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

مدل اندازه‌گیری میزان بهره‌وری

«ترمینال کانتینر»

محمد مهیر کجوری
وزارت راه و ترابری – سازمان بنادر و کشتیرانی
E-mail: m_kojuri@yahoo.com

چکیده :

گزارشی که ارایه می‌شود جهت اندازه‌گیری و ارزیابی کمی عملکرد ترمینال کانتینری بندر شهید رجایی می‌باشد. با توجه به حجم عملیات کانتینری این بندر که همواره بیش از ۹۰ درصد از کل فعالیت کانتینری کشور را شامل می‌باشد این گزارش مختص این بندر تهیه شده است.

با به کارگیری تکنیک AHP برای ترمینال مذکور، شاخص بهره‌وری را مشخص نموده تا پس از تعیین ضرایب اهمیت هر یک از متغیرهای تاثیرگذار در عملکرد آن، در نهایت به عنوان مدلی جهت اندازه‌گیری بهره‌وری کلی آن به دست آورد.

واژه‌های کلیدی :

بهره‌وری، ترمینال کانتینر، بندر شهیدرجایی، AHP.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

احداث تاسیسات زیربنایی (اسکله، محوطه‌ها، ....) نـصب و راه انـدازی تجهیـزات سرمایه‌ای (گنتری‌کرین‌ها، ترانستینرها، ...) و هزینه‌های گزاف جاری (روشنایی، تعمیـر و نگهداری اسکله‌ها و تجهیزات و تاسیسات، هزینه‌های اداری و آموزشی،...) این انتظار را ایجاد می‌کنند که خروجی سیستم بتواند هزینه‌های ورودی را توجیه نماید.

همان طور که می‌دانید در شرایط فعلی نمی‌توانیم پدیده‌های اطراف را بـه صـورت تک بعدی بنگریم و هم چنین نمی‌توانیم تنها با یـک شـاخص بـه قـضاوت آن چـه کـه می‌بینیم بپردازیم. ما همواره اهداف خود را با معیارهای متعددی مقایسه کرده و آن‌ها را رتبه‌بندی می‌کنیم، مسایل اغلب با هدف بیشینه کردن سود یا کمینه کـردن هزینـه‌هـا تعیین می‌شوند، ولی امروزه این شاخص‌ها راه گشای مطلوبی به نظر نمی‌رسـند. اهـداف چندگانه و متضاد مانند بیشینه کردن سود، کمینه کـردن هزینـه‌هـا، افـزایش کیفیـت، کاهش ضایعات، پیچیدگی‌های فرایند تصمیم‌گیری می‌باشند، که در چنین شرایطی باید تمام این فاکتورها به طور هم زمان در نظر گرفته شوند.

یکی از ویژگی‌های سیستم در حال رشد این است کـه توقعـات از نتـایج پیـشی گیرند و این مستلزم پویایی سیستم اسـت. کلـی گـویی و کیفـی‌نگـری مـسایل، گرچـه دورنمایی اهداف را رقم می‌زند ولی عدم پرداخت کمی، ما را به بیراهـه کـشانده و تنهـا، انتظارات را بالا می‌برند. لذا تعیین شاخص‌ها و ارزیابی نتایج و رفع موانع جهـت حـصول نتیجه و بهینه‌سازی مراحل اجرا، در هر سیستمی الزامی است.

Archive of SID

www.SID.ir

ایجاد مدلی جهت تعیین اندازه بهره‌وری سیستم ترمینال کانتینر :

برای این که بتوان یک سیستم را که به سوی اهداف مشخص شده حرکت می‌کند کنترل نمود، نیاز به تحلیل نسبت‌هایی است که سه استفاده‌ی عمده را به شرح زیر موجب می‌شوند :

- کمک در تشخیص وضعیت سیستم.
- انعکاس عملکرد سیستم.
- کمک در برنامه‌ریزی آینده سیستم.

برای سیستم مورد نظر شاخص بهره‌وری را مشخص نموده تا پس از تعیین ضرایب اهمیت هر یک از پارامترهای تاثیرگذار در عملکرد آن، در نهایت به عنوان مدلی جهت اندازه‌گیری بهره‌وری کلی آن به دست آورد.

مبانی تیوریک فرایند سلسله مراتبی :

در شرایط فعلی نمی‌توانیم پدیده‌های اطراف را به صورت تک بعدی بنگریم و تنها با یک شاخص به قضاوت آن چه که می‌بینیم بپردازیم. ما همواره اهداف خود را با معیارهای متعددی مقایسه کرده و آن‌ها را رتبه‌بندی می‌کنیم. در چنین شرایطی برای تصمیم‌گیری باید فاکتورها به طور هم زمان در نظر گرفته شوند، به ویژه آن که اغلب متغیرهای مزبور با یکدیگر تضاد داشته و افزایش مطلوبیت یکی، می‌تواند باعث کاهش مطلوبیت دیگری گردد. در فرایند تصمیم‌گیری، اهداف چندگانه و متضاد

Archive of SID

www.SID.ir

(مانند : *بیشینه کردن سود، کمینه‌کردن هزینه‌ها، افزایش کیفیت، کاهش ضایعات*) می‌توانند باعث پیچیدگی‌های فرایندها شوند.

