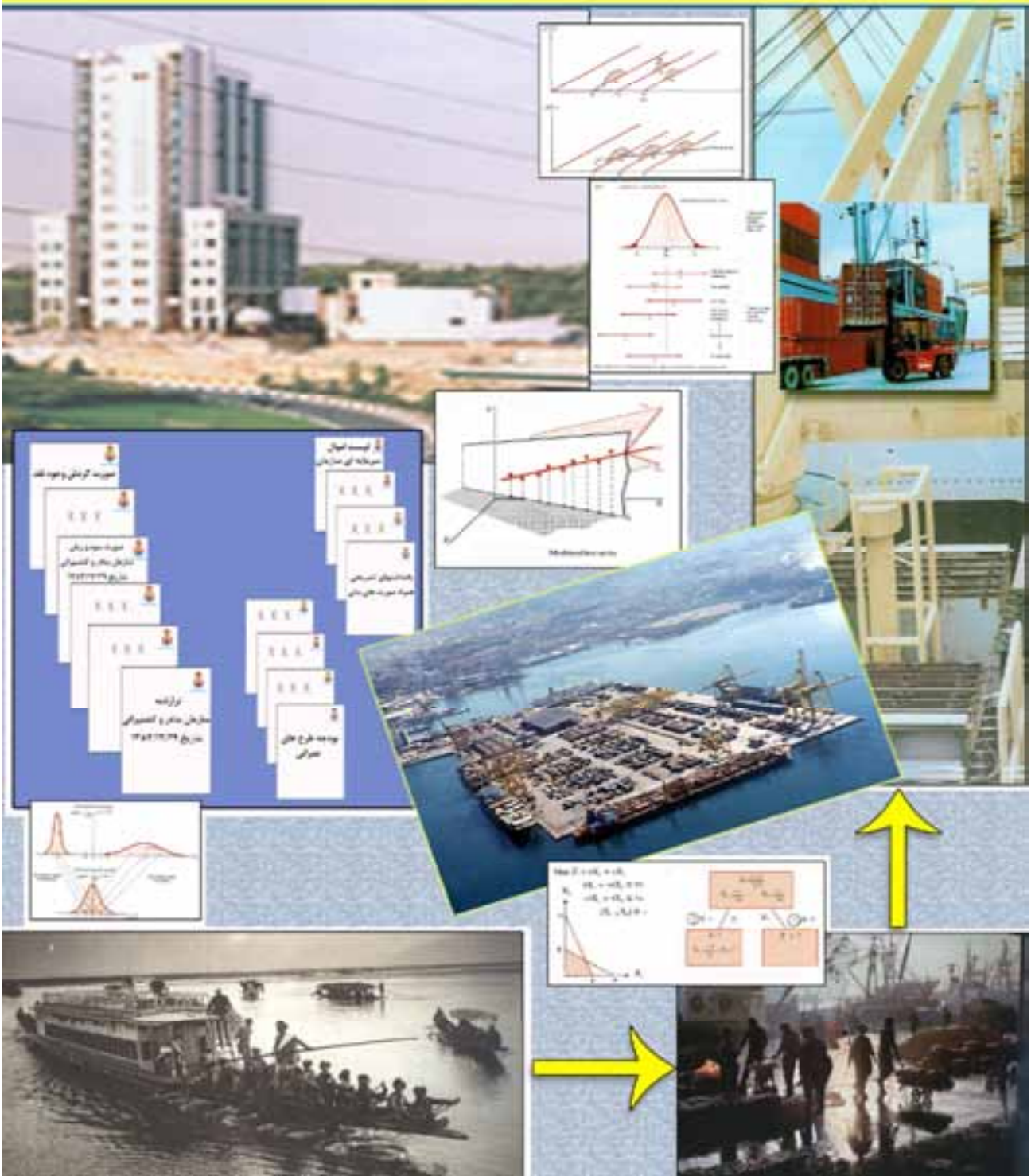
P.S.O

پروژه های قابل انجام در مرحله فرهنگ سازی مهندسی مالی در سازمان بنادر و کشتیرانی



بسم الله الرحمن الرحیم
GOD
In The Name of

فهرست مطالب

فصل اول : ارایه مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه کشتیها و کانتینرها به اسکله‌ها و بلوک‌ها۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- تخصیص فضای انبار در ترمینالها ۳
۱-۳- جزئیات رویکرد حل ۷
۱-۳-۱ - فاز اول : تخصیص کل کانتینرها به بلوک ها ۹
۱-۳-۱-۱- نوتاسیون : ۱۰
۱-۳-۱-۲- تابع هدف ۱۲
۱-۳-۱-۳- محدودیت‌ها مدل ۱۳
۱-۳-۱-۴- خطی سازی مدل ۱۴
۱-۳-۲- فاز دوم : تخصیص کانتینرهای هر شناور به بلوک ها ۱۵
۱-۳-۲-۱- نوتاسیون ۱۶
۱-۳-۳- داده‌های نمونه‌ای (ترمینال هنگ کنگ) ۱۸
فصل دوم : یک رویکرد کارا جهت زمانبندی جرثقیل‌های کانتینری ۱۹
۲-۱- مقدمه ۲۰
۲-۲- فرموله کردن مسأله ۲۵
۲-۳- یک رویکرد شاخه – کرانه (B&B) برای حل مدل ارایه شده ۲۹
فصل سوم : کاربرد تکنیکهای تصمیم‌گیری در خرید تجهیزات ۳۶
۳-۱- مقدمه: ۳۷
۳-۲- حل مساله : ۳۹
۳-۲-۱- مرحله اول: محاسبه ارزش یکنواخت سالیانه پروژه خرید برای هر چهار گزینه: ۳۹
۳-۲-۲- مرحله اول تکنیک دلفی: ۴۲
۳-۳- مثالی با داده های فاصله ای ۴۷
۳-۳- مثالی با داده های فاصله ای ۴۸
فصل چهارم : برنامه زمان بندی نیروی انسانی (شیفت کاری) ۵۲
۴-۱- پیش گفتار ۵۳
۴-۲- ادبیات پروژه ۵۴

۴-۲-۱- تاریخچه ۵۴
۴-۲-۲- مفروضات ۵۴
۴-۲-۳- تعاریف ۵۵
۴-۳- سیستم اطلاعاتی مدیریت (MIS) ۵۵
۴-۳- ۱- متدولوژی ۵۶
۴-۳-۲- خروجیهای MIS ۵۸
۴-۳-۳- فواید استفاده از MIS در سازمان ۵۸
۴-۳-۴- روش (متدولوژی) اجرایی پروژه جامع MIS ۵۹
۴-۳-۴-۱- شناخت اولیه ۵۹
۴-۳-۴-۲- طراحی با SSADM4 (Structured System Analysis & Design Mrthod) ۶۰
۴-۳-۴-۳- طراحی مجدد با UML(Unified Modeling Language) ۶۲
۴-۳-۴-۴- برنامه نویسی ۶۲
۴-۳-۴-۵- اجرای آزمایشی و انجام اصلاحات احتمالی ۶۳
۴-۳-۵- دو مثال کاربردی از پیاده سازی MIS ۶۳
۴-۴- سیستم پشتیبان تصمیم (DSS) ۶۴
۴-۴-۱- تعریف جامع از سیستم پشتیبانی تصمیم ۶۵
۴-۴-۲- انواع سیستم تصمیم ۶۵
۴-۴-۳- ویژگیها و قابلیتهای سیستم پشتیبانی تصمیم ۶۵
۴-۴-۴- منافع سیستم پشتیبانی ۶۷
۴-۴- ۵- مدل سیستم پشتیبانی تصمیم (چارچوب و متدولوژی سیستم پشتیبانی تصمیم) ۶۸
۴-۴-۶- نمونه هایی از پیاده سازی سیستم پشتیبانی تصمیم ۷۰
۴-۵- مدل‌سازی مسأله ۷۱
۴-۵-۱- فرضیات مدل ۷۲
۴-۵-۲- اهداف مدل ۷۳
۴-۵-۳- ورودی‌های مدل ۷۳
۴-۵-۴- اندیس‌های مدل ۷۴
۴-۵- ۵- متغیر تصمیم‌گیری: ۷۴

۴-۵- ۶- پارامترهای ورودی مدل **۷۴**
۴-۵-۷- مدل ریاضی **۷۵**
فصل پنجم : استفاده از شبیه سازی در سیستمهای تعمیرات و نگهداری ترمینال کانتینری ۷۷
۵-۱- مقدمه ۷۸
۵-۲- شبیه سازی ۷۸
۵-۲-۱- چه وقت شبیه سازی ابزار مناسبی است ؟ **۷۸**
۵-۲-۲- مزایای شبیه سازی **۷۹**
۵-۲-۳- معایب شبیه سازی **۷۹**
۵-۲-۴- موارد استفاده از شبیه سازی **۸۰**
۵-۲-۵- مراحل یک پروژه شبیه سازی **۸۰**
۵-۳- شبیه سازی سیستمهای صف ۸۳
۵-۴- نتایج اجرای مدلهای شبیه سازی ایجاد شده: ۹۰
فصل ششم : استفاده از سیستمهای چند عاملی در مدیریت بندری ۹۱
۶-۱- مقدمه ۹۲
۶-۲- سیستم حمل و نقل AGV در یک ACT ۹۳
۶-۲-۱- رویه حمل و نقل **۹۳**
۶-۲-۲- بلوک انبارکردن کانتینر **۹۴**
۶-۲-۳- مقایسه فاکتورهای سیستم **۹۴**
۶-۲-۴- خصوصیات عامل‌های ناهمگن **۹۵**
۶-۲-۵- تنظیم سیستم **۹۶**
۶-۳- مشارکت عامل ها ۹۶
۶-۳-۱- مفهوم مشارکت عامل **۹۶**
۶-۳-۳- انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری **۹۸**
۶-۳-۴- انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی توسط AGV **۹۹**
۶-۴- روش ذخیره کانتینر ۱۰۱
۶-۴-۱- ذخیره تصادفی کانتینرها **۱۰۱**
۶-۴-۲- برنامه ریزی ذخیره کانتینر **۱۰۱**

۶-۵- ارزیابی کارایی سیستم ۱۰۲
۶-۵-۱- مدلهای مدیریتی و شرایط طراحی ۱۰۲
۶-۵-۲- طراحی بهینه پارامترها ۱۰۴
۶-۵-۳- مقایسه کارایی هزینه و ارزیابی صحت مدلهای مدیریتی ۱۰۴
۶-۶- مقدمه ۱۰۷
۶-۶-۱- مقدمه‌ای بر سیستم‌های چند عاملی ۱۰۸
۶-۶-۱-۱- عامل ۱۰۸
۶-۶-۱-۲- محیط ۱۱۰
۶-۶-۱-۳- فراکنش ۱۱۰
۶-۶-۱-۴- سیستم ارتباطات ۱۱۰
۶-۶-۱-۵- سیستم مذاکره ۱۱۱
۶-۷- معماری MAS ۱۱۱
۶-۸- تشریح سیستم پیشنهادی ۱۱۴
۶-۸-۱- تاریخچه ۱۱۴
۶-۸-۲- رویکرد جدید ۱۱۵
۶-۸-۳- عملیات سیستم ۱۱۶
۶-۹- معماری سیستم ارتباطات ۱۱۸
۶-۹-۱- ارتباط بین عامل ها ۱۱۸
۶-۹-۲- ارتباطات رخداد (واحدهای SC) ۱۲۰
۶-۹-۳- ارتباطات رخداد (گذرگاه ها) ۱۲۱
۶-۹-۴- ارتباطات داده (ODBC) ۱۲۱
۶-۱۰- پشتیبانی مشروط توسط سیستم ارتباطات ۱۲۲
۶-۱۰-۱- مدلسازی سیستم ۱۲۲
۶-۱۰-۲- نظارت سیستم ۱۲۳
۶-۱۰-۳- شبیه سازی سیستم ۱۲۵
۶-۱۰-۴- تطبیق عامل‌ها : انعطاف‌پذیری ۱۲۶
۶-۱۰-۵- توسعه سیستم : مقیاس‌پذیری ۱۲۶

۶-۱۱- نتیجه گیری ۱۲۸
فصل هفتم : استفاده از اقتصاد مهندسی در ارزیابی اقتصادی پروژه توسعه بندر شهید رجایی ۱۲۹
۷-۱- مقدمه ۱۳۰
۷-۲- توسعه بندر شهید بهشتی چابهار ۱۳۱
فصل هشتم : استفاده از منطق شبکه‌های عصبی در استخدام نیروی انسانی ۱۴۷
۸-۱- مقدمه ۱۴۸
۸-۲- تعریف مسأله ۱۴۸
۸-۳- رویکرد شبکه عصبی مصنوعی ۱۵۲
فصل نهم : کاربرد روشهای پیش‌بینی در خرید تجهیزات ۱۶۰
۹-۱- مفاهیم اولیه ۱۶۱
۹-۱-۱- سری زمانی ۱۶۱
۹-۲- برخی از تکنیک‌های مختلف پیش‌بینی ۱۶۳
۹-۳- روش انتخاب بهترین تکنینک پیش‌بینی ۱۶۳
۹-۴- مورد مطالعاتی در سازمان بنادر و کشتیرانی ۱۶۴
۹-۴-۱- رسم داده‌های مربوط به میزان حجم تخلیه و بارگیری ۱۶۴
۹-۴-۲- انتخاب روش مناسب پیش‌بینی ۱۶۵
۹-۴-۳- تعیین میزان ظرفیت موجود ۱۶۷
۹-۴-۴- محاسبه متوسط ضریب کارایی هر گنتری ۱۶۷
۹-۴-۵- پیش‌بینی میزان حجم تخلیه و بارگیری تا افق سال ۱۳۹۰ با استفاده از روش مناسب تعیین گردیده(رگرسیون) **۱۶۸**
فصل دهم : تعیین روش بهینه تأمین منابع مالی پروژه‌ها ۱۷۰
۱۰-۱- مقدمه ۱۷۱
۱۰-۲- تعیین هدفهای مالی ۱۷۲
۱۰-۲- تعیین هدفهای مالی ۱۷۳
۱۰-۳- وام کوتاه مدت ۱۷۳
۱۰-۳-۱- اوراق تجاری (اوراق قرضه کوتاه مدت) ۱۷۳

۱۰-۳-۲- وامهای بانکی **۱۷۴**
۱۰-۳-۳- تأمین مالی از محل حسابهای دریافتنی **۱۷۶**
۱۰-۳-۴- واگذاری حسابهای دریافتنی **۱۷۶**
۱۰-۳-۵- تأمین مالی با وثیقه قرار دادن موجودی کالا **۱۷۶**
۱۰-۴- وامهای بلندمدت و اوراق قرضه ۱۷۷
۱۰-۴-۱- وام بلند مدت **۱۷۷**
۱۰-۴-۲- اوراق قرضه **۱۷۸**
۱۰-۵- حقوق صاحبان سهام ۱۷۹
۱۰-۵-۱- سهام ممتاز **۱۷۹**
۱۰-۵-۲- سهام عادی **۱۷۹**
۱۰-۶- راههای تأمین منابع مالی یک شرکت و یا سازمان دولتی ۱۸۱
۱۰-۶-۱- تأمین منابع مالی از طریق بودجه‌های پیش‌بینی شده دولت **۱۸۱**
۱۰-۶-۲- تأمین مالی طرح (پروژه) از بودجه‌های مشارکت مردمی **۱۸۱**
۱۰-۶-۳- تأمین مالی طرح از طریق ایجاد شرکت مختلط مردمی‌و دولتی **۱۸۲**
۱۰-۶-۴- تأمین مالی از محل ایجاد شرکتهای سهامی‌عام و مردمی **۱۸۲**
۱۰-۶-۵- تأمین مالی از طریق اخذ تسهیلات و وام از بانکهای داخلی **۱۸۲**
۱۰-۶-۶- تأمین مالی طرح از محل فروش اوراق قرضه داخلی **۱۸۳**
۱۰-۶-۷- تأمین مالی طرح از طریق اخذ تسهیلات و وام از بانکهای خارجی **۱۸۳**
۱۰-۶-۸- تأمین مالی طرح از پیش فروش حق اشتراک و سهام مردمی **۱۸۳**
۱۰-۶-۹- تأمین مالی طرح از طریق B.O.O.T, B.O.T **۱۸۴**
۱۰-۶-۱۰- تأمین مالی از طریق Buy Back (بیع متقابل) **۱۸۴**
۱۰-۶-۱۱- تأمین منابع مالی از محل وام بانک جهانی World Bank **۱۸۵**
۱۰-۶-۱۲- تأمین مالی طرح از طریق أخذ تسهیلات و وام از صندوق بین‌المللی پول(IMF) **۱۸۵**
۱۰-۶-۱۳- تأمین منابع مالی طرح از طریق وام از بانک توسعه اسلامی(I.D.B) **۱۸۵**
۱۰-۶-۱۴- تأمین منابع مالی طرح از طریق أخذ وام از بانک توسعه آسیایی (ADB) **۱۸۶**
۱۰-۶-۱۵- تأمین مالی طرح از طریق وام از صندوق سازمان ملل (UNF) **۱۸۶**
۱۰-۷- هزینه سرمایه ۱۸۷

۱۰-۷-۱- منطق کاربرد هزینه سرمایه ۱۸۷
۱۰-۷-۲- مفهوم متوسط هزینه سرمایه ۱۸۷
۱۰-۷-۳- هزینه یک منبع خاص ۱۸۸
۱۰-۷-۴- محاسبه هزینه اقلام خاص سرمایه ۱۸۸
۱۰-۸- تعیین ساختار مطلوب سرمایه برای ساخت یک اسکله در بنادر جنوبی کشور (CaseStudy) ۱۹۳
۱۰-۸-۱- جمع‌آوری اطلاعات اولیه ۱۹۳
۱۰-۸-۲- بررسی روش‌های تأمین مالی برای احداث پروژه ۱۹۴
۱۰-۸-۲-۱- تأمین مالی از طریق یک روش ۱۹۵
۱۰-۸-۲-۱-۱- تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت ۱۹۶
۱۰-۸-۲-۱-۲- تأمین مالی از طریق اوراق قرضه(مشارکت) ۱۹۸
۱۰-۸-۲-۱-۳- تأمین مالی از طریق B.O.T ۲۰۱
۱۰-۸-۲-۱-۴- تأمین مالی از طریق وام خارجی ۲۰۳
۱۰-۸-۲-۲- تأمین مالی از طریق ترکیبی از روشهای مختلف ۲۰۵
۱۰-۸-۲-۲- ۱- تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی ۲۰۶
۱۰-۸-۲-۲-۲-تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت و اوراق مشارکت ۲۰۸
۱۰-۸-۲-۲-۳-تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت، اوراق مشارکت و وام خارجی ۲۱۰
۱۰-۸-۳- نتیجه‌گیری کلی ۲۱۴

فهرست جداول

فصل دوم : یک رویکرد کارا جهت زمانبندی جرثقیل‌های کانتینری ۱۹
جدول ۲-۱- یک زمانبندی نمونه برای QC ها ۲۴
فصل سوم : کاربرد تکنیکهای تصمیم‌گیری در خرید تجهیزات ۳۶
جدول۳- ۱- ماتریس تصمیم interval برای ۱۵ گزینه ۴۸
جدول ۳-۲- ماتریس تصمیم interval نرمال شده ۴۹
جدول ۳-۳- ماتریس تصمیم نرمال شده اوزان interval ۴۹
جدول ۳-۴- فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل مثبت ۵۰
جدول ۳-۵- فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل منفی ۵۰
جدول ۳-۶- ضرایب نزدیکی در رتبه‌بندی ۵۰
فصل چهارم : برنامه زمان بندی نیروی انسانی (شیفت کاری) ۵۲
جدول۴- ۱- نمایی از ساختار مسأله ۷۲
فصل پنجم : استفاده از شبیه سازی در سیستمهای تعمیرات و نگهداری ترمینال کانتینری ۷۷
جدول ۵-۱- تعداد افراد شاغل در کارگاه های تعمیرات ۸۵
جدول ۵-۲- تعداد افراد مورد بررسی در این مدل ۸۶
جدول ۵-۳- تعداد BM و PM انجام شده در طی ۶ ماه دوم سال ۱۳۸۳ ..... ۸۶
گزارش عملکرد تجهیزات بندری ناحیه هرمزگان سال۱۳۸۳ شرکت تاید واتر ۸۶
جدول ۵-۴- تعداد BM در طی ۶ ماه دوم سال ۱۳۸۳ (گنتری) ۸۷
جدول ۵-۵- تعداد BM در طی ۶ ماه دوم سال ۱۳۸۳(ترانستینر) ۸۷
جدول ۵-۶- متوسط زمانی بین دو BM درگنتری ها طی ۶ ماه دوم سال۱۳۸۳ (ساعت) ۸۸
جدول ۵-۷- متوسط زمانی بین دو BM درترانستینر ها طی ۶ ماه دوم سال۱۳۸۳ (ساعت) ۸۸
جدول ۵-۸- توزیع احتمال خرابی گنتری ها و ترانستینرها ۸۸
فصل ششم : استفاده از سیستمهای چند عاملی در مدیریت بندری ۹۱
جدول ۶-۱- خصوصیات عامل ها ۹۵
جدول ۶-۲- مدلهای مدیریتی سیستم ۱۰۳
جدول ۶-۳ – لایه‌های سیستم پیشنهادی ۱۱۷

فصل هفتم : استفاده از اقتصاد مهندسی در ارزیابی اقتصادی پروژه توسعه بندر شهید رجایی ۱۲۹
جدول ۷-۱- هزینه‌های سالانه هر ترمینال به تفکیک هزینه‌های تجهیزاتی و ساختمانی..... ۱۳۵
جدول ۷-۲- جدول ارزش فعلی هزینه‌ها..... ۱۳۶
جدول ۷-۳- میزان استهلاک سالانه..... ۱۳۸
جدول ۷-۴- پیش‌بینی میزان بار جذب شده با در نظر گرفتن نرخ رشد..... ۱۴۱
جدول ۷-۵- پیش‌بینی میزان درآمد سالانه ۱۴۲
جدول ۷-۶- محاسبه فرایند مالی قبل از مالیات (CFBT=Cash Flow Before Tax)..... ۱۴۳
جدول ۷-۷- محاسبه فرایند مالی بعد از مالیات..... ۱۴۴
جدول ۷-۸- محاسبه ارزش فعلی با در نظر گرفتن نرخ تورم و بهره ۱۴۵
فصل هشتم : استفاده از منطق شبکه‌های عصبی در استخدام نیروی انسانی..... ۱۴۷
جدول ۸-۱- نمونه‌ای از امتیازدهی توسط DM در حالت عدم همبستگی ۱۵۰
جدول ۸-۲- نمونه‌ای از قواعد پایه ارائه شده توسط DM در حالت همبستگی ۱۵۴
جدول ۸-۳- داده‌های آموزش داده شده به شبکه و خروجی شبکه..... ۱۵۶
فصل نهم : کاربرد روشهای پیش‌بینی در خرید تجهیزات..... ۱۶۰
جدول ۹-۱- میزان حجم تخلیه و بارگیری طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴..... ۱۶۵
جدول ۹-۲- پیش‌بینی میزان حجم تخلیه و بارگیری تا افق سال ۱۳۹۰ ..... ۱۶۷
جدول ۹-۳- پیش‌بینی میزان حجم تخلیه و بارگیری با استفاده از رگرسیون..... ۱۶۸
فصل دهم : تعیین روش بهینه تأمین منابع مالی پروژه‌ها ۱۷۰
جدول ۱۰-۱- اطلاعات اولیه ۱۹۳
جدول ۱۰-۲- اطلاعات اولیه ۱۹۴
جدول ۱۰-۳- اطلاعات اولیه..... ۱۹۴
جدول ۱۰-۴- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت..... ۱۹۷
جدول ۱۰-۵- اطلاعات فرضی انتشار اوراق مشارکت توسط سازمان بنادر و کشتیرانی..... ۱۹۸
جدول ۱۰-۶- روش تأمین مالی از طریق اوراق مشارکت ۱۹۹
جدول ۱۰-۷- محاسبه هزینه سرمایه در روش تأمین مالی انتشار اوراق مشارکت..... ۲۰۰
جدول ۱۰-۸- روش تأمین مالی از طریق BOT..... ۲۰۲
جدول ۱۰-۹- روش تأمین مالی از طریق وام خارجی ۲۰۴

