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

تدوین مدل دینامیکی یکپارچه توسعه بنادر تجاری کشور

مصطفی مرشد- کارشناس ارشد مدیریت سیستم ها
رسام مشرفی- دانشجوی دکترای اقتصاد و برنامه ریزی سیستم های اقتصادی
morshed@pso.ir
rassam-moshrefi@yahoo.com

چکیده

این مدل به طور خلاصه به شبیه‌سازی عملیات هر یک از بنادر تجاری موردنظر در قالب سیستمی پویا می‌پردازد تا پس از آن از طریق تحلیل حساسیت رفتار سیستم بندر در طول زمان نسبت به سیاست‌گذاری‌های مختلف ارزیابی گردد و با اهداف و انتظارات سازمان، سایر نهادها و ذینفعان مقایسه شود تا این که مدیران بتوانند به تدوین الگوی توسعه عملیاتی هر یک ازبنادر تجاری مورد بررسی بپردازند.

علاوه بر اهداف اصلی، اهداف فرعی دیگری نیز از اجرای این طرح مورد نظر است که برخی از آن‌ها را به شرح ذیل می‌توان برشمرد:

- بررسی اثر پیش‌بینی دورنمای تقاضای خدمات بنادر بر شاخص‌های عملکرد.
- پیشنهاد در خصوص بهبود هر یک از سیستم‌ها و تعیین گلوگاه‌ها.
- پیش‌بینی ظرفیت.

کلید واژه ها :مدل دینامیکی، سیستمهای پویا، متغیرهای درون زا، شاخص های عملکرد.

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

امروزه تصمیم‌سازی (Decision Making) و تعیین روند پیش‌بینی رویدادها در آینده موسسات و شرکت‌ها به روش شبیه‌سازی از امور متداول و علمی می‌باشد که بنادر از آن مستثنی نیستند.

الگوی توسعه دینامیک بنادر تجاری براساس روش مدل‌سازی دینامیک سیستمی تدوین می‌یابد. فرآیند این نوع مدل‌سازی ذاتاً فرآیندی خلاقانه و هوشمند می‌باشد از این رو حتی یک مساله مشخص ممکن است توسط مدل‌سازان مختلف با روش‌ها و نگرش‌های مختلفی طراحی گردد. با این وجود به طور کلی مدل‌سازی از فرآیند قاعده‌مندی تبعیت می‌کند که هر چند به طور مشخص بین مراحل آن نمی‌توان مرز دقیقی تعیین نمود، اما گام‌های مشخصی را برای رسیدن به شبیه‌سازی معتبر از سیستم مورد مدل‌سازی در خود دارد به خصوص وقتی هدف از مدل‌سازی پاسخگویی کمی به یک نیاز باشد این مراحل به شکل روشن‌تری قابل شناسایی خواهند بود.

مدل‌سازی سیستمی به منظور پاسخ‌گویی کمی به یک نیاز تحلیلی از سه مرحله اساسی تشکیل می‌شود. این سه مرحله عبارتند از :

بسط مفهوم مدل[۱]، تدوین مدل در قالب مدل دینامیک سیستمی[۲]، ارزیابی اعتبار مدل طراحی شده[۳]. البته دو مرحله تکمیلی و در عین حال تحلیلی دیگر تحت عناوین تحلیل حساسیت نسبت به متغیرهای برون‌زا[۴] و تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات

1. Developing the concept of model
2. Developing a system dynamic model
3. Checking the model behavior
4. Sensitivity to exogenous factors

Archive of SID

www.SID.ir

ساختاری [5] نیز قابل افزودن به مراحل سه گانه فوق است.

هر گام مورد اشاره در فوق قابل تقسیم به مراحل جزیی‌تری می‌باشد. طرح تدوین مدل دینامیکی توسعه بنادر تجاری کشور نیز مدلی کمی است. به این ترتیب مراحل زیر در دستیابی به محصول نهایی که همان مدل بندر و تعیین ظرفیت دینامیک آن در اثر تحولات گوناگون است، باید انجام گیرد.

متدولوژی طراحی این سیستم مبتنی بر استاندارد PMBOK (Project Management Body of Knowledge) می‌باشد و تاریخچه آن در انجمن مدیریت پروژه آمریکا در سال ۱۹۶۹ با هدف جمع‌آوری سوابق و تجربیات محیط‌های مختلف مدیریتی شکل گرفته است و در دهه هشتاد پروژه‌ای توسط این انجمن برای ایجاد رویه‌ها و مفاهیم مورد نیاز حرفه مدیریت پروژه با سه محور عمده :

۱- تعیین مشخصه‌های علمی حرفه‌ای ۲- خلاقیات، مفاهیم و ساختار مدیریت پروژه ۳- استاندارد و تعیین نحوه حرفه‌ای شدن تبیین و تعریف گردید و در سال ۱۹۹۶ کتابی تحت عنوان مدیریت پروژه به چاپ رسید که در سال ۲۰۰۰ توسط انجمن مدیریت پروژه آمریکا به روز آوری گردید که این استاندارد با کد مشخصANSI/PMI از سال ۲۰۰۱ ملاک اجرای مدیریت پروژه حرفه‌ای قرار گرفته است.

در دهه اخیر رشد میزان تجارت جهانی از رشد تولید جهانی فراتر رفته است این روند کلی جهان در بحث تجارت بین‌المللی، خواه ناخواه زمینه‌ها و انگیزه‌های بالقوه تقویت زیربناهای ارتباطی و حمل و نقل را فراهم آورده است از همین رو بنادر به عنوان نقطه اتصال حمل و نقل اقتصادی و کارآمد دریایی به سایر شیوه‌های حمل اهمیتی

5. Sensitivity to structural changes

Archive of SID

www.SID.ir

دوچندان یافته است و از سوی دیگر اهداف کلان و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت در راستای تبدیل شدن به قدرت اقتصادی منطقه و تعامل فعال با اقتصاد بین‌المللی نیز نیازمند وجود یک سیستم توانمند حمل و نقل در کشور به خصوص در تجارت دریایی می‌باشد.

باتوجه به اهمیت و نقش استراتژیک بنادر و ضرورت بررسی و بهبود مداوم توان عملیاتی آن‌ها طراحی و تدوین سیستم یک مدل دینامیکی توسعه بنادر و ترسیم وضعیت عملکردی آینده بنادر به صورت شبیه‌سازی به عنوان ابزاری توانمند در جهت کمک به تصمیم‌گیری مدیران اجتناب ناپذیر می‌باشد.

در راستای بهبود مستمر (Continuous Improvement) عملکرد و دستیابی به اهداف و آرمان‌های مورد نظر از بندر، این مدل از کارایی مؤثر و نتیجه بخشی برخوردار خواهد بود و با تحلیل حساسیت و شبیه‌سازی رفتار متغیرها و شاخص‌های عملکرد بندر در طول زمان نسبت به وقایع پیرامونی و سیاست‌گذاری‌های مختلف و مقایسه آن با اهداف و انتظارات سازمان می‌توان به سیاست مطلوب و استراتژی کلی بنادر به طور صحیح دست یافت.

سیستم مدل دینامیکی توسعه بنادر در قالب مدل شبیه‌ساز با استفاده از نرم افزار خاص می‌بایست از مراحل و فرآیندها و گام‌های زیر عبور نماید.

جایگاه طرح

این مقاله به عنوان طرح پایه مدل دینامیکی توسعه بنادر تجاری کشور تدوین یافته است و در آن چارچوب حرکت در فازهای طراحی روابط علی و معلولی و مدل سازی به طور عمومی ارایه می‌گردد. به عبارت دیگر این نوشتار چکیده ای از فرآیندهای مورد توجه و روشهای مدل‌سازی مورد انجام شده نظر برای رسیدن به مدل دینامیکی هر یک

Archive of SID

www.SID.ir

از هفت بندر تجاری شهید رجایی، امام خمینی، بوشهر، چابهار، امیرآباد، نوشهر و انزلی را ارایه می‌دهد.

کارکرد مورد انتظار از این طرح این است که در عین اختصار و بدون ورود به جزییات، عناصر اصلی و روش نگرش به ابعاد مساله بحرانی بنادر را به طور ضمنی می‌تواند ارایه دهد.

۱- بسط مفهوم مدل

در این مرحله به تعریف سیستم مورد نظر به شکل توصیفی پرداخته خواهد شد و به طور مشخص شامل گام‌های زیر خواهد بود:

۱. توصیف مساله در واقعیت (شناخت بنادر).

۲. تعریف هدف از مدل (متدولوژی طرح).

۳. تعریف مرزهای سیستم (متدولوژی طرح).

۴. تدوین کلامی مدل(مدل‌سازی و (اعمال نظرات مدیران و کارشناسان بندری).

۵. تدوین دیاگرامهای علی اولیه (تدوین فاز روابط علی و معلولی).

۶. بررسی کیفی روابط علت و معلولی در مدل اولیه (جلسات درونی گروه مدل‌سازی و شناخت تبیین نظرات مدیران و کارشناسان کارفرما).

- **توسعه مدل دینامیک سیستمی**

در این مرحله اطلاعات فرآوری شده در گام قبلی به قالب نرم‌افزاری تبدیل می‌گردد و در نهایت ساختار اصلی و پایه مدل تدوین می‌شود. به طور عام مقاله حاضر یکی از خروجی‌های اصلی این مرحله است. به طور خاص نیز روابط علت و معلولی بنادر و

Archive of SID

www.SID.ir

بخشی از روش کالیبراسیون و شبیه سازی در این مرحله قرار مـی‌گیرنـد. بـرای توسـعه مدل دینامیک سیستمی برداشتن گام‌های زیر ضرروی است.

۱. تعریف دیمانسیون اجزا در مدل علی (به طور تفصیلی و خاص).