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه مبحثی از علم برنامه‌ریزی است و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، در این گزارش مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش هنگامی که تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

تکنیک AHP (Analytical Hierarchy Process) ترکیب معیارهای کیفی با معیارهای کمی را به طور هم زمان امکان‌پذیر می‌سازد و بر اساس مقایسه‌های زوجی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری، بنا نهاد شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد.

در فرایند سلسله مراتبی یک ساختار سلسله مراتبی جهت نشان دادن وضعیت مساله طرح ریزی ایجاد می‌شود. به طوری که اولویت‌ها، عمده‌ترین جنبه ایجاد این سلسله مراتب باشند. همیشه ما با مقیاس‌های ناهمسانی سر و کار داریم و این مقیاس‌ها با همدیگر قابل تلفیق و ترکیب نیستند ولی اولویت، تنها چیزی است که در تمامی مقیاس‌ها حضور یکسانی دارد و یک عامل مشترک محسوب می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

متدولوژی :

در واقع تحلیل سلسله مراتبی (Analysis Hierarchial Process) روشی برای کمک به تصمیم‌گیران است تا اهداف و راه کارهای خود را در یک محیط پیچیده بدون ساختار و غیر شفاف، اولویت‌بندی و طبقه‌بندی کنند. یکی از وظایف اساسی مدیران، تصمیم‌گیری است و سازمآن‌ها با تصمیم‌هایی که مدیران آن‌ها در محیط‌های اختصاصی اتخاذ می‌کنند، آن‌ها را به هدف‌های از پیش تعیین شده، هدایت و نزدیک می‌کنند. برای استفاده از داوری و قضاوت کارشناسی تصمیم‌گیران، در این روش، مساله تصمیم‌گیری به مولفه‌هایی تفکیک شده و به طور سلسله مراتبی، مرتب می‌گردد. سپس با استفاده از دیدگاه‌ها و نظرات، برای هر یک از مولفه‌های این فرایند، بالاترین اولویت مولفه‌های مساله، تعیین می‌شود بدین ترتیب توجه تصمیم‌گیر را نسبت به ضرورت آن جلب می‌کند.

از جمله مهم‌ترین کاربردهای عملی (AHP) عبارت از این می‌باشد که چارچوبی برای مشارکت گروهی در تصمیم‌گیری و حل مساله فراهم می‌سازد. از آن جا که قادر نیستیم بدون یک معیار، اندازه‌گیری نماییم لذا نیاز به شیوه‌ای داریم تا معیارهای جدید را برای اندازه‌گیری ویژگی‌های ناملموس توسعه دهیم. فرایند تحلیل سلسله مراتب، مدل انعطاف‌پذیری است که اجازه می‌دهد تا به وسیله ترکیب نمودن قضاوت و ارزش‌های شخصی، به شیوه‌ای منطقی، تصمیم‌گیری شود. در واقع، نیازمند شیوه‌ای هستیم که به وسیله آن بدانیم آیا عوامل، تاثیرات یکسانی بر نتیجه دارند یا نه و یا این که آیا تاثیرات آن‌ها متفاوت است. این امر از طریق فرایند تنظیم اولویت‌ها امکان‌پذیر می‌باشد. به

Archive of SID

www.SID.ir

وسیله تنظیم اولویت‌ها برای عوامل در سطحی معین، می‌توان دریافت که تا چه اندازه عوامل در یک سطح به سوددهی بیشتر و افزایش عملکرد سازمان کمک می‌نماید. بدین منظور، ابتدا معیارهای اندازه‌گیری، تنظیم شده، سپس اولویت آن‌ها تعیین می‌گردد و سرانجام یک فرایند ارزیابی برای دستیابی به اولویت‌های کلی، اعمال می‌شود. این فرایند با حرکت از بالا به پایین سلسله مراتب و ارزیابی اولویت‌های تعیین شده در هر سطح، انجام می‌شود. سپس تقدم‌های ارزیابی شده می‌تواند برای هر عنصر در آن سطح اضافه شود تا اولویت کلی به دست آید. در نهایت، بعد از اعمال قضاوت‌ها در مورد تاثیرات همه عناصر و محاسبه اولویت‌ها در سلسله مراتب، می‌توان عناصری را که از اهمیت کمتری برخوردار هستند. به واسطه تاثیرات اندک آن‌ها بر هدف کلی حذف نمود.

در این فرایند مراحل زیر در نظر گرفته می‌شود :

۱) **تنظیم ماتریس مقایسه زوجی:** در این ماتریس، هر عنصر واقع در ستون سمت چپ، همواره با عناصر واقع در ردیف بالا مقایسه می‌شود و ارزش عددی که به آن عنصر داده می‌شود در مقایسه با عنصر قرار گرفته در ردیف می‌باشد (جدول ۱). لازم به توضیح است که برای تنظیم ماتریس مذکور، ضروری است از جدول مقیاس‌های ارجحیت استفاده شود (جدول ۲).

جدول (۲) مقیاس‌های ارجحیت را در نه دامنه از ۱ الی ۹ برای تبدیل داوری‌های ذهنی به داده‌های کمی در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲) تنظیم ماتریس نرمال: این ماتریس از تقسیم هر یک از اعداد ماتریس مقایسه زوجی بر حاصل جمع ستون مربوط به آن به دست می‌آید.