جدول ۱۰-۱۰- الویت‌بندی روشهای تأمین مالی..... ۲۰۵
جدول ۱۰-۱۱- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت و وام خارجی ۲۰۷
جدول ۱۰-۱۲- اطلاعات فرضی انتشار اوراق مشارکت توسط سازمان بنادر و کشتیرانی..... ۲۰۸
جدول ۱۰-۱۳- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت و اوراق مشارکت..... ۲۰۹
جدول۱۰-۱۴- اطلاعات فرضی انتشار اوراق مشارکت توسط سازمان بنادر و کشتیرانی ۲۱۱
جدول۱۰-۱۵- اطلاعات فرضی دریافت وام خارجی توسط سازمان بنادر و کشتیرانی..... ۲۱۱
جدول ۱۰-۱۶- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت، وام خارجی و اوراق مشارکت..... ۲۱۲
جدول ۱۰-۱۷- الویت‌بندی روشهای تأمین مالی..... ۲۱۳
جدول ۱۰-۱۸- اولویت‌بندی کلیه روشهای مورد قبول در دو حالت..... ۲۱۴

فهرست نمودارها و اشکال

فصل اول : ارایه مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه کشتیها و کانتینرها به اسکله‌ها و بلوک‌ها۱
شکل ۱-۱- ساختار سلسله مراتبی تصمیمات عملیاتی در یک ترمینال کانتینر ۵
شکل ۱-۲- فراوانی تعداد کانتینرهای ورودی و خروجی در محوطه مربوط یک شناور خاص ۶
شکل ۱-۳- یک افق برنامه ریزی پوششی سه روزه ۸
شکل ۱-۴- فرآیند و متدلوژی حل ۹
فصل دوم : یک رویکرد کارا جهت زمانبندی جرثقیل‌های کانتینری ۱۹
شکل ۲-۱- نحوه استقرار جرثقیل‌ها بروی یک شناور ۲۲
شکل ۲-۲- یک برنامه بارگیری و تخلیه نمونه ۲۳
شکل ۲-۳- امکان رخداد تداخل پردازشی بین جرثقیل‌ها ۲۹
شکل ۲-۴- رویه کلی رویکرد B&B ۳۱
شکل ۲-۵- تشریح پارامترهای تعریف شده برای تعریف حد پایین بروی مقدار بهینه تابع هدف ۳۴
فصل سوم : کاربرد تکنیکهای تصمیم‌گیری در خرید تجهیزات ۳۶
نمودار۳-۱- شاخصهای خرید گنتری کرین ۳۸
فصل چهارم : برنامه زمان بندی نیروی انسانی (شیفت کاری) ۵۲
نمودار ۴-۱- نمای کلان سیستمهای اطلاعاتی مدیریت ۵۷
نمودار ۴-۲- شمای کلی روش (متدولوژی) اجرایی پروژه جامع MIS ۵۹
فصل ششم : استفاده از سیستمهای چند عاملی در مدیریت بندری ۹۱
شکل ۶-۱- سیستم حمل و نقل AGV افقی ۹۴
شکل۶-۲- نمایی از یک بلوک ۹۵
شکل ۶-۳-تخمین فاصله نسبی AGV_A از دو RTGC ۹۷
شکل ۶-۴- مشارکت دو RTGC در یک بلوک ۹۸
شکل ۶-۵- انتخاب RTGC_B توسط AGV_A برمبنای فضای کاری ۹۸
شکل۶- ۶-a- ارتباط با RTGCها برای تخمین فاصله و اعلان زمانبندی (روش انتخاب نوع اول) ۹۹
شکل ۶-۶-b- انتخاب RTGC_B توسط AGV_A و اعلان دستور حرکت بسوی مکان توقف AGV_A (روش انتخاب نوع اول) ۱۰۰
شکل ۶-۶-c- انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری و اعلان زمانبندی (روش انتخاب نوع دوم) ... ۱۰۰

شکل ۶-۶-d RTGC_B قبل از رسیدن AGV_A ، در مکان توقف آن جهت بارگیری آماده حضور می‌یابد (روش انتخاب نوع دوم) ۱۰۰
شکل۶- ۷. نمایی از برنامه ریزی ذخیره کانتینر ۱۰۲
شکل ۶-۸- طراحی پارامترهای سیستم : تعداد AGV و RTGCهای موردنیاز جهت دستیابی به یک مقدار خروجی معین ۱۰۶
شکل ۶-۹- هزینه ایجاد سیستم برای مدلهای گوناگون ۱۰۶
شکل۶-۱۰- معماری کنترل سلسله مراتبی ۱۱۲
شکل ۶-۱۱- معماری کنترل سلسله مراتبی اصلاح شده برمبنای هماهنگی ۱۱۲
شکل ۶-۱۲- معماری غیر سلسله مراتبی (مذاکره) ۱۱۳
شکل ۶-۱۳- معماری کنترل غیرسلسله مراتبی اصلاح شده برمبنای هماهنگی ۱۱۳
شکل ۶-۱۴- تقسیم بندی اساسی یک ترمینال کانتینری با دیدگاه سیستماتیک ۱۱۵
شکل ۶-۱۵- تقسیم بندی وظایف عامل‌ها و ارتباط آنها با پایگاه داده ۱۱۶
شکل ۶-۱۶- دو کانال ارتباطی سیستم و عامل ها ۱۱۹
شکل ۶-۱۷- جزئیات کانالهای ارتباطاتی سیستم ۱۱۹
شکل ۶-۱۸- تناظر بین اشیاء SC و عملیات ترمینال ۱۲۲
شکل ۶-۱۹- نمودار گره نوعی سیستم ۱۲۲
شکل ۶-۲۰- زیرگراف گره یک پیغام خاص و توالی زمانی مربوط به آن ۱۲۳
شکل۶-۲۱- نظارت بر برخی از خصوصیات عامل ها ۱۲۵
شکل ۶-۲۲- شبیه سازی یک عامل مکان زمینی ۱۲۶
شکل۶-۲۳- اتصال یک عامل مکان زمینی به سیستم ۱۲۷
شکل۶-۲۴- توسعه سیستم با یک عملیات جدید ۱۲۸
فصل هفتم : استفاده از اقتصاد مهندسی در ارزیابی اقتصادی پروژه توسعه بندر شهید رجایی ۱۲۹
نمودار ۷-۱- موقعیت بندر گوادر و بندر چابهار ۱۳۲
نمودار ۷-۲- Capital Ependiture (Price level 2005) ۱۳۳
نمودار ۷-۳- Capital Ependiture (Price level 2005) ۱۳۴
نمودار ۷-۴- Equipment Ependiture (Price level 2005) ۱۳۴
نمودار ۷-۵- LOW SCENARIO ۱۳۹

نمودار۷-۶- HIGH SCENARIO ۱۳۹
فصل هشتم : استفاده از منطق شبکه‌های عصبی در استخدام نیروی انسانی ۱۴۷
شکل۸-۱- نمونه‌ای از درخت تصمیم گیری ۱۵۲
شکل ۸-۲- ساختار شبکه عصبی برای امتیازدهی ۱۵۳
شکل ۸-۳- ساختار شبکه عصبی جهت دسته بندی ۱۵۳
شکل ۸-۴- همگرایی شبکه با حداکثر ۵۰۰ تکرار ۱۵۹
فصل نهم : کاربرد روشهای پیش‌بینی در خرید تجهیزات ۱۶۰
نمودار ۹-۱- داده‌های دارای جزی روند ۱۶۱
نمودار ۹-۲- داده‌های دارای جزی فصلی ۱۶۱
نمودار ۹-۳- داده‌های دارای جزی سیکلی ۱۶۲
نمودار ۹-۴- نمایش کلیه اجزای ممکن موجود در داده‌ها ۱۶۲
نمودار ۹-۵- میزان حجم تخلیه و بارگیری طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴ ..... ۱۶۵

فصل اول: ارایه مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه کشتیها و کانتینرها به اسکله‌ها و بلوکها

۱-۱- مقدمه

یک ترمینال کانتینر[1] یا بطور خلاصه *"ترمینال"* به مکانی در بندر گفته می‌شود که شناورهای حاوی کانتینر در آنجا لنگر انداخته و کانتینرهای ورودی[2] (خالی یا پر از محموله[3]) را تحویل داده و کانتینرهای خروجی[4] را بارگیری می‌نمایند. ترمینالها دارای محوطه[5] یا مکانهای خاصی جهت ذخیره موقت کانتینرها می‌باشند.

کانتینرها جعبه‌های فلزی با ابعاد ۸/۵×۸×۲۰ یا ۹/۵×۸×۲۰ فوت (کانتینرهای ۲۰ فوتی)، یا با ابعاد ۸/۵×۸×۴۰ یا ۹/۵×۸×۴۰ فوت (کانتینرهای ۴۰ فوتی) می‌باشند. برخی مدلهای کانتینر همانند کانتینرهای یخچالی وجود دارند که دارای ابعاد بزرگتری می‌باشند. جهت سنجش عملکرد ترمینال و ظرفیت شناورها از یک واحد استاندارد بنام TEU[6] استفاده می‌شود که معادل یک کانتینر ۲۰ فوتی می‌باشد. هر کانتینر ۴۰ فوتی و یا بزرگتر، ۲ TEU محسوب می‌گردد.

محوطه ذخیره کانتینرها در ترمینال عمدتاً به چند ناحیه مستطیل شکل بنام بلوک[7] تقسیم می‌شود. هر بلوک بطور متوسط دارای هفت سطر یا راهرو[8] می‌باشد که شش تای آن برای ذخیره کانتینر بصورت ستونی یا پشته کانتینر و راهرو هفتم جهت عبور و مرور بارکش استفاده می‌گردد. در هر راهرو می‌توان بالغ بر ۱۲ کانتینر۲۰ فوتی را بصورت ایستاده و پهلو به پهلو انبار کرد. در هر ستون یا پشته؛ می‌توان کانتینرها را بروی یکدیگر نیز انبار نمود. ذخیره کانتینرها در پشته و یا بازیابی آنها از پشته توسط جرثقیل هایی بنام جرثقیل محوطه[9] صورت می‌گیرد. معروفترین جرثقیل محوطه RTGC [10] می‌باشد که بروی چرخهای لاستیکی حرکت می‌کند. این جرثقیل بروی دو محور از چرخها که به اندازه عرض یک بلوک از یکدیگر فاصله دارند؛ قرار گرفته است. بازوی افقی این جرثقیل دارای یک بارپخش کن[11](واحد برداشت/

---

[1] Terminal Container
[2] Inbound-Import
[3] Cargo
[4] Outbound-Export
[5] Yard
[6] Twenty-foot Equivalent Unit
[7] Block
[8] Lane-Slot
[9] Yard Crane
[10] Rubber Tried Gantry Crane
[11] Spreader

گذاشت کانتینر) می‌باشد که قادر است عرض بلوک را بین سطر ۱ تا ۷ بپیماید. این جرثقیل، طول بلوک را بروی چرخ‌های لاستیکی خود طی می‌کند. ارتفاع این جرثقیل تعیین کننده ارتفاع هر بلوک (تعداد کانتینرهایی که می‌توانند بروی یکدیگر قرار داده شوند) می‌باشد. ارتفاع مدلهای قدیمی‌تر این جرثقیل برابر پنج کانتینر می‌باشد که می‌توانند تا چهار طبقه کانتینر را روی یکدیگر قرار دهند (طبقه پنجم جهت جابه جایی خود کانتینرها مورد استفاده قرار می‌گیرد). برخی از بلوک‌ها توسط جرثقیل‌های سوار بر ریل (RMGC) [۱۲] با حدود ۱۳ ردیف خالی مابین پایه‌ها و ارتفاع ۶ کانتینر سرویس داده می‌شوند. جرثقیل‌های RMGC بروی یک بلوک تثبیت شده اند، در حالیکه RTGCها می‌توانند بروی چرخهای خود از بلوکی به بلوک دیگر جابه جا شوند و انعطاف‌پذیرتر می‌باشند.

یک کانتینر خروجی(O/B) کانتینری است که توسط مشتری به ترمینال آورده شده تا به بندر دیگری در جهان فرستاده شود. یک کانتینر ورودی (I/B) عبارت از کانتینری است که توسط یک شناور برای یک مشتری خاص از بندر دیگری در جهان آورده می‌شود. کار حمل و نقل کانتینرها بین مشتری و ترمینال توسط بارکش‌های خارجی [۱۳](XT) انجام می‌گیرد. در داخل خود ترمینال، وظیفه حمل کانتینرها بین بلوک‌ها و شناورها توسط بارکش‌های داخلی [۱۴](IT) انجام می‌گیرد. کار تخلیه و بارگیری کانتینرها به/از شناورها توسط جرثقیل بارگیری [۱۵](QC) انجام می‌شود.

۱-۲- تخصیص فضای انبار در ترمینالها

کانتینرهای تخصیص داده شده به محوطه را از لحاظ وضعیت عملیاتی به چهار دسته می‌توان تقسیم کرد.

۱- کانتینرهای ترانزیت و ورودی بروی شناورها که هنوز تخلیه و به محوطه آورده نشده اند (C1).

۲- کانتینرهای ورودی که قبلاً به محوطه تخصیص داده شده و منتظر مشتریان خود می‌باشند(C2) .

---

[12] Rail Mounted Gantry Crans
[13] External Trucks
[14] Internal Trucks – Stevedoring Tractors
[15] Quay Crane

۳- کانتینرهای خروجی که هنوز به محوطه آورده نشده اند (C3).
۴- کانتینرهای خروجی که قبلاً به محوطه تخصیص داده شده و منتظر بارگیری شناورها می‌باشند(C4) .

از آنجائیکه زمان رسیدن کانتینرهای C1 و ترخیص کانتینرهای C4 بطور مستقیم بستگی به زمانبندی شناورها دارد، مبدأ زمانی برای جابه جایی این کانتینرها توسط جرثقیل از ابتدا شناخته شده می‌باشد. از طرف دیگر، تنها برطبق داده‌های گذشته می‌توان توزیع مبدأ زمانی جهت جابه جایی کانتینرهای C2 و C3 را بدست آورد. در نتیجه مبدأ زمانی جهت جابه جایی کانتینرهای C2 و C3 پارامترهای نادقیق و مبهم می‌باشند، ولی یک بازه زمانی تقریباً نامحدود برای انبارکردن کانتینرهای C2 و C3 در محوطه وجود دارد بطوریکه چند روز بعد از رسیدن و چند روز قبل از ترخیص شناورهای مربوطه فرصت برای انبار کردن وجود دارد. دو هدف عمده عبارتند از:

۱- کمینه سازی متوسط زمانی پهلوگیری شناورها که معیاری جهت سنجش فاز سرویس یک ترمینال به خطوط کشتیرانی می‌باشد.
۲- حداکثرسازی متوسط خروجی جرثقیلهای بارگیری (QCs) که معیاری جهت سنجش بهره وری ترمینال می‌باشد.

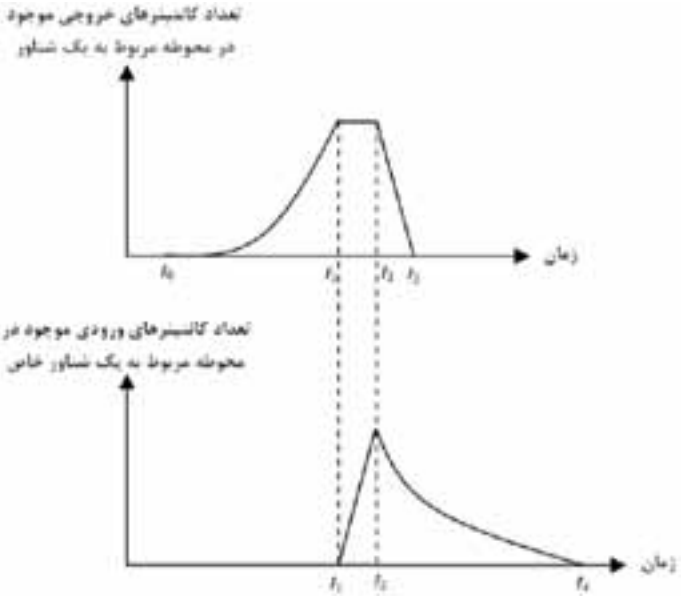
از دیگر معیارهای عملکرد ترمینال می‌توان زمان بازگشت بارکش‌های خارجی (XTs)، را نام برد که البته به نوعی با دو معیار مذکور سازگار می‌باشد.

تصمیمات مختلفی در عملیات ترمینال دخیل می‌باشند که بریکدیگر تأثیر متقابل دارند. بعنوان مثال؛ تصمیمات مربوط به ذخیره کانتینرها در محوطه بطور مستقیم بر بارکاری تحمیل شده بر جرثقیل‌های محوطه و فواصل طی شده توسط بارکش‌های داخلی و همچین بطور غیرمستقیم بر کارایی جرثقیل‌های بارگیری تأثیر می‌گذارد. البته کلیه این تصمیمات متأثر از تخصیص اسکله به شناورها می‌باشد. به دلیل پیچیدگی تصمیم‌گیری در شرایط فوق، حصول تصمیم بهینه امری تقریباً غیرممکن می‌باشد. لذا یک رویکرد سلسله مراتبی بصورت شکل (۱-۱) در ادبیات ارایه شده است که فرآیند تصمیم‌گیری در ترمینال را به چند بخش کوچکتر تقسیم می‌نماید، بطوریکه خروجی یک بخش بعنوان ورودی برای بخش دیگر خواهد بود.

با توجه به شکل (۱-۱) فرض کنید که مسأله تخصیص اسکله و QC قبلاً حل شده و جواب مطلوب در اختیار ما می‌باشد. هدف ما تعیین تعداد کانتینرهای C1 و C3 ذخیره شده در هر بلوک برای هر شناور می‌باشد. شکل (۱-۲) یک الگوی نمونه از تغییرات تعداد کانتینرهای

ورودی و خروجی در محوطه را برای یک شناور خاص نشان می‌دهد. می‌توان مدت زمان تخلیه و بارگیری یک شناور یعنی بازه (t_1, t_3) را با حجم کاری از پیش مشخص شده، معلوم فرض کرد. کانتینرهای ترانزیت از یک شناور تخلیه و پس از مدتی به شناور دیگر بارگیری می‌شوند. الگوها در بازه‌های زمانی (t_0, t_1) و (t_2, t_4) که به ترتیب مبین تجمع کانتینرهای خروجی و پراکندگی کانتینرهای ورودی می‌باشند، تصادفی هستند. خوشبختانه، این الگوهای تجمعی و پراکندگی در طول زمان ثابت می‌باشند. در نتیجه، با فرض داشتن حجم کاری هر شناور، می‌توانیم مقدار انتظاری حجم کاری آن شناور را برای هر دوره زمانی بدست آوریم. با جمع حجم کاری مربوط به همه شناورها، می‌توانیم همه انواع حجم کاری مربوطه به کل ترمینال را به برای هر دوره زمانی بدست آوریم. با در دست داشتن مقدار حجم کاری کل ترمینال، نرخ تقاضا برای انواع جرثقیل و بارکش در ترمینال قابل اندازه‌گیری خواهد بود.

شکل ۱-۱- ساختار سلسله مراتبی تصمیمات عملیاتی در یک ترمینال کانتینر



t_0 : زمان شروع فرستادن کانتینرهای خروجی به ترمینال

t_1 : زمان شروع تخلیه کانتینرهای ورودی از شناور

t_2 : زمان پایان تخلیه کانتینرهای ورودی از شناور = زمان شروع بارگیری کانتینرهای خروجی به داخل شناور و شروع خروج کانتینرهای ورودی از ترمینال توسط مشتری.

t_3 : زمان اتمام بارگیری کانتینرهای خروجی به داخل شناور.

t_4 : زمان اتمام خروج کانتینرهای ورودی از ترمینال.

شکل ۱-۲- فراوانی تعداد کانتینرهای ورودی و خروجی در محوطه مربوط یک شناور خاص

بوضوح درنظر گرفتن همزمان فراکنش مابین بلوک‌های ذخیره، طی طریق بارکشهای داخلی و قابلیت دسترسی جرثقیل‌های پل و بارگیری مسأله‌ای پیچیده می‌باشد. در نتیجه، مسأله تخصیص فضای انبار را به دو فاز مجزا تجزیه می‌کنیم. برای هر فاز، یک تابع هدف در جهت هدف غایی کمینه سازی زمان پهلوگیری شناورها و حداکثر سازی نرخ خروجی QC درنظر می‌گیریم.

درفاز اول، برای کمینه سازی زمان پهلوگیری شناورها، حجم کاری RTGCها و QCها را برای شناورها تعدیل می‌کنیم. اگر حجم کاری یک شناور در بلوک‌های مختلف پراکنده شده باشد، جرثقیل‌های محوطه در بلوک‌های مذکور نقش پردازشگرهای موازی برای آن شناور را ایفا می‌کنند. در نتیجه زمان جدا شدن[۱۶] شناور از اسکله (زمان تکمیل کار) برابر حداکثر زمان پردازش بین جرثقیل‌های مذکور می‌باشد. در نتیجه تعدیل کردن حجم کاری پردازشگرهای موازی فوق موجب کمینه سازی زمان تکمیل شناور مورد نظر (Job) خواهد شد. نتایج مشابه بروی مسأله آرایش RTGCها نشان می‌دهد که تعدیل حجم کاری بلوک‌ها موجب کاهش تأخیر در جابه جایی کانتینرها می‌شود (Zhang *et al*., 2002).

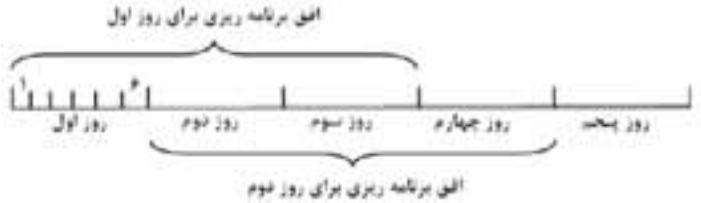
در فاز دوم، تعداد کانتینرهای مربوط به هر شناور که تعداد کل کانتینرهای موجود در هر بلوک و در هر دوره را تشکیل می‌دهند، تعیین می‌شوند، تا کل مسافت طی شدن جهت انتقال کانتینرها بین بلوک هایی که در آنها ذخیره شده اند و مکان پهلوگیری شناور کمینه گردد. در هر بلوک، مکان دقیق یک کانتینر می‌تواند بگونه‌ای تعیین گردد که زمان جابه جایی کانتینر با کمینه سازی re-Shuffling ، کوتاه گردد. البته مسأله تخصیص مکان ذخیره، در سطح پایین تری در درخت تصمیم‌گیری (شکل ۱-۱) قرار دارد که فعلاً در مورد آن بحث نخواهیم کرد. بطورمشابه، ما صراحتاً تأثیر تدارکات[۱۷] کانتینرها را در نظر نخواهیم گرفت، چرا که این موضوع به نحوه بارچینی شناورها بستگی داشته و در سطح بالاتری در درخت تصمیم‌گیری قرار دارد.

۱-۳- جزئیات رویکرد حل

بدلیل اینکه عملیات یک ترمینال بر حسب ساعت برای ۳۵۶ روز سال برنامه ریزی می‌گردد، لذا ناگزیر به استفاده از یک افق برنامه ریزی ثابت می‌باشیم؛ بطوریکه روش خود را باید برطبق یک رویکرد افق پوششی[۱۸] مورد بررسی قرار دهیم. در رویکرد افق پوششی، در شروع هر افق برنامه ریزی، برای یک بازه زمانی متشکل از تعداد ثابتی دوره در آینده برنامه ریزی می‌نماییم. سپس در اواسط افق جاری یک برنامه ریزی جدید براساس آخرین اطلاعات بدست آمده برای

[16] De-berthing
[17] Destination
[18] Rolling-horizon Approach

افق بعدی انجام داده و این رویکرد بطور پیوسته ادامه می‌یابد. شکل زیر یک نمای شماتیک از رویکرد افق پوششی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳- یک افق برنامه ریزی پوششی سه روزه

یک دوره برنامه ریزی کوتاه مستلزم حجم محاسباتی کمتری می‌باشد، ولی توان پیش بینی درمورد آینده را کاهش خواهد داد. در حالیکه، یک دوره برنامه ریزی طولانی ممکن بلحاظ محاسباتی غیرعملی بوده و حاوی اطلاعات نادقیق بیشتری باشد. با بررسی تأثیر افق برنامه ریزی بروی پیچیدگی مسأله، شدنی بودن محاسبات و صحت داده ها، ما افق برنامه ریزی برابر سه روز قرار می‌دهیم بطوریکه هر روز به شش قسمت چهار ساعتی تقسیم می‌گردد. یعنی هر دوره برابر ساعت می‌باشد. بنابراین در ابتدای روز اول، یک برنامه تخصیص فضای انبار تا انتهای دوره ۱۸ (سه روز) ایجاد می‌گردد. سپس در پایان روز اول یک برنامه سه روزه دیگر با توجه به آخرین اطلاعات بدست آمده برای افق بعدی تعبیین می‌گردد. اینکار در انتهای هر روز صورت خواهد گرفت.

