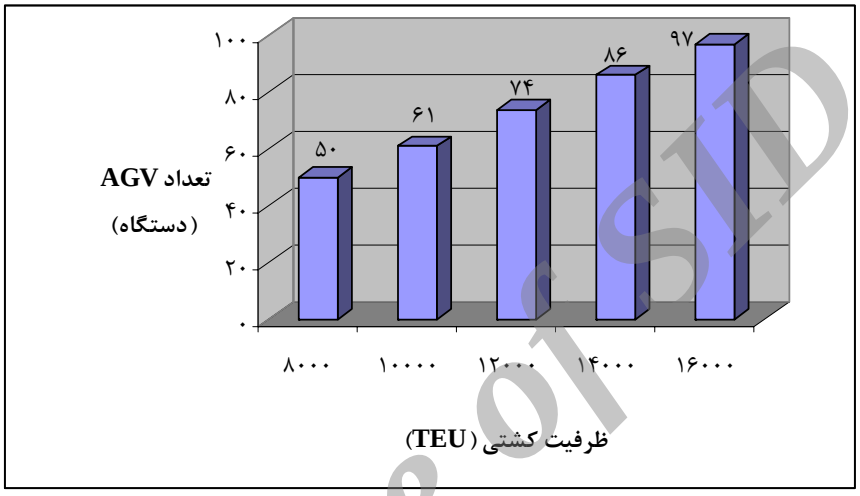
تحلیل حساسیت

به منظور بررسی تاثیرهای ناشی از کشتی‌هایی با ظرفیت های مختلف کشتی‌هایی با

Archive of SID

www.SID.ir

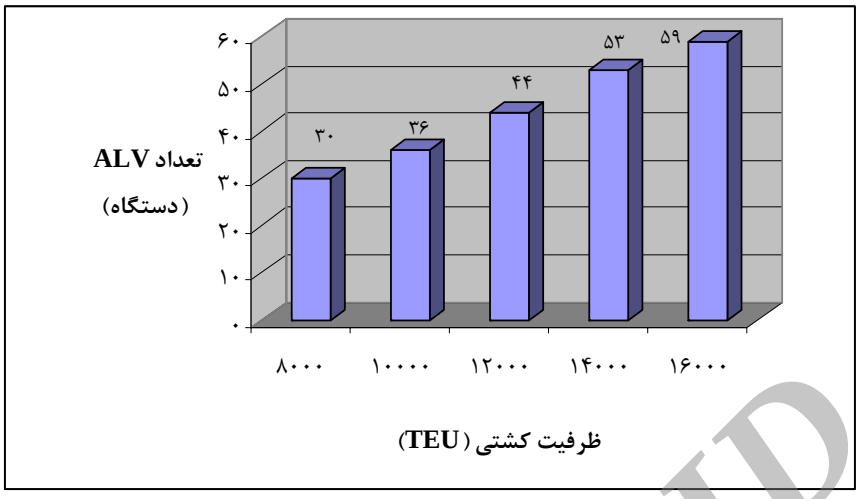
ظرفیت TEU ۱۰.۰۰۰، ۱۲.۰۰۰، ۱۴.۰۰۰ و ۱۶.۰۰۰ مورد شبیه‌سازی قرار گرفتند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌های انجام گرفته برای موقعیت مکانی شماره ۳ و زمان عملیات تخلیه و بارگیری کشتی برابر با ۳۶ساعت (بهترین مدت زمان گردش عملیات تخلیه و بارگیری کشتی در حالت پایه)، در نمودار() برای سیستم AGV و در نمودار(۱۲) برای سیستم ALV نشان داده شده است.



نمودار(۱۱). تعداد AGV مورد نیاز برای کشتی‌های با ابعاد مختلف

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار(۱۲). تعداد ALV مورد نیاز برای کشتی‌های با ابعاد مختلف

بـر اسـاس دو نمـودار(و نمـودار() رابطـه‌ای بـه طـور نسـبی خطـی در بـین تعـداد وسایل‌نقلیه خودکار مورد نیاز (AGV و ALV) و افزایش ابعاد کشـتی‌هـای کـانتینری وجود دارد.