۳) تنظیم ماتریس برداری: برای تنظیم این ماتریس، باید ضرایب اهمیت هر یک از عوامل که از تقسیم مجموع هر یک از ردیف‌های ماتریس نرمال بر تعداد عناصر آن ردیف به دست آمده است، در ماتریس مقایسه زوجی ضرب برداری شود (جدول ۴).

۴) انجام آزمون سازگاری برای کسب اطمینان از داوری‌های منصفانه و صحیح: در صورتی که نتیجه آزمون مراحل چهارگانه سازگاری زیر، داوری منصفانه را تایید نکرد، لازم است تا به صورت مجدد فرایند AHP طی شود.

۴-۱) محاسبه بردار سازگاری: این بردار از تقسیم برداری مجموع ردیف‌های ماتریس برداری بر بردار ضرایب اهمیت هر یک از عوامل به دست می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

(۱)

$$\begin{array}{ccccc} \lambda_1 & & N_1 & & M_1 \\ \lambda_2 & = & N_2 & : & M_2 \\ \dots & & \dots & & \dots \\ \lambda_n & & N_n & & M_n \end{array}$$

۴-۲) **محاسبه λ :** به متوسط بردار سازگاری، λ اطلاق می‌شود که از حاصل جمع اجزای بردار و تقسیم آن بر تعداد اجزاء به دست می‌آید:

$$\lambda = \frac{\sum \lambda_i}{n} \qquad (۲)$$

۴-۳) **محاسبه شاخص سازگاری:** برای محاسبه شاخص سازگاری از رابطه زیر استفاده می‌شود:

n نشانه تعداد راهکارها / عوامل است. (۳)

$$C.I = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

۴-۴) **محاسبه نرخ سازگاری:** نرخ سازگاری با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

Archive of SID

www.SID.ir

(۴)

$$C.R = \frac{CI}{RI}$$

C.I. = شاخص سازگاری ، RI = شاخص سازگاری تصادفی

در این رابطه، شاخص سازگاری بر شاخص سازگاری تصادفی که از جدول (۳) به دست می‌آید، تقسیم می‌گردد. در صورتی که $C.R \leq ۰/۱$ باشند، سازگاری برقراراست و اگر از $C.R > ۰/۱$ باشد، سازگاری برقرار نیست و باید مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از ابتدا طی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- ماتریس مقایسه زوجی

عوامل	میزان بودجه	سطوح تحصیلی	سابقه شغلی
میزان بودجه			
سطوح تحصیلی			
سابقه شغلی			

جدول۲- مقیاس‌های زوجی (مقیاس‌های ارجحیت)

درجه اهمیت در مقیاسات زوجی	مقدار عدد a_{ij}
ارجحیت یکسان	۱
ارجحیت یکسان تا ارجحیت متوسط	۲
ارجحیت متوسط	۳
ارجحیت متوسط تا ارجحیت بالا	۴
ارجحیت بالا	۵
ارجحیت بالا تا ارجحیت بسیار بالا	۶
ارجحیت بسیار بالا	۷
ارجحیت بسیار بالا تا ارجحیت بی‌اندازه	۸
ارجحیت بی‌اندازه بالا	۹

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- شاخص سازگاری تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شاخص سازگاری تصادفی	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱
n	**۹**	**۱۰**	**۱۱**	**۱۲**	**۱۳**	**۱۴**	**۱۵**	-
شاخص سازگاری تصادفی	۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹	-

جدول ۴- ماتریس‌برداری

عوامل	میزان بودجه	سطوح تحصیلی	سابقه شغلی
میزان بودجه			
سطوح تحصیلی			
سابقه شغلی			

Archive of SID

www.SID.ir

مراحل تشکیل الگوی سلسله مراتبی عبارت است از :

- تشکیل درخت سلسله مراتبی
  - شناسایی هدف کلی.
  - تعیین معیارهای دست‌یابی به هدف.
  - تعیین آلترناتیوهای هر معیار.
- مقایسه‌های زوجی در بین معیارها / فاکتورها.
- استخراج اولویت‌ها از جداول مقایسه‌های زوجی.
- محاسبه نرخ سازگاری.

تشکیل درخت سلسله مراتبی :

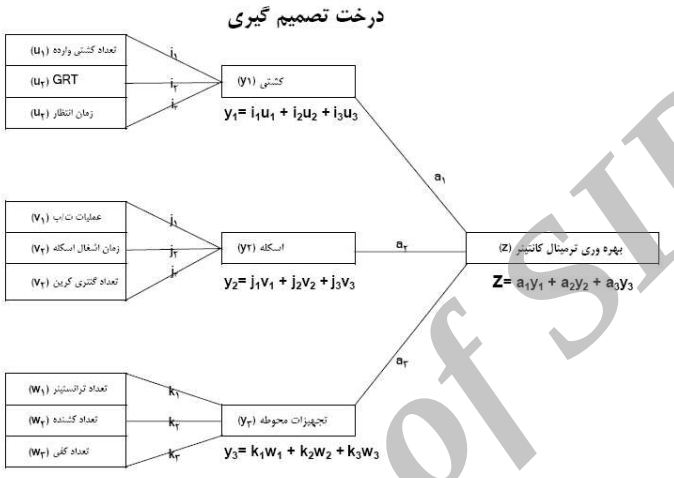
در آغاز باید یک درخت سلسله مراتب مناسب، که بیان کننده مساله تحت مطالعه است، فراهم شود این درخت با توجه به مساله تحت بررسی دارای سطوح متعدد است. سطح اول بیان کننده هدف تصمیم گیری و سطح آخر بیان کننده گزینه‌هایی است که با هم مقایسه می‌شوند و برای انتخاب در رقابت با همدیگر هستند. سطوح میانی فاکتورهایی هستند که ملاک مقایسه گزینه ها هستند.