حداکثر زمان اقامت هر دو کانتینرهای ورودی و خروجی تقریباً برابر حداکثر دوره ترخیص آنها می‌باشد، که از افق برنامه ریزی تجاوز خواهد کرد. در نتیجه یک سری کانتینر وجود دارند که زمان ترخیص آنها در لحظه برنامه ریزی مشخص نبوده و یا زمان ترخیص آنها متجاوز از افق برنامه ریزی می‌باشد. از آنجائیکه حجم کاری چنین کانتینرهایی در طول افق برنامه ریزی رخ نمی‌دهند، در نتیجه بطورمستقیم در مسأله تخصیص فضای انبار دخالت داده نخواهند شد. برای در نظر گرفتن تأثیر کانتینرهای مذکور در مسأله، آنها را به نسبت ظرفیت‌های ذخیره دردسترس بین بلوک‌ها توزیع می‌کنیم بگونه‌ای که تراکم بلوکها تعدیل گردد. چنین رویکرد تقریبی یک تأثیر نهایی بروی عملکرد کلی روش بصورت زیر دارد: اکثر کانتینرهای یک شناور در طول افق برنامه ریزی (داخل سه روز - قبل و بعد از پهلوگیری شناور) جمع و پخش

می‌گردند، و در هر حالتی، بیشترین کانتینرها تحت اطلاعات ناشناخته‌ای تخصیص می‌یابند، چون فقط اولین روز برنامه سه روزه انجام شده است.

خلاصه رویکرد پیشنهادی در شکل (۱-۴) نشان داده شده است. برای هر افق برنامه ریزی، یک زیر مسأله در دو فاز با استفاده از دو مدل برنامه ریزی ریاضی مجزا حل خواهد شد. جزئیات مدل‌های پیشنهادی در بخشهای بعدی آورده شده است.

شکل ۱-۴- فرآیند و متدلوژی حل

۱-۳-۱ - فاز اول : تخصیص کل کانتینرها به بلوک ها

در این قسمت، مسأله فاز اول را بصورت یک مدل برنامه ریزی عددصحیح فرموله می‌کنیم. اساساً می‌خواهیم تعداد کانتینرها C1 و C3 انبار شده در هربلوک و در هر دوره را تعیین کنیم. مفروضات مدل عبارتند از:

۱- منابع کافی (جرثقیل‌های محوطه) جهت جابه جایی حجم کاری وجود دارد.
۲- حرکت جرثقیل‌های محوطه در بین بلوکها وجود ندارد.
۳- اندازه کلیه جرثقیل‌های محوطه یکسان می‌باشد.
۴- حجم کاری برحسب تعداد کانتینر سنجیده می‌شود.

۵- برای سازگاری، ظرفیت فضای انبار نیز برحسب کانتینر سنجیده می‌شود.
۶- اندازه کانتینرها یکسان درنظر گرفته می‌شود. (از لحاظ عملی کانتینرهای با اندازه‌های گوناگون با یکدیگر در یک بلوک قرار داده نمی‌شوند و اندازه کانتینرهای موجود در یک بلوک بندرت متغیر می‌باشد).

۱-۳-۱-۱- نوتاسیون :

- پارامترهای ورودی:

B تعداد کل بلوک‌ها در محوطه.

T تعداد کل دوره‌های برنامه ریزی در یک افق.

C_i ظرفیت ذخیره بلوک i ام بطوریکه $i=1,2,\ldots,B$.

V_{i0} موجودی اولیه بلوک i. = تعداد کانتینرهای موجود در بلوک i در شروع افق برنامه ریزی.

P^0_{it} تعداد انتظاری موجودی اولیه کانتینرهای نوع C2 در بلوک i در شروع دوره t . بطوریکه $t=1,2,\ldots,T$.

L^0_{it} تعداد انتظاری موجودی اولیه کانتینرهای نوع C4 در بلوک i که باید در دوره t به داخل شناورها بارگیری شوند.

$\tilde{G}_{tk}$ تعداد کل انتظاری کانتینرهای نوع C3 که در دوره t به ترمینال رسیده و باید در دوره $t+k$ به داخل شناورها بارگیری شوند، بطوریکه $0 \le k \le T-t$.

$\tilde{D}_{tk}$ تعداد کل انتظاری کانتینرهای ورودی نوع C1 که در دوره t از شناورها تخلیه شده و باید در دوره $t+k$ توسط مشتریان تحویل گرفته شوند.

$\tilde{R}_{tk}$ تعداد انتظاری کانتینرهای ترانزیت که در دوره t از شناورها تخلیه شده و باید در دوره $t+k$ به داخل شناورهای دیگر بارگیری شوند.

α_{it} تعداد انتظاری کانتینرهای نوع C3 که در دوره t به ترمینال رسیده و به بلوک i تخصیص داده شده اند (تعداد آن توسط روش توزیع نسبی تعیین می‌شود) بطوریکه باید در دوره‌های بعد از افق جاری به داخل شناورها بارگیری شوند (زمان بارگیری نامشخص می‌باشد).

β_{it} تعداد انتظاری کانتینرهای ورودی نوع C1 که در دوره t از شناورها تخلیه و به بلوک i تخصیص داده شده اند (تعداد آن توسط روش توزیع نسبی تعیین می‌شود) بطوریکه زمان دریافت آنها توسط مشتری مشخص نبوده و یا لااقل مشتری بعد از افق جاری آن را تحویل خواهد گرفت.

γ_{it} تعداد انتظاری کانتینرهای ترانزیت که در دوره t از شناورها تخلیه و به بلوک i تخصیص داده شده اند (تعداد آن توسط روش نسبی تعیین می‌شود)؛ بطوریکه زمان بارگیری آنها به شناورهای دیگر نامعلوم بوده و یا لااقل بعد از افق جاری بارگیری خواهند شد.

هر دو پارامتر $\tilde{G}_{tk}$ و α_{it} تعداد انتظاری کانتینرهای نوع C3 را نشان می‌دهند که از حجم کاری شناورها و الگوهایی که برطبق آنها کانتینرهای نوع C3 بداخل محوطه آورده شده اند بدست می‌آیند. کانتینرهای بحساب آمده در $\tilde{G}_{tk}$ زمان بارگیری مربوط به خود را دارند که در افق برنامه ریزی جاری رخ داده و به کانتینرهای نوع C4 تبدیل می‌شوند. از اینرو؛ کانتینرهای بحساب آمده در α_{it} نیز زمان بارگیری مربوط به خود را دارند که بعد از افق برنامه ریزی جاری رخ داده و بروی شرایط اولیه افق برنامه ریزی بعدی تأثیر خواهند گذاشت. بطور مشابه، پارامترهای $\tilde{D}_{tk}$ و β_{it} تعداد انتظاری کانتینرهای نوع C1 را نشان می‌دهند بطوریکه زمان دریافت کانتینرهای بحساب آمده در $\tilde{D}_{tk}$ در داخل افق برنامه ریزی جاری بوده و زمان دریافت کانتینرهای بحساب آمده در β_{it} نیز خارج از افق جاری می‌باشد. همچنین پارامترهای $\tilde{R}_{tk}$ و γ_{it} نیز تعداد انتظاری کانتینرهای ترانزیت را نشان می‌دهند که زمان بارگیری کانتینرهای بحساب آمده در $\tilde{R}_{tk}$ داخل افق و زمان بارگیری کانتینرهای بحساب آمده در γ_{it} خارج از افق جاری می‌باشد.

- متغیرهای تصمیم :

G_{itk} تعداد کانتینرهای نوع C3 با اطلاعات کامل که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه در دوره t به ترمینال رسیده و باید در دوره $t+k$ به داخل شناورها بارگیری شوند، بطوریکه $0 \le k \le T\text{-}t$.

G_{it} تعداد کل کانتینرهای نوع C3 (با اطلاعات کامل و ناقص) که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه در دوره t به ترمینال وارد می‌شوند.

D_{itk} تعداد کانتینرهای ورودی نوع C1 با اطلاعات کامل که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه در دوره t از شناورها تخیله شده و باید در دوره $t+k$ توسط مشتری تحویل گرفته شوند.

D_{it} تعداد کل کانتینرهای نوع C1 (ورودی و ترانزیت) با اطلاعات کامل یا ناقص که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه درطول دوره t از شناورها تخیله می‌شوند.

R_{itk} تعداد کانتینرهای ترانزیت با اطلاعات کامل که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه در دوره t از شناورها تخیله شده و باید در دوره $t+k$ به داخل شناورهای دیگری بارگیری شوند.

L_{it} تعداد کل کانتینرهای نوع C4 (خروجی و ترانزیت) که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه در دوره t به داخل شناورها بارگیری می‌شوند.

P_{it} تعداد کل کانتینرهای نوع C2 که در بلوک i ذخیره شده بطوریکه در دوره t توسط مشتری تحویل گرفته می‌شوند.

V_{it} موجودی بلوک i درپایان دوره t.

۱-۳-۱-۲- تابع هدف

همانطورکه پیشتر نیز بیان گردید، هدف تعدیل کانتینرهای مربوط به شناور و تعداد کل کانتینرها در بین بلوک‌ها در دوره t می‌باشد. در نتیجه تابع هدف را بصورت زیر می‌توان نوشت.

$$\min Z = \sum_{t=1}^{T} \left\{ w_1 \left[\max_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} \right) - \min_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} \right) \right] + w_2 \left[\max_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it} \right) - \min_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it} \right) \right] \right\} \quad (۱)$$

بطوریکه $D_{it} + L_{it}$ برابر تعداد کل انتظاری کانتینرهای در ارتباط با شناور است که نیاز است تا در بلوک i و در دوره t جابه جا شوند. همچنین $D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it}$ برابر تعداد کل انتظاری کانتینرهایی است که باید در بلوک i و در دوره t جابه جا شوند. بنابراین، رابطه (۱) در واقع عدم تعادل کانتینرهای در ارتباط با شناور بعلاوه عدم تعادل تعداد کل کانتینرها در

همه بلوک‌ها در هر دوره دوره برنامه ریزی را نشان می‌دهد. پارامترهای w_1 و w_2 مبین اوزان یا اهمیت اهداف مذکور می‌باشند که توسط مدیریت ترمینال تعیین می‌گردد.

۱-۳-۱-۳- محدودیت‌ها مدل

الف : محدودیتهای حفظ جریان کانتینر

$$\tilde{D}_{tk} = \sum_{i=1}^{B} D_{itk}, \quad t = 1,2,...T;\ k = 0,1,...,T-t \qquad (۲)$$

$$\tilde{G}_{tk} = \sum_{i=1}^{B} G_{itk}, \quad t = 1,2,...T;\ k = 0,1,...,T-t \qquad (۳)$$

$$\tilde{R}_{tk} = \sum_{i=1}^{B} R_{itk}, \quad t = 1,2,...T;\ k = 0,1,...,T-t \qquad (۴)$$

$$D_{it} = \sum_{k=0}^{T-t} \left(D_{itk} + R_{itk}\right) + \beta_{\mathrm{it}} + \gamma_{\mathrm{it}}, \quad i = 1,2,...B;\ t = 1,2,...,T \qquad (۵)$$

$$G_{it} = \sum_{k=0}^{T-t} G_{itk} + \alpha_{\mathrm{it}}, \quad i = 1,2,...B;\ t = 1,2,...,T \qquad (۶)$$

محدودیت (۲) تضمین می‌کند که تعداد کل انتظاری کانتینرهای ورودی نوع C1 با اطلاعات کامل، جهت تخصیص به بلوک‌ها منتظر بمانند، بطوریکه $\tilde{D}_{tk}$ برابر مجموع کانتینرهای ورودی نوع C1 با اطلاعات کامل تخصیص یافته به همه بلوک‌ها می‌باشند. محدودیت (۳) و (۴) عملکرد مشابه‌ای برابر کانتینرهای نوع C3 و C1 دارند. محدودیت (۵) اطمینان می‌دهد که تعداد کل انتظاری کانتینرهای نوع C1 تخصیص یافته به بلوک i درطول دوره t (D_{it}) برابر مجموع تعداد کل کانتینرهای نوع C1 (ورودی و ترانزیت) با اطلاعات کامل یعنی $\sum_{k=0}^{T-t}(D_{itk} + R_{itk})$ بعلاوه تعداد کل کانتینرهای نوع C1 (ورودی و ترانزیت) با زمان ترخیص نامعلوم یعنی $\beta_{\mathrm{it}} + \gamma_{\mathrm{it}}$ در افق برنامه ریزی می‌باشد. محدودیت (۶) مفهوم مشابه‌ای برای کانتینرهای C3 را دارد.

ب : محدودیت‌ها بروی کانتینرهای نوع C2 و C4.

$$L_{it} = L_{it}^{0} + \sum_{k=0}^{t-1}\left(G_{i(t-k)k} + R_{i(t-k)k}\right), \quad i = 1,2,...B;\ t = 1,2,...,T \qquad (۷)$$

$$P_{it} = P_{it}^{0} + \sum_{k=0}^{t-1}\left(G_{i(t-k)k} + R_{i(t-k)k}\right), \quad i = 1,2,...B;\ t = 1,2,...,T \qquad (۸)$$

محدودیت (۷) نشان می‌دهند که تعداد کانتینرهای نوع C4 نگهداری شده در بلوک i در طول دوره t، از دو بخش تشکیل شده اند. بخش اول شامل کانتینرهایی است از پیش در بلوک i ذخیره شده یعنی L_{it}^{0} و منتظر بارگیری به داخل شناورها می‌باشند. و بخش دوم شامل آن دسته از کانتینرهای نوع C3 و ترانزیت می‌باشد که در افق جاری به ترمینال می‌رسند یعنی $\sum_{k=0}^{t-1}\left(G_{i(t-k)k} + R_{i(t-k)k}\right)$. محدودیت (۸) مفهوم مشابه‌ای برای کانتینرهای نوع C2 دارد.

ج- محدودیت‌های چگالی بلوک

$$V_{it} = V_{i(t-1)} + \left[\left(G_{it} + D_{it}\right) - \left(P_{it} + L_{it}\right)\right],\ i = 1,2,...,B;\ t = 1,2,...,T \qquad (۹)$$

$$V_{it} \le \eta C_i,\ i = 1,2,...,B;\ t = 1,2,...,T \qquad (۱۰)$$

بطوریکه η برابر چگالی مجاز برای هر بلوک می‌باشد. محدودیت (۹) موجودی را از دوره‌ای به دوره دیگر بهنگام سازی می‌نماید. محدودیت (۱۰) تضمین می‌کند که موجودی هر بلوک در هر دوره برنامه ریزی از سطح مجاز چگالی تجاوز نکند.

د- کلیه متغیرها عددصحیح می‌باشند.

(۱۱) همه متغیرهای تصمیم Integer می‌باشند (تابع @GEN) در LINGO.

۱-۳-۱-۴- خطی سازی مدل

مدل ارایه شده یک مدل غیرخطی می‌باشد که جهت حل باید به فرم خطی تبدیل گردد. برای اینکار متغیرهای زیر را تعریف می‌کنیم.

$$A_t = \max_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} \right)$$

$$B_t = \min_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} \right)$$

$$M_t = \max_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it} \right)$$

$$N_t = \min_{i=1}^{B} \left(D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it} \right)$$

در نتیجه بخش غیرخطی مدل ارایه شده بصورت زیر می‌تواند بازنویسی گردد.

$$\min Z = \sum_{t=1}^{T} \left\{ w_1 \left(A_t - B_t \right) + w_2 \left(M_t - N_t \right) \right\} \qquad (۱۲)$$

s.t:

$$D_{it} + L_{it} \le A_t, \; i = 1,2,...,B; \; t = 1,2,...,T \qquad (۱۳)$$

$$D_{it} + L_{it} \ge B_t, \; i = 1,2,...,B; \; t = 1,2,...,T \qquad (۱۴)$$

$$D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it} \le M_t, \; i = 1,2,...,B; \; t = 1,2,...,T \qquad (۱۵)$$

$$D_{it} + L_{it} + G_{it} + P_{it} \ge N_t, \; i = 1,2,...,B; \; t = 1,2,...,T \qquad (۱۶)$$

۱-۳-۲- فاز دوم : تخصیص کانتینرهای هر شناور به بلوک ها

در فاز اول تعداد کل کانتینرهای نوع C1 و C3 که می‌توانند به هر بلوک در هر دوره برنامه ریزی تخصیص داده شوند تعیین می‌شود. در این فاز تعداد کانتینرهای مربوط به هر شناور در هر بلوک تعیین می‌شود. هدف کمینه سازی هزینه کل جابه جایی کانتیر می‌باشد. هزینه جابه جایی توسط کل فاصله طی شده توسط بارکش‌های داخلی بین مکان پهلوگیری شناورها و مکان بلوک‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

بعد از حل مسأله فاز اول، تعداد کانتینرهای نوع C1 و C3 که باید در هر بلوک و در هر دوره برنامه ریزی قرار گیرند تعیین می‌گردد. یعنی مقادیر D_{itk}+R_{itk} و G_{itk} تعیین می‌شوند. بنابراین تصمیمات در فاز دوم می‌تواند برای هر یک از کانتینرهای نوع C1 و C3 در هر دوره برنامه ریزی بصورت مجزا اتخاذ گردد. مدل ارایه شده در زیر می‌تواند برای حل مسأله تخصیص هر یک از کانتینرهای فوق مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۳-۲-۱- نوتاسیون

- پارامترهای ورودی:

برای کانتینرهای نوع C1		برای کانتینرهای نوع C3	
d_{ij}	فاصله بین بلوک i و مکان پهلوگیری شناور j.	d_{ij}	فاصله بین بلوک i و مکان پهلوگیری شناور j.
N_{jt}	تعداد کل کانتینرهای نوع C1 تخلیه شده از شناور jدر پریود t.	N_{jt}	تعداد کل کانتینرهای نوع C3 رسیده در پریود t. که باید به داخل شناور j بارگیری شوند.
S_t	تعداد کل شناورهای پهلوگرفته در ترمینال در پریود t.	S_t	تعداد کل شناورهایی که کانتینرهای نوع C3رسیده در پریود t. باید به داخل آنها بارگیری شوند.
U_{itk}	$D_{itk}+R_{itk}=$	U_{itk}	$G_{itk}=$.

- متغیر تصمیم:

برای کانتینرهای نوع C1	برای کانتینرهای نوع C3
X_{ijtk} تعداد کانتینرهای نوع C1 تخلیه شده از شناور j در دوره t که می‌توانند در بلوک i ذخیره شوند. این کانتینرها یا باید توسط مشتری تحویل گرفته شده و یا بروی شناورهای دیگری در دوره$t+k$ بارگیری شوند.	X_{ijtk} تعداد کانتینرهای نوع C3 رسیده به ترمینال در دوره t که می‌توانند در بلوک i ذخیره شوند. این کانتینرها باید بروی شناور jدر دوره $t+k$ بارگیری شوند.

مسأله فوق را می‌توان بصورت یک مسأله حمل و نقل کلاسیک با دو کلاس از گره‌ها مشابه شکل (۱-۴) مطرح کرد. گره‌های عرضه (سمت چپ) مبین شناورها و گره‌های تقاضا (سمت راست) مبین بلوک‌ها می‌باشند. مجموعاً S_t گره عرضه در دوره t وجود دارد. هر بلوک به $T\text{-}t$ گره تقاضا به ترتیب با تقاضاهای U_{itk} بطوریکه $k=0,1,\ldots,T\text{-}t$ تقسیم می‌شود. در نتیجه تعداد کل گره‌های تقاضا در شبکه در دوره t برابر $B(T\text{-}t)$ می‌باشد. یالی که گره عرضه j به گره تقاضای i متصل می‌کند، دارای جریانی معادل X_{ijtk} و ضریب هزینه برابر d_{ij} می‌باشد.

- مدل ریاضی

$$\min Z = \sum_{i=1}^{B} \sum_{j=1}^{S_t} \sum_{k=0}^{T-t} d_{ij} X_{ijtk} \qquad (۱۷)$$

s.t:

$$\sum_{j=1}^{S_t} X_{ijtk} = U_{itk},\ i = 1,2,...,B;\ k = 0,1,...,T-t \qquad (۱۸)$$

$$\sum_{i=1}^{B} \sum_{k=0}^{T-t} X_{ijtk} = N_{jt},\ j = 1,2,...,S_t \qquad (۱۹)$$

$$X_{ijtk} \geq 0$$

تابع هدف (۱۷) کل مسافت طی شده توسط بارکشهای داخلی را کمینه می‌کند. نامعادله (۱۸) مبین محدودیت ظرفیت هر گره تقاضا در یک دوره و معادله (۱۹) مبین محدودیت مقدار تخلیه شناور از گره عرضه می‌باشد.

۱-۳-۳- داده‌های نمونه‌ای (ترمینال هنگ کنگ)

افق برنامه ریزی = ۱۸۰ روز

تعداد دوره در هر روز = ۶.

تعداد بلوکها در محوطه = ۱۰

اندازه بلوک‌ها = ۶ پشته (ستون) با ۵ ردیف.

چگالی بلوک = ۵/۶= ۰/۸۳۴ : توجه کنید که چون یک پشته در هر ستون معمولاً برای ذخیره موقت کانتینرهای درحال جابه جایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در نتیجه آن پشته نمی‌تواند جهت ذخیره مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین ظرفیت واقعی بلوک برابر $0.834\times C_i$ محاسبه می‌گردد.

ظرفیت بلوک‌ها مطابق جدول زیر می‌باشد.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
C_i	۲۱۰	۱۲۳۰	۷۵۰	۶۳۰	۵۴۰	۱۲۳۰	۴۸۰	۶۳۰	۹۰۰	۱۲۶۰
$0.834\times C_i$	۱۷۵	۱۰۲۵	۶۲۵	۵۲۵	۴۵۰	۱۰۲۵	۴۰۰	۵۲۵	۷۵۰	۱۰۵۰

- کانتینر ترازیت وجود ندارد.

- جمع آوری اطلاعات مربوط به زمان رسیدن و ترخیص نهایی هر کانتینر در هر۱۰ بلوک طی ۱ ماه (یا بیشتر). با اینکار توزیع احتمالی (و در نتیجه میانگین) مربوط به تعداد تخلیه و بارگیری کانتینرهای رسیده در یک دوره و همچنین توزیع تعداد دوره هایی که یک کانتینر در محوطه باقی خواهند ماند بدست می‌آید.

فصل دوم: یک رویکرد کارا جهت زمانبندی جرثقیل‌های کانتینری

۲-۱- مقدمه

بهره‌وری هر ترمینالی می‌تواند برحسب بهره وری دو نوع عملیات عمده سنجیده شود. اول عملیات تخلیه[۱۹] و بارگیری[۲۰] کانتینرها از/به کشتی‌ها (عملیات کشتی) و دیگری عملیات دریافت و تحویل کانتینرها از/به وسائط حمل و نقل یا تریلرها می‌باشد. فرآیند برنامه‌ریزی عملیات تخلیه و بارگیری شامل برنامه‌ریزی اسکله، زمانبندی جرثقیل بارگیری (QC)[۲۱] (که در حالت عملی زمانبندی کار نامیده می‌شود) و تعیین توالی تخلیه و بارگیری می‌باشد. در طول فرآیند برنامه‌ریزی اسکله، زمان و مکان پهلوگیری یک کشتی در لنگرگاه مشخص می‌گردد. مسأله زمانبندی جرثقیل بارگیری (QCS) عبارت است از تعیین توالی و زمانبندی سرویس محموله ها[۲۲] در یک کشتی توسط جرثقیل. داده‌های ورودی برای مسأله QCS شامل نحوه چیدمان بار[۲۳] یک کشتی، زمان آماده سازی هر جرثقیل، و یک نقشه محوطه اسکله که مکانهای ذخیره سازی کانتینرها یا همان بلوک‌ها را نشان می‌دهد. در عملیات دریافت و تحویل کانتینرها، توالی تخلیه و بارگیری تک تک کانتینرها برمبنای زمانبندی ارایه شده برای جرثقیل تعیین می‌گردد. در واقع مسأله QCS مربوط به دومین مرحله عملیات کشتی می‌باشد.