۲. تعریف روابط تابعی بین اجزا در دیاگرام علت و معلولی (فاز کالیبراسیون).

۳. جمع‌آوری داده‌های ضروری برای تدقیق توابـع (بخـش عمـده‌ای از زمـان در فـاز شناخت به این فرآیند اختصاص خواهد یافت).

۴. اعمال روابط تبعی در نرم افزار ithink (بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شـده در فـاز شناخت).

۵. آزمون اعتبار ساختاری مدل تدوین شده (این مرحله پس از جلسات تایید ساختار و دریافت نظرات کارشناسی نهایی خواهد شد).

۶. ساده‌سازی ساختار مدل (این گام نیـز بـه طـور اولیـه بـر اسـاس مباحـث درونـی گروه‌های مدل سازی و شناخت به انجام مـی‌رسـد و نهـایی شـدن آن منـوط بـه نهایی شدن گام قبلی است).

- **بررسی رفتار مدل**

۱. تنظیم متغیرهای زمانی همانند افق زمانی شبیه سازی و دوره انتگرالگیـری(DT) (مربوط به مراحل نهایی آزمون مدل می‌شود و پس از شبیه سازی نهایی خواهـد شد).

۲. تنظیم مقادیر اولیه، پارامترها و متغیرهای برون‌زا در سال پایه شبیه سازی.

۳. ایجاد و استفاده از سناریوهای مختلف برای ایجاد و مقایسه نمودارهای روند زمانی مختلف.

Archive of SID

www.SID.ir

۴. ارزیابی اعتبار رفتاری و کاربردی نتایج مدل (پس از نهایی شدن ساختار قابل اجرا است).

۵. ارزیابی وافی به مقصود بودن نتایج مدل (پس از نهایی شدن مدل قابل اجرا است).

- **تحلیل حساسیت با ایجاد تغییر در پارامترها**

۱. ارزیابی حالت تعادل سیستم (در همه شرایط این ارزیابی ممکن نمی‌باشد).

۲. ارزیابی دامنه‌هایی از حالات که سیستم به آن میل می‌کند یا دامنه‌های ثبات سیستم (در همه سیستم‌ها قابل اجرا نمی‌باشد، اما به هر حال شناسایی آن منوط به نهایی شدن و تایید اعتبار ساختاری و رفتاری سیستم است).

۳. ارزیابی شرایط بحرانی به معنی شناسایی ترکیباتی از پارامترها که با آن‌ها سیستم تعادل یا دامنه‌های ثبات خود را از دست می‌دهد.

- **تحلیل رفتار بر اثر تغییرات ساختاری**

۱. تعریف معیارهای ارزیابی برای بهینه یابی.

۲. بهینه‌یابی ساختار سیستم به کمک ارزیابی معیارهای طراحی شده.

۳. پایدارسازی سیستم‌های ناپایدار با تغییرات ساختاری.

به طور کل خروجی‌های این قسمت، هدف از اجرای طرح که همان تدوین نرم افزار توسعه دینامیک یکپارچه بندر است را تامین می‌نماید. برخی از معیارهای ارزیابی به صورت پارامترهای عملکرد در فاز شناخت شناسایی شده است. اما بدیهی است امکان افزودن پارامترهای ارزیابی عملکرد دیگری پس از نهایی شدن مدل مقدور می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مدل سازی یک فرآیند دارای «بازخورد» است نه دنباله‌ای از گام‌ها و مراحل پشت سر هم. مدل سازی چیزی جز تکرار دایم، پژوهش و پرسش مداوم، آزمون و اصلاح نیست. بنابراین مدل سازی به شکل یک چرخه تکرار شونده‌ای[۶] است که بین مراحل مختلف آن تعامل دینامیک وجود دارد. علاوه بر این، چرخه مهم‌تر دیگری بین مدل و دنیای واقعی فعال است که می‌توان آن را چرخه یادگیری عمل نامید. استراتژی‌ها، ساختارها و قواعد تصمیم‌گیری مورد استفاده در دنیای واقعی را می‌توان در دنیای مجازی (مدل) اعمال و آزمون نمود. تجربیات حاصل از این آزمون‌های هدایت‌شده، منجر به طراحی استراتژی‌های جدید، ساختارها و قواعد تصمیم گیری جدید می‌گردند. این سیاست‌های جدید سپس در دنیای واقعی اجرا می‌گردد و اثرات ناشی از اجرای آن مجدداً به شکل اطلاعات دریافت می‌شود که خود منجر به دیدگاه‌های جدید و بهبود مجدد مدل‌های ذهنی[۷] از دنیای واقعی می‌گردند و این فرآیند به طور مداوم در جریان است. بنابراین مدل سازی در ذات خود فرآیند یک باره که منجر به جوابی قطعی شود نخواهد بود بلکه، فرآیندی دایمی است که بین عملکرد دنیای واقعی و مجازی در حرکت مداوم است.

Archive of SID

6. Iterative Loop
7. Mental Model

www.SID.ir

نمودار(۱-۱) گام‌های توسعه مدل دینامیکی و خروجی‌های هر گام

۲. توصیف زیرسیستم‌های محیطی مدل دینامیکی توسعه بنادر تجاری کشور

۲-۱- زیر سیستم‌های محیطی سیستم بندر

پس از مرور مختصری بر کل فرآیند مدل سازی دینامیک سیستمی و گام‌های اجرایی آن در رابطه با مدل دینامیک توسعه یکپارچه بنادر تجاری کشور، در این بخش

Archive of SID

www.SID.ir

با بسط مفهوم مدل بندر زمینه‌های ارایه روابط علت و معلولی فراهم می‌گردد. همان طور که در گزارش متدولوژی طرح حاضر نیز مورد اشاره قرار گرفت مدل توسعه بنادر تجاری کشور از سه زیر سیستم اصلی تشکیل می‌گردد که دو زیرسیستم از این مجموعه به بررسی اقتصاد داخل و ترانزیت و تجارت بین‌الملل اختصاص می‌یابد و در واقع بر روی محیط بندر تمرکز دارد، و یک زیر سیستم نیز به مدل سازی درونی بندر می‌پردازد.

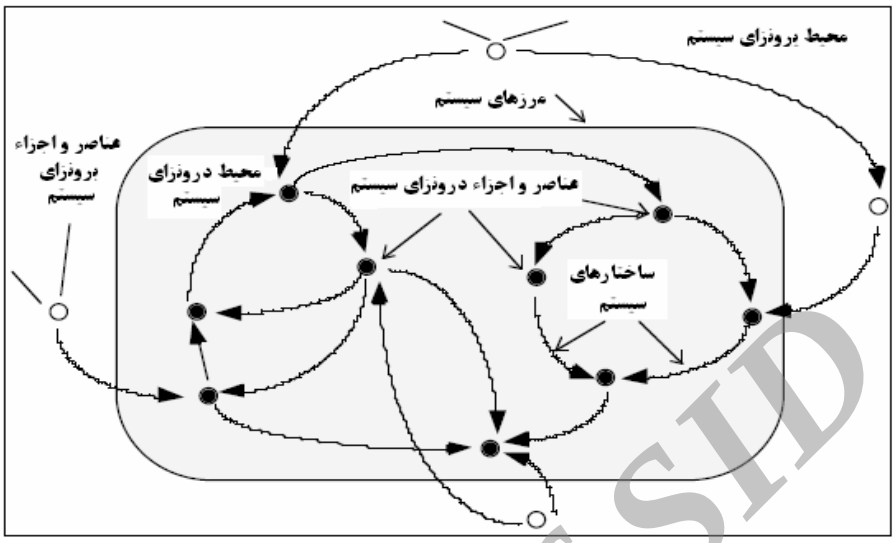
نمودار(۲-۱) مفاهیم درون‌زا و برون‌زا و مرز و محیط سیستم را به طور شماتیک ارایه می‌دهد.

به عبارت دیگر اگر کادر محصور شده سیستم درونی بندر فرض شود، زیرسیستم اقتصاد داخل و تجارت و ترانزیت بین‌الملل در خارج از این مجموعه و در واقع خارج از مرزهای سیستم بندر قرار می‌گیرند. البته همان طور که ملاحظه می‌شود این متغیرهای محیطی، مشابه آن چه در واقعیت وجود دارد، هم چنان بر درون سیستم بندر تاثیرگذار هستند. تفکیک سیستم به زیرسیستم‌های قراردادی باعث تغییر در ماهیت روابط نمی‌گردد. بلکه تنها برای نظام‌مند نمودن و دسته بندی روابط و بارز نمودن بخش‌های کلیدی و پراهمیت تر در مدل سازی است.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار(۲-۱) ساختار عمومی سیستم و ماهیت درون‌زا و برون‌زا بودن متغیرهای سیستم



با این نگرش سه زیر سیستمی که در کنار یکدیگر مدل سیستمی توسعه بنادر تجاری کشور را می‌سازند در ادامه تشریح می‌گردد.

۲-۲-تعامل زیرسیستم‌های محیطی و زیرسیستم بندر

بررسی وضعیت اقتصاد داخل و ترانزیت کالا از کشور در راستای تدوین الگوی تقاضا از خدمات بنادر است. تقاضا برای خدمات بندری مانند تقاضا برای تمامی زیرگروه‌های حمل و نقل و یا در بیانی کلان نگرتر مانند تقاضا برای تمامی عوامل و واسطه‌های تولید و مصرف، تقاضایی مشتق شده[8] می‌باشد. طبق تعریف، توابع تقاضای مشتق شده توابع تقاضایی هستند که وابسته به تقاضای عامل و یا عوامل دیگری می‌باشند و به خودی

8. Derived Demand

Archive of SID

www.SID.ir

خود تقاضای مستقلی برای آن‌ها وجود ندارد. با بررسی عوامل موثر بـر تقاضـای حمـل و نقل می‌توان دریافت که تقاضای حمل و نقل نیز تقاضایی مشتق شده است که بـه دلیـل نیاز مراکز تولید به مواد اولیه و محصولات واسطه ای و یا فواصل جغرافیـایی بـین مراکـز تولید و مصرف محصولات نهایی مورد تقاضا قرار می‌گیرد. ایـن نیـاز بـرای جابـه جـــایی کالاهای مخـتلف درحوزه بنادر به دو صورت تجلی می‌یابد.