بر این اساس (به پیوست) نمونه‌ای از کاربرد این روش جهت اندازه‌گیری بهره‌وری ترمینال کانتینری بندر شهید رجایی ارایه شده است. این محاسبه در طی سال‌های ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵ بر اساس یک سری پارامترهای موجود و در دسترس انجام شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

ضمن ملاحظه درخت تصمیم گیری (به پیوست) مشاهده می‌شود، با صرف زمـان و تعیین عوامل تاثیرگذار واقعی بر روی کارکرد یک ترمینال کـانتینری، مـی‌تـوان میـزان بهره‌وری را کامل‌تر و دقیق‌تر محاسبه نمود.



در ذیل به عنوان نمونه اقدام به ارایه بخشی از محاسبات در رابطه با تعیـین وزن‌های (I_i i=۱،۲،۳) مربوط بـه عناصـر تاثیرگـذار (U_i i=۱،۲،۳ ماننـد: تعداد کشتی=U_1 ، U_2=GRT ، زمان انتظار=U_3) در مورد کشتی می‌نمایم.

۱- **<u>تنظیم ماتریس مقایسه زوجی</u> :** در این ماتریس، هر عنصر واقع در سـتون سـمت چپ، همواره با عناصر واقع در ردیف بالا مقایسه می‌شود و ارزش عددی که بـه آن عنـصر داده می‌شود در مقایسه با عنصر قرار گرفته در ردیف می‌باشد. لازم بـه توضـیح اسـت کـه

Archive of SID

www.SID.ir

برای تنظیم ماتریس مذکور، ضروری است از جدول مقیاس‌های ارجحیت استفاده شود. جدول مقیاس‌های ارجحیت در نه دامنه از ۱ الی ۹ برای تبدیل داوری‌های ذهنی به داده‌های کمی در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد.

(جدول مقایسه‌های زوجی)

	کشتی	اسکله	تجهیزات
کشتی	۱,۰۰	۷,۰۰	۸,۰۰
اسکله	۰,۱٤	۱,۰۰	۳,۰۰
تجهیزات	۰,۱۳	۰,۳۳	۱,۰۰
جمع	۱,۲۷	۸,۳۳	۱۲,۰۰

مقیاس‌های زوجی (مقیاس‌های ارجحیت)

مقدار عدد	درجه اهمیت در مقیاس زوجی
۱	ارجحیت یکسان
۲	ارجحیت یکسان تا ارجحیت متوسط
۳	ارجحیت متوسط
۴	ارجحیت متوسط تا ارجحیت بالا
۵	ارجحیت بالا
۶	ارجحیت بالا تا ارجحیت بسیار بالا
۷	ارجحیت بسیار بالا
۸	ارجحیت بسیار بالا تا ارجحیت بی‌اندازه
۹	ارجحیت بی‌اندازه بالا

Archive of SID

www.SID.ir

۲- تنظیم ماتریس نرمال : این ماتریس از تقسیم هر یک از اعداد ماتریس مقایسه زوجی بر حاصل جمع ستون مربوط به آن به دست می‌آید.

ماتریس نرمال

۰,۷۹	۰,۸٤	۰,٦۷
۰,۱۱	۰,۱۲	۰,۲٥
۰,۱۰	۰,۰٤	۰,۰۸

۳- تنظیم ماتریس برداری : برای تنظیم این ماتریس، باید ضرایب اهمیت هر یک از عوامل که از تقسیم مجموع هر یک از ردیف‌های ماتریس نرمال بر تعداد عناصر آن ردیف به دست آمده است، در ماتریس مقایسه زوجی ضرب برداری شود.

ماتریس برداری				ضرایب اهمیت عوامل				ماتریس مقایسه‌های زوجی		
۰,٥۹	۱,۱۳	۰,۷۷	=	۰,۰۷	۰,۱٦	۰,۷۷	*	۸,۰۰	۷,۰۰	۱,۰۰
۰,۲۲	۰,۱٦	۰,۱۱						۳,۰۰	۱,۰۰	۰,۱٤
۰,۰۷	۰,۰٥	۰,۱۰						۱,۰۰	۰,۳۳	۰,۱۳

Archive of SID

www.SID.ir

۴- انجام آزمون سازگاری برای کسب اطمینان از داوری‌های منصفانه و صحیح :

در صورتی کـه نتیجـه آزمـون مراحـل چهارگانـه سـازگاری زیـر، داوری منصفانه را تایید نکرد، لازم است تا به صورت مجدد فرایند AHP طی شود.