هدف از مطالعه مسأله QCS ؛ تعیین توالی عملیات تخلیه و بارگیری هر جرثقیل می‌باشند، بطوریکه زمان تکمیل عملیات کشتی کمینه گردد. شکل (۲-۱) ؛ نحوه کار جرثقیل بروی یک شناور را بصورت شماتیک نشان می‌دهد. کانتینرهای ورودی با لنگرگاه بارگیری یکسان؛ اندازه یکسان و حمل شده توسط یک کشتی، در یک گروه از کانتینرها قرار داده می‌شوند. بطور مشابه، کانتینرهای خروجی با مقصد و اندازه یکسان و همچنین بارگزاری شده بروی یک کشتی نیز در یک گروه قرار داده می‌شوند. برای کارایی در عملیات تخلیه و بارگیری، در نحوه چیدمان بار در یک کشتی، مجموعه‌ای از مجاری یا درگاه‌هایی[۲۴] که در یک کشتی در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند، معمولاً به کانتینرهای یک گروه تخصیص داده می‌شوند. در نحوه چیدمان جهت بارگیری، یک دسته[۲۵] به مجموعه‌ای از درگاه‌های مجاور گفته می‌شود که

---

[19] Discharge
[20] Loading
[21] Quay Crane (QC)
[22] Bay
[23] Stowage
[24] Slot
[25] Cluster

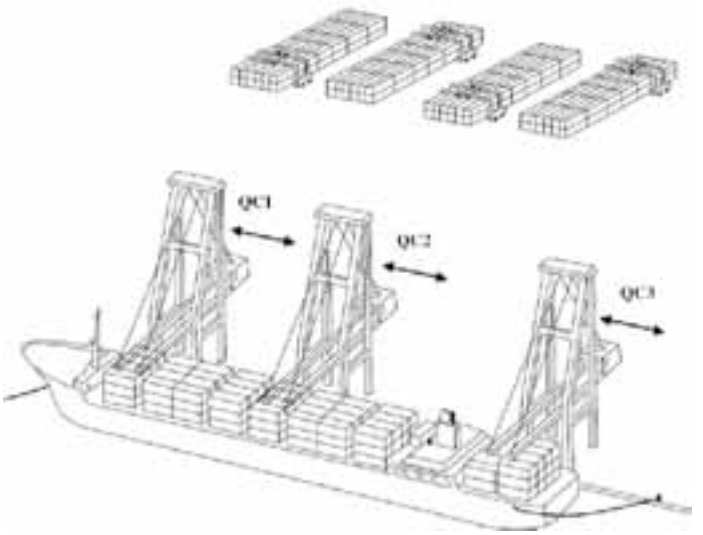
کانتینرهای مربوط به یک گروه از آنها بارگیری می‌شوند. بطور مشابه، در نحوه چیدمان جهت تخلیه، یک دسته دلالت بر مجموعه‌ای از درگاه‌ها دارد که کانتینرهای ورودی مربوط به یک گروه بروی آنها انبار می‌شوند. شکل (۲-۲) نحوه چیدمان بروی یک کشتی نمونه را نشان می‌دهد. این شکل بیانگر چهار برش مقطعی ار نحوه چیدمان می‌باشد. هر برش مربوط است به یک Ship-bay که توسط اعداد فرد ۱ تا ۷ شماره گذاری شده است. هر مربع کوچک معرف یک درگاه می‌باشد. مربع‌های سایه دار مربوط به درگاه هایی می‌باشند که در این ترمینال، کانتینرها باید بروی آنها تخلیه یا از آن بارگیری شوند. الگوهای سایه دار در هر درگاه معرف گروه خاصی از کانتینرها می‌باشند که باید از/به درگاه‌های متناظر تخلیه یا بارگیری شوند. شکل (۲-۲)، نشان می‌دهد که چهار گروه از کانتینرها باید از پنج دسته از درگاه‌ها تخلیه شده و سپس به پنج دسته از درگاه‌ها بارگیری شوند.

ما می‌توانیم هر عملیات تخلیه یا بارگیری را به عنوان یک وظیفه یا کار [۲۶] در سیستم تعریف کنیم. ابتدا فرض می‌کنیم که هروقت یک جرثقیل شروع به عملیات تخلیه یا بارگیری از/به یک دسته از درگاه‌ها نمود، این کار بطور پیوسته آنقدر ادامه می‌یابد تا همه درگاه‌های موجود در دسته خالی/پر شوند. در واقع ما فرض می‌کنیم که کار جابه جایی برای یک دسته یک Job می‌باشد. با این تعریف و با توجه به مفروضات پیشین، مسأله QCS مشابه مسأله زمانبندی m ماشین موازی می‌باشد، بطوریکه هر جرثقیل مبین یک ماشین بوده و هدف کاهش makespan می‌باشد. البته تفاوتهای اساسی نیز بین دو مسأله فوق وجود دارد. بعنوان نمونه، وقتی عملیات تخلیه و بارگیری باید در ship-bay خاصی انجام شود، عملیات تخلیه مقدم بر عملیات بارگیری می‌باشد. وقتی عملیات تخلیه در یک ship-bay در حال انجام است، وظایف بروی عرشه کشتی[۲۷] باید قبل از وظایف در انبار کالای همان ship-bay انجام گیرد. همچنین عملیات بارگیری در یک انبار کالا مقدم بر وظیفه بارگیری بروی عرشه همان ship-bay می‌باشد. در نتیجه در بین دسته‌ها روابط تقدمی‌وجود دارد که باید در طول عملیات کشتی رعایت گردد. همچنین باید توجه کنیم که، QCها بروی خط سیر یکسانی حرکت می‌کنند. بنابراین، جفت‌های خاصی از وظایف که مکان دسته متناظر با آنها خیلی به یکدیگر نزدیک است را نمی‌توان همزمان انجام داد، چراکه دو QC مجاور باید حداقل به اندازه یک ship-bay از یکدیگر فاصله داشته باشند، تا بتوانند وظایف خود را بدون مداخله و

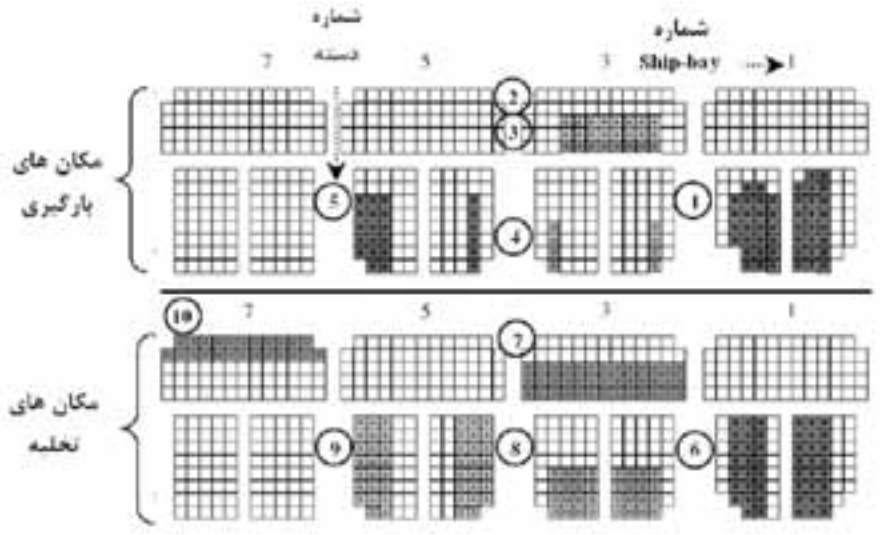
[26] Task or Job
[27] Deck

ممانعت انجام دهند. همچنین اگر کانتینرهای مربوط به دو وظیفه خاص باید از(به) مکان خاصی در محوطه برداشته (تحویل داده) شوند، آنگاه آن دو وظیفه را نیز نمی‌توان همزمان انجام داد، چراکه منجر به مداخله درکار جرثقیل‌های محوطه که کانتینرهای مربوطه را جابه جا می‌کنند، خواهد شد.

شکل (۲-۳) مبین یک زمانبندی QC می‌باشد؛ بطوریکه تعداد کانتینرها در هر دسته، توالی وظایفی که باید انجام شود و همچنین زمان انجام وظایف را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱- نحوه استقرار جرثقیل‌ها بروی یک شناور



شکل ۲-۲- یک برنامه بارگیری و تخلیه نمونه

جدول ۲-۱- یک زمانبندی نمونه برای QC ها

زمانبندی QC													
QC1 (زمان عملیات: ۹ صبح الی ۱۲ ظهر)							QC2 (زمان عملیات: ۹ صبح الی ۱۲ ظهر)						
توالی عملیات	تعداد دسته	مکان وظیفه	نوع وظیفه	تعداد کانتینرها	زمان شروع	زمان اتمام	توالی عملیات	تعداد دسته	مکان وظیفه	نوع وظیفه	تعداد کانتینرها	زمان شروع	زمان اتمام
۱	۶	۱-Hold*	D**	۴۷	09:00	09:47	۱	۷	۳-Deck	D	39	09:00	09:39
۲	۱	۱-Hold	L**	۴۲	9:047	10:29	۲	۹	۵-Hold	D	46	09:41	10:26
۳	۸	۳-Hold	D	۳۲	10:30	11:03	۳	۵	۵-Hold	L	23	10:26	10:49
۴	۴	۳-Hold	L	۸	11:03	11:11	۴	۱۰	۷-Deck	D	24	10:51	11:14
۵	۳	۱-Deck	L	۸	11:11	11:19							
۶	۲	۱-Deck	L	۱۶	11:19	11:35							

* انبار کالا مربوط به ship-bay ۱

** D = تخلیه و L = بارگیری

۲-۲- فرموله کردن مسأله

در این بخش یک مدل ریاضی برای مسأله زمانبندی QC ارایه می‌گردد. مفروضات مسأله عبارتند از :

۱- هرQC بمحض دسترسی قادر به انجام عملیات می‌باشد.
۲- QCها بروی یک خط سیر بوده و درنتیجه نمی‌توانند مسیریکدیگر را قطع کنند.
۳- بین برخی وظایف روابطه تقدمی‌وجود دارد.
۴- برخی وظایف وجود دارند که نمی‌توان آنها را همزمان انجام داد.

۲-۲-۱- نوتاسیون

- اندیس ها

i و j شمارنده وظایفی که باید انجام شوند. وظایف به ترتیب صعودی مکان مربوط به خود در جهت افزایش شماره ship-bay مرتب شده‌اند.

k شمارنده QC، بطوریکه $k=1,2,\ldots,K$. جرثقیلهای بارگیری نیز به ترتیب صعودی مکان مربوط به خود در جهت افزایش شماره ship-bay مرتب شده‌اند.

- پارامترهای ورودی

p_i زمان موردنیاز برای انجام وظیفه i.

r_k زودترین زمان دسترسی جرثقیل k.

l_i مکان وظیفه i که برحسب شماره ship-bay بیان می‌شود.

l^0_k مکان شروع بکار جرثقیل k که برحسب شماره ship-bay بیان می‌شود (مثلاً از شناور قبلی).

$l^{(n+1)}_k$ مکان پایانی جرثقیل k که برحسب شماره ship-bay بیان می‌شود. اگر یک وظیفه مربوط به شناور بعدی از پیش به جرثقیل k تخصیص داده شده باشد، مقدار این پارامتر مشخص می‌باشد.

t_{ij} زمان جابه جایی یک جرثقیل از مکان وظیفه i (l_i) به مکان وظیفه j (l_i). مقادیر t^k_{0j} و $t^k_{j(n+1)}$ به ترتیب مبین زمان جابه جایی از مکان اولیه جرثقیل k یعنی l^0_k به l_i و از l_i به مقصد نهایی جرثقیل k یعنی $l^{(n+1)}_k$ می‌باشند.

M یک عدد به اندازه کافی بزرگ (جریمه).

α_1 وزن داده شده به makespan یا حداکثر زمان تکمیل وظایف.

α_2 وزن داده شده به مجموع زمان تکمیل وظایف.

- مجموعه‌ها اولیه

Ω مجموعه شامل کلیه وظایف، بطوریکه $|\Omega|=n$.

Ψ مجموعه شامل جفت وظایفی که نمی‌توانند بطورهمزمان انجام شوند. وقتی وظایف i وj نتوانند بصورت همزمان انجام شوند، آنگاه $(i,j \in \Psi)$بنابراین در عمل این مجموعه معرف یک ماتریس مربع صفر- یک می‌باشد؛ بطوریکه عناصر یک مبین عدم همزمانی کارهای متناظر می‌باشند.

ϕ مجموعه شامل جفت وظایفی که بین آنها روابط تقدمی‌وجود دارد. اگر وظیفه iمقدم بر وظیفه jباشد آنگاه $(i,j \in \Phi)$ این مجموعه نیز بطور مشابه معرف یک ماتریس مربع صفر- یک می‌باشد، بطوریکه عناصر یک معرف وجود روابط تقدمی‌بین وظایف متناظر می‌باشند.

- متغیرهای تصمیم

X^k_{ij} برابر ۱ است هرگاه جرثقیل k وظیفه jرا بلافاصله بعد از وظیفه i انجام دهد. وظایف مجازی 0 و $n+1$ مبین وضعیت‌های اولیه و نهایی برای هر جرثقیل می‌باشند. درنتیجه وقتی وظیفه jبعنوان اولین وظیفه جرثقیل k باشد آنگاه داریم: $X^k_{0j}=1$.

Y_k زمان تکمیل جرثقیل k.

D_i زمان تکمیل وظیفه i.

Z_{ij} برابر ۱ است؛ هرگاه وظیفه jبعد از زمان تکمیل وظیفه i شروع شود.

W برابر حداکثر زمان تکمیل یا همان makespan می‌باشد.

با توجه به نوتاسیون فوق؛ مدل ریاضی بصورت زیر نوشته می‌شود:

$$\min Z = \alpha_1 W + \alpha_2 \sum_{k=1}^{K} Y_k \qquad (۱)$$

s.t:

$$Y_k \le W \qquad k=1,\ldots,K \qquad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{oj}^{k} = 1 \qquad k = 1,...,K \qquad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{i(n+1)}^{k} = 1 \qquad k = 1,...,K \qquad (۴)$$

$$\sum_{k=1}^{K}\sum_{i=0}^{n} X_{ij}^{k} = 1 \qquad j = 1,...,n,\ j \neq i \qquad (۵)$$

$$\sum_{j=1,\ j\neq i}^{n+1} X_{ij}^{k} - \sum_{j=0,\ j\neq i}^{n} X_{ji}^{k} = 0 \qquad i = 1,...,n;\ \ k = 1,...,K \qquad (۶)$$

$$D_i + t_{ij} + p_j - D_j \leq M\left(1 - X_{ij}^{k}\right) \qquad i,j = 1,...,n;\ i \neq j,\ k = 1,...,K \qquad (۷)$$

$$D_i + p_j \leq D_j \qquad \forall (i,j) \in \Phi \qquad (۸)$$

$$D_i - D_j + p_j \leq M\left(1 - Z_{ij}\right) \qquad i,j = 1,...,n;\ i \neq j \qquad (۹)$$

$$Z_{ij} + Z_{ji} = 1 \qquad \forall (i,j) \in \Psi \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{v=1}^{k}\sum_{u=0,u\neq j}^{n} X_{uj}^{v} - \sum_{v=1}^{k}\sum_{u=0,u\neq i}^{n} X_{ui}^{v} \leq M\left(Z_{ij} + Z_{ji}\right) \qquad i,j = 1,...,n;\ i \neq j;\ l_i < l_j,\ k = 1,...,K \qquad (۱۱)$$

$$D_j + t_{j(n+1)}^{k} - Y_k \leq M\left(1 - X_{j(n+1)}^{k}\right) \qquad j = 1,...,n;\ k = 1,...,K \qquad (۱۲)$$

$$r_k - D_j + t_{0j}^{k} + p_j \leq M\left(1 - X_{0j}^{k}\right) \qquad j = 1,...,n;\ k = 1,...,K \qquad (۱۳)$$

$$X^{k}_{ij},\ Z_{ij} \in \{0,1\},\ Y_k,\ D_i \geq 0.$$

تابع هدف ارایه شده در رابطه (۱) یک ترکیب خطی از makaspan و مجموع زمان تکمیل وظایف می‌باشد. در اینجا فرض می‌کنیم که همواره $\alpha_1 >> \alpha_2$ یعنی همواره کمینه سازی makaspan مهمتر از کمینه سازی مجموع زمان تکمیل وظایف می‌باشد؛ چراکه یک شناور زمانی می‌تواند ترخیص شود که QC تخصیص یافته به آن کلیه وظایف محوله را به اتمام برساند، در نتیجه تسریع در زمان ترخیص شناورها هدف اولیه و اساسی مسأله زمانبندی QCها می‌باشد. از طرف دیگر در بین حل‌های پاراتویی که دارای کمترین makaspan می‌باشند، آن جوابهایی مطلوب‌تر می‌باشند که مجموع کل زمان تکمیل جرثقیل‌ها نیز کمترین باشد، چرا که در اینصورت QCهای بیشتری برای دیگر شناورها زودتر در دسترس قرار خواهند گرفت. محدودیت (۲) مقدار makaspan را محاسبه می‌کند. محدودیت‌های (۳) و

(۴) به ترتیب اولین و آخرین وظایف تخصیص یافته به هر جرثقیل را انتخاب می‌کنند. محدودیت (۵) تضمین می‌کند که هر وظیفه باید فقط توسط یک QC تکمیل شود. رابطه (۶) مبین محدودیت تعادل جریان در زمانبندی می‌باشد بطوریکه تضمین می‌کند وظایف تحت یک توالی معینی انجام شوند. به عبارت دیگر هر وظیفه بروی یک QC باید دقیقاً قبل و بعد از وظایف معینی (شامل وظایف مجازی) انجام شود. محدودیت (۷) بطورهمزمان زمان تکمیل وظایف را تعیین کرده و زیرتورها را حذف می‌نماید. به عبارت دیگر اگر $X^k_{ij}=1$ آنگاه حکم می‌کند که $D_j \geq D_i+t_{ij}+\underline{p_i}$. محدودیت (۸) رعایت روابط تقدمی‌موجود در بین وظایف را کنترل می‌نماید. محدودیت (۹) توالی انجام وظایف را تعیین می‌کند. به عبارت دیگر اگر $D_j \geq D_i+p_i$ آنگاه حکم می‌کند که $Z_{ij}=1$. محدودیت (۱۰) به کمک محدودیت قبلی تضمین می‌کند که اگر $(i,j \in \Psi)$ آنگاه دو وظیفه i و j همزمان انجام نشوند. محدودیت (۱۱) از تداخل بین انجام وظایف QCها جلوگیری می‌کند (شکل ۲-۳ را ببینید). فرض کنید وظایف i و j بطورهمزمان انجام می‌شوند و $l_i < l_j$ ؛ در نتیجه $Z_{ij}+ Z_{ji}=0$ (توجه کنید که هم وظایف و هم QCها بترتیب افزایشی مکان نسبی خود در جهت افزایش شماره ship-bay مرتب شده-اند). حال فرض کنیدکه جرثقیل k_1 وظیفه j و جرثقیل k_2 وظیفه i را انجام می‌دهد، بطوریکه $k_1<k_2$. در نتیجه بین عملکرد جرثقیل‌های k_1 و k_2 تداخل پیش خواهد آمد. این تداخل را در زبان ریاضی بصورت زیر می‌توان تعریف کرد:

$$\sum_{v=1}^{k_1}\sum_{u=0}^{n} X_{uj}^{v} - \sum_{v=1}^{k_1}\sum_{u=0}^{n} X_{ui}^{v} = 1$$

محدودیت (۱۱) از تحقق رابطه فوق جلوگیری خواهد کرد. به عبارت دیگر رابطه (۱۱) تضمین می‌کند وظایفی که بطور همزمان انجام می‌شوند، به یک جرثقیل تخصیص داده شوند. چرا که با فرض $Z_{ij}+Z_{ji}=0$ ، رابطه (۱۱) با دسته محدودیت‌های زیر هم ارز می‌باشد.

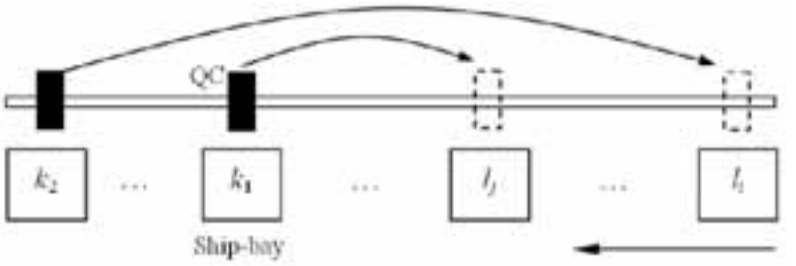
$$\sum_{u=0}^{n} X_{uj}^{1} \leq \sum_{u=0}^{n} X_{ui}^{1} \qquad (۱-۱۱)$$

$$\sum_{u=0}^{n} X_{uj}^{1} + \sum_{u=0}^{n} X_{uj}^{2} \leq \sum_{u=0}^{n} X_{ui}^{1} + \sum_{u=0}^{n} X_{uj}^{2} \qquad (۲-۱۱)$$

$$\vdots$$

$$\sum_{v=1}^{k}\sum_{u=0}^{n} X_{uj}^{v} \leq \sum_{v=1}^{k}\sum_{u=0}^{n} X_{ui}^{v} \qquad (۳-۱۱)$$

مثلاً رابطه (۱۱-۱) بیان می‌کند که اگر وظیفه i به جرثقیل ۱ تخصیص یابد، آنگاه وظیفه jنیز باید به جرثقیل ۱ تخصیص یابد تا تداخل پردازشی رخ ندهد. همچنین رابطه (۱۱-۱) بیان می‌کند که اگر وظیفه i به جرثقیل ۱ یا ۲ تخصیص یابد آنگاه وظیفه jنیز باید به جرثقیل ۱ یا ۲ تخصیص یابد تا تداخل پردازشی رخ ندهد. در اینحالت اگر وظیفه i به جرثقیل ۱ و وظیفه j به جرثقیل ۲ تخصیص یابد، بدین معنی است که دو وظیفه ۱و ۲ می‌توانند بصورت همزمان انجام شوند، هرگاه روابط تقدمی‌بین آنها وجود نداشته و همچنین محدودیت پردازش همزمان نیز نداشته باشند.



شکل ۲-۳- امکان رخداد تداخل پردازشی بین جرثقیل‌ها

در ادامه محدودیت (۱۲) زمان تکمیل هر QC را محاسبه می‌کند. محدودیت (۱۳) زودترین زمان شروع عملیات توسط هر QC را محدود می‌کند. به عبارت دیگر اگر j اولین وظیفه‌ای باشد که باید بروی جرثقیل k انجام شود یعنی X^k_{0j}؛ آنگاه $D_j \geq r_k + t^k_{0j} + p_j$.

۲-۳- یک رویکرد شاخه – کرانه (B&B) برای حل مدل ارایه شده

در این بخش یک رویکرد برمبنای روش B&B جهت حل مدل ارایه شده؛ تشریح می‌گردد. ابتدا فرض می‌کنیم که یک حل بصورت یک توالی از همه وظایف نشان داده می‌شود. اگر یک توالی از وظایف داده شده باشد، آنگاه یک زمانبندی QC با توجه به توالی داده شده می‌توان ایجاد نمود بدین ترتیب که اولین وظیفه تخصیص نیافته در توالی به QC تخصیص یابد که با توجه به وظایفی که قبلاً بدان تخصیص یافته است، دارای زودترین زمان تکمیل باشد. به این

روش اصطلاحاً زمانبندی فهرست وار[۲۸] گفته می‌شود. بهرحال، وقتی زمان تکمیل QCها محاسبه می‌شود، باید زمان تأخیر(یا زمان بیکاری) ایجاد شده که بدلیل جلوگیری از عدم تداخل عملیاتی جرثقیل‌ها می‌باشد نیز لحاظ گردد. این زمان تأخیر بطور خودکار در مدل ارایه شده درنظر گرفته شده است. در روش زمانبندی فهرست وار فرض زمان بیکاری در نظر گرفته نمی‌شود.

اساس روش B&B، کاوش درختی جواب‌ها (به عنوان گره ها) با شروع از گره ریشه در سطح صفر و ادامه آن در سطوح پایین تر می‌باشد. تعداد سطوح در درخت جواب برای مسأله زمانبندی QC برابر تعداد وظایف می‌باشد. در هر سطح، یک وظیفه درطول فرآیند شمارش انتخاب می‌گردد. بنابراین یک گره در سطح i مربوط به یک جواب خاص می‌باشد که وظایف اول تا i ام را در برمی‌گیرد. جهت تشریح فرآیند حل، نوتاسیون زیر تعریف می‌شود:

W_k مجموعه همه وظایف تخصیص داده شده به جرثقیل k.

S_k توالی وظایف تخصیص داده شده به جرثقیل k.

c_k زمان تکمیل جرثقیل k در گره جاری در درخت جستجوی B&B.

l^c_k مکان جرثقیل k بعد از اینکه آخرین وظیفه در لیست S_k گره جاری انجام شود.