الف- جریان متکی بر اقتصاد داخلی (واردات و صادرات کالاها).

ب- جریان متکی بر تجارت منطقه ای و جهانی (ترانزیت کالاها).

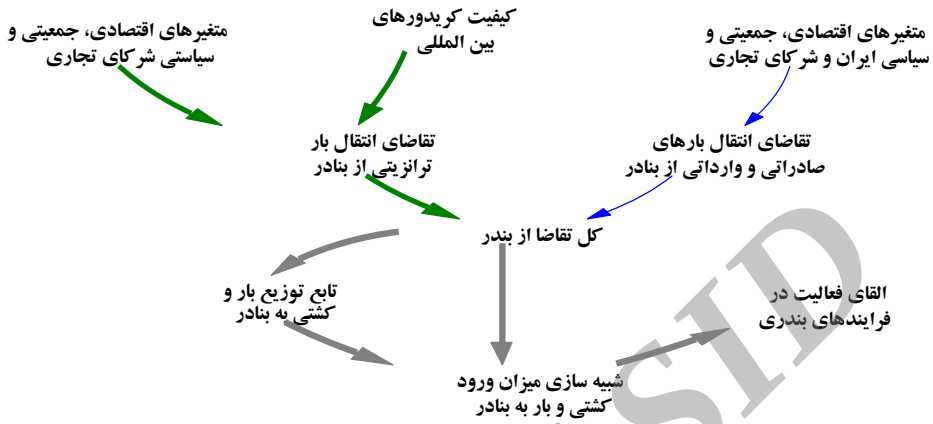
واردات و صادرات به طور کل منتج از عدم تعادل بین تولید و مصرف در داخل کشور است[۹]. در حالی که ترانزیت، حوزه‌های بین‌المللی این عدم تعادل را مد نظر قرار می‌دهد. نمودار(۲-۲) مسیر اصلی تاثیرگذاری زیرسیستم‌های محیطی بر تقاضای خدمات بنـدری را نشان می‌دهد.

۹. هر چند در اقتصادهای پیشرفته امروز دنیا، مفهوم خودکفـایی و برابـری تولیـد و مـصرف، تجـارت را منتفی نمی‌کند. گسترش تجارت دوطرفه باعث شده است که حتی در زمـان برابـری مقـداری تولیـد و مصرف یک محصول در یک کشور، صادرات و واردات آن محصول همچنان به شـکل صـادرات و واردات محصولات با عناوین تجاری مختلف (brand) وجود داشته باشد. به عنوان مثال در حالیکه میزان امکانات تولیدی دو کشور فرانسه و آلمان در زمینه تولید خودرو تکافوی نیاز داخلی شان را می‌دهـد، امـا بـرای رفاه مصرف کنندگان و رضایت گروههای مختلف مصرف کننده، همزمان پژو از فرانسه بـه آلمـان صـادر می‌شود و بنز نیز از آلمان به فرانسه ارسال می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار(۲-۲) نقش و جایگاه ترانزیت و اقتصاد داخلی در شبیه سازی عملکرد بنادر



الف : جریان متکی بر اقتصاد داخلی

این عامل در ایجاد تقاضا برای خدمات بندری شامل جریان ورود کالا به داخل کشور برای مصرف در بخش‌های مختلف اقتصادی یا صدور کالا از کشور به صورت مازاد تولید می‌باشد. عامل اصلی در شکل گیری این جریان، ساختار اقتصاد داخلی از لحاظ نوع تولید و الگوی مصرف و وضعیت اقتصادی کشور و شرکای تجاری و به خصوص برنامه‌های دولت در زمینه تنظیم بازار و سیاست‌های تجاری می‌باشد. این جریان را می‌توان در قالب بررسی بخش اقتصاد داخلی تجزیه و تحلیل نمود.

نمودار (۲-۳) دو حلقه منفی موجود در روابط علی و معلولی سیستم کنترل کننده واردات و صادرات را بارزتر نموده است[۱۰]. همان طور که مشاهده می‌گردد این دو حلقه منفی باعث می‌شود که واردات و صادرات کشور از طریق مداخله دولت دستخوش

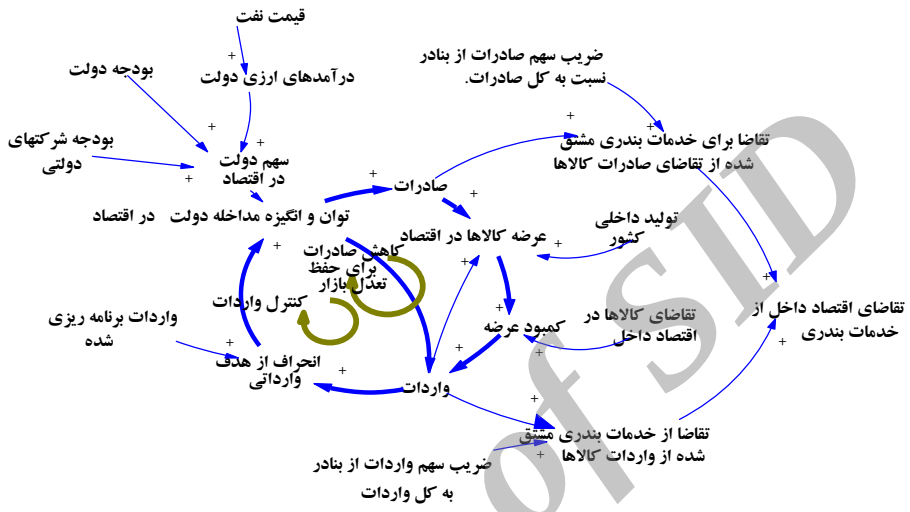
۱۰. این دو حلقه عبارتند از حلقه «کنترل واردات» و حلقه «کاهش صادرات برای حفظ تعادل بازار داخل».

Archive of SID

www.SID.ir

تغییراتی شود و پیش بینی صرفاً متکی به روند گذشته و بدون توجه به برنامه‌های دولت نتواند پاسخگو باشد[۱۱].

نمودار(۲-۳) مکانیزم کنترل واردات و صادرات کالاها توسط دولت در اقتصاد کشور



ب: جریان متکی بر تجارت منطقه‌ای و جهانی کالا

جریان تجارت بین‌المللی کالاها را می‌توان تحت عنوان تبادل کالاها بین بلوک‌های عمده تجاری جهان و مبادلات منطقه‌ای تعبیر نمود. اهمیت این بخش در تدوین مدل دینامیکی توسعه بنادر در این است که به دلیل موقعیت ژئواستراتژیک کشور و قرار گرفتن ایران در مسیر جریان‌های عمده جابه جایی کالاها بین شرق- غرب و شمال-

۱۱. برای مطالعه در مورد حلقه‌های مثبت و منفی و به طور کل روش نگرش سیستمی و مدل‌سازی دینامیک سیستمی آشنایی با متدولوژی ضروری است.

Archive of SID

www.SID.ir

جنوب جهان، به طور بالقوه بنادر کشور توان جذب بارهای ترانزیتی قابل ملاحظـه ای را دارند[۱۲]. در مقابل سرمایه گـذاری عظـیم کـشورهای اطـراف ایـران بـرای ایجـاد مزیـت ترانزیتی و عدم سرمایه گذاری لازم و به موقع توسط ایران، از میزان این تقاضـای بـالقوه به تدریج می‌کاهد. به عبارت دیگر میزان تقاضای ترانزیتی از بنادر ایران یک تابع شرطی است که بین حدود حداکثر و حداقلی بسیار متفاوتی قابل تغییر است. بـدیهی اسـت در نظر گرفتن این تفاوت‌های چشمگیر می‌تواند در تـدوین مـدل دینـامیکی توسـعه بنـادر تجاری بسیار حایز اهمیت باشد.

نمودار (۲-۴) عوامل اصلی تاثیرگذار بر جذب کالاهای ترانزیتی به بنادر و حلقه‌هـای مثبت موجود در این سیستم را نشان می‌دهد. بر اساس مفاهیم تفکـر سیـستمی وجـود حلقه‌های مثبت در یک سیستم منجر به رفتار گریزگونه[۱۳] در سیستم می‌گردد. برخی از حلقه‌های جهت دهنده به تقاضای ترانزیتی بنادر در نمودار زیر مشخص شده است.

---

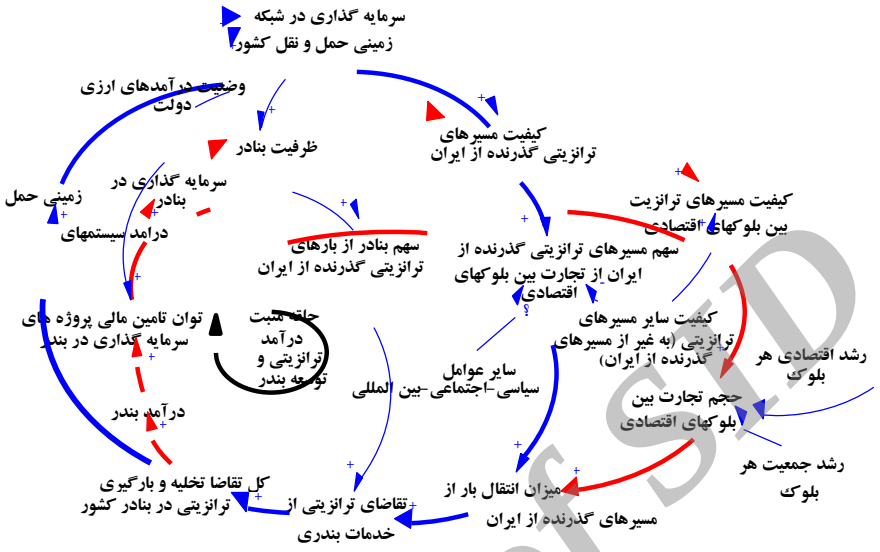
۱۲. بر اساس مطالعه طرح جامع بنادر بازرگانی ایران میزان پتانسیل عبور کالاهای ترانزیتی غیرنفتـی از کشور حدود۱۸/۸ میلیون تن در سال ۱۳۸۱، حدود ۲۵ میلیون تن در سـال ۱۳۸۸ و در حـدود ۳۰/۳ میلیون تن در سال ۱۳۹۴ پیش بینی می‌گردد.