۴-۱) محاسبه بردار سازگاری: این بـردار از تقـسیم بـرداری مجمـوع ردیف‌های ماتریس برداری بر بردار ضرایب اهمیت هـر یـک از عوامـل بـه دست می‌آید.

بردار سازگاری

۳,۲۵
۳,۰۶
۳,۰۲

۴-۲) محاسبه λ : به متوسط بردار سازگاری، λ اطلاق می‌شـود کـه از حاصل جمع اجزای بردار و تقسیم آن بر تعداد اجزا به دست می‌آید.

□ = (۳,۲۵+۳,۰۶+۳,۰۲)/۳ = ۳,۱۱

۴-۳) محاسـبه شـاخص سـازگاری (C.I.): بـرای محاسـبه شـاخص سازگاری از رابطه زیر استفاده می‌شود: $CI = \frac{\lambda - n}{n-1}$ ، n نشانه

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد راه کارها / عوامل است.

C.I.= (۳,۱۱-۳)/۲ = ۰,۰۵۳۷

۴-۴) محاسبه نرخ سازگاری (C.R.) : نرخ سازگاری با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$C.R = \frac{CI}{RI}$$

C.R.= ۰,۰۵۳۷/۰,۵۸ = ۰,۰۹۲۵

متغیرهای به کار رفته به شرح زیر می‌باشند:

C.I. = شاخص سازگاری.

RI = شاخص سازگاری تصادفی.

در این رابطه، شاخص سازگاری بر شاخص سازگاری تصادفی که از جدول ذیل به دست می‌آید، تقسیم می‌گردد. در صورتی که $C.R \leq ۰/۱$ باشند، سازگاری برقراراست و اگر از $C.R > ۰/۱$ باشد، سازگاری برقرار نیست و باید مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از ابتدا طی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص سازگاری تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شاخص سازگاری تصادفی	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱
N	**۹**	**۱۰**	**۱۱**	**۱۲**	**۱۳**	**۱۴**	**۱۵**	–
شاخص سازگاری تصادفی	۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹	-

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول مقایسات زوجی)

	کشتی	اسکله	تجهیزات	ماتریس نرمال			(وزنها) میانگین
کشتی	1.00	7.00	8.00	0.79	0.84	0.67	0.77
اسکله	0.14	1.00	3.00	0.11	0.12	0.25	0.16
تجهیزات	0.13	0.33	1.00	0.10	0.04	0.08	0.07
جمع	1.27	8.33	12.00				1.00

(جدول مقایسات زوجی)

	تعداد کشتی	GRT	زمان انتظار	ماتریس نرمال			(وزنها) میانگین
تعداد کشتی	1.00	5.00	7.00	0.74	0.77	0.70	0.74
GRT	0.20	1.00	2.00	0.15	0.15	0.20	0.17
زمان انتظار	0.14	0.50	1.00	0.11	0.08	0.10	0.09
جمع	1.34	6.50	10.00				1.00

(جدول مقایسات زوجی)

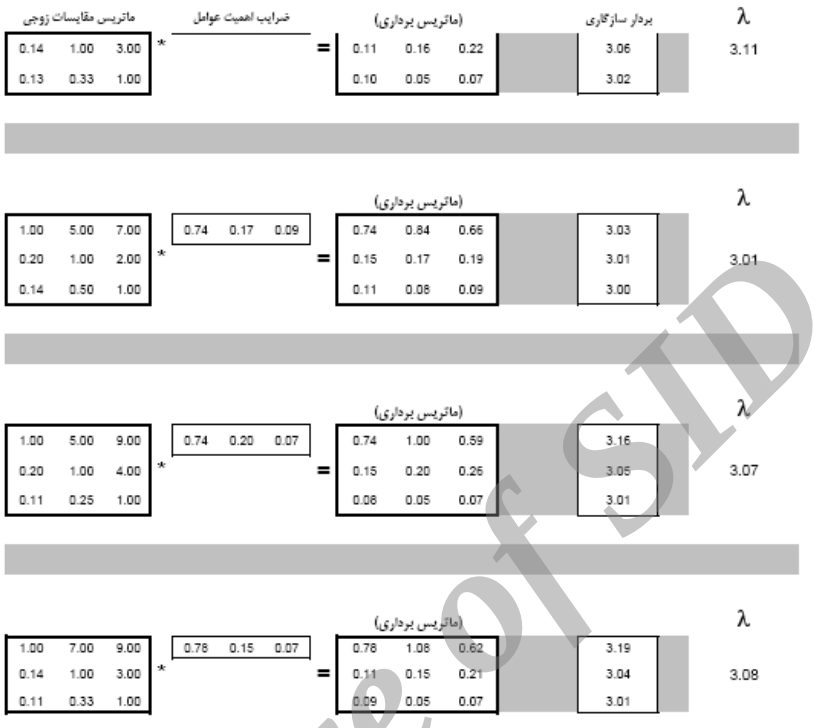
	عملیات	اشغال اسکله	گنتری کرین	ماتریس نرمال			(وزنها) میانگین
عملیات	1.00	5.00	9.00	0.76	0.80	0.64	0.74
اشغال اسکله	0.20	1.00	4.00	0.15	0.16	0.29	0.20
گنتری کرین	0.11	0.25	1.00	0.08	0.04	0.07	0.07
جمع	1.31	6.25	14.00				1.00