شرایط اولیه در گره ریشه درخت جستجو، عبارت است از

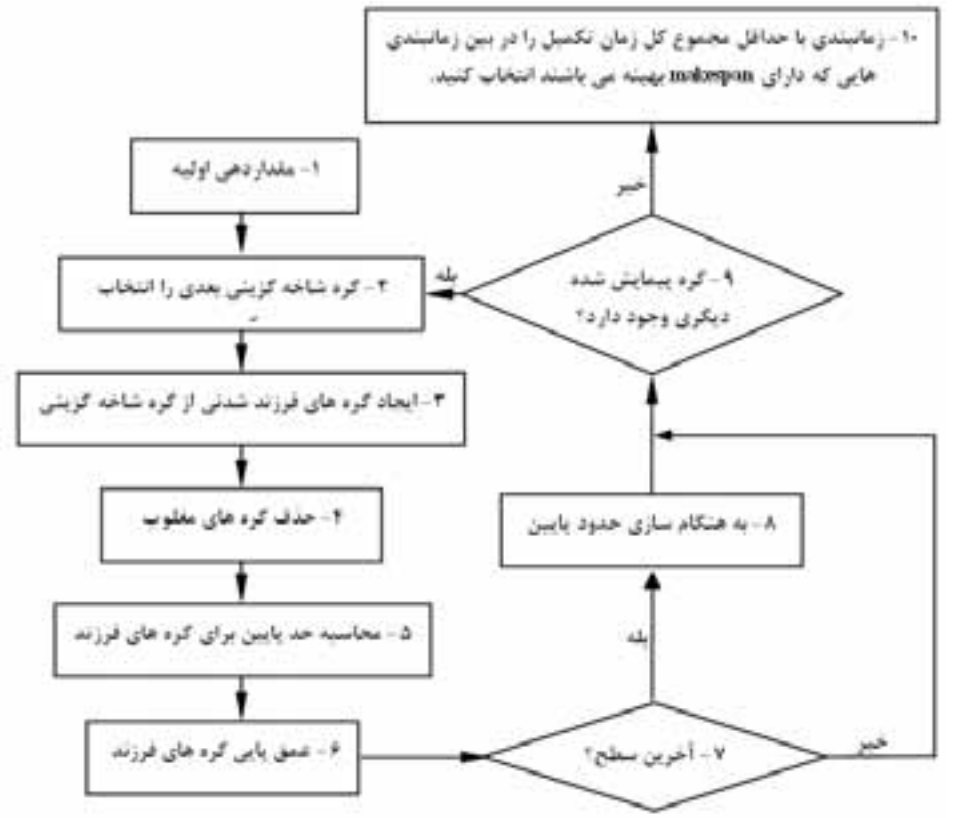
$$l^c_k = l^0_k,\ c_k = 0,\ S_k = \text{NULL},\ W_k = \varnothing$$

در هر گره، یک جواب بصورت $\{S_k\}$; k=1،...،K ارایه می‌گردد. رویه کلی حل در شکل (۲-۴) نشان داده شده است. تشریح گام‌های رویه حل بصورت زیر می‌باشد:

۱- *انتخاب گره شاخه‌ای بعدی تا یافتن یک حل شدنی:* تا زمانیکه یک حل شدنی یافت شود، یک جستجوی عمقی[۲۹] انجام خواهد شد. بدین ترتیب که، گره بعدی از بین گره‌های اخیراً ایجاد شده برای شاخه گزینی انتخاب می‌گردد. گره با حداقل حد پایین (LB)[۳۰] دربین گره‌های اخیراً تولید شده، بعنوان ریشه برای شاخه زنی بعدی انتخاب خواهد شد. این جستجوی عمقی آنقدر ادامه می‌یابد که اولین حل شدنی یافت شود. مقدار هدف بدست آمده از این حل شدنی بعنوان مقدار اولیه حد بالای (UB)[۳۱] ارزش بهینه تابع هدف تعیین می‌گردد.

---

[28] List Scheduling
[29] Dept-First
[30] Lower Bound
[31] Upper Bound



شکل ۲-۴- رویه کلی رویکرد B&B

۲- *انتخاب گره شاخه زنی بعدی بعد از اینکه اولین حل شدنی بدست آمد*: وقتی اولین حل شدنی بدست آمد، کلیه گره‌ها با جواب‌های ناتمام یا جزیی برای شاخه زنی بعدی کاندید خواهند شد. معیار انتخاب برای گره شاخه زنی بعدی کماکان همان حداقل حد پایین می‌باشد.

۳- *ایجاد گرههای فرزند شدنی از گره شاخه زنی*: در ابتدا: در بین S_jها بطوریکه $j=1,...,k$؛ توالی S_k با حداقل مقدار c_k انتخاب می‌گردد. سپس هر وظیفه باقیمانده به این توالی اضافه خواهد شد تا گره فرزند ایجاد شود. در طی فرآیند، آن دسته از وظایف باقیمانده که محدودیت تقدمی‌بین وظایف (رابطه ۸) و یا محدودیت

عدم تداخل پردازشی بین QCها (روابطه ۱۰ و ۱۱) را نقض می‌کنند، باید حذف شوند.

۴- *حذف گره‌های مغلوب:* فرض کنید بیش از یک گره وجود دارد که دارای عناصر $\cup W_k$ و مقدار $l^c{}_k$ یکسان به ازای همه kها می‌باشند. در اینحالت می‌گوییم گره a بر گره b قالب می‌باشد، هرگاه مقدار c_k گره a کمتر یا مساوی c_k گره b به ازای همه kها باشد، و حداقل یک k وجود داشته باشد که به ازای آن مقدار c_k گره a دقیقاً کوچکتر از مقدار c_k گره b باشد. بنابراین کلیه گره‌های مغلوب شده توسط دیگر گره‌ها حذف خواهند شد.

۵- *محاسبه حد پایین گره‌های فرزند:* برای هر گره، یک مقدار LB محاسبه شده و با مقدار LB فعلی ارزش بهینه هدف مقایسه می‌گردد. اگر این مقدار بزرگتر از مقدار LB فعلی باشد، آنگاه زیردرخت متصل به این گره بیش از این رشد نخواهد کرد. یعنی از این گره نیاز به شاخه گزینی نمی‌باشد.
وقتی مکان QCها و باقیمانده وظایف داده شده باشد، مطابق شکل ۲-۵، بازه $(l^c{}_k$، $l^c{}_{k+1})$ توسط موقعیت وظایف به چندین بخش تقسیم خواهد شد. فرض کنید مجموعه وظایف باقیمانده را با $U(=\Omega-\cup_{k\in C}W_k)$ نشان دهیم و طول بخش i ام با u_{ki} نشان داده شود، که برحسب واحد زمان جابه جایی QCها بیان می‌شود. پس برای یک گره در درخت جستجو، مقدار حد پایین بروی ارزش بهینه هدف بصورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$LB1 = \max_m \left\{ \max_k \left(c_k \right), b_m \right\} \qquad (۱۴)$$

بطوریکه

$$b_m = \frac{1}{K} \left\{ \sum_{k\in C} c_k + \sum_{i\in U} p_i + QC_{\text{travel}} \right\} \qquad (۱۵)$$

$$QC_{\text{travel}} = t_l + t_b + t_r \qquad (۱۶)$$

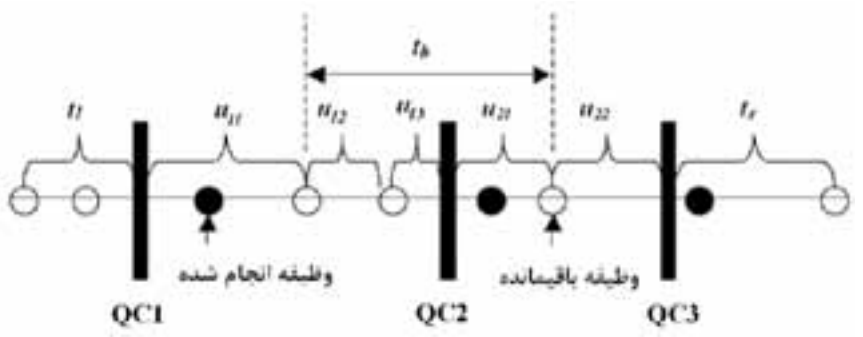
$$t_l = \max_{j\in U} \left\{ l_1^c - l_j, 0 \right\} \qquad (۱۷)$$

$$t_r = \max_{j\in U} \left\{ l_j - l_K^c, 0 \right\} \qquad (۱۸)$$

$$t_b = \sum_{k=1}^{K} u_k \qquad (۱۹)$$

$$u_k = \sum_{i} u_{ki} - \max_{i}\{u_{ki}\} \qquad (۲۰)$$

حال تشریح خواهیم کرد که چرا رابطه (۱۴) معرف یک حد پایین برای ارزش بهینه هدف می‌باشد. مقدار t_l معرف حدپایین بروی زمان جابه جایی یک QC برای انجام چپ ترین وظیفه در توالی می‌باشد، در حالیکه t_r برابر با زمان موردنیاز برای جابه جایی یک QC برای انجام راست‌ترین وظیفه در توالی می‌باشد. حال فرض کنید بازه (l^c_{k+1}، l^c_k) برطبق موقعیت-های مختلف وظایف باقیمانده به m قسمت تقسیم گردد. پس، برای تکمیل وظایف بین دو QC متوالی، حداقل $(m\text{-}1)$ قسمت باید توسط حرکتهای QC تحت پوشش قرار گیرد. بدلیل اینکه u_k برابر حداقل مجموع طول $(m\text{-}1)$ قسمت می‌باشد، در نتیجه u_k معرف حد پایین بروی زمان جابه جایی دو QC متوالی جهت تکمیل کلیه وظایف باقیمانده بین جرثقیل k و $k+1$ می‌باشد. بنابراین $QC_{\text{travel}} = t_l+t_r+t_b$ برابرحد پایین بروی زمان جابه جایی QCهای متوالی جهت تکمیل همه وظایف باقیمانده می‌باشد. از اینرو، $\left\{\sum_{k\in C} c_k + \sum_{i\in U} p_i + QC_{\text{travel}}\right\}$ کمتر یا مساوی حداقل مجموع زمان تکمیل QCها می‌باشد. بنابراین، makspan بهینه باید بزرگتر یا مساوی کل زمان تکمیل تقسیم بر تعداد جرثقیل‌ها باشد. در نتیجه ثابت شد که رابطه (۱۴) معرف یک حد پایین بروی ارزش بهینه هدف است.



شکل ۲-۵- تشریح پارامترهای تعریف شده برای تعریف حد پایین بروی مقدار بهینه تابع هدف

حد پایین دیگری بنام LB2 مشابه LB1 نیز می‌توان تعریف کرد، با این تفاوت که مقدار دقیق کمترین زمان جابه جایی QCها بعنوان QC_{travel} مورد استفاده قرار خواهد گرفت، درنتیجه LB2 از LB1 قویتر می‌باشد. مسأله یافتن مقدار دقیق کمترین زمان جابه جایی QCها هم ارز مسأله فروشنده دوره گرد چندگانه (MTSP) می‌باشد. جهت یافتن حل بهینه مسأله MTSP، وظایف باید بصورت بهینه به یکی از QCها تخصیص یافته و مسیر مسافرت بهینه برای هر QC جهت ملاقات موقعیت همه وظایف تخصیص یافته تعیین شود.

با این فرض که همه وظایف و همچنین QCها بروی یک خط راست قرار گرفته‌اند، تخصیص بهینه وظایف را بصورت زیر می‌توان بدست آورد: بازه (l^c_k ،l^c_{k+1}) را به دو زیربازه چپ و راست تقسیم نمایید. سپس، وظایف موجود در زیربازه چپ را به جرثقیل k و وظایف موجود در زیربازه راست را به جرثقیل $k+1$ تخصیص دهید. از اینرو، برای یافتن تخصیص بهینه، کافی است کلیه نقاط تقسیم ممکن را بررسی کنیم، که به معنای تخصیص‌های متفاوت وظایف بین QCهای مجاور می‌باشد. بعد از اینکه کلیه وظایف به QCها تخصیص داده شدند، زمان مسافرت بصورت زیر کمینه می‌گردد:

$$QC_{travel} = \sum_{k=1}^{K} t_k \qquad (۲۱)$$

بطوریکه

$$t_k = \max\left\{\left(l_k^c - l_{kl}\right), \left(l_{kr} - l_k^c\right)\right\} + 2\min\left\{\left(l_k^c - l_{kl}\right), \left(l_{kr} - l_k^c\right)\right\} \qquad (۲۲)$$

در رابطه (۲۲)، l_{kl} مبین موقعیت چپ ترین وظیفه در بین وظایف موجود در سمت چپ مکان جرثقیل k می‌باشد، درحالیکه l_{kr} مبین مکان راست ترین وظیفه در بین وظایف موجود در سمت چپ مکان جرثقیل k می‌باشد. فرض کنید که l_{ck}-$l_{kl} \leq l_{kr}$-l_{kc} ؛ پس جرثقیل k می‌تواند زمان مسافرت خود را اول با حرکت به مکان چپ ترین وظیفه و سپس با حرکت به مکان راست ترین وظیفه کمینه نماید. در چنین حالتی، زمان مسافرت جرثقیل k برابر است با $\left(l_{kr} - l_k^c\right) + 2\left(l_k^c - l_{kl}\right)$. وقتی l_{ck}-$l_{kl} > l_{kr}$-l_{kc} باشد؛ آنگاه زمان مسافرت جرثقیل k برابر $\left(l_k^c - l_{kl}\right) + 2\left(l_{kr} - l_k^c\right)$ خواهد بود. توجه کنید که l_{kr} و l_{kl} به ترتیب برابر $l^k{}_c$ خواهند بود هرگاه هیچ وظیفه‌ای به بازه سمت راست یا چپ جرثقیل k تخصیص نیافته باشد.

۶- *توقف فرآیند جستجو* : اگر گره دیگری با یک جواب ناتمام باقی نمانده باشد؛ آنگاه الگوریتم پایان خواهد یافت. در اینحالت زمانبندی با کمترین makespan را انتخاب کنید؛ اگر چندین جواب بهینه موجود می‌باشد (حالت تباهیدگی)، آنگاه در بین آنها زمانبندی با کمترین مجموع کل زمان تکمیل را انتخاب کنید.

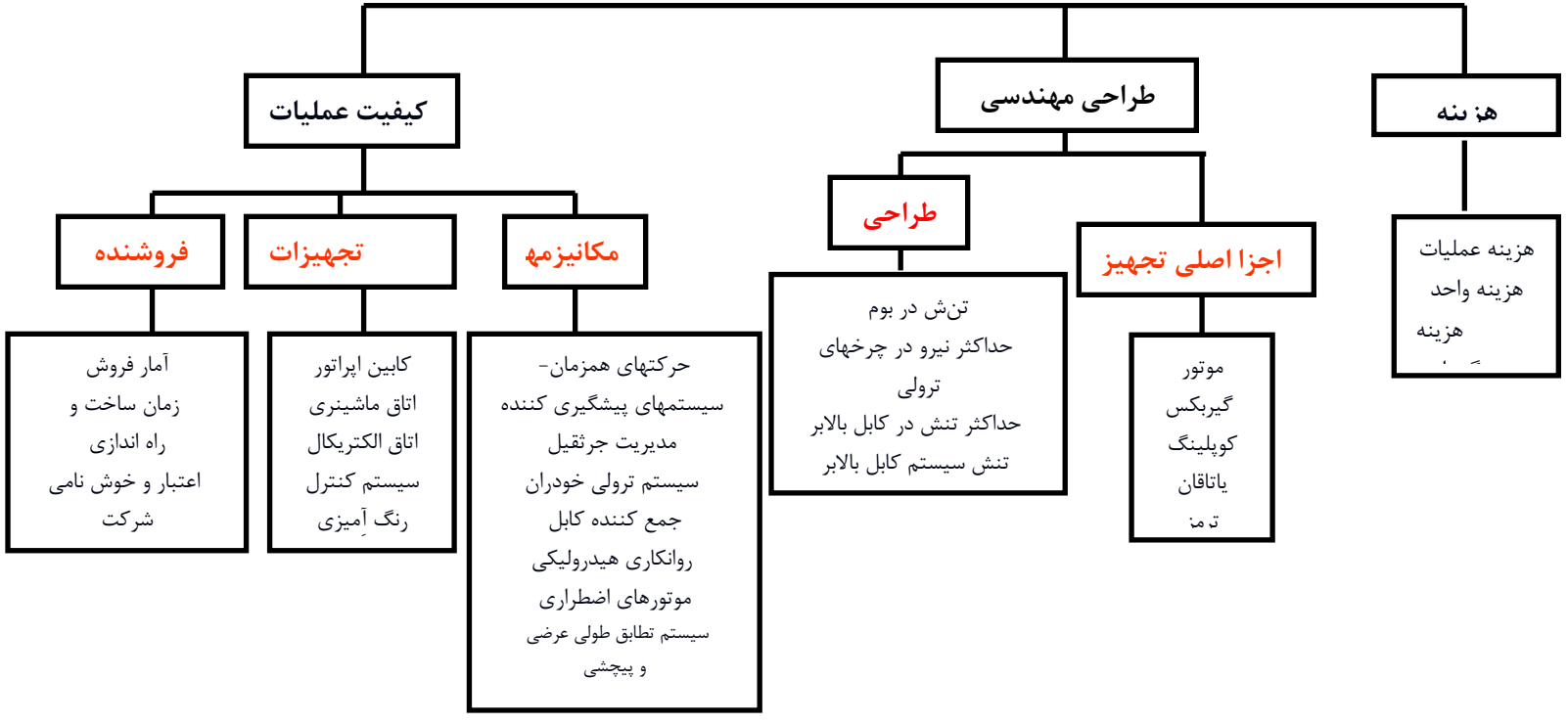
فصل سوم: کاربرد تکنیکهای تصمیم گیری در خرید تجهیزات

۳-۱- مقدمه:

سازمان بنادر و کشتیرانی در فاز جدید توسعه بندر شهید رجایی جهت تجهیز اسکله کانتینری قصد خرید یک دستگاه گنتری را دارد. گنتری جرقیل غول پیکری است که در کنار اسکله بصورت ثابت قرار گرفته و از آن جهت تخلیه و بارگیری کانتینرها از(به) کشتی به(از) اسکله استفاده می‌گردد.

از آنجایی که سرعت عملیات تخلیه و بارگیری از اهمیت فراوانی در فرایند در آمدزایی بنادر و نیز رضایت مشتریان و شرکتهای کشتیرانی برخوردار است لذا کیفیت، سرعت و سایر مشخصات گنتری بسیار حایز اهمیت می‌باشد. از سوی دیگر قیمت بالای گنتری(حدود۵،۴ میلیون دلار)، تصمیم‌گیری بهینه جهت خرید گنتری را از اهمیت فراوانی برخوردار می‌سازد.

یعنی تصمیم‌گیری بنحوی که کلیه فاکتورها ومعیارهای مختلف را به بهترین نحو در نظر گرفته و تامین نماید. در این قسمت معیارهایی(شاخصهایی) که جهت خرید گنتری از سوی معاونت خرید سازمان بنادر مورد نظر قرار می‌گیرد ارایه می‌گردد:



نمودار۳-۱- شاخصهای خرید گنتری کرین

با در نظر گرفتن معیارهای فوق رویکرد حل مساله بدین صورت خواهد بود:

۱- محاسبه ارزش یکنواخت سالیانه خرید برای هر کدام از گزینه‌ها بعنوان یکی از معیارهای اصلی (اقتصاد مهندسی).
۲- تعدیل تمامی‌معیارها به ۶ معیار اصلی با استفاده از تکنیک دلفی برای ۵ خبره. (۵ تصمیم گیرنده اصلی)
۳-تشکیل ماتریس نهایی وزین بی مقیاس شده و حل نهایی مساله با استفاده از تکنیک TOPSIS.

۳-۲- حل مساله :

هدف : خرید بهینه یک دستگاه گنتری

گزینه ها:۴ شرکت D,C,B,A

شرکت A : یک شرکت آلمانی با سابقه خوب در ارایه تجهیزات با کیفیت بالا (اما در شرایطی قرار داریم که از نظر مسایل سیاسی مشکلاتی با کشور آلمان و بالتبع با این شرکت وجود دارد)
شرکتB : یک شرکت سوئدی .
شرکت C: یک شرکت چینی .
شرکت D: یک شرکت جدیدالتا سیس ایرانی (که مسلماً خرید از آن از وجهه ملی بالایی برخوردار خواهد بود).

۳-۲-۱- مرحله اول: محاسبه ارزش یکنواخت سالیانه پروژه خرید برای هر چهار گزینه:

جدول صفحه بعد نحوه محاسبه تمامی‌درآمدها و هزینه‌های هر کدام از گزینه‌ها را جهت محاسبه نهایی نشان می‌دهد:

کارایی ×۳۰۰ × ۵۰۰ × ۱۰۰ = در آمد سالیانه
(دلار) (تعداد) (روز)

(۱۰۰ / عمر مفید) × قیمت اولیه = هزینه سالیانه

قیمت اولیه × ۱۵٪ = ارزش اسقاطی

۱۸٪ = نرخ بهره

شرکتها	قیمت اولیه (دلار)	عمر مفید (سال)	هزینه سالیانه تعمیر و نگهداری (دلار)	ارزش اسقاطی (دلار)	درآمد سالانه (دلار)
A	۴.۰۰۰.۰۰۰	۱۷	۲۳۲.۰۰۰	۶۰۰.۰۰۰	۱۵.۰۰۰.۰۰۰×۰/۸
B	۳.۴۰۰.۰۰۰	۱۵	۲۴۱.۴۰۰	۵۱۰.۰۰۰	۱۵.۰۰۰.۰۰۰×۰/۷
C	۳.۸۰۰.۰۰۰	۱۵	۲۵۰.۸۰۰	۵۷۰.۰۰۰	۱۵.۰۰۰.۰۰۰×۰/۷۸
D	۲.۰۰۰.۰۰۰	۱۰	۲۰۰.۰۰۰	۳۰۰.۰۰۰	۱۵.۰۰۰.۰۰۰×۰/۱۶

نحوه محاسبه :

درآمد سالیانه: تخلیه و بارگیری هر کانتینر ۱۰۰ دلار برای بندر درآمد دارد. هرچند که این درآمد ناشی از کلیه فعالیتهای بخشهای مختلف ترمینال کانتینری بمانند فعالیت بار کشها و ریچ استاکرها و ... می‌باشد اما چون این مقدار برای تمامی‌گزینه‌ها یکسان می‌باشد لذا تفاوتی نمی‌کند که این درآمد را تنها متعلق به گنتریها بدانیم.

از طرف دیگر بر طبق قرارداد سازمان با مجری عملیات تخلیه و بارگیری در ترمینال کانتینری(شرکت تاید واتر) هر گنتری بطور متوسط باید ۵۰۰ کانتینر را در هر ۲۴ ساعت تخلیه و بارگیری نماید. متوسط روزهای سال را که درآن کشتی برای تخلیه و بارگیری هر گنتری وجود دارد ۳۰۰ روز در نظر می‌گیریم. میزان کارایی هر گنتری را با استفاده از عملکرد گذشته و یا محاسبات کارشناسی بدست آورده و در محاسبات وارد می‌نماییم.

ارزش اسقاطی، هزینه سالیانه و نرخ بهره بر مبنای مقادیر و فرمولهای اعلام شده از سوی شرکت تاید واتر محاسبه گردیده است.