به منظور بررسی آثار ناشی از بهبود احتمالی آتی (افق طرح) عملکرد جرثقیـل هـای اسکله، CY و موقعیت های بالقوه ایجاد پایانه کانتینری خشک، بر زمـان کـل عملیـات تخلیه و بارگیری کشتی‌ها، بر اساس مصاحبه‌های صورت گرفته و گزارش هـای موجـود رقم بهبود۳۰٪ (افزایش میزان حرکات در ساعت برای جرثقیـل اسـکله از ۳۰حرکـت در ساعت در وضعیت پایه به ۳۹حرکت در ساعت و برای جرثقیل محوطه‌ها از ۳۳حرکت در ساعت در وضعیت پایه به ۴۳حرکت در ساعت) و هم چنین رقم بهبود ۱۰۰٪ که برابر با عملکرد استاندارد بزرگ ترین بنادر کانتینری دنیا می‌باشـد (افـزایش میـزان حرکـت در ساعت برای جرثقیل اسکله از ۳۰حرکت در سـاعت در وضـعیت پایـه بـه ۶۰حرکـت در ساعت و برای جرثقیل محوطه‌ها از ۳۳حرکت در ساعت در وضعیت پایه به ۶۵حرکت در

Archive of SID

www.SID.ir

ساعت) برای موقعیت مکانی شماره ۳ و با وضعیت بهینه تعداد وسایل‌نقلیه خودکـار (۵۰ دستگاه AGV و ۳۰ دستگاه ALV) مورد شبیه‌سازی قرار گرفت که نتایج آن در جدول(۷) نشان داده شده است.

جدول(۷). تاثیر بهبود عملکرد جرثقیل های اسکله و محوطه‌ها بر زمان کل عملیات تخلیه و بارگیری کشتی (ساعت)

شرح / نوع سیستم	AGV	درصد تغییرات	ALV	درصد تغییرات
وضعیت پایه	۳۵.۹۸	-	۳۵.۹۲	-
بهبود ۳۰٪ در عملکرد جرثقیل های اسکله و محوطه‌ها	۲۹.۹۲	کاهش ۲۰٪	۲۹.۲۳	کاهش ۲۳٪
بهبود ۱۰۰٪ در عملکرد جرثقیل های اسکله و محوطه‌ها	۲۲.۰۳	کاهش ۶۳٪	۲۰.۲۸	کاهش ۷۷٪

بر اساس

جدول(شماره ۷) مشخص می‌شود که عمده بهبود عملکرد و بهره‌وری بندر به بهبـود عملکرد جرثقیل های آن وابسته می‌باشد. مفهوم این مطلب این است کـه ایجـاد پایانـه کانتینری داخلی در پس‌کرانـه و اسـتفاده از سیسـتم هـای اتوماسـیون در جابـه جـایی کانتینر در بین اسکله و پایانه کانتینری داخلـی بـا بهبـود عملکـرد تجهیـزات تخلیـه و بارگیری اثر بسیار مطلـوبی خواهـد داشـت و بـه میـزان اسـتاندارد بـزرگ تـرین بنـادر کانتینری دنیا خواهد رسید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعه و تحلیل عملکرد کانتینری بندر شهید رجایی حاکی از نیاز به توسعه پس‌کرانه و لزوم توجه به بهسازی روند عملیات تخلیه و بـارگیری و مـدت زمـان

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط حضور کانتینر در محوطه‌های بندر شهید رجایی می‌باشد. به منظور بهبود وضعیت بندر شهید رجایی در این تحقیق با استفاده از چارچوب پیشنهادی «امکان‌سنجی ایجاد ترمینال کانتینری خشک در پس‌کرانه (Dry Port) و سیستم جا به جایی کانتینر در بین بندر و ترمینال کانتینری خشک» ۴موقعیت بالقوه ایجاد پایانه کانتینری داخلی در پس‌کرانه بندر شهید رجایی با توجه به موقعیت های موجود، تحلیل پرسش نامه، مصاحبه‌های انجام گرفته و بازدید میدانی تعیین شدند و به منظور دست یابی به استانداردهای عملکردی بنادر بزرگ کانتینری دنیا استفاده از شیوه خودکار با استفاده از AGV یا ALV در بین بندر و پایانه کانتینری بالقوه مد نظر قرار گرفت. نتایج حاصل از شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار ED 8 حاکی از برتری موقعیت انتخابی شماره ۳ با توجه به معیار زمان گردش عملیات تخلیه و بارگیری کشتی و استفاده از سیستم ALV پس از تحلیل مالی ۳۰دستگاه ALV در مقابل ۵۰دستگاه AGV می‌باشد.