(جدول مقایسات زوجی)

	ترانستینر	کشنده	کلی	ماتریس نرمال			(وزنها) میانگین
ترانستینر	1.00	7.00	9.00	0.80	0.84	0.69	0.78
کشنده	0.14	1.00	3.00	0.11	0.12	0.23	0.15
کلی	0.11	0.33	1.00	0.09	0.04	0.08	0.07
جمع	1.25	8.33	13.00				1.00

Archive of SID

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۱ **آمار فعالیت و میزان تجهیزات بندر شهید رجایی در طی سالهای ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵**

سال	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385
میزان تخلیه (TEU)	47,505	48,739	41,009	57,262	91,231	130,656	153,557	151,393	181,979	219,480	318,732	388,380	525,512	621,000	621,682	756,357
میزان تخلیه و بارگیری (TEU)	51,717	55,963	52,647	113,116	171,225	238,515	297,218	303,685	353,664	416,139	593,319	746,796	1,023,601	1,190,332	1,259,616	1,471,000

(Twenty Evaluation Unit) : TEU

تعداد اسکله کانتینری	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
تعداد کشتی کانتینری (فروند)									679	776	821	795	773	870	1,150	1,201
GRT (هزار تن)									6,267	8,539	10,139	11,202	11,970	15,251	19,384	24,099
مدت انتظار لوت (روز)									104	323	255	311	643	411	335	560
مدت اشغال اسکله (روز)									1,801	1,690	1,318	1,302	1,588	1,653	1,306	1,346
تعداد گنتری کرین	0	0	2	2	2	4	4	4	5	5	5	5	8	8	10	10
تعداد ترانستینر	3	5	7	10	10	7	7	10	10	10	10	16	25	25	25	25
تعداد کشنده	5	5	13	23	74	74	74	75	75	75	75	60	49	49	41	122
تعداد کلی									301	301	301	216	234	175	175	146

در طی سالهای ۱۳۷۰ و ۱۳۷۱ جهت تخلیه/بارگیری کانتینر از اسکله به کشتی و بالعکس از جرثقیل‌های خود کشتی استفاده می‌شده است.

منابع اطلاعات : گزارش عملکردهای سالانه سازمان و سیستم آمار عملیات تخلیه و بارگیری بنادر

جدول شماره ۲ **محاسبه بهره‌وری ترمینال کانتینر بندر شهیدرجایی در طی سالهای ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵**

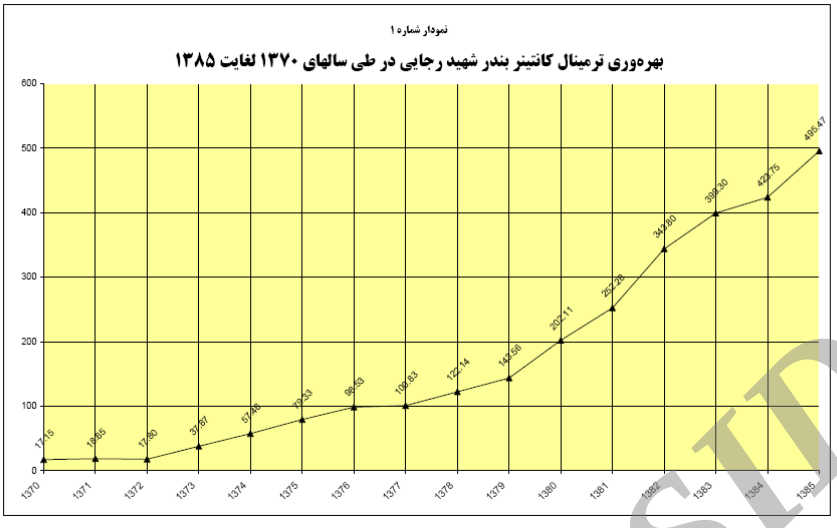
سال		1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385
بهره‌وری ترمینال کانتینر	$Z= a_1y_1 + a_2y_2 + a_3y_3$	**17.16**	**18.86**	**17.80**	**37.87**	**67.46**	**79.33**	**98.53**	**100.88**	**122.14**	**148.66**	**202.11**	**262.28**	**348.80**	**399.30**	**423.76**	**495.47**
کشتی	$y_1= i_1u_1 + i_2u_2 + i_3u_3$	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**4.90**	**6.80**	**8.42**	**6.87**	**7.27**	**8.92**	**11.97**	**13.71**
متوسط تعداد کشتی کانتینری وارده	$u_1=$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	2.1	2.3	2.2	2.1	2.4	3.2	3.3
متوسط GRT	$u_2=$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	23.5	27.9	30.9	33.0	42.0	53.4	66.4
متوسط زمان انتظار	$u_3=$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.7	0.9	1.8	1.1	0.9	1.5
اسکله	$y_2= j_1v_1 + j_2v_2 + j_3v_3$	**105.14**	**113.77**	**107.22**	**230.15**	**348.29**	**486.27**	**604.82**	**617.76**	**720.29**	**847.25**	**1,207.28**	**1,619.29**	**2,082.49**	**2,421.44**	**2,582.82**	**2,992.07**
متوسط عملیات ت / ب	$v_1=$	142.5	154.2	146.0	311.6	471.7	657.1	818.8	836.6	974.3	1,146.4	1,634.5	2,057.3	2,819.8	3,279.2	3,470.0	4,052.3
متوسط اشغال اسکله	$v_2=$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	4.7	3.6	3.6	4.7	4.6	3.6	3.7
تعداد گنتری کرین	$v_3=$	0	0	2	2	2	4	4	4	5	5	5	5	8	8	10	10
تجهیزات	$y_3= k_1w_1 + k_2w_2 + k_3w_3$	**3.10**	**4.86**	**7.46**	**11.33**	**19.23**	**18.90**	**18.90**	**19.38**	**40.00**	**40.00**	**40.00**	**34.90**	**43.04**	**38.99**	**37.76**	**48.31**
تعداد ترانستینر	$w_1=$	3	5	7	10	10	7	7	10	10	10	10	16	25	25	25	25
تعداد کشنده	$w_2=$	5	5	13	23	74	74	74	75	75	75	75	60	49	49	41	122
تعداد کلی	$w_3=$	0	0	0	0	0	0	0	0	301	301	301	216	234	175	175	146