در ادامه با استفاده از تکنیک ارزش یکنواخت سالیانه (یکی از تکنیکهای اقتصاد مهندسی) میزان ارزش هر کدام از گزنه‌ها (بعنوان یک فرایند مالی) بدست می‌آید.

$$NEUA^{32}(A) = - 4000000(A/P , \%18 , 17) – 232000 +600000 (A/F , \%18 , 17) +15000000 * 0/8$$

[32] Net Equivalent Uniform Annual

NEUA(A) =11.008.934
NEUA(B) =9599204
NEUA(C) =10262057
NEUA(D) =8367733

حال تمامی این مقادیر را بعنوان مقادیر مربوط به یکی از معیارهای تصمیم‌گیری در ماتریس مربوطه قرار می‌دهیم:

	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)
شرکتها	**ارزش یکنواخت سالیانه**	**فروشنده**	**تجهیزات جانبی و امکانات**	**مکانیزمها**	**طراحی**	**اجزا اصلی تجهیز**	**وجهه ملی و سیاسی**
A	۱۱۰۰۸۹۳۴						
B	۹۵۹۹۲۰۴						
C	۱۰۲۶۲۰۵۷						
D	۸۳۶۷۷۳۳						

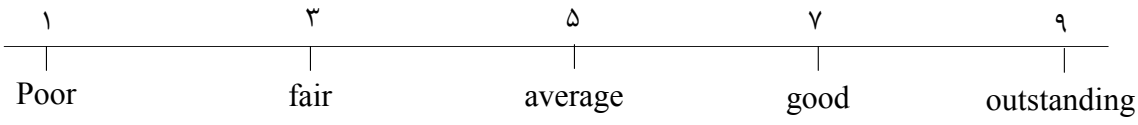
همانگونه که نمایان است ماتریسی در اختیار است که سطرهای آن نشاندهنده گزینه‌های مربوطه (که نهایتا یکی از آنها باید بعنوان گزینه بهینه انتخاب گردد) و ستونهای آن نمایانگر معیارهای مورد بررسی می‌باشد.
اولین معیار همانگونه که شرح داده شد مربوط به ارزش یکنواخت سالیانه می‌باشد.
معیارهای دوم تا پنجم مربوط به مشخصات مختلف گنتری می‌باشد (که در اینجا سرگروه هر کدام از معیارهای مختلف در نظر گرفته شده است).
معیار ششم بنا بر تقاضای سازمان در محاسبات مد نظر قرار گرفته است .
در مرحله بعد جهت تعیین وزن شاخصها و نیز جهت احتساب امتیاز هر گزینه در شاخصهای مختلف از تکنیک دلفی استفاده می‌گردد:

۳-۲-۲- مرحله اول تکنیک دلفی:

وقتی که افراد روبروی یکدیگر قرار می‌گیرند کنشهای متقابل ممکن است مانع از ابراز صریح و واقعی باورها و نظرهاشان گردد. لذا در این تکنیک سعی شده ضمن این که اعضای گروه از عقاید یکدیگر آگاه می‌شوند از این مشکلات نیز جلوگیری شود.

در این روش برای تصمیم‌گیری در یک مورد خاص گروهی را انتخاب می‌کنند و نظر آنها را طی پرسشنامه‌ای جویا می‌شوند. سپس نظرها را طبقه بندی می‌کنند و برای تمام اعضای گروه می‌فرستند. اعضای گروه نظرهای ابراز شده را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و به آنها امتیاز می‌دهند بدین ترتیب راه حلی که امتیاز بیشتری را به دست آورده به عنوان بهترین تصمیم انتخاب می‌شود.

در مورد هر معیار و امتیاز هر گزینه در هر معیار، ۵ سطح ارزش گذاری تعیین می‌گردد که پاسخ دهنده باید یکی از این سطوح را بعنوان سطح مورد عقیده خویش تعیین سازد که در ادامه برای هر سطح عددی را بعنوان امتیاز به هر سطح تخصیص داده می‌شود:



جدول فوق نتیجه نهایی تمامی این اقدامات در مرحله اول می‌باشد که بر طبق آن امتیاز هر گزینه در هر معیار بدست آمده است.

حال جدول فوق را با استفاده از فرمولهای مربوطه بی مقیاس و نرمالایز می‌گردد:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{2}}}$$

	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)
جدول ND	**ارزش یکنواخت سالیانه**	**فروشنده**	**تجهیزات جانبی و امکانات**	**مکانیزمها**	**طراحی**	**اجزاء اصلی تجهیز**	**وجهه ملی و سیاسی**
A	۰/۵۵۸	۰/۵۸۵	۰/۵۷۵	۰/۶۳۰	۰/۴۹۰	۰/۷۰۲	۰/۲۳۴
B	۰/۴۸۶	۰/۴۵۵	۰/۴۱۰	۰/۴۹۰	۰/۳۵۰	۰/۵۴۶	۰/۵۴۶
C	۰/۵۲۰	۰/۵۸۵	۰/۵۷۵	۰/۳۵۰	۰/۶۳۰	۰/۳۹۰	۰/۳۹۰
D	۰/۴۲۴	۰/۳۲۵	۰/۴۱۰	۰/۴۹۰	۰/۴۹۰	۰/۲۳۴	۰/۷۰۲

در مرحله دوم استفاده از تکنیک دلفی وزن هر یک از معیارها در تصمیم‌گیری نهایی بدست می‌آید. که نهایتاً با ضرب ماتریس اوزان در ماتریس قبلی ماتریس بی‌مقیاس وزین بدست می‌آید:

$$W*ND=ND^* = N$$

$$\begin{vmatrix} ۰/۳۵ & & & & & & \\ & ۰/۰۵ & & & & & \\ & & ۰/۰۵ & & & & \\ & & & ۰/۱ & & & \\ & & & & ۰/۱ & & \\ & & & & & ۰/۱ & \\ & & & & & & ۰/۲۵ \end{vmatrix}$$

	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)
جدول ND	ارزش یکنواخت سالیانه	فروشنده	تجهیزات جانبی و امکانات	مکانیزمها	طراحی	اجزاء اصلی تجهیز	وجهه ملی و سیاسی
A	۰/۱۹۵	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۶۳	۰/۰۴۹	/۰۷۰	۰/۰۵۸
B	۰/۱۷۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	۰/۰۳۵	۰/۰۵۴	۰/۱۳۶
C	۰/۱۸۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۶۳	۰/۰۳۹	۰/۰۹۷
D	۰/۱۴۸	۰/۰۱۶	۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۲۳	۰/۱۷۵

حال با در اختیار داشتن ماتریس وزین بی مقیاس شده محاسبات نهایی جهت تعیین گزینه مطلوب نهایی و یا رتبه بندی گزینه‌ها با استفاده از روش topsis انجام می‌گیرد:

روش TOPSIS (روش مرتب‌سازی ترجیحات بر اساس مقایسه با حل ایده‌آل) توسط Hwang & Chen ارائه شد با استفاده از نظریات Hwang & Yoon. TOPSIS یک روش چند معیاره برای شناسایی راه حل از گزینه‌های محدود است. اصل اولیه انتخاب گزینه با کمترین فاصله از حل مثبت ایده‌آل و بیشترین فاصله از حل منفی ایده‌آل است. فرایند TOPSIS می‌تواند بصورت گام‌های زیر بیان شود:

۱) محاسبه ماتریس نرمال شده تصمیم. این مقدار نرمال شده (n_{ij}) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} X_{ij}^2}} \qquad j = 1,2,...,m \qquad i = 1,2,...,n$$

۲) محاسبه ماتریس اوزان نرمال شده تصمیم. این اوزان نرمال شده v_{ij} از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$v_{ij} = w_i n_{ij} \qquad j = 1,2,...,m \quad i = 1,2,...,n$$

$w_i =$ وزن i امین شاخصه یا معیار و $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$

۳) تعیین حل ایده‌آل مثبت و منفی:

$$A^+ = \{v_1^+, \ldots, v_n^+\} = \left\{\left(\max_j v_{ij} | i \in I\right), \left(\min_j v_{ij} | i \in J\right)\right\},$$
$$A^- = \{v_1^-, \ldots, v_n^-\} = \left\{\left(\min_j v_{ij} | i \in I\right), \left(\max_j v_{ij} | i \in J\right)\right\},$$

i= وابسته به معیارهای سود

j= وابسته به معیارهای هزینه

۴) محاسبه معیار فاصله: فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d_j^+ = \left\{\sum_{i=1}^{n} (v_{ij} - v_i^+)^2\right\}^{\frac{1}{2}}, \quad j = 1, \ldots, m.$$

بطور مشابه فاصله تا حل ایده‌آل منفی از رابطه:

$$d_j^- = \left\{\sum_{i=1}^{n} (v_{ij} - v_i^-)^2\right\}^{\frac{1}{2}}, \quad j = 1, \ldots, m.$$

۵) محاسبه نزدیکی با حل ایده‌آل. نزدیکی گزینه A_j با در نظر گرفتن A^+ تعریف می‌شود:

$$R_j = d_j^- / (d_j^+ + d_j^-), \quad j = 1, \ldots, m.$$

تا وقتی که $d_j^+ \geq 0$ و $d_j^- \geq 0$

و همانطور که واضح است $R_j \in [0,1]$

۶) رتبه‌بندی گزینه‌ها. ما حتی می‌توانیم بصورت کاهشی گزینه‌ها را رتبه‌بندی کنیم.

اصل اولیه روش TOPSIS انتخاب گزینه‌ای است با کمترین فاصله از حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله از حل ایده‌آل منفی. روش TOPSIS دو نقطه نظر را معرفی می‌کند اما اهمیت وابستگی فاصله از این نقطه نظر را در نظر نمی‌گیرد.

$$A^+ = \{\max v_{i1}, \max v_{i2}, \ldots\ldots \max v_{i7}\}$$

={ 0/195 , 0/029 , 0/028 , 0/063 , 0/063 , 0/07 , 0/175 }

$$A^+ = \{\min\ v_{i1}, \min\ v_{i2}, \ldots\ldots\ \min\ v_{i7}\}$$

={ 0/148 , 0/016 , 0/02 , 0/035 , 0/035 , 0/023 , 0/058 }

فاصله تا ایده آل مثبت $d_{i+} = \{\sum_{j=1}^{7} (v_{ij} - v_j^+)^2\}^{0/5}$

فاصله تا ایده آل منفی $d_{i-} = \{\sum_{j=1}^{7} (v_{ij} - v_j^+)^2\}^{0/5}$

$d_A^+ = 0/117$ $d_A^- = 0/075$

$d_B^+ = 0/058$ $d_B^- = 0/088$

$d_c^+ = 0/089$ $d_C^- = 0/062$

$d_D^+ = 0/071$ $d_D^- = 0/342$

$$cl_i^+ = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \qquad i=1\ ,\ 2\ ,\ 3\ ,\ 4$$

Cl_A= ./39 Cl_B = ./602 Cl_C =./41 Cl_D = ./828

ترتیب انتخاب گزینه برتر

D

B

C

A

حال جهت تحلیل حساسیت نتایج بدست آمده تغییری در وزن مربوط به معیار وجهه ملی داده می‌شود. که مشاهده می‌گردد تا چه اندازه معیار وجهه ملی و وزن مربوط به آن در این مساله حساس بوده است. به نحوی که نتایج تغییر اساسی می‌نماید:

$$W*ND=ND* \begin{vmatrix} ۰/۵۵ & & & & & & \\ & ۰/۰۵ & & & & & \\ & & ۰/۰۵ & & & & \\ & & & ۰/۱ & & & \\ & & & & ۰/۱ & & \\ & & & & & ۰/۱ & \\ & & & & & & ۰/۰۵ \end{vmatrix} = N$$

	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)
جدول ND	ارزش یکنواخت سالیانه	فروشنده	تجهیزات جانبی و امکانات	مکانیزمها	طراحی	اجزاء اصلی تجهیز	وجهه ملی و سیاسی
A	۰/۳۰۶	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۶۳	۰/۰۴۹	۰/۰۷۰	۰/۰۱۱
B	۰/۲۶۷	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	۰/۰۳۵	۰/۰۵۴	۰/۰۲۷
C	۰/۲۸۶	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵	۰/۰۶۳	۰/۰۳۹	۰/۰۱۹
D	۰/۲۳۳	۰/۰۱۶	۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۲۳	۰/۰۳۵

$$A^{+} = \{ 0/306 , 0/029 , 0/028 , 0/063 , 0/063 , 0/07 , 0/035 \}$$

$$A^{-} = \{ 0/233 , 0/016 , 0/02 , 0/035 , 0/035 , 0/023 , 0/011 \}$$

$$d_A^{+} = 0/027 \qquad d_A^{-} = 0/093$$

$$d_B^{+} = 0/054 \qquad d_B^{-} = 0/051$$

$$d_c^{+} = 0/049 \qquad d_C^{-} = 0/064$$

$$d_D^{+} = 0/09 \qquad d_D^{-} = 0/031$$

۳-۳- مثالی با داده های فاصله ای

در این بخش، برای روشن کردن متد مسائل تصمیم‌گیری TOPSIS یک مثال موردی را که با داده‌های interval (فاصله‌ای) کار شده است می‌آوریم:

یک مورد مطالعه شعبه‌های ۱۵ بانک (A_1 و A_2 و.... وA_{15}) را در ایران که برای آزمایش کاربرد این متد TOPSIS با داده‌های interval در نظر گرفته شده اند، مقایسه می‌کند.

چهار نسبت مالی (C_1 و C_2 و.... وC_4) به عنوان معیار ارزشگذاری برای این بانکها شناسایی شدند (به گامهای ۱ و ۲ و ۳ انجام شده دقت کنید)

جدول۳- ۱- ماتریس تصمیم interval برای ۱۵ گزینه

	C_1		C_2		C_3		C_4	
	x_{1j}^L	x_{1j}^U	x_{2j}^L	x_{2j}^U	x_{3j}^L	x_{3j}^U	x_{4j}^L	x_{4j}^U
A_1	500.37	961.37	2696995	3126798	26364	38254	965.97	6957.33
A_2	873.7	1775.5	1027546	1061260	3791	50308	2285.03	3174
A_3	95.93	196.39	1145235	1213541	22964	26846	207.98	510.93
A_4	848.07	1752.66	390902	395241	492	1213	63.32	92.3
A_5	58.69	120.47	144906	165818	18053	18061	176.58	370.81
A_6	464.39	955.61	408163	416416	40539	48643	4654.71	5882.53
A_7	155.29	342.89	335070	410427	33797	44933	560.26	2506.67
A_8	1752.31	3629.54	700842	768593	1437	1519	58.89	86.86
A_9	244.34	495.78	641680	696338	11418	24108	1070.81	2283.08
A_{10}	730.27	1417.11	453170	481943	2719	2955	375.07	559.85
A_{11}	454.75	931.24	309670	342598	2016	2617	936.62	1468.45
A_{12}	303.58	630.01	286149	317186	14918	27070	1203.79	4335.24
A_{13}	658.81	1345.58	321435	347848	6616	8045	200.36	399.8
A_{14}	420.18	860.79	618105	835839	24425	40457	2781.24	4555.42
A_{15}	144.68	292.15	119948	120208	1494	1749	282.73	471.22

جدول ۳-۲- ماتریس تصمیم interval نرمال شده

	C_1		C_2		C_3		C_4	
	$\bar{n}_{1j}^{L}$	$\bar{n}_{1j}^{U}$	$\bar{n}_{2j}^{L}$	$\bar{n}_{2j}^{U}$	$\bar{n}_{3j}^{L}$	$\bar{n}_{3j}^{U}$	$\bar{n}_{4j}^{L}$	$\bar{n}_{4j}^{U}$
A_1	0.0856	0.1645	0.5176	0.6001	0.1974	0.2865	0.0706	0.5086
A_2	0.1495	0.3038	0.1972	0.2037	0.0283	0.3768	0.1670	0.2320
A_3	0.0164	0.0336	0.2198	0.2329	0.1720	0.2010	0.0152	0.0373
A_4	0.1451	0.2999	0.0750	0.0758	0.0036	0.0090	0.0046	0.0067
A_5	0.0100	0.0206	0.0278	0.0318	0.1352	0.1352	0.0129	0.0271
A_6	0.0794	0.1635	0.0783	0.0799	0.3036	0.3643	0.3403	0.4300
A_7	0.0265	0.0586	0.0643	0.0787	0.2531	0.3365	0.0409	0.1832
A_8	0.2999	0.6211	0.1345	0.1475	0.0107	0.0113	0.0043	0.0063
A_9	0.0418	0.0848	0.1231	0.1336	0.0855	0.1805	0.0782	0.1669
A_{10}	0.1249	0.2425	0.0869	0.0925	0.0203	0.0221	0.0274	0.0409
A_{11}	0.0778	0.1593	0.0594	0.0657	0.0151	0.0196	0.0684	0.1073
A_{12}	0.0519	0.1078	0.0549	0.0608	0.1117	0.2027	0.0880	0.3169
A_{13}	0.1127	0.2302	0.0616	0.0667	0.0495	0.0602	0.0146	0.0292
A_{14}	0.0719	0.1473	0.1186	0.1604	0.1829	0.3030	0.2033	0.3330
A_{15}	0.0247	0.0500	0.0230	0.0230	0.0111	0.0131	0.0206	0.0344

جدول ۳-۳- ماتریس تصمیم نرمال شده اوزان interval

	C_1		C_2		C_3		C_4	
	$\bar{v}_{1j}^{L}$	$\bar{v}_{1j}^{U}$	$\bar{v}_{2j}^{L}$	$\bar{v}_{2j}^{U}$	$\bar{v}_{3j}^{L}$	$\bar{v}_{3j}^{U}$	$\bar{v}_{4j}^{L}$	$\bar{v}_{4j}^{U}$
A_1	0.0107	0.0205	0.06471	0.07502	0.0246	0.0358	0.0088	0.0635
A_2	0.0186	0.0379	0.0246	0.0254	0.0035	0.0471	0.0208	0.0290
A_3	0.0020	0.0042	0.0274	0.0291	0.0215	0.0251	0.0019	0.0046
A_4	0.0181	0.0374	0.0093	0.0094	0.0004	0.0011	0.0005	0.0008
A_5	0.0012	0.0025	0.0034	0.0039	0.0169	0.0169	0.0016	0.0033
A_6	0.0099	0.0204	0.0097	0.0099	0.0379	0.0455	0.0425	0.0537
A_7	0.0033	0.0073	0.0080	0.0098	0.0316	0.0420	0.0051	0.0229
A_8	0.0374	0.07766	0.0168	0.0184	0.0013	0.0014	0.0005	0.0007
A_9	0.0052	0.0106	0.0153	0.0167	0.0106	0.0225	0.0097	0.0208
A_{10}	0.0156	0.0303	0.0108	0.0115	0.0025	0.0027	0.0034	0.0051
A_{11}	0.0097	0.0199	0.0074	0.0082	0.0018	0.0024	0.0085	0.0134
A_{12}	0.0064	0.0134	0.0068	0.0076	0.0139	0.0253	0.0110	0.0396
A_{13}	0.0140	0.0287	0.0077	0.0083	0.0061	0.0075	0.0018	0.0036
A_{14}	0.0089	0.0184	0.0148	0.0200	0.0228	0.0378	0.0254	0.0416
A_{15}	0.0030	0.0062	0.0028	0.0028	0.0013	0.0016	0.0025	0.0043

جدول ۳-۴- فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل مثبت

$\bar{d}_1^+$	$\bar{d}_2^+$	$\bar{d}_3^+$	$\bar{d}_4^+$	$\bar{d}_5^+$	$\bar{d}_6^+$	$\bar{d}_7^+$	$\bar{d}_8^+$	$\bar{d}_9^+$	$\bar{d}_{10}^+$	$\bar{d}_{11}^+$	$\bar{d}_{12}^+$	$\bar{d}_{13}^+$	$\bar{d}_{14}^+$	$\bar{d}_{15}^+$
0.063	0.087	0.082	0.108	0.099	0.071	0.090	0.123	0.088	0.102	0.099	0.093	0.103	0.077	0.105

جدول ۳-۵- فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل منفی

$\bar{d}_1^+$	$\bar{d}_2^-$	$\bar{d}_3^-$	$\bar{d}_4^-$	$\bar{d}_5^-$	$\bar{d}_6^-$	$\bar{d}_7^-$	$\bar{d}_8^-$	$\bar{d}_9^-$	$\bar{d}_{10}^-$	$\bar{d}_{11}^-$	$\bar{d}_{12}^-$	$\bar{d}_{13}^-$	$\bar{d}_{14}^-$	$\bar{d}_{15}^-$
0.122	0.083	0.083	0.059	0.078	0.097	0.088	0.043	0.079	0.062	0.069	0.085	0.064	0.089	0.074

جدول ۳-۶- ضرایب نزدیکی در رتبه‌بندی

Alternatives	$\overline{R}_j$	Rank
A_1	0.659352269	1
A_2	0.48911912	6
A_3	0.505445965	4
A_4	0.355647462	14
A_5	0.440416214	9
A_6	0.57596554	2
A_7	0.494120485	5
A_8	0.258369495	15
A_9	0.473078522	8
A_{10}	0.379417215	13
A_{11}	0.409684296	11
A_{12}	0.477519948	7
A_{13}	0.38233013	12
A_{14}	0.538211999	3
A_{15}	0.415388351	10

گام ۴: در نظر بگیرید که بردار تطابق اوزان با هر یک از معیار به شرح زیر است:

$$W = [0.125, 0.125, 0.125, 0.125].$$

گام ۵: ماتریس interval و ماتریس تصمیم نرمال شده در جداول ۱ و ۲ به ترتیب نشان داده شده اند.

گام ۶: ماتریس تصمیم نرمال اوزان interval در جدول ۳-۳ مشخص شده.

گام ۷: حل ایده‌آل مثبت و منفی بصورت زیر تعیین می‌شود.

$$\overline{A}^{+} = [0.001255569, 0.075023386, 0.047105492, 0.063583238],$$
$$\overline{A}^{-} = [0.077647586, 0.002877994, 0.00046068, 0.000538197].$$

گام ۸: مقایسه بین نسبت عملکرد نرمال شده هر گزینه A_i و $\overline{A}^{+}$ با فرمول ۸ (که در جدول ۳-۵ نشان داده) نشان خواهد داد که چگونه بانک اصلاح می‌شود. با مقایسه با بهترین عملکرد همه شعبه‌ها با توجه به هر معیار

گام ۹: محاسبه نزدیکی هر گزینه به حل ایده‌آل مثبت همانند جدول ۳-۶.

گام ۱۰: بر طبق ضریب نزدیکی، رتبه‌بندی عملکرد برای تمام گزینه‌ها مثل جدول ۳-۶..

فصل چهارم: برنامه زمان بندی نیروی انسانی (شیفت کاری)

۴-۱- پیش گفتار

دانشمندان علم مدیریت همواره اطلاعات را به عنوان ماده خام تصمیم سازی مورد توجه قرار داده اند. امروزه دیگر کمتر مدیری است که به اهمیت اطلاعات و نقش سازنده آن دراتخاذ تصمیمات مفید واقف نباشد.

این فصل شامل سه بخش می‌باشد . در بخشهای اول و دوم ساختار و متدولوژی پیاده سازی پروژه‌های DSS در یک سازمان ارایه گردیده است و در بخش سوم مدلی کارا جهت بهینه سازی تصمیم‌گیری در زمان بندی کاری نیروی انسانی در سازمان بنادر بعنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری ارایه شده است.

اطلاعات در سازمان می‌تواند یکی از ارزشمندترین منابع در راستای کسب پیروزی در ایفای ماموریتهای سازمانی تلقی گردد. فراوری اطلاعات و انجام پردازشهای لازم بر روی آنها تنها در صورتی قابل انجام است که سازمان به سیستمهای اطلاعاتی مدون دسترسی داشته باشد.

بهترین روش استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی، ایجاد این سیستم‌ها به صورت ویژه طراحی شده[۳۳] برای سازمان می‌باشد. ایجاد سیستم ویژه برای سازمان بنا بر تجارب حاصله همواره ارزشمند تر از خرید سیستم‌های آماده می‌باشد.

ضمناً دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت مدون (MIS)، نقطه اتکای سازمان برای ایجاد در سیستمهای پشتیبان تصمیم سازی[۳۴] است و در نهایت سازمان را در راستای بهره جوی ار فناوری اطلاعات[۳۵] یاری می‌نماید. مجموعه حاضر در جهت طراحی سیستم اطلاعاتی مدیریتی که فرآیند مهندسی مالی و استفاده از DSS را در آن تسهیل بخشد، تدوین گردیده است.

---

[33] Customized
[34] Design Support System (DSS)
[35] Information technology (IT)

۴-۲- ادبیات پروژه

در این بخش به شرح تاریخچه‌ای از سیستم‌های اطلاعات مدیریت، مفروضات و تعاریف مربوط خواهیم پرداخت:

۴-۲-۱- تاریخچه

شاید قدیمی‌ترین سیستمهای اطلاعاتی، همان سیستم‌های دیوانسالار قبل از میلاد مسیح می‌باشد. اما سیستمهای اطلاعاتی به معنای امروزی پس از رنسانس و با تشکیل ادارات وسیع ایجاد شدند. حفظ اطلاعات و هر آنچه که ثبت گردیده است، لزوم ایجاد سیستم‌های اطلاعاتی را نمایان می‌کرد.

اولین سیستم‌های اطلاعاتی غالباً غیر ساختار یافته و غیر منظم بودند. لکن با پیشرفت علوم مدیریتی سیستم‌های اطلاعاتی ساختار یافته پابه عرضه وجود نهادند. این سیستمها سازمان را با دیدگاه فرآیندی مورد مطالعه قرار می‌دادند و سطوح آن را به مرور و با حفظ ارتباط منطقی تفصیلی‌تر می‌نمودند.