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت میزان احتیاج به وسایل‌نقلیه خودکار (AGV یا ALV) در مقابل افزایش ظرفیت کشتی‌ها از ۸.۰۰۰ TEU تا ۱۶.۰۰۰ TEU حاکی از رابطه‌ای خطی بوده است. تحلیل حساسیت در زمینه بهبود عملکرد جرثقیل های کانتینری محوطه و اسکله به میزان ۳۰٪ و ۱۰۰٪ بیان گر کاهش قابل توجه زمان گردش عملیات تخلیه و بارگیری کشتی بوده است.

مطلب قابل‌توجه دیگر واکنش نسبی مخالفت‌آمیز در مقابل اتوماسیون در عرصه جا به جایی کانتینر در بین محوطه‌ها و اسکله‌های کانتینری تحت عنوان حمایت از حقوق نیروی انسانی می‌باشد که از قرار ناشی از فراموشی به کارگیری از سیستم ها، تجهیزات و ماشین‌آلات نیمه‌خودکار و تمام‌خودکار، مدرن و پیش رفته در کارخانه‌ها، خطوط تولید صنایع، معادن، نفت و غیره بدون در نظر گرفتن مسایل مربوط به

Archive of SID

www.SID.ir

بی کاری نیروی انسانی به علت نتایج مفید و گسترده در تولید انبوه، افـزایش سـرعت و دقت انجام عملیات و هم چنین به وجود آمدن شرایط انجام برخـی عملیـات خطرنـاک توسط ماشین و اتوماسیون به جای نیروی انسانی می‌باشد. پایانه‌های کانتینری نیز رفته رفته با توجه به ابعاد استاندارد کانتینرها و تجهیزات مرتبط بـا حمـل و نقـل و انبـارش آن ها قابلیت استفاده هر چه بیش تر از تجهیزات و وسایل خودکـار را خواهنـد یافـت و حرکت به سوی اتوماسیون در بنادر کانتینری دیر یا زود در کلیـه بنـادر مهـم مشـاهده خواهد شد و صنعت کانتینر پیش رفته‌تر از قبل خواهد شد.

با توجه به مطالب مطرح شده در این تحقیق، بـه منظـور توسـعه و بهبـود عملکـرد کانتینری بنادر کانیتنری، بهبود ساختار زنجیره‌هـای تـامین و حمـل و نقـل کـانتینری خودکار، پیشنهادها مرتبط در دو حوزه تحقیقات آتـی و هـم چنـین حـوزه تغییـرات و اقدام های لازم از سوی مقام های مرتبط با موضوع ارایه می شود :

پیشنهادهای پژوهشی :

- پـس از تشـکیل بانـک هـای آمـاری مـورد نیـاز، انجـام بررسـی هـای مکان یابی بنادر خشک/ داخلی در کشور با توجـه بـه بازارهـای هـدف مختلف محلی، ملی و منطقه‌ای
- مطالعه بر ساختار پایانه‌های ترکیبی کانتینری داخلی نظیر پایانـه‌هـای کـانونی و حاشـیه‌ای[۱۴] بـا دو یـا سـه و یـا چهـار پایانـه کـانونی و یـا ابرپایانه[۱۵]های کانونی