۱۳. رفتار گریزگونه (runaway behavior) رفتاری است که به سرعت منجر به افزایش و یا کاهش متغیر موجود در سیستم می‌گردد. به عبارت دیگر تحریک مثبت (منفی) یک متغیر در درون حلقه مـی‌تواننـد با گردش روابط علت و معلولی مجدد منجر بـه افـزایش (کـاهش) متغیـر تحریـک شـده گـردد. وجـود حلقه‌های مثبت در سیستم تقاضای ترانزیتی بنادر کشور موید حساسیت بالای این تقاضا به سیاستهای اتخاذ شده داخلی و عوامل خارجی است. اگر این عوامل در مجموع تحـرک مثبتـی را باعـث شـوند بـر اساس حلقه‌های علت و معلولی میتوانند منجر به جهش بلندمدت تقاضای ترانزیتی بنادر کشور گردند و البته برعکس این مساله نیز صادق است.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار(۲-۴) حلقه‌های مثبت (positive loops) اصلی تعیین کننده تقاضای ترانزیتی از بنادر کشور



۳. زیرسیستم بندر

۳-۱- مدل مفهومی سیستمی بندر

کل سیستم بندر به عنوان یک مبدل، وضعیت[۱۴] جریان حمل کالاها را از حالت دریایی به زمینی و یا از زمینی به دریایی تبدیل می‌نماید. به هر حال فرآیندهای درونی این سیستم بر اثر جریان ورود و خروج کشتی و کامیون متاثر می‌گردند.

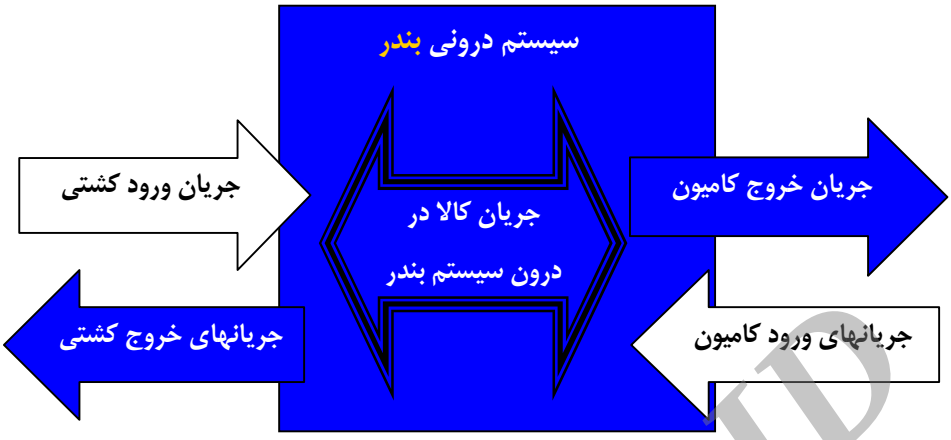
نمودار (۳-۱) اهمیت محوری این سه جریان را در شبیه سازی سیستم بندر نشان می‌دهد. در ادامه به طور مختصر ارتباط این جریان‌هابا یکدیگر ارایه می‌شود.

14. Mode

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار(۳-۱) جریان‌ها اصلی در شبیه سازی بندر



جریان ورود کشتی‌ها و کالا: جریان ورود کشتی به بندر جریانی است که توسط توابع توزیع متغیرهای تصادفی مدل‌سازی می‌شود. در مطالعات ایستا این توابع بر اساس داده‌های آماری گذشته نگر به دست می‌آید. به همین دلیل از قدرت پیش بینی بلند مدت برخوردار نخواهند بود[۱۵]. اما در مطالعه حاضر، از آن جایی که تدوین مدل پویایی از بنادر مورد نظر است، ضروری است تحول در میانگین کشتی‌های وارده به بندر نیز در نظر گرفته شود. میانگین توابع توزیع ورود کشتی به بندر، وابسته به وضعیت زیر سیستم ترانزیت و تجارت بین الملل و اقتصاد داخل است.

به عبارت دیگر فرمت و نوع توزیع ورود کشتی‌های مختلف به بندر بر اساس اطلاعات دریافتی در فاز شناخت هر یک از بنادر کشور محاسبه می‌گردد. حتی تاثیری

۱۵. چون وقتی از تابع توزیع ورود کشتی بر اساس اطلاعات گذشته برای آینده استفاده شود، میانگینی که حول آن اعداد تصادفی ورود کشتی ساخته می‌شود، همان میانگین گذشته خواهد بود. حال اگر به دلیلی مثلاً مانند خودکفایی در تولید گندم این میانگین در حال کاهش باشد، برای اینکه بتوان از تابع توزیع محاسبه شده برای پیش بینی آینده استفاده نمود باید این میانگین را تعدیل نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

که میانگین توزیع ورود کشتی‌ها از سیستم تجارت و اقتصاد داخل می‌پذیرد نیز وابسته به شرایط هر بندر متفاوت شبیه سازی می‌گردد[۱۶].

جریان خروج کشتی‌ها و کالا: شبیه سازی جریان خروج کشتی‌ها از یک سو وابسته به جریان ورود کشتی‌ها و از سوی دیگر وابسته به سیستم درونی بندر در ارایه سرویس به کشتی‌های وارده است. به این ترتیب، این جریان، جریانی درون‌زا خواهد بود. (جریان ورود کشتی به بندر در نمودار (۳-۱) ارایه شده است).

جریان ورود کامیون[۱۷]: شبیه سازی جریان ورود کامیون به بندر از زاویه کالاهای وارده به بندر (جهت صادرات، ترانزیت خروجی) جریانی تصادفی می‌باشد که میانگین آن متکی به متغیرهای اقتصاد داخل و ترانزیت و تجارت بین الملل است. جریان ورود کامیون‌های خالی به منظور انتقال بارهای وارداتی یا ترانزیت وارده، در صورتیکه سیستم حمل یکسره نباشد، نیز متغیری تصادفی است که میانگین آن تابعی از میزان کالاهای دپو شده در سیستم بندر و میزان رسوب متوسط کالاهای مختلف است.

جریان خروج کامیون: جریان خروجی کامیون از سیستم درونی بندر تابعی از جریان

---

۱۶. لازم به ذکر است که تنها یک مدل برای سناریوسازی وضعیت ترانزیت و تجارت بین الملل در تدوین الگوی توسعه دینامیک بنادر تجاری کشور می‌توان تدوین نمود، اما همانطور که اشاره شد، بنادر متفاوت تاثیرات متفاوتی از سناریوهایی که برای اقتصاد داخل و ترانزیت و تجارت بین الملل قابل طراحی است، می‌پذیرند.

۱۷. در این مقاله که به طور عمومی به بررسی مدل مفهومی توسعه دینامیکی بنادر تجاری کشور می‌پردازد، برای پرهیز از جزییات بحث حمل و نقل ریلی مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. بدیهی است در ارایه مدل بنادر امیرآباد، شهید رجایی و امام خمینی که دسترسی ریلی در آن‌ها وجود دارد، این بخش به مدل اضافه خواهد شد.

Archive of SID

www.SID.ir

ورود کامیون و عملکرد سیستم درونی بندر است به همین دلیل کل این جریان نیز تابعی تصادفی نخواهد بود. هرچند متغیرهای تصادفی دیگری در درون سیستم بندر ممکن است منجر به رفتار تصادفی این جریان بشوند.

۳-۲- تدوین مدل نمونه(prototype) دینامیکی زیرسیستم بنادر تجاری کشور

پیش از تشریح نمونه برای سیستم بنادر، لازم است مجدداً اشاره شود که این مدل، مدلی عمومی است که بر روی نقاط مشترکی که در سیستم بنادر کشور وجود دارد، متمرکز شده است. به بیان دیگر مدل دینامیکی هر یک از هفت بندر که در این فاز روابط علی و معلولی و در فازهای بعدی کالیبراسیون و مدل دینامیکی آن باید طراحی گردد برای هر بندر وابسته به شرایط آن بندر تا حدی متفاوت خواهد بود، اما کلیات آن با مدل ارایه شده مشابه می‌باشد. به خصوص این تفاوت در کالیبراسیون روابط بین متغیرها وجود دارد.

۳-۲-۱- نمای کلان مدل سیستم دینامیکی بندر

همان طور که در بخش ۳-۱ اشاره شد، سیستم بندر وظیفه ارتباط بین دو جریان ورود کشتی و ورود وسایل انتقال زمینی به طور عام و کامیون به طور خاص را از طریق جریان کالا به عهده دارد. اما این انتقال منوط به طی شدن فرآیندهای متعددی است که هر یک از این فرآیندها نیز خود تابعی از عوامل گوناگونی است. به همین دلیل در اکثر مطالعات در زمینه بررسی و تحلیل ظرفیت جریان بندر، برای انتقال بار بین جریان

Archive of SID

www.SID.ir

ورود کشتی و جریان ورود کامیون از مطالعات شبیه سازی سیستمی بهره برداری می‌گردد[۱۸].