امروزه سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت، مکانیزه هستند و دوران سیستم‌های دستی و غیر مکانیزه به سر آمده است. این نرم افزارها تا حدود بسیار زیادی سازمانهای نوین را از ارتباطات کاغذی بی نیاز نموده اند. به عبارت دیگر، وجود این سازمانها بوروکراسی نفس گیر سازمانهای بزرگ را به شدت کاهش داده است.

۴-۲-۲- مفروضات

برای تعریف یک سیستم جامع اطلاعاتی مفروضات ذیل در نظر گرفته می‌شوند:

فرض اول: "اطلاعات ماده خام اصلی تصمیم‌گیری در سازمان است".

فرض دوم: "سازمان، مجموعه‌ای از فرآیندهاست که به صورت یک کل واحد به آن نگریسته می‌شود."

فرض سوم: "کلیه فرآیندهای سازمان، تولید کننده و مصرف کننده اطلاعات محسوب می‌شود."

فرض چهارم: "تدوین سیستمهای اطلاعاتی میدریت، پیش نیاز طراحی سیستم‌های پشتیبانی تصمیم سازی می‌باشد."

۴-۲-۳- تعاریف

سیستم: سیستم مجموعه‌ای است که از اجزای به هم وابسته که به علت وابستگی حاکم بر اجزای خود، کلیت جدیدی را پدید آورده اند.

تفکر سیستمی: این تفکر مجموعه‌ای است از تصور ارگانیک، کل نگری مدلسازی بهبود مستمر شناخت.

درونداره (ورودی)[۳۶]: داده‌های ورودی به سیستم را درونداده (ورودی) گویند.

برونداده (خروجی)[۳۷]: نتیجه پردازش انجام شده در هر سیستم را برونداره گویند.

بازخورد[۳۸]: فرآیندی درونای است که در آن، بخشی از ستانده (برونداده) به عنوان درونداده به سیستم بازخورانده می‌شود به این ترتیب، سیستم را خود کنترل می‌سازد.

اطلاعات: ماده خام تصمیم‌گیری مدیران در تمام سطوح سازمانی می‌باشد، و حاصل اصلی سیستم اطلاعات مدیریت می‌باشد

۴-۳- سیستم اطلاعاتی مدیریت (MIS)

روش سازمان یافته‌ای است که اطلاعات گذشته و فعلی را در مورد فرآیندهای درونی و موقعیت بیرونی فراهم آورده و امکان پیش بینی به برنامه ریزی و کنترل فعالیتها را فراهم می‌آورد.

---

[36] Input
[37] Out Put
[38] Feedback

۴-۳- ۱- متدولوژی

در این بخش به بررسی کلان متدولوژی می‌پردازیم که در طراحی سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت باید مورد استفاده قرار گرفت. لکن پیش از آن لازم به نظر می‌رسد. برخی مفاهیم علمی‌و پایه‌ای به اختصار تشریح گردد.

سیستم اطلاعاتی جامع

با توجه به مفهوم عمومی‌که غالباً از عبارت "سیستم‌های اطلاعات مدیریت" استنباط می‌شود، MIS عبارت است از یک سیستم جامع ماشین – کاربر که برای آماده سازی اطلاعات جهت پشتیبانی عملیات و وظایف تصمیم‌گیری در یک سازمان به کار می‌رود این سیستم از سخت افزار، و نرم افزار کامپیوتری و رویه‌های کاری و پایگاه اطلاعای و مدلسازی جهت تجزیه و تحلیل، برنامه ریزی کنترل و تصمیم‌گیری استفاده می‌کند.

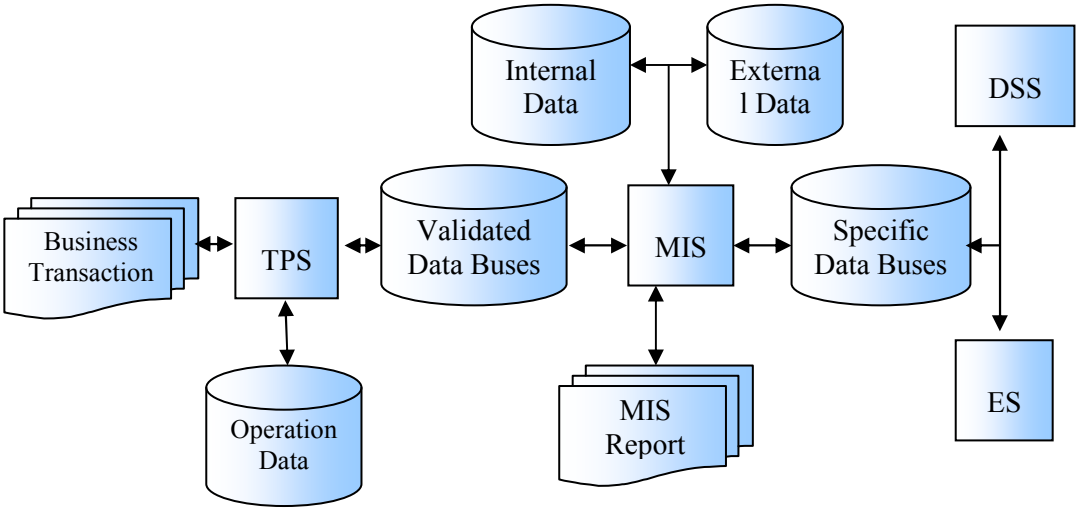
این حقیقت که آن را سیستم جامع می‌خوانند بدان معنی نیست که سیستم واحدی است بلکه بدان معناست که اجزا و قسمتها، در یک طرح کلی و جامع، به گونه‌ای متناسب در کنار هم قرار می‌گیرند.

سیستم اطلاعاتی مدیریت (MIS) به صورت یک هرم توصیف می‌گردد که سطح پایین آن مشتمل بر اطلاعات است که برای پردازش عملیات جاری و استفسار شرایط به کار می‌رود در سطح بعدی، منابع اطلاعاتی که جهت پشتیبانی روزانه عملیات و کنترل لازم است قرارداد و سطح سوم مرکب از منابع سیستم اطلاعاتی است که در پشتیبانی و کمک به برنامه ریزی تاکتیکی و تصمیم‌گیری جهت کنترل مدیریت موثر است در سطح بالایی نیز آن دسته از منابع اطلاعاتی قرار می‌گیرند. که در پشتیبانی برنامه ریزی استراتژیک و سیاستگذاری توسط مدیران سطوح بالا از آنها استفاده می‌شود.

در هر یک از سطوح پرداش اطلاعات ممکن است از داده‌ها مهیا شده برای سطوح پایین تر نیز استفاده شود ولی ممکن است اطلاعات جدیدی نیز کسب گردد.

همواره باید به این نکته مهم توجه نمود که به لحاظ نظری سیستم اطلاعاتی می‌تواند بدون استفاده از سخت افزارهای رایانه‌ای هم موجودیت یابد اما در حال حاضر و با توجه به پیشرفت تکنولوژی اطلاعات که مبتنی بر رایانه است استفاده از این سخت افزار در این سیستم‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

نمای کلان سیستمهای اطلاعاتی مدیریت به شرح ذیل است:



نمودار ۴-۱- نمای کلان سیستمهای اطلاعاتی مدیریت

۴-۳-۲- خروجیهای MIS

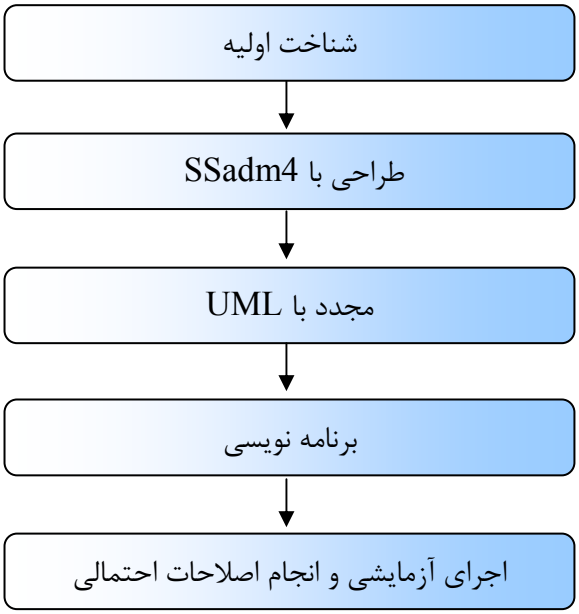
- گزارشات روتین برنامه ریزی شده (روزانه، هفتگی، ماهانه و ...)
- گزارشات فعالیتهای بحرانی
- گزارشات فرآیندی
- گزارشات استثنایی
- گزارشات خلاصه

گزارشات فوق امکان استفاده از سیستمهای پشتیبان تصمیم سازی را فراهم می‌آورند. در واقع گزارشات فوق ماده اولیه را برای DSS فراهم می‌آورند.

۴-۳-۳- فواید استفاده از MIS در سازمان

- کاهش بوروکراسی سنگین
- افزایش ضریب امنیت
- ایجاد گزارشات لازم برای مدیریت
- ایجاد امکان تصمیم‌گیری به موقع و صحیح
- ایجاد و تسهیل ارتباطات عمومیو افقی در سازمان
- ایجاد طبقه بندی مناسب برای اطلاعات
- ایجاد امکان مدیریت اطلاعات
- ایجاد امکان استفاده از DSS (سیستم پشتیبان تصمیم سازی)

۴-۳-۴- روش (متدولوژی) اجرایی پروژه جامع MIS



نمودار ۴-۲- شمای کلی روش (متدولوژی) اجرایی پروژه جامع MIS

ذیلاً به توضیح هر یک از اجزای فوق الذکر در نمودار پرداخته خواهد شد:

۴-۳-۴-۱- شناخت اولیه

برای انجام هر پروژه‌ای گام اولیه شناخت وضع موجود است. این شناخت در انتخاب روشهای جزئی در طرحهای کمک شایان توجهی می‌نماید. در این مرحله کارشناسان و تحلیل گران سیستم مدتی به مشاهده کارکرد سیستم انجام مصاحبه با دست اندر کاران مجموعه، مطالعه مستندات موجود و یادداشت برداری می‌پردازند. در این مرحله موارد ذیل انجام می‌پذیرد:

- فرآیندهای سازمان، اهداف فرآیندها و نحوه عمومی‌فرآیندها شناسایی گشته و فلوچارت فرآیندها تدوین می‌گردد.
- بانکهای اطلاعاتی موجود در سازمان و کارکرد آنها مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

- فرمها و مستندات موجود مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.
- جریان حرکت مستندات در سازمان شناسایی می‌شود.
- ارتباطات و نیازهای مهندسی مالی در رابطه با فرآیندها شناسایی و مستند می‌گردند.

در نتیجه انجام این مرحله، شناخت از وضعیت موجود کامل گردیده ابزار لازم جهت طراحی لازمه در مراحل بعد در اختیار تحلیل گران و طراحان قرار خواهد گرفت.

۴-۳-۴-۲- طراحی با SSADM4
(Structured System Analysis & Design Mrthod)

SSADM عبارت است از "روش تحلیل و طراحی ساخت یافته سیستم ها" عدد ۴ پس از عبارت SSADM عبارت است ویرایش این روش که نوین ترین ویرایش موجود می‌باشد. این روش به عنوان روشی استاندارد برای توسعه سیستم اطلاعاتی پروژه‌های دولتی کشور انگلستان مطرح شده و در بخش خصوصی آن کشور نیز، بدون اینکه الزام قانون داشته باشد، مورد استفاده قرار گرفته است.

روش تحلیل و طراحی ساخت یافته SSADM ضمن برخورداری از جامعیت و فراگیری به دلیل آنکه نتایج به کارگیری آن موفقیت آمیز بوده است، به عنوان یک روش کاربردی شناخته می‌شود. این روش، فرآیند توسعه سیستم را براساس نگرش کل به جزء پیش می‌برد. در هر یک از مراحل اجرای این فرآیند فنون استاندارد شده‌ای به صورتی دقیق و گام به گام مورد استفاده قرار می‌گیرند که برخی از این فنون در جریان تحقق روش تحلیل وطراحی ساخت یافته (SSADM) برای دستیبای به اهداف مختلفی، به دفعات به کار می‌آیند.

پس از مرحله شناخت اولیه، روش SSADM با دو مرحله طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از طراحی منطق و طراحی فیزیکی

طراحی منطقی

در این مرحله، با توجه به نیازمندیهای شناخت شده در مرحله قبل، یک طرح و منطقی از سیستمی‌که در نظر است طراحی شود ریخته شده و مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. در این قسمت ابتدا یک نمودار سطح صفر منطقی طراحی می‌گردد و در سطحو پایین نمودارهای DFD[۳۹] رسم گردیده و ارتباطات منطقی در این نمودارها نمایش داده می‌شود.

[39] Data Flow Diagram

در مراحل بعدی فلوچارتهای منطقی در ارتباط با فرآیند مهندسی مالی مورد بحث قرار گرفته و طراحی می‌شوند. ضمناً سیستم اطلاعاتی مربوطه، به زیر سیستم‌های مختلف شکسته شده و کارکرد هر یک از زیر سیستم‌ها و نحوه ارتباطات منطقی آنها مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

پس از طراحی منطقی و توافق با استفاده کنندگان از سیستم بر سه طرح منطقی ارائه شده، نوبت به طراحی فیزیکی می‌رسد.

طراحی فیزیکی

پس از اینکه طرح منطقی موردپذیرش قرار گرفت، طراحی فیزیکی آغاز می‌گردد. به عبارت دیگر در طراحی فیزیکی کلیه ابزارهای اطلاعاتی مورد نیاز در سیستم اعم از فرمها گزارشات، بانکهای اطلاعاتی و ... جزء به جزء طراحی می‌گردد.

نمودار DFD در این مرحله نیز مجدداً رسم می‌شوند منتها، در این مرحله از ساختار فیزکی بهره می‌برند. به عبارت دیگر نحوه ارتباطات با در نظر گرفته ابزارآلات اطلاعاتی و ارتباطی ترسیم شده و فلوچارتها نیز به صورت فیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای مستندات، یک سیستم گرافیک ایجاد می‌شود و برنامه ریزی نحوه صدور مستندات نیز انجام می‌پذیرد در طراحی فیزیکی علاوه بر استفاده از نمودارهای DFD از دو نمودار LDS [۴۰] و ELH [۴۱] نیز استفاده می‌شود که در مراحل بعدی به کار خواهند آمد.

اکنون سیستم با پایان گرفتن طراحی فیزیکی به صورت غیر مکانیزه قابل استفاده است ممکن است با توافق با کارفرما (سازمان بنادر و کشتیرانی) این سیستم بصورت غیر مکانیزه برای مدت کوتاه اجرا شود تا در صورت وجود هر گونه اشکال در آن اشکالات شناسایی و برطرف گردد.

پس از این مرحله اکنون نوبت به مکانیزاسیون می‌رسد لکن پیش از انجام مرحله برنامه نویسی لازم است SSADM توسط زبان طراحی دیگری با نام UML به زبان برنامه نویسی نزدیک گردد تا برنامه نویسان و درک سیستم با طراحان به نقطه‌ای مشترک برسند.

---

[40] Logical Data Structure
[41] Entity Life History

۴-۳-۴-۳- طراحی مجدد با UML(Unified Modeling Language)

UML یک نماد گذاری استاندارد برای مدلسازی اشیا و توسعه سیستم‌های شی گرا می‌باشد این نماد گذاری از اتحاد نمادگذاری‌های به کاررفته در سه متدولوژی و طراحی شی گرا سیستم به شرح ذیل به وجود آمده است:

- متدولوژی بوچ که یک مجموعه از اشیا و ارتباط بین آنها را توصیف می‌کند.
- متدولوژی رامبو که به تکنیک مدل سازی اشیا (OMT) معروف است.
- متدولوژی جاکوبسن که به Use Case معروف بوده تکنیک قدرتمندی برای درک رفتار کل سیستم است.

علاوه بر این ایده‌های دیگری نیز توسط افراد مختلف در UML به کار گرفته شده است. به طوری که UML نتیجه‌ای از تلاش بوچ، رامبو، جاکوبسن و ترکیبی از ایده‌های دیگران در شرکت Rational Software می‌باشد. هدف اصلی UML ایجاد یک زبان مشترک برای مهندسان و تولید کنندگان نرم افزای در تحلیل و طراحی می‌باشد.

به عبارت دیگر UML اجزای سیستم اطلاعاتی را به صورت اشیاء مورد نگرش قرار داده برای برنامه نویش امکان فهم دقیق سیستم را فراهم می‌آورد. اصول طراحی در مرحله UML همانند SSADM است با دو تفاوت:

- در UML دیگر طراحی منطقی وجود ندارد، بلکه طراحی کاملاً فیزیبک و از نوع شی‌گرا می-باشد.
- در UML از ابزارهای دیگری استفاده می‌شود نظیر: نمودار Use Case، نمودار کلاس، نمودار همکاری، نمودار ترتیبی و ...

۴-۳-۴-۴- برنامه نویسی

پس از طراحی مجدد سیستم با زبان یکپارچه مدلسازی (UML)، سیستم در اختیار مهندسین رایانه و نرم افزار قرار خواهد گرفت تا مرحله مکانیزاسیون سیستم بوسیله ایشان صورت‌پذیرد. برنامه نویسی به فراخور سیستمی‌که طراحی می‌شود ممکن است در محیط‌های مختلفی صورت‌پذیرد که این محیط‌های نرم افزاری هر یک دارای خصوصیات خاص خود هستند. انجام برنامه نویسی از روش منطقی و الگومندی که در مهندسی نرم افزار مطرح است پیروی می‌نماید.

۴-۳-۴-۵- اجرای آزمایشی و انجام اصلاحات احتمالی

پس از آماده شدن بسته‌های نرم افزاری لازم است که برای مدت کوتاهی سیستم مکانیزه در سازمان مورد استفاده قرار گیرد، تا در صورت وجود اشکالات خاص نرم افزاری در آن، این اشکالات شناسایی و برطرف گردد. بالطبع در این دوره باید آموزش پرسنل سازمان بنادر و کشتیرانی در راستای استفاده از این نرم افزار نیز در دستور کار قرار گیرد.

۴-۳-۵- دو مثال کاربردی از پیاده سازی MIS

در کشورمان، در سازمانهای زیادی MIS انجام‌پذیرفته اما دو نمونه موفق به شرح ذیل قابل ذکر است:

نمونه اول: همانطور که به خاطر همه ما آشناست، چند سال پیش فرآیند صدور گذرنامه، فرآیندی طولان و به شدت بوروکراتیک بود. با توجه به سیاست پیاده سازی MIS در اداره گذرنامه که توسط نیروی انتظامی‌جمهوری اسلامی‌ایران صورت‌پذیرفت، این فرآیند در کمتر از یک هفته اجرا می‌گردد.

نمونه دوم: مثال دوم شبکه عظیم تری را در بر می‌گیرد، که شبکه بانکی شتاب می‌باشد شبکه شتاب هم نمونه فناوری اطلاعات است اکنون بسیاری از بانکهای کشورمان با استفاده از تکولوژی اطلاعات که بر پایه سیستمهای اطلاعاتی قرار می‌گیرد، دارندگان کارتهای عابر بانک تمام این بانکها قادرند از تسهیلات شعب یکدیگر بهره جویند. مدیریت تراکنش‌های اطلاعاتی، پدیده‌ای است که توسط استفاده از MIS می‌توان بدان دست یافت.

قابل توجه MIS رکن اصلی تمام مباحث مربوط به تکنولوژی اطلاعات است و نمی‌توان از تکنولوژی اطلاعات استفاده کرد مگر با وجود پیش نیازی به نام MIS.

۴-۴- سیستم پشتیبان تصمیم (DSS)

سیستم پشتیبان تصمیم (DSS) یکی از سیستم‌های اطلاعات محور است که مدیران را در حل مسائل و گرفتن تصمیمات نیمه ساخت یافته یاری می‌کند. این سیستمها، رایانه را به نحوی با فرآیند تصمیم‌گیری ترکیب می‌کنند که جزئی از آن می‌شود و بنابراین به مدیران اجازه می‌دهد که به جای اینکه تنها دریافت کننده ساده اطلاعات باشند، از آن استفاده کنند. هزینه توسعه چنین سیستمهایی، در صورتیکه کوچک باشد نسبتاً ناچیز است و بنابراین توجیه آنها موضوع مهمی‌نیست. اما هزینه یک سیستم متوسط یا بزرگ می‌تواند بسیار بالا باشد. بنابراین به این سیستم‌ها باید به عنوان بدیلی در سرمایه گذاری نگاه کرد که نه تنها باید نتیجه‌ای مطلوب در بر داشته باشید، بلکه باید نسبت به گزینه‌های دیگر سرمایه گذاری (شامل عدم انجام هر گونه اقدامی) نیز مزیتی داشته باشد. بنابراین در توسعه سیستمهای پشتیبانی تصمیم، لازم است توجیه کافی برای سرمایه گذاری وجود داشته باشد. چرا که از لحاظ آماری می‌توان با افزایش اطلاعات، تصمیم بیشتر، چقدر است و نتایج بالقوه کسب آن چه هستند. با این وجود، توجیه این سیستم پیش از توسعه و ارزیابی نتایج حاصل از توسعه و کاربرد آنها از جنبه هایی با دشواری رو برو است. از جمله این دشواری ها، می‌توان به کیفی بودن بیشتر منافع حاصل از سیستم‌های پشتیبان تصمیم که اهمیت فزاینده‌ای نیز یافته‌اند، اشاره نمود.

ادبیات پروژه

منشاء مفهوم سیستم پشتیبانی تصمیم به مقاله مندرج در یک روزنامه تخصصی توسط "جی آنتونی گوری" و "میشل.اس. اسکات مورتن" از انستیو تکنولوژی ماساچوست (MIT) در سال ۱۹۷۱ بر می‌گردد. آنان چنین سیستمهایی را به عنوان سیستمهای متعامل مبتنی بر رایانه توصیف کردند که به تصمیم گیرندگان در استفاده از داده‌ها و مدل‌ها برای حل مسائل ساخت نایافته یاری می‌رساند. "فلوید" و همکارانش معتقدند که آنچه فلسفه سیستم پشتیبان تصمیم را از سیستمهای معمول داده پردازی و اطلاعاتی متمایز می‌سازد، در برگیری "استفاده از سیستم" است. این جزء بر شمول دیدگاه، شهود، قضاوت و یا تجزیه گذشته تصمیم گیرنده در فرآیند تحلیل تصمیم تاکید دارد. در سیستمهای پشتیبان تصمیم، کاربر به جای اینکه توسط سیستم هدایت شود، سیستم را راه اندازی و کنترل می‌کند. بنابراین فلسفه سیستمهای پشتیبان تصمیم بر این مبنا است که در پشتیبانی از وظایف نیمه ساخت یافته، بخشی از

فرآیند تصمیم، می‌تواند به رایانه تفویض شود اما برخی جنبه‌های آن به ویژه در مورد تحلیل‌های کمی‌و ارزیابی انتزاعی و ذهنی، به قضاوت مدیریت نیاز دارند.

۴-۴-۱- تعریف جامع از سیستم پشتیبانی تصمیم

سیستم پشیبانی تصمیم به عنوان یک سیستم متکی بر کامپیوتر به منظور استفاده توسط یک مدیر خاص یا گروهی از مدیران در هر سطح سازمانی برای اتخاذ تصمیم در فرآیند حل یک مسأله نیمه ساختاری تعریف می‌شود. سیستم پشیبانی خروجی به شکل گزارشات ادواری یا خاص، یا نتایج مشابه سازیهای ریاضی را ایجاد می‌کند.

۴-۴-۲- انواع سیستم تصمیم

یکی از دست اندرکاران اولیه دیگر نیز در تفکر سیستم پشتیبانی تصمیم از انستیتو تکنولوژی ماساچوست ظاهر گشت. استیون.ال. آلتر پس از مطالعه پنجاه و شش مؤسسه و شش نوع سیستم پشتیبانی تصمیم را شناسایی نمود. بعضی سیستم‌های مورد استفاده مدیران برای حل مسائل بسیار ساده هستند، در حالیکه بعضی دیگر پیچیده اند، ایشان سیستم‌ها را براساس درجه پشتیبانی حل مسأله بصورت حضور در شکل زیر به شش طبقه تقسیم می‌کند.