---

[14] Hub-and-spoke

[15] MegaHub

Archive of SID

www.SID.ir

- مطالعه بر روش حمل و نقل اصلی در بین بنادر خشک/ داخلی و بنـادر ساحلی
- مطالعه بر خط سیر بهینه و مسیریابی مبادی و مقاصد و بنادر خشـک/ داخلی
- مطالعه بر گزینه‌ها و روش هـای دیگـر شـبیه‌سـازی عملیـات تخلیـه و بارگیری کشتی از محوطه‌ها و پایانه کانتینری بالقوه در پس‌کرانه
- مطالعه تاثیرهای استفاده از وسایل‌نقلیه خودکار دیگر (با ویژگـی هـای مختلف) بر عملکرد کانتینری بندر
- طراحی فازهای طرح توسعه و هم چنین شناسایی و تعیین گزینه‌هـای بالقوه طرح های تجاری (Business Plan)

پیشنهادها به مقام های مرتبط با موضوع :

- لزوم تهیه بانک های آماری و یافته هـای منسـجم در زمینـه آمارهـای حمـل و نقـل کـانیتنری در داخـل کشـور شـامل آمـار و داده هـای مبدا- مقصد کانتینری، هزینه‌های حمـل و نقـل کـانتینری در فواصـل مختلف
- لزوم بهسازی برنامه‌ریزی‌شده و توسعه شبکه ریلی و بالابردن ظرفیت و چگالی شبکه ریلی کشور
- بازنگری قاعده های مرتبط با موضوع که در حال حاضر موجـود بـوده و تدوین مقررات جامع در زمینه مسایل مهم حمایتی از سوی مقام هـای مسوول و نهادهای دولتی

Archive of SID

www.SID.ir

- به وجود آوردن جذابیت های مالی برای سرمایه‌گذاری بخش های دولتی و خصوصی
- ایجاد هم آهنگی در بین نهادهای مختلف سیاست گزاری در ابعاد محلی، ملی و منطقه‌ای
- شناسایی و تعیین چارچوب های بالقوه سرمایه‌گذاری وتامین مالی
- توسعه طرح آموزش منابع انسانی

منابع

آمارهای دریافتی از شرکت تایدواتر خاورمیانه (سال های مختلف)

پیش‌بینی میزان عملکرد بندر شهید رجایی تا سال ۱۴۰۰ (۱۳۷۵)، بر اساس مطالعه جایکا، سازمان بنادر و کشتیرانی

پیش‌بینی روند عملیات بندری، بندر شهید رجایی تا سال ۱۴۰۰ بر اساس پیش‌بینی های طرح جامع بنادر کشور تهیه شده توسط جایکا با اعمال ویراش (۱۳۷۶)، اداره کل تحقیقات، سازمان بنادر و کشتیرانی

طرح جامع بندر شهید رجایی، مرحله دوم: مطالعات طرح جامع بنادر بازرگانی ایران، HPC، TNA و سازمان بنادر و کشتیرانی (۱۳۸۵)

قاسمی‌نژاد منصور و پورحسین محمد (۱۳۷۵)، مطالعه و بررسی در زمینه کاهش رسوب کانتینر در بندر شهید رجایی، مرکز طرح و برنامه، اداره کل بنادر و کشتیرانی استان هرمزگان

کاوش گر نرگس (۱۳۸۶)، توسعه مدل شبیه‌سازی برای تعیین سطح مکانیزاسیون ترمینال های کانتینری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب

گزارش عملکرد سازمان بنادر و دریانوردی (سال های مختلف)

Archive of SID

www.SID.ir

مهرابیان لاله (۱۳۸۵)، ظرفیت‌سنجی بنادر تجاری کشور برای تقاضای ۲۰ سال آینده، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات

Ioannou P., Chassiakos A. (2002), Automated Container Transport System between Inland Port and Terminals, METRANS

Roso V., Woxenius J., Olandersson G. (2006), Organisation of Swedish dry port terminals, Chalmers University of Technology, Sweden

UNCTAD (1991), Handbook on the management & operation of Dry Ports, UNCTAD, Geneva

UN ESCAP (2008), Logistics Sector Development, Planning models for Enterprises & Logistics Clusters, UN ESCAP, New York

Vis I.F.A., Harika I. (Not dated), Comparison of vehicle types at an automated container terminal

Archive of SID

www.SID.ir