شمای کلی این جریان‌ها در نمودارهای (۳-۲) به طور مثال ارایه شده است. این شمای پایه مدل‌سازی دینامیکی بندر می‌باشد. فرآیندهایی که در درون بندر در ارتباط با جریان ورود و خروج کشتی برای تخلیه یا بارگیری بار روی می‌دهد، در نمودار (۳-۲) نشان داده شده است. جریان کالا در درون سیستم بندر را هم که به همین ترتیب است باید طراحی و ترسیم شود.

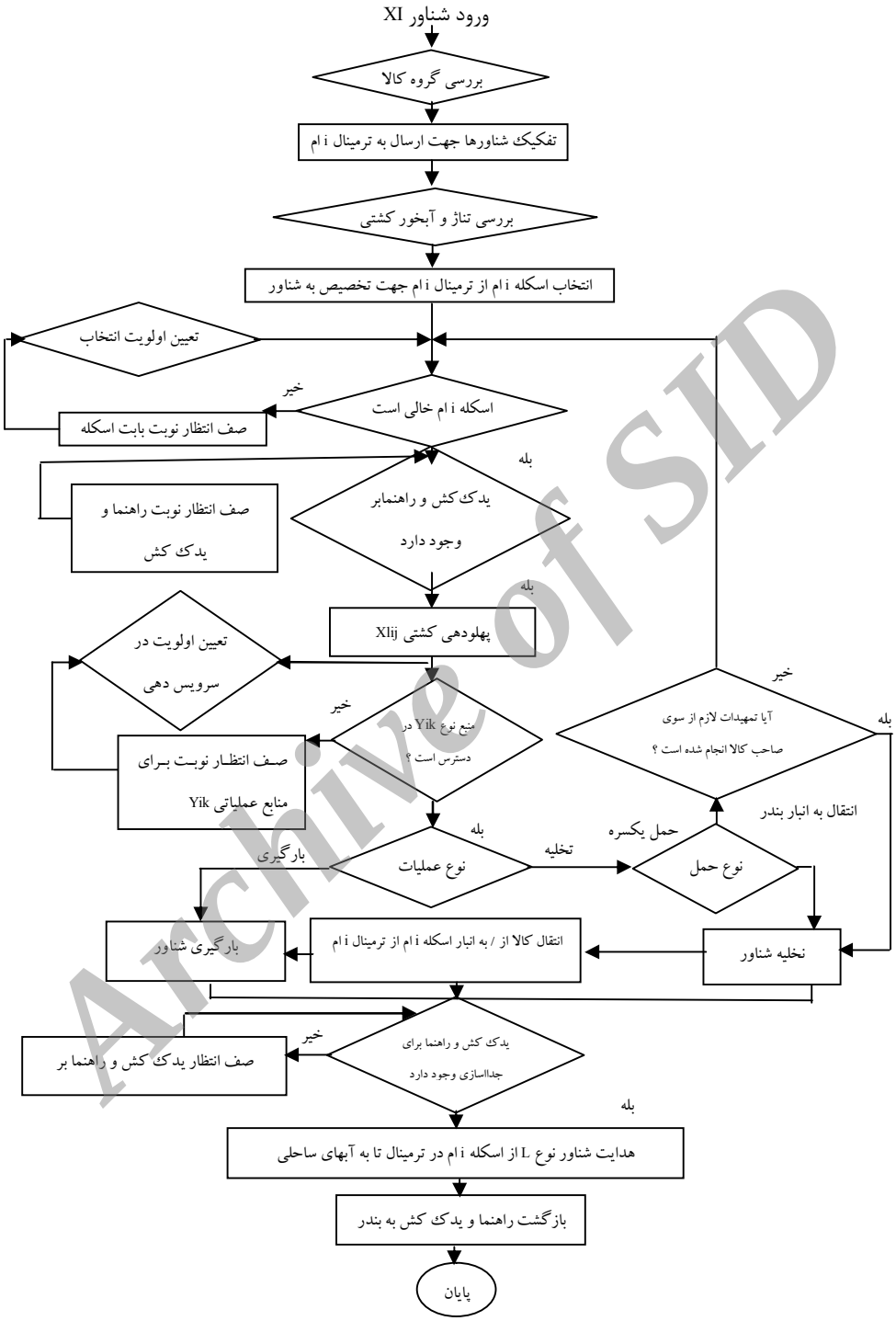
به این ترتیب این سه جریان را می‌توان شمای بسط یافته نمودار (۳-۱) دانست. در واقع این حرکت از کل به جزء و بسط تدریجی مدل که در ادامه این مقاله و فازهای بعدی طرح رعایت می‌گردد، منطق نگرش سیستمی به مساله بندر است که مبنی بر متدولوژی مدل‌سازی توسعه دینامیک بنادر تجاری کشور می‌باشد.

Archive of SID

۱۸. برای مطالعه بیشتر در این زمینه به فصل ششم کتاب Port Planning and Development, Ernest G. Frankel, Wiley Interscience Publication,1986 تحت عنوان Models And Analytical Techniques For Port Development رجوع شود.

www.SID.ir

نمودار (۳-۲) الگوریتم ورود و خروج کشتی به بندر

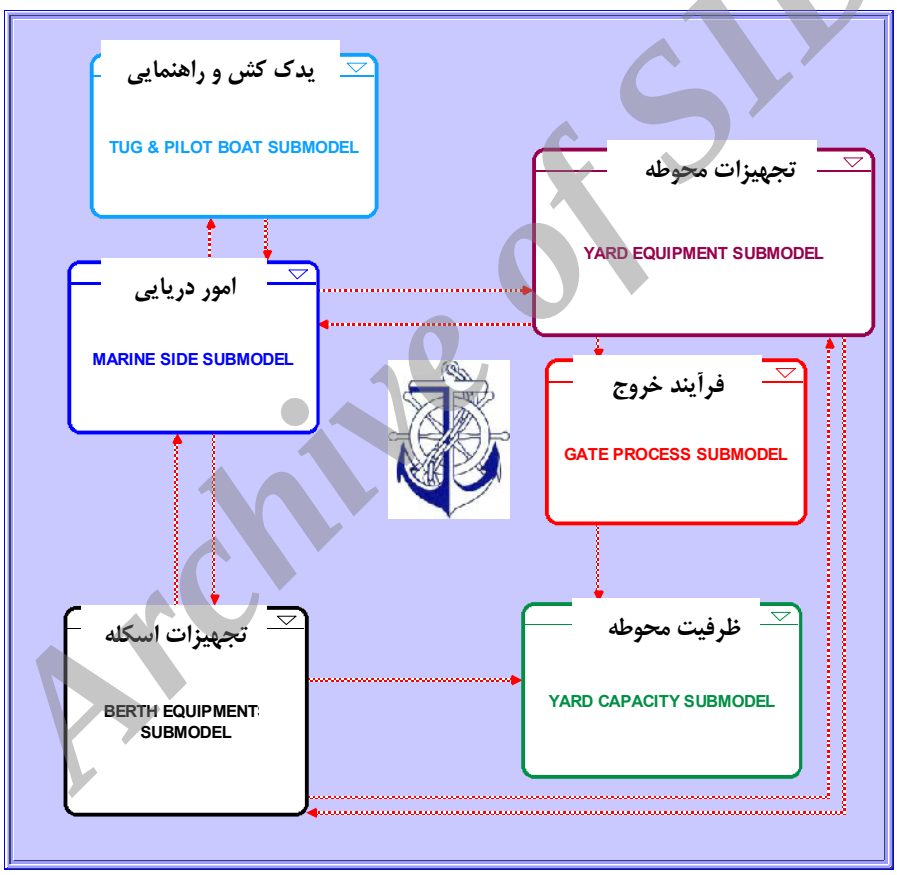


Archive of SID

www.SID.ir

برای مدل‌سازی این جریان‌ها در طراحی و مدل‌سازی سیستم بندر ضروری است، مدل‌های کوچک‌تری[۱۹] در نظر گرفته شود که امکان ارتباط سیستماتیک بین این جریان‌ها در آن وجود داشته باشد. در تدوین مدل نمونه بندر شش زیر مدل در نظر گرفته شده است. این شش زیر مدل در مجموع مدل دینامیکی بندر را می‌سازند. نمودار (۳-۵) این زیر مدل‌ها را در کنار یکدیگر ارایه می‌دهد.

نمودار(۳-۵) فضای کلان مدل بندر و زیر مدلهای مرتبط



19. Sub-Model

Archive of SID

www.SID.ir

این ۶ زیرمدل اصلی بر اساس جریان ورود و خروج کشتی به/ از بندر، جریان کالا در درون بندر و جریان ورود و خروج کامیون به/از بندر بر مبنای تقاضا بـه ترتیـب عبارتنـد از:

۱. زیرمدل بخش دریایی (MARINE SIDE SUBMODEL).