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار شماره ۱

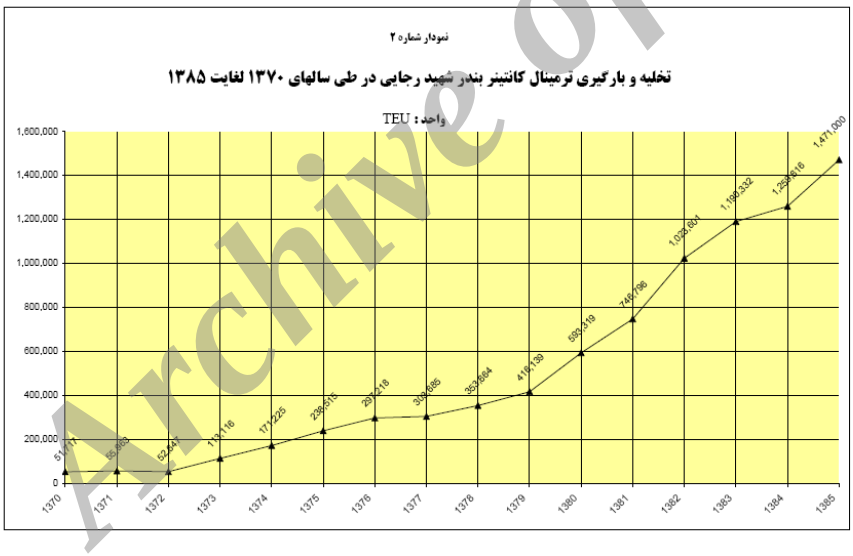
بهره‌وری ترمینال کانتینر بندر شهید رجایی در طی سالهای ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵



نمودار شماره ۲

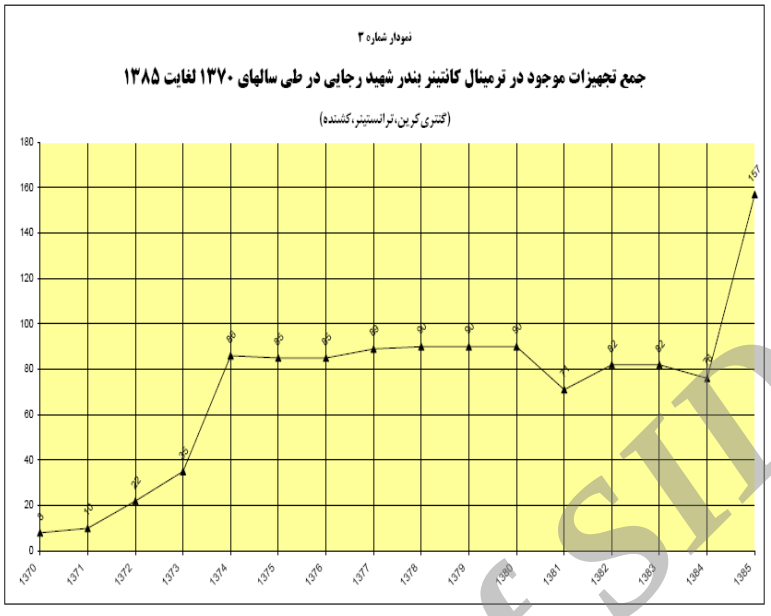
تخلیه و بارگیری ترمینال کانتینر بندر شهید رجایی در طی سالهای ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵

واحد: TEU



Archive of SID

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری :

با نگاهی ساده به منحنی‌های بدست آمده (نمودارهـای شـماره ۲ و ۳) و دقـت در عملکرد ترمینال کانتینری بندر شهیدرجایی در طی سـال‌هـای ۱۳۷۴ لغایـت ۱۳۸۵ (نمودار شماره ۱)، یعنی بهره‌وری ۱۱ ساله، ملاحظه می‌شود علی‌رغم ثابت بودن تعداد پست اسکله (جدول شماره ۱) و نیز یک نواختی روند منحنی تجهیزات موجود (از قبیـل : گنتری‌کرین، ترانستینر، کشنده) در ترمینـال مـذکور (بـه طـور مثـال در سـال‌هـای ۱۳۸۴-۱۳۸۲)، در طی این مدت میزان بهره‌وری ترمینال از رشد قابـل تـوجهی در هـر سال برخوردار بوده است، می‌توان گفت این رشد تنها ناشـی از رشـد عملیـات تخلیـه و بارگیری بوده است و این امر نشان دهنده به کارگیری و بهبود در متغییرهای نرم‌افـزاری در کارکرد ترمینال بوده است.

لازم به توضیح است، چرخه‌ی خریدهای خارجی تجهیزات بـه دلیـل طـولانی بودن فرایند، باعث می‌شود همیشه پیش‌بینی‌ها بیش از اندازه و برای بلنـد مـدت اقـدام شود و لذا انباشتگی تجهیزات در سال‌های اولیه به واسطه خریـد تجهیـزات بـه صـورت توزیع نشده و در قالب خریدهای خارجی باعث گردیده ترمینـال در سـال‌هـای اولیـه بـا مازاد نیاز منابع تجهیزاتی مواجه شود.

به هر تقدیر روند رو به رشد بهره‌وری و نیز رشد عملیات در ترمینال کـانتینری با نمودارهای نشان داده شده، ناشی از کـار مـدیریتی و بهبـود در اداره امـور و روش‌هـا می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

به لحاظ دیدگاه‌های متفاوتی هم چون از بعد مالی، منابع، تجهیزات، و غیره که کارشناسان نسبت به مدل خواهند داشت، می‌توان اقدام به طرح سناریوهای متفاوت و نیز بررسی نتایج به دست آمده نمود. بر این اساس سه سناریو و سه نتیجه به عنوان مثال در ذیل ارایه شده است.

برخی مسایل قابل حل با استفاده از مدل :

۱) با فرض عدم سرمایه‌گذاری مجدد (ثابت بودن منابع و تجهیزات) در ترمینال مذکور و افزایش روند رو به رشد عملیات تخلیه و بارگیری در طی سال‌های آتی، این روند در چه زمانی متوقف خواهد شد ؟

۲) بر اساس استاندارد جهانی (آنکتاد) در ازای هر گنتری‌کرین حداقل سه ترانستینر و در ازای هر ترانستینر حداقل چهار کشنده مورد نیاز می‌باشد، لذا با توجه به وجود چنین رابطه منطقی در بین کارکرد تجهیزات، در صورتی که چنین رابطه‌ای را بر عملکرد ترمینال حاکم نماییم میزان بهره‌وری به دست آمده چه میزان خواهد بود ؟

۳) با در اختیار داشتن میزان درآمد حاصل از عملکرد ترمینال مذکور در طی سال‌های ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵، آیا نمودار روند دریافت درآمد در مقابل نمودار روند رو به رشد بهره‌وری ترمینال، مطابقت داشته است ؟

Archive of SID

www.SID.ir

برخی خروجی‌های حاصل از محاسبه بهره‌وری یک ترمینال:

۱) **محاسبه بهره‌وری و عملکرد یک بندر:** با توجه به این که عملکرد یک بندر متاثر از عملکرد کلیه تجهیزات، منابع انسانی و دیگر منابع موجود در هر یک از ترمینال‌های آن بندر می‌باشد لذا می‌توان با محاسبه عملکرد هر ترمینال در نهایت به عملکرد آن بندر نایل شد.

۲) **تعیین شاخص اقتصادی خرید به موقع تجهیزات :** در صورتی که قصد خرید تجهیزات و افزایش آن را داشته باشید می‌توان با ورود اطلاعات آن تجهیز در محاسبات، میزان تاثیر واقعی آن تجهیز را بر عملکرد ترمینال مشخص نمود و لذا بررسی نمود آیا خرید تجهیز توجیه اقتصادی دارد یا خیر.

۳) **توزیع منابع :** با توجه به این که هر تجهیز به میزانی خاص بر عملکرد یک ترمینال تاثیرگذار است لذا از این طریق می‌توان تاثیر تجهیزات ارزان‌تر و جایگزین را ملاحظه نمود.

منابع و ماخذ:

۱) اداره آمار و انفورماتیک (۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵)، گزارش عملکرد سالانه سازمان بنادر و کشتیرانی، تهران: نشر بخش آمار.

۲) اداره آمار و انفورماتیک (۱۳۷۶ لغایت ۱۳۸۵)، سیستم نرم افزاری ثبت آمار عملیات روزانه تخلیه و بارگیری بنادر، تهران: نشر بخش آمار.

Archive of SID

www.SID.ir

۳) قدسی‌پور، سیدحسن (۱۳۸۵)، فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، تهران: نشر دانشگاه امیرکبیر.

۴) آذر، عادل (۱۳۸۵)، تصمیم‌گیری کاربردی، تهران: نشر نگاه دانش.

Archive of SID

www.SID.ir