۲. زیرمدل یدک کش و راهنمابر (TUG & PILOT BOAT SUBMODEL)

۳. زیرمدل تجهیزات اسکله (BERTH EQUIPMENT SUBMODEL)

٤. زیرمدل تجهیزات محوطه (YARD EQUIPMENT SUBMODEL)

۵. زیرمدل ظرفیت محوطه (YARD CAPACITY SUBMODEL)

٦. زیرمدل فرآیندهای درب بندر (GATE PROCESS SUBMODEL)

هر یک از این شش زیر مدل نقش خاص خود را در شـکل دهـی بـه مـدل یکپارچـه بندر ایفاء می‌کند. که در این بخش به طور مختصر و در بخش سـاختار پویـای مـدل بـا جزییات بیشتر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

- زیرمدل بخش دریایی کشتی و اسکله، در واقع سازوکار ورود و خروج کـشتی بـه بندر را مدل‌سازی می‌نماید. بدیهی است ورود کشتی به بنـدر تـابعی از تقاضـای بهره برداری از بندر خواهد بود که به دو مدل محیطی بندر[۲۰] مرتبط خواهد شـد. البته چون در این مقاله تنها به مدل بنـدر پرداختـه مـی‌شـود، ایـن دو مـدل بـه سیستم بندر متصل نمی‌گردند و متغیر ورود کشتی به بندر به صورت بـرون‌زا در بخش دریایی دیده می‌شود.
- سازو کار و کیفیت ورود و خروج کشتی به بنـدر از یـک سـو تـابعی از چگـونگی

۲۰. مدل اقتصاد داخل و مدل ترانزیت و تجارت بین الملل

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد بندر است و از سوی دیگر بر روی عملکرد بندر نیز تاثیر گذار است. به همین دلیل ارتباط‌هایی[۲۱] بین این بخش و بخش‌های تجهیزات اسکله، تجهیزات محوطه و زیرمدل راهنمابر و یدک کش به چشم می‌خورد.

- زیرمدل راهنمابر و یدک کش زیر مدلی است که به طور مستقیم تنها با بخش دریایی در ارتباط است و از این طریق به سایر بخش‌های مدل بندر متصل می‌گردد.
- زیر مدل تجهیزات اسکله که وظیفه تخلیه و بارگیری کشتی‌های پهلوگرفته به بندر را الگوسازی می‌نماید، مهم‌ترین بخش مدل بندر است. چون در این بخش تبدیل جریان دریایی به زمینی انجام می‌گیرد و دینامیک کشتی‌ها به دینامیک کالا و بار تبدیل می‌گردد. همان طور که ملاحظه می‌گردد، تمامی بخش‌ها ارتباط مستقیمی با این زیر مدل دارند[۲۲].
- در زیرمدل تجهیزات محوطه در واقع چرخه بار بین کشتی، تجهیزات اسکه و تجهیزات محوطه تکمیل می‌شود. این زیرمدل به مدل‌سازی جریان تخلیه و بارگیری کامیون‌ها و کشنده‌ها در محوطه‌ها اختصاص می‌یابد.
- زیر مدل ظرفیت محوطه‌ها، به طور پویا میزان بار رسوب شده در محوطه‌های

---

21. links

۲۲. تنها بخشی که به زیرمدل تجهیزات اسکله به طور مستقیم مرتبط نمی‌باشد، زیر مدل دروازه بندر(gate) است. در مدل نمونه طراحی شده این ارتباط به طور غیرمستقیم و از طریق گیت بندر انجام می‌گیرد. البته برای ساده‌سازی در این مرحله در مدل نمونه جریان حمل یکسره به سیستم بندر اضافه نشده است که در صورت افزودن آن به سیستم بندر (کاری که در مدل تخصصی هر یک از هفت بندر انجام می‌گیرد) ارتباط مستقیمی بین دروازه‌های بندر و اسکله به وجود خواهد آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

بندر را مدل‌سازی می‌نماید به همین دلیل با میزان بار تخلیه شده از کشتی و بار انتقال یافته به خارج بندر وابسته است. به همین دلیل زیر مدل تجهیزات اسکله که وظیفه تخلیه و بارگیری را به عهده دارد و زیر مدل دروازه‌های بندر که وظیفه ورود و خروج کالا از بندر را مدل‌سازی می‌نماید روی این زیر مدل تاثیرات مستقیمی دارند. از آنجاییکه فرض شده است که نوع تجهیزات بندر در طی دوره شبیه سازی مورد نظر تغییرات اساسی نمی‌نماید، تجهیزات بندر تاثیری بر روی ظرفیت رسوب کالا در محوطه‌های بندری اثرات شدید نمی‌گذارند[۲۳].

- زیر مدل دروازه خروجی بندر در واقع بخشی از سیستم بندر است که جریان کامیونهای وارده به بندر را به جریان کالا در درون بندر، متصل می‌نماید.
- پس از این مرور مختصر بر زیر مدل‌های سیستم بندر، در ادامه ساختار پویای مدل بندر مورد اشاره قرار خواهد گرفت و روابط علی و معلولی آن ارایه می‌گردد.

۲۳. البته تعداد تجهیزات محوطه ای قابل تغییر است، اما تعداد این تجهیزات تاثیری بر ظرفیت دپوی کالا در محوطه‌های بندری ندارد و تنها سرعت تخلیه و بارگیری کامیونها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اما تحول در نوع تجهیزات مثلاً از نوع استرادل کریر به ترانستینر، به دلیل تحول در میزان بار در هر متر مربع زمین باعث تحول در ظرفیت دپوی کالاها در محوطه‌های بندری می‌گردد. بدیهی است تحول در نوع تجهیزات نیاز به تحولات ساختاری در زیرسازیهای بندر دارد، به همین دلیل در مدل نمونه حاضر در نظرگرفته نشده است و این مساله باعث شده است که ارتباط مستقیمی بین تجهیزات محوطه و ظرفیت محوطه ها برای دپوی کالا وجود نداشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۲-۲- نمای پویای سیستم مدل دینامیکی بندر

در این قسمت رابطه پویای میان متغیرهای موجود در هر یک از زیر مدلها با جزئیات بیشتری ارائه می‌شود. متغیرهای ارائه شده در نمودارهای سیستمی به صورت حروف انگلیسی می‌باشند و تا جای ممکن سعی شده است که عنوان گویایی برای متغیرها برگزیده شود، با این وجود نام متغیر به همراه توضیح مربوطه در هریک از بخش‌های طراحی شده در مدل ارایه شده است.

الف- تجزیه و تحلیل سیستم دریایی بندر (Marine Side Submodel)

هدف از طراحی این بخش نمونه مدل طراحی سیستم ورود و خروج کشتی به/از بندر می‌باشد. همان طور که پیش از این بیان شد، جریان پیشکرانه بندر شامل ورود کشتی به لنگرگاه، پهلوگیری، سرویس (تخلیه و بارگیری) و در نهایت جداسازی کشتی از اسکله می‌باشد. بنابراین متغیر اصلی که در این بخش که نشان دهنده جریان این زیرمدل می‌باشد، کشتی است. بر این اساس، در این بخش می‌توان حرکت کشتی را به چهار قسمت افراز نمود که عبارتند از:

۱- ورود کشتی به لنگر گاه.

۲- انتقال کشتی از لنگرگاه به اسکله.

۳- سرویس (تخلیه و بارگیری) کشتی.

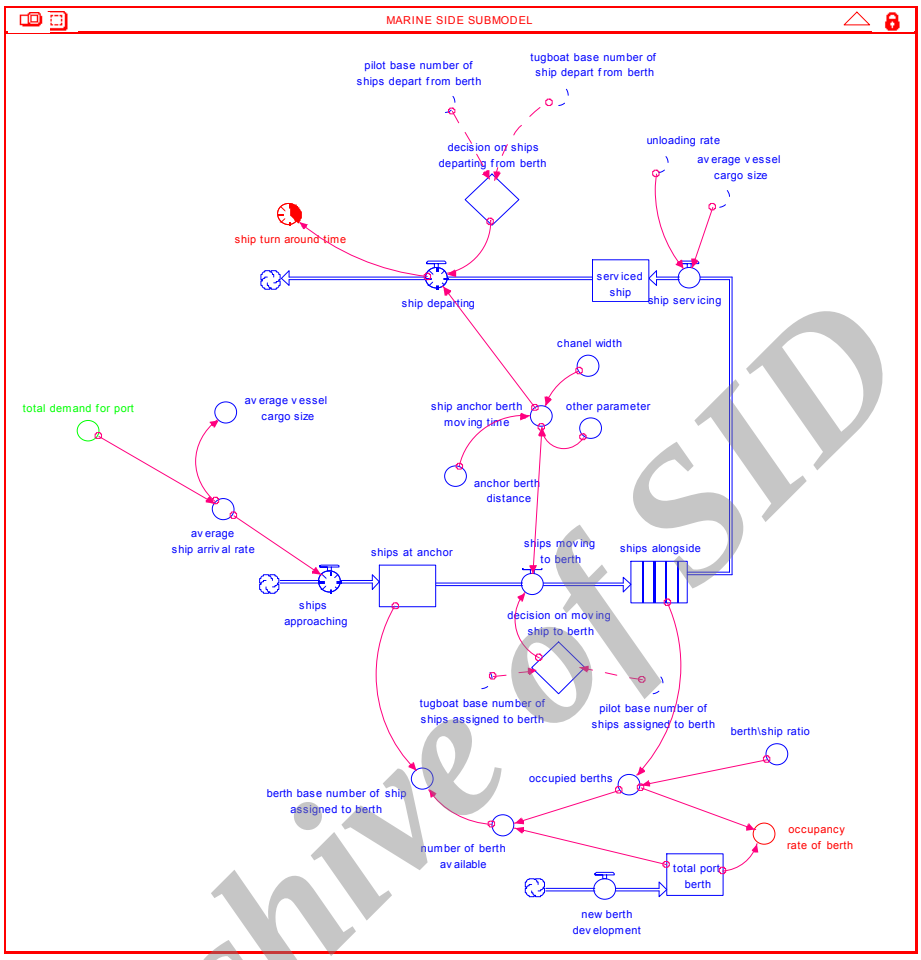
۴- جداسازی کشتی از اسکله و خروج از بندر.

جریان کشتی در زیرمدل دریایی بندر در دیاگرام سیستمی ارایه شده در نمودار (۳-۶) ارایه شده است که در ادامه به تشریح روابط پویای درون آن و معرفی متغیرهای مربوطه پرداخته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار(۳-۶) دیاگرام جریان بخش دریایی مدل بندر



الف-۱- حدود و مرزهای زیرمدل دریایی بندر

برای تعیین حدود و مرزهای هر سیستمی باید به هدف سیستم توجه نمود، چون هدف سیستم مرزهای بین سیستم و محیط آن را تعریف می‌نماید.[۲۴] در این قسمت

۲۴. برای درک بیشتر محیط و درون سیستم به نمودار(۲-۱) رجوع شود.

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم به عنوان یک جعبهٔ سیاه در نظر گرفته می‌شود حدود و پارامترهای آن بدون توجه به نحوه اثر پذیری متغیرهای سیستم بر یکدیگر به خوبی باید روشن باشد. بر این اساس متغیرهای این بخش و همچنین سایر زیرمدلهای مدل بندر را می‌توان به سه دسته درون‌زا (درونی سیستم)، برون‌زا(محیطی سیستم) و فرابخشی(برون‌زا برای زیرمدل ولی درون‌زا برای سیستم) طبقه بندی کرد. مجموعه متغیرهای زیرمدل دریایی بندر در قالب دسته بندی فوق در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

متغیرهای برون‌زا: متغیرهای برون‌زا را پارامترهای سیستم می‌نامند و در تحلیل سناریوهای مختلف جهت بررسی پیامدهای آن از جایگاه ویژه ای برخوردار هستند. این متغیرها خارج از سیستم تعیین می‌شوند و تحت کنترل سیستم نیستند. تعامل این متغیرها با متغیرهای درونزای سیستم باعث شکل دهی متغیرهایی می‌گردد که در سایر زیر بخش‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند. در این زیر سیستم نقش متغیرهای برون‌زا را به صورت زیر می‌توان بر شمرد.

متغیر برون‌زای تقاضا برای خدمات بندری تعداد کشتی وارد شده به بندر را تعیین می‌کند. متغیر «فاصله اسکله از لنگرگاه» زمان رسیدن کشتی را از لنگرگاه به بندر تعیین می‌کند. متغیر «عرض کانال آبراه» توانایی تردد کشتی ها را به صورت یکطرفه و دو طرفه تعیین می‌کند که این عامل مستقیماً تعداد ورود و خروج کشتی ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. متغیر برون‌زای «تعداد اسکله» توانایی بندر را در تعداد پهلودهی کشتی‌ها متأثر می‌سازد. سایر پارامترهای تأثیر گذار را می‌توان شرایط جوی، شرایط سیاسی، اقتصادی کشور، موقعیت جغرافیایی و ... نام برد که همگی بر میزان ورود کشتی (تقاضا برای خدمات بندری) تاثیر دارند.

متغیرهای درون‌زا: این متغیرها درون سیستم تعیین می‌شوند و در روابط علی

Archive of SID

www.SID.ir

معلولی نقش این متغیرها با تفصیل بیشتری بیان شده است.

متغیرهای ارتباط دهنـده (فرابخـشی): عـلاوه بـر متغیرهـای بـرون‌زا و درون‌زا تعدادی از متغیرهای دیگر در این زیر سیستم وجود دارند که از سایر بخش‌های مدل به این بخش وارد می‌شوند که در سایر بخش‌های مدل وضعیت درون‌زا و برون‌زا بودن آن‌ها مشخص می‌گردد. اما اگر این بخش مدل مستقل از سایر بخش‌ها در نظـر گرفتـه شـود، این متغیرها را باید برون‌زا در نظر گرفت.

در ادامه با توجه به مجموعه متغیرهای درگیر در بخش دریایی روابط علت و معلـولی چهار مرحله‌ای که ورود و خروج کشتی از بندر را کنترل می‌نماید، تشریح خواهد شد.

الف-۲- تشریح مراحل بخش دریایی

ورود کشتی به لنگرگاه: ورود کـشتی بـه لنگرگـاه را بـا متغیـر، میـانگین تعـداد کشتی‌هایی که وارد بنـدر مـی‌شـوند دارای روابـط علـی و معلـولی در نمـودار ۳-۷ زیـر می‌باشد.

نمودار(۳-۷) روابط علی و معلولی ورود کشتی به لنگرگاه

Archive of SID

www.SID.ir

انتقال کشتی از لنگرگاه به اسکله: پس از اینکه تعداد کشتی وارد شده به بندر و داخل لنگرگاه مشخص شد، تعداد کشتی که باید به اسکله انتقال یابند مشخص می‌گردد. به منظور انتقال کشتی از لنگر گاه به اسکله سه عامل اساسی نقش دارند که عبارتند از:

- تعداد اسکله‌های در دسترس[۲۵].
- تعداد یدک کش مورد نیاز برای اختصاص کشتی به اسکله[۲۶] .
- تعداد راهنمابر مورد نیاز برای اختصاص کشتی به اسکله[۲۷].

باتوجه به اینکه برای انتقال کشتی به اسکله هر سه مورد فوق نیاز است و در صورتی که یکی از این موارد وجود نداشته باشد نمی‌توان کشتی را به اسکله انتقال داد، ابتدا تعدا اسکله خالی بندر در هر زمان محاسبه می‌شود. این میزان به کمک متغیر تعداد اسکله‌های در دسترس[۲۸] محاسبه می‌شود. این متغیر از تفاضل متغیر تعداد اسکله‌های بندر[۲۹] از متغیر اسکله‌های اشغال شده[۳۰] به دست می‌آید. لذا می‌توان گفت متغیر تعداد اسکله‌های بندر بر تعداد اسکله‌های در دسترس اثر مثبت و متغیر اسکله‌های اشغال شده بر آن اثر منفی دارد. از سوی دیگر باتوجه طرح‌های توسعه بندر می‌توان گفت متغیر اسکله‌های در دست ساخت[۳۱] بر تعداد اسکله‌های بندر اثر مثبت خواهد گذاشت. البته بحث تاثیر تعداد اسکله‌های در دست ساخت دارای بازه زمانی تاثیر بلند مدت است

25. number of berths available
26. tugboat base number of ships assigned to berth
27. pilot base number of ships assigned to berth
28. number of berths available
29. total port berth
30. occupied berths
31. new berth development

Archive of SID

www.SID.ir

و اثر آن در شبیه سازی‌های بلند مدت بندر خود را نشان می‌دهد.

به منظور محاسبه تعداد اسکله‌های اشغال شده بندر از حاصل ضرب دو متغیر تعداد کشتی‌های پهلو داده شده[۳۲] و نرخ تعداد کشتی اختصاص یافته به هر اسکله[۳۳] استفاده می‌شود. لذا می‌توان گفت این دو متغیر بر تعداد اسکله‌های اشغال شده بندر اثر مثبت خواهند داشت. روابط این قسمت در نمودار (۳-۸) ارایه شده است.

نمودار (۳-۸) روابط علی و معلولی انتقال کشتی از لنگرگاه به اسکله

32. ships alongside
33. berth/ship ratio

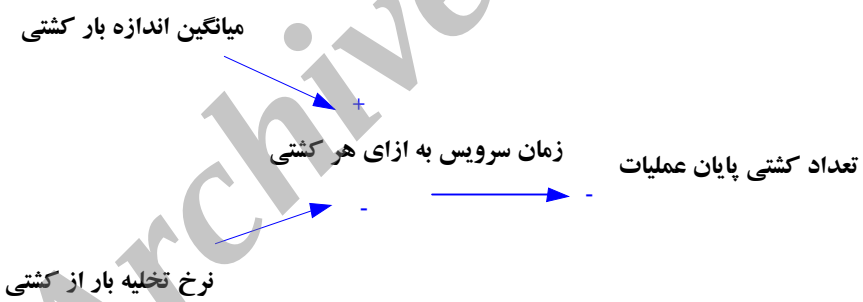
Archive of SID

www.SID.ir

اما همان طور که اشاره شد در دسترس بودن اسکله به معنی پهلودهی کشتی به اسکله نمی‌باشد. برای این که مشخص شود چه تعداد کشتی به اسکله پهلو داده می‌شود، متغیری به نام تعداد واقعی کشتی پهلو داده شده به اسکله[۳۴] تعریف می‌شود.

سرویس (تخلیه و بارگیری) کشتی: دو متغیر اصلی اثر گذار بر زمان سرویس کشتی عبارتند از میانگین اندازه بار کشتی[۳۵] و نرخ تخلیه بار[۳۶] اندازه بار کشتی بر زمان سرویس کشتی اثر مثبت دارد و چون هر چقدر بارکشتی بیشتر باشد به طور قطع در شرایط ثبات سرعت عملیات، زمان سرویس کشتی افزایش می‌یابد. در مقابل متغیر نرخ تخلیه بار بر زمان سرویس اثر منفی دارد. پس از پایان زمان سرویس کشتی به جمع کشتی‌های پایان عملیات[۳۷] می‌پیوندد روابط این قسمت در نمودار (۳-۹) نمایش داده شده است.

نمودار(۳-۹) روابط علی و معلولی تخلیه و بارگیری کشتی



34. actual ship assignment to berth
35. average vessel cargo size
36. unloading rate
37. serviced ship

Archive of SID

www.SID.ir

جداسازی کشتی از اسکله: پس از این که تعداد کشتی پایان عملیات، مشخص شد، مرحله جداسازی کشتی از اسکله آغاز می‌شود.

به منظور انتقال کشتی از اسکله به لنگرگاه دو عامل اساسی نقش دارند که عبارتند از:

- تعداد یدک کش مورد نیاز برای جدایی کشتی از اسکله[۳۸].
- تعداد راهنمابر مورد نیاز برای جدایی کشتی از اسکله[۳۹].

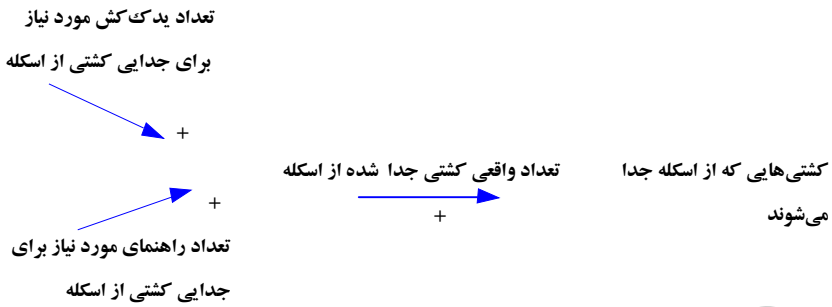
باتوجه به این که در جدایی کشتی از اسکله هر دو مورد فوق نیاز است و در صورتی که یکی از این موارد وجود نداشته باشد نمی‌توان کشتی را از اسکله جدا نمود. به همین دلیل متغیری به نام تعداد واقعی کشتی جدا شده از اسکله[۴۰] تعریف می‌شود. این متغیر با توجه به حداقل دو متغیر تعداد راهنمابر مورد نیاز برای جدایی کشتی‌ها از اسکله و تعداد یدک کش مورد نیاز برای جدایی کشتی‌ها از اسکله مشخص می‌گردد. به عبارتی این متغیر یک متغیر تصمیم گیری است در صورتی که باتوجه به یدک کش‌های موجود ۴ کشتی را بتوان از اسکله جدا نمود و باتوجه به راهنماهای موجود ۳ کشتی را بتوان از اسکله جدا نمود این متغیر حداقل دو متغیر یعنی عدد سه را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین این دو متغیر بر تعداد واقعی کشتی جدا شده از اسکله اثر مثبت دارند.

Archive of SID

38. tugboat base number of ships depart from berth
39. pilot base number of ships depart from berth
40. actual ship departing from berth

www.SID.ir

نمودار(۳-۱۰)روابط علی و معلولی انتقال کشتی از اسکله به لنگرگاه



الف-۳-روابط علی و معلولی زیر سیستم دریایی بندر

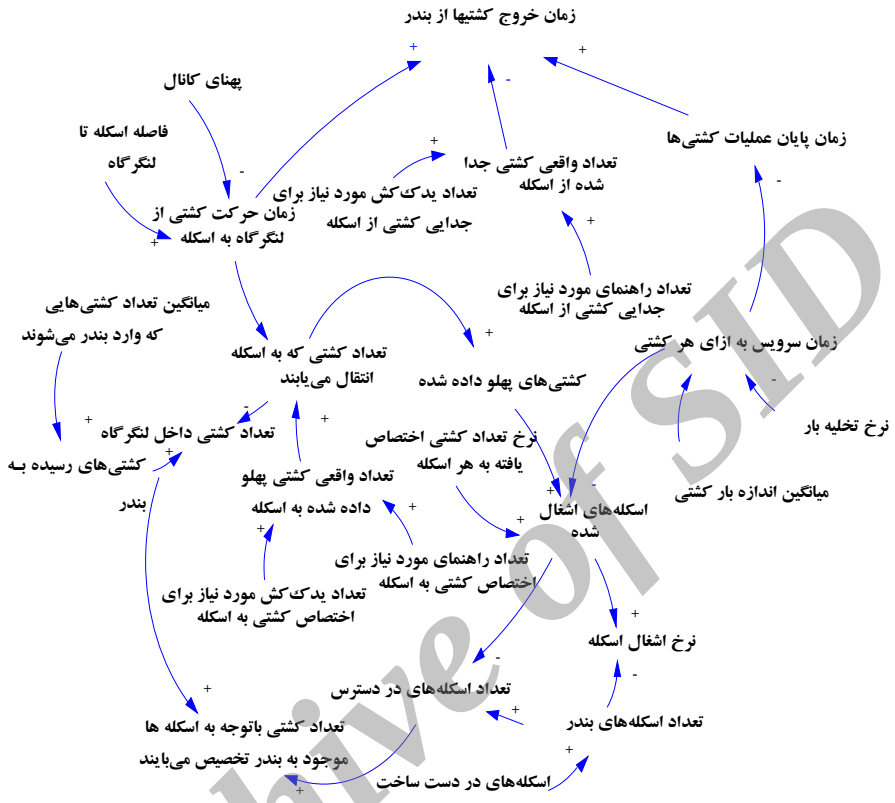
پس از مرور بخش به بخش روابط زیر مدل دریایی بندر به بررسی روابط علی و معلولی این زیرسیستم در قالب کلان پرداخته می‌شود. نمودار (۳-۱۱)، مجموعه متغیرهایی که در فرآیند پهلوگیری تا تخلیه کشتی و در نهایت در جدا شدن آن از اسکله نقش کلیدی دارند، به همراه نوع و جهت رابطه آن‌ها با همدیگر و یا به زبان دیگر رابطه «علی - معلولی» آن‌ها نشان داده شده است. بدون شک کاهش زمان توقف کشتی در بندر یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی عملکرد بنادر محسوب می‌شود. افزایش زمان توقف کشتی علاوه بر این که آثار اقتصادی زیادی در پی دارد به احتمال زیاد نارضایتی مشتریان را نیز در پی دارد. افزایش زمان توقف کشتی در بندر تابع مجموعه‌ای متغیرهای مختلف است.

همان طوری که در نمودار نشان داده شده است، افزایش تعداد کشتی‌های وارده به لنگرگاه چندین اثر عمده بر متغیرهای بندر می‌گذارد. به طور مثال با افزایش خروج کشتی از اسکله، تعداد اسکله‌های در دسترس افزایش یافته و همین امر موجب می‌شود تا تعداد کشتی‌هایی که در لنگرگاه در صف انتظار هستند، کاهش یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار (۳-۱۱) نمودار علی- معلولی (مدل مفهومی) فرآیند پهلوگیری تا خارج شدن کشتی از اسکله



براساس تابع توزیع که منتج از نحوه و نوع کشتی وارده می‌باشد و هم چنین با استفاده از اندازه متوسط بارهای کشتی‌های وارده، نرخ ورود کشتی به بندر تعیین می‌شود. سرعت (نرخ) ورود کشتی به بندر، میزان کشتی‌ها را در لنگرگاه تحت تاثیر قرار می‌دهد. مدت زمان پیش از پهلودهی کشتی به اسکله به عنوان زمان انتظار شناسایی می‌گردد، که تابع عواملی از قبیل «تعداد اسکله، نوع و تعداد تجهیزات، فاصله لنگرگاه از اسکله» و البته تعداد کشتی وارده به بندر می‌باشد. جهت انتقال کشتی‌های لنگرگاه به

Archive of SID

www.SID.ir

اسکله، باید از یدک کش و راهنمابر بهره برد. این متغیرها که از زیر سیستم «یدک کش و راهنما بر» وارد این زیر سیستم شده‌اند، نسبت به انتقال کشتی از لنگرگاه به اسکله اقدام می‌کنند. با انتقال کشتی به اسکله «نرخ اشغال اسکله» افزایش می‌یابد.

متغیر «نرخ تخلیه» که از زیر سیستم «تجهیزات اسکله» وارد این بخش می‌گردد، به همراه اندازه بار، کشتی مدت زمان تخلیه کشتی را تعیین می‌کند، کشتی پس از اتمام عملیات آماده خروج می‌گردد. در موقع خروج، کشتی دوباره از زیر سیستم «یدک کش و راهنمابر» تقاضای یدک کش و راهنمابر می‌کند. سیستم هم چنین قادر به اندازه‌گیری زمان سرویس و زمان انتظار کشتی‌ها است.

بدین ترتیب هر شش زیر سیستم تعریف شده مدل کلان طرح شده برای بنادر باید مورد تجزیه و تحلیل و با روش و تکنیک مدل دینامیکی به طور یکپارچه که در این مقاله بیان گردیده تعریف و تشریح شده و در نرم افزار تخصصی سیستم‌های پویا (Dynamic System) طراحی و اجرا گردد.

باتوجه به مباحث طرح شده در این مدل خدماتی را که تدوین و اجرای مدل دینامیکی یکپارچه توسعه بنادر تجاری کشور ارایه خواهد داد با استفاده از روش DS و تصمیم‌گیری موارد زیر را می‌توان استخراج و مورد استفاده قرار داد که بسیار در پیش بینی و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی‌های بندری مقرون به صرفه خواهد بود.

۱. بررسی نحوه اثرگذاری عوامل بیرونی و درونی و استراتژی‌ها و سیاست‌های سازمان بنادر بر متغیرهای عملکردی بنادر.

۲. پیش‌بینی بازارهای آینده بنادر و سازمان.

۳. پیش‌بینی ظرفیت آینده و سازمان.

۴. تدوین الگوی بهینه سرمایه‌گذاری در زیرسیستم‌های هر یک از بنادر کشور.

Archive of SID

www.SID.ir

۵. پیش‌بینی میزان جذب سرمایه‌گذاری.

۶. بررسی و تحلیل حساسیت عملکرد زیر سیستم‌های بنادر و شرایط بحرانی.

۷. پیشنهاد در مورد بهبود هر یک از سیستم‌ها و استراتژی‌های موجود.

۸. پیشنهاد در مورد اتخاذ استراتژی‌های آینده سازمان.

۹. تخصیص و به کارگیری منابع.

منابع و مآخذ

- آمار و عملکرد سازمان و بنادر و کشتیرانی ۱۳۸۵
- واردات و صادرات (نشریات گمرک) ۱۳۸۰- ۱۳۸۵
- گزارش بندر گوادر «تهدید یا فرصت» و رقیب استراتژیکی
- نرم افزار I Think سال ۲۰۰۳
- Port Planning and Development Emest G Wiley Interscince 1986.
- Element of Port Operation and Management Alah E. Brach Published by Chapman and Hall 1986.

Archive of SID

www.SID.ir