اتخاذ تصمیم	ارائه تصمیمات	تخمین نتایج تصمیم	تنظیم گزارشات از چندین فایل	تجزیه و تحلیل کل فایل‌ها	بازیابی عوامل داده‌ها

درجه پشتیبانی حل مسأله

بسیار ← درجه پیچیدگی سیستم حل مسائل → کم

۴-۴-۳- ویژگیها و قابلیتهای سیستم پشتیبانی تصمیم

"توربان" و همکارانش با استناد به این واقعیت که درباره ویژگیها و قابلیتهای این گونه سیستم‌ها توافقی وجود ندارد، سیاهه‌ای از این ویژگیها و قابلیت‌ها را بدین شرح بر می‌شمارند:

۱- یک سیستم پشتیبان تصمیم، با کنار هم قراردادن قضاوت انسانی و اطلاعات رایانه‌ای، از تصمیم‌گیرندگان، عمدتاً در وضعیت‌های ساخت نایافته و نیمه ساخت،

حمایت و پشتیبانی می‌کند. چنین مسائلی را نمی‌توان با دیگر سیستم‌های رایانه‌ای یا با تکنیکیها پژوهش عملیاتی حل کرد.

۲- یک سیستم پشتیبان تصمیم از تمامی‌مراحل فرآیند تصمیم‌گیری پشتیبانی می‌کند. این مراحل شامل شناخت، طراحی، انتخاب و اجرا می‌باشد. علاوه بر این، چنین سیستمهایی از فرآیندها و سبکهای متنوع تصمیم‌گیری نیز حمایت می‌کنند.

۳- پشتیبانی این سیستمها برای سطوح گوناگون مدیریت، هم برای افراد و هم گروهها، از مدیران ارشد تا عملیاتی ارائه می‌شود.

۴- یک سیستم پشتیبانی تصمیم از تصمیم‌های متعددی که وابستگی متقابل یا ترتیب خاصی دارند، پشتیبانی می‌کند. این قابلیت از آن جهت مهم است که بسیاری از تصمیم‌ها با یکدیگر رابطه دارند.

۵- یک سیستم پشتیبان تصمیم در طول زمان قابل انعطاف و انطباق‌پذیر است. تصمیم گیرنده در هنگام استفاده از سیستم پشتیبان تصمیم باید واکنش‌پذیر باشد و بتواند به سادگی با سرعت با شرایط متغیر روبرو شود و سیستم را برای پاسخ به تغییرات، تعدیل کند. در مورد مسائل ساخت نایافته و نیمه ساخت یافته، تغییرات می‌تواند بسیار سریع رخ دهند.

۶- ساختن سیستمهای پشتیبانی تصمیم، حتی کاربران آسان است. سهولت در استفاده، قابلیت انعطاف، قابلیتهای گرافیکی قوی و زبان محاوره، امکان استفاده از این سیستم‌ها را به میزان زیادی افزایش می‌دهد.

۷- سیستمهای پشتیبان تصمیم، یادگیری را ارتقاء و توسعه می‌دهند. این یادگیری، به پالایش سیستم و بروز تقاضاهای جدید منجر می‌شود.

۸- سیستمهای پشتیبان تصمیم، بیشتر اوقات از مدل‌ها بهره می‌برند. قابلیت مدلسازی، امکان آزمایش استراتژی‌های گوناگون را در شرایط متفاوت فراهم می‌سازد. چنین آزمایشهایی می‌توانند دیدگاهها و یادگیری جدیدی را فراهم بسازند.

۹- سیستمهای پشتیبانی تصمیم پیشرفته، با یک جزء دانش مجهز شده اند که امکان یافتن راه حل کارا اثر بخش را برای مسائل بسیار دشوار فراهم می‌سازد.

۱۰- سیستمهای پشتیبانی تصمیم، قابلیت تحلیل حساسیت دارند. این تحلیل، اطمینان تصمیم‌گیرنده را نسبت به مدلسازی و خود سیستم افزایش می‌دهد. بیشتر این

سیستم‌ها در بردارنده "تحلیل حساسیت" "اگر - آنگاه" و برخی از آنها دارای "هدف‌یابی" هستند.

۴-۴-۴- منافع سیستم پشتیبانی

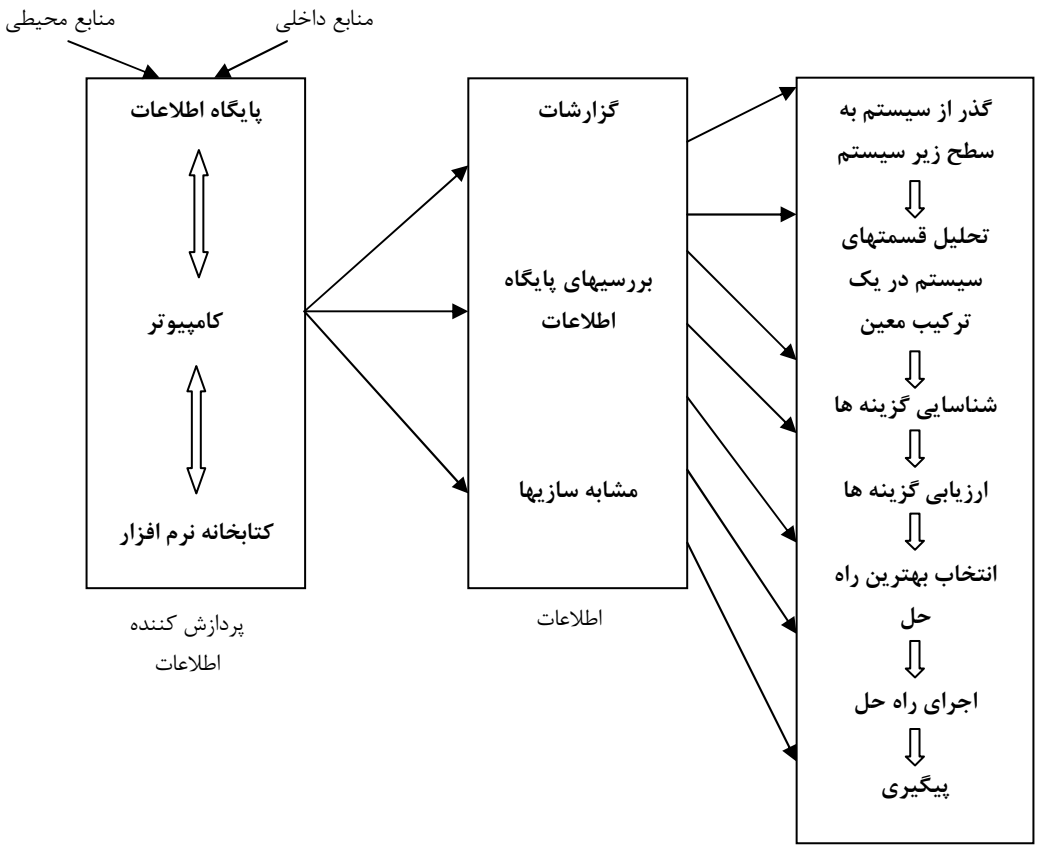
در توجیه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم، در صورتیکه هزینه‌ها و منافع مربوط به آن قابل کمی‌کردن بودند و تحلی هزینه - منفعت به سادگی و با مقایسه این هزینه‌ها و منافع امکان‌پذیر بود و در صورتیکه منافع بیشتر از هزینه باشند، سیستم توجیه خواهد داشت.
با این وجود، مشکل از آنجا ناشی می‌شود که بسیاری از منافع ناملموس هستند و منافع ناملموس را به دشواری می‌توان تخمین زد.
"پیترکین" با بررسی نتایج پژوهش‌های موردی انجام شده، منافع سیستمهای پشتیبان تصمیم را به این شرح فهرست می‌کند. میان این منافع، تنها مورد اول را می‌توان به آسانی اندازه‌گیری کرد.

۱- امکان پاسخ سریع به وضعیتهای پیش بینی نشده را فراهم می‌کنند.
۲- توانایی انجام تحلیلهای بدون سابقه را به ارمغان می‌آورند.
۳- در هزینه ها، صرفه جویی می‌کنند.
۴- در زمان، صرفه جویی می‌کنند.
۵- از منابع داده ها، استفاده بهتری به عمل می‌آورند.
۶- تعداد گزینه‌های آزمون شده را افزایش می‌دهند.
۷- درک بهتری از حوزه کسب و کار ایجاد می‌کنند.
۸- دیدگاه و یادگیریهای جدیدی فراهم می‌کنند.
۹- ارتباطات را توسعه و بهبودی می‌دهند.
۱۰- امکان کنترل ایجاد می‌کنند.
۱۱- تصمیم‌ها را بهتر می‌کنند.
۱۲- اثر بخشی کار گروهی را افزایش می‌دهند.

بدلیل دشواری کمی‌کردن و برآورد این منافع، در اندکی از موارد، توسعه سیستمهای پشتیبانی تصمیم براساس تحلیل رسمی هزینه – منفعت انجام شده است. نتایج مطالعات موردی نشان میدهند که در بیشتر موارد، سیستم در پاسخ به مواردی مانند نیاز به افزایش مهارتهای

مدیریت تمرکز و سرعت در تحلیل و استفاده از فرصت بالقوه‌ای که یک منبع اطلاعات رایانه‌ای با قابلیت مدلسازی ارائه می‌کنند ساخته شده است.

۴-۴- ۵- مدل سیستم پشتیبانی تصمیم (چارچوب و متدولوژی سیستم پشتیبانی تصمیم)



شکل فوق، نحوه حمایت سیستم پشتیبانی تصمیم مدیر را از طریق هر مرحله از فرآیند حل مسأله نشان می‌دهد. سیستم پشتیانی تصمیم حاوی یک پردازنده اطلاعات – کامپیوتر، پایگاه اطلاعات و کتابخانه نرم افزار است. هر دو داده‌های داخلی و محیطی در پایگاه اطلاعات ذخیره می‌گردند. نرم افزار، کامپیوتر را قادر به تهیه اطلاعاتی به شکل گزارشات نموده و به کنکاش‌های پایگاه اطلاعات عکس العمل نشان داده و با مدل‌های ریاضی مشابه سازی می‌کند. پیکانها، نحوه‌ای که اطلاعات در این اشکال عمده در اختیار یک مدیر یا گروه خاصلی از مدیران جهت استفاده برای تصمیم‌گیری در هر مرحله از حل مسأله قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد.

دو نکته را در مورد پشتیبانی مراحل باید مورد توجه قرار داد:

اول، تمام مراحل با درجه یکسانی مورد حمایت قرار نمی‌گیرند. به عنوان یک قاعده، دو مرحله اول که برای شناسایی و درک مسأله دنبال می‌شود کاملاً مورد حمایت قرار می‌گیرد. پشتیبانی برای شناسایی گزینه ها، معمولاً بسیار ناچیز است.

دوم، هر وسیله اطلاعاتی جهت حمایت برخی مراحل مناسب تر از سایر وسایل است. گزارشات و کنکاش‌های پایگاه اطلاعات بکرات در شناسایی و درک مساله مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشابه سازیها در گزینه ارزیابی بسیار ارزشمند است. گزارشات برای پیگیری عالی است.

سیستم پشتیبانی تصمیم می‌تواند اطلاعات را به شکل گزارشات ادواری، گزارشات خاص، یا نتایج مشابه سازیهای ریاضی تهیه نمایند. هر دو گزارشات ادواری و خاص می‌توانند چاپ شده یا نمایش داده شوند، هر دو می‌توانند به صورت مشروح یا مختصر باشند.

گزارشات به صورت سرفصل پیکره، و بخش پایانی سازماندهی می‌گردند محتوای اطلاعات یک گزارش تحت تاثیر ترتیب قرار دارد. ترتیب‌های اصلی به صورت صعودی و نزولی هستند سرجمع‌های فرعی، واسطه و اصلی را در هنگام تغییر محدوده‌های کنترل می‌توان چاپ نمود. مقدار پشتیبانی تصمیم گزارشات را می‌توان از طریق انطباق آنها با نیازهای استفاده گر افزایش، آنها را فوراً تهیه روی موضوعات با اهمیت جاری تکیه، آنها را بطور خلاصه نگهداری در زمان ممکن بر روی صفحه تصویر نمایش خواندن آنها را تسهیل و مدیریت التثناها را منظور نمود.

۴-۴-۶- نمونه هایی از پیاده سازی سیستم پشتیبانی تصمیم

در آمریکا، ۱۲ شرکت بیمه از ۲۸ شرکت بزرگ کشور به مطالعات گسترده‌ای در زمینه کاربرد سیستم‌های پشتیبان تصمیم دست زده اند و ۱۰ شرکت دیگر نیز به کارگیری سیستمهای عملیاتی در این زمینه را آغاز کرده اند. کاربردهای خاصی که مورد توجه قرار گرفته است، عبارتند از: تعهد خرید، پردازش ادعاهای رسیده، اندوخته سازی و حسابرسی. به عنوان مثال، شرکت بیمه اکوتیپل، سیستم تیارا (Tiara) را طراحی کرد تا در انتخاب واحدهای اقتصادی برای حسابرسی، به حسابرسان داخلی شرکت کمک کند. این سیستم پشتیبانی تصمیم برای رسیدن به تصمیم از عوامل متعددی استفاده می‌کند: تجزیه گروه مدیریت، عملکردهای کنترل داخلی و تغییرات صنعت یا بازار خارجی.

همچنین برای ارزشیابی اوراق بهادار و نیز تصمیم به خرید یا فروش آن سیستم‌های پشتیبان تصمیم متعددی طراحی شده است و بدین منظور بازیگرا بازار سرمایه در آمریکا، شرکت هایی جون بانکرز تر است، سالمون برادرز و مینو فکچرز هانور تر است، هزاران دلار برای سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در معاملات خرج کرده اند.

یکی دیگر از معروف ترین سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری در زمینه خدمات اعتباری معرفی، سیستمی‌است که "امریکن اکسپرس" تدارک دیده است. اسم این سیستم "دستیار تصویب کننده آمریکن اکسپرس" است. سیستم دستیار تصویب کننده (AA) یک پایگاه دانش پردازش معاملات با سرعت و حجم بالاست که در کنار نرم افزار قدیمی‌تر "سیستم تصویب اعتبار" (CAS) کار می‌کند.

۴-۵- مدل‌سازی مسأله

در این بخش مدل ریاضی مسأله زمانبندی کارکنان با تأکید بر بهینه‌سازی همزمان هزینه‌های زمانبندی و مطلوبیت پرسنل ارائه می‌گردد. سیکل زمانبندی و تعداد شیفت‌ها در هر سیکل مشخص بوده و قابل تعمیم می‌باشند. در این مدل محدودیت اهمیت شیفت بصورت نرم برای کارکنان درنظر گرفته شده است بطوریکه عدول از آنها مستلزم هزینه کاهش مطلوبیت کارکنان برای سیستم می‌باشد. همچنین کارکنان به لحاظ ۱-سطح تجربه و ۲- نوع تخصص رتبه‌بندی می‌شوند. بطوریکه در هر شیفت تعداد موردنیاز از هر نوع تخصص و تجربه مشخص می‌باشد. همچنین در صورت نیاز، کارکنان با درجه بالاتر می‌توانند بجای کارکنان با درجه پایین‌تر تخصیص داده شوند ولی عکس آن صادق نمی‌باشد. هر پرسنل فقط باید در زمینه تخصصی خود کار کرده و مجاز نیست در تخصص دیگری کار کند.

یک نمونه از ساختار مسأله در جدول (۴-۱) نشان داده شده است. به هر سلول در جدول (۴-۱) یک "مکان- شیفت" گفته می‌شود. به عنوان نمونه، فرض کنید سیکل زمانبندی بصورت هفتگی بوده و هر ۲۴ ساعت آن دارای دو نوع شیفت روز و شب باشد، بطوریکه جمعه مبین آخرین روز سیکل زمانبندی است. وجود عنصر "۱" در هر مکان-شیفت مبین تخصیص شخص متناظر با سطر آن مکان به شیفت روز متناظر با ستون مکان موردنظر می‌باشد. به عنوان مثال، شخص ۲، در روزهای یکشنبه، سه‌شنبه و پنج‌شنبه به شیفت صبح و در روزهای شنبه وجمعه به شیفت شب تخصیص داده شده است.

شیفت			شیفت روز							شیفت شب						
			شنبه	۱شنبه	۲شنبه	۳شنبه	۴شنبه	۵شنبه	جمعه	شنبه	۱شنبه	۲شنبه	۳شنبه	۴شنبه	۵شنبه	جمعه
پرسنل	رتبه	عرضه	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	R_1	V_1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	R_2	V_2	1		1	1	1		1		1			1		1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N	R_N	V_N	1		1		1	1		1	1			1		1
تقاضای شیفت			D_1	D_1	D_1	D_1	D_1	D_1	D_1	D_2	D_2	D_2	D_2	D_2	D_2	D_2

جدول۴- ۱- نمایی از ساختار مسأله

۴-۵-۱- فرضیات مدل

سیکل زمانبندی مشخص است بطوریکه انتهای سیکل با روز تعطیل تعیین می‌گردد.

۱. تعداد شیفت‌های کاری در هر ۲۴ ساعت مشخص می‌باشد.
۲. رتبه یا درجه هر شخص با توجه به سابقه کاری، سطح تجربه و مهارت او مشخص‌می‌باشد.
۳. دستمزد هر شخص تابعی از تجربه و تخصص او می‌باشد. افراد با درجه بالاتر دارای دستمزد بالاتری می‌باشند.
۴. مقدار تقاضای هرشیفت برای افراد با سطح تجربه خاص مشخص می‌باشد.
۵. مقدار تقاضای هرشیفت برای افراد با تخصص خاص مشخص می‌باشد.
۶. تعداد انواع تخصص مورد نیاز مشخص می‌باشد.

۷. درجه اهمیت هرشیفت برای هرشخص مشخص می‌باشد.
۸. تعداد شیفت‌های کاری مجاز برای هرشخص (ظرفیت کاری شخص درهر سیکل) مشخص است.
۹. هزینه تخطی از محدودیت اهمیت نرم شیفت‌کاری پرسنل مشخص بوده و برای کل پرسنل یکسان می‌باشد.
۱۰. هزینه تقاضای پوشش نیافته مشخص بوده و برای تمام شیفت‌ها یکسان می‌باشد.
۱۱. هزینه بیکاری (هزینه عدم استفاده از کل ظرفیتی که هر شخص ارائه می‌کند) مشخص بوده و برای کل پرسنل یکسان می‌باشد.

۴-۵-۲- اهداف مدل

تابع هدف مدل ارائه شده از نوع کمینه‌سازی بوده و اجزاء آن عبارتند از:

- کل دستمزد پرداختی به پرسنل در طول یک سیکل کاری (یک هفته)
- هزینه عدول از محدودیت اهمیت شیفت برای پرسنل.
- هزینه مازاد تقاضا در شیفت‌ها.
- هزینه مازاد پرسنل متخصص در شیفت‌ها.
- هزینه بیکاری پرسنل.(عدم استفاده از حداکثر ظرفیت کاری پرسنل)

۴-۵-۳- ورودی‌های مدل

ورودی‌هایی که باید برای هر دوره جمع‌آوری شود و درطول دوره زمانبندی ثابت می‌باشند عبارتند از :

N = تعداد پرسنل در دسترس.

R = تعداد درجه یا رتبه پرسنلی (برحسب سابقه کار یا تجربه)

S = تعداد نوع شیفت‌ها (مانند شیفت روز، عصر، شب و غیره) در هر ۲۴ ساعت.

T = تعداد انواع تخصص (مثلاً در یک مرکز درمانی تخصص‌ها می‌توانند بصورت پرستار، بیهوشی، جراح عمومی، اعصاب و روان، قلب و غیره تقسیم بندی شوند).

C = طول سیکل زمانبندی (به روز).

۴-۵-۴- اندیس‌های مدل

i = شمارنده پرسنل در دسترس بطوریکه $i=1...N$.

j = شمارنده مکان- شیفت در طول سیکل زمانبندی بطوریکه $j=1...S*C$. (مطابق شکل ((۱)).

s = شمارنده نوع شیفت در ۲۴ ساعت بطوریکه $s=1...S$.

r = شمارنده درجه یا رتبه پرسنلی بطوریکه $r=1...R$.

t = شمارنده نوع تیم تخصصی بطوریکه $t=1...T$.

۴-۵- ۵- متغیر تصمیم‌گیری:

متغیر تصمیم باید تعیین کند که هر شخص به کدام مکان- شیفت و با چه درجه‌ای تخصیص یابد.

$$X_{ijr} = \begin{cases} 1 & \text{شخص } i \text{ با درجه } r \text{ به مکان - شیفت } j \text{ تخصیص یابد.} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

۴-۵- ۶- پارامترهای ورودی مدل

D_{jr} = مقدار پرسنل موردنیاز با درجه r در مکان - شیفت j.

D'_{jt} = مقدار پرسنل موردنیاز با تخصص t در مکان - شیفت j.

V_i = حداکثر تعداد شیفت‌های مجاز که می‌توان به شخص i تخصیص داد (ظرفیت کاری شخص i در یک سیکل).

W_{rt} = مقدار دستمزد یا حقوق شخصی که تخصص t و رتبه r می‌باشد.

γ_R = هزینه مازاد تقاضا به ازای یک شیفت.

γ_T = هزینه مازاد پرسنل متخصص به ازای یک شیفت.

γ_I = هزینه بیکاری پرسنل به ازای هر شخص.

I_i = درجه شخص i.

$$A_{is} = \begin{cases} 1 & \text{شیفت } s \text{ برای شخص } i \text{ دارای حائز اهمیت می‌باشد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$P_{js} = \begin{cases} 1 & \text{مکان } j \text{ متعلق به شیفت نوع } s \text{ می‌باشد (مطابق شکل)} \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases}$$

$$b_{irt} = \begin{cases} 1 & \text{شخص } i \text{ دارای درجه } r \text{ ویا کمتر و تخصص } t \text{ می‌باشد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

۴-۵-۷- مدل ریاضی

$$\text{Min} \quad Z = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{S\times C}\sum_{r=1}^{R}\sum_{t=1}^{T} w_{rt} b_{irt} (I_i - r + 1) x_{ijr}$$

$$+\gamma_W \times \sum_{i=1}^{N}\sum_{s=1}^{S}\sum_{j=1}^{SxC}\sum_{r=1}^{R} x_{ijr} (1 - p_{js}) A_{is} \qquad +\gamma_R \times \sum_{j=1}^{S\times C}\sum_{r=1}^{R}\left(\sum_{i=1}^{N} x_{ijr} - D_{jr}\right)$$

$$+\gamma_I \times \sum_{i=1}^{N}\left(V_i - \sum_{j=1}^{SxC}\sum_{r=1}^{R} X_{ijr}\right) \quad +\gamma_T \times \sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{SxC}\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{r=1}^{R} X_{ijr} b_{irt} - D'_{jt}\right)$$

s.t:

$$X_{ijr} \le \sum_{t=1}^{T} b_{irt} \quad \forall i, j, r \qquad (۱)$$

$$\sum_{r=1}^{R} X_{ijr} \le 1 \quad \forall i, j \qquad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{S \times C} \sum_{r=1}^{R} X_{ijr} \le V_i \quad \forall i \qquad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^{N} X_{ijr} \ge D_{jr} \quad \forall j, r \qquad (۴)$$

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{r=1}^{R} X_{ijr} b_{irt} \ge D'_{jt} \quad \forall j, t \qquad (۵)$$

$$X_{ijd} = 0 or\ 1 \quad \forall i, j, d \qquad (۶)$$

رابطه (۱) مبین تابع هدف مدل پیشنهادی می‌باشد که از پنج جزء تشکیل شده است. جزء اول بیانگر کل دستمزدی می‌باشد که باید به پرسنل پرداخت شود. ضریب $(I_i\text{-}d\text{+}1)$ مبین جریمه‌ای است به سیستم تحمیل می‌گردد؛ هرگاه یک پرسنل بجای پرسنل دیگری با درجه پایین تر از خود تخصیص یابد. جزء دوم مربوط به هزینه تخطی از اهمیت شیفت برای پرسنل می‌باشد. این قسمت جهت تأمین مطلوبیت افراد در تابع هدف تعبیه شده است. جزء سوم مربوط به هزینه تخصیص مازاد بر تقاضای شیفت می‌باشد. بطور مشابه جزء چهارم هزینه مازاد پرسنل متخصص را محاسبه می‌کند. جزء پنجم مبین هزینه بیکاری پرسنل نسبت به ظرفیت کاری آنها درهر سیکل می‌باشد. این قسمت برای ایجاد تعادل در استفاده از ظرفیت پرسنل تعبیه شده است. رابطه (۲) تضمین می‌کند که هر پرستار با درجه‌ای کوچکتر یا مساوی درجه خود تخصیص یابد. رابطه (۳) تضمین می‌کند که در صورت نیاز هر شخص در یک مکان-شیفت خاص فقط با یک درجه می‌تواند تخصیص یابد. رابطه (۴) تضمین می‌کند که تعداد شیفت‌های تخصیص داده شده به هر شخص از ظرفیت او تجاوز نکند. رابطه (۵) تضمین می‌کند تعداد پرسنل با سطح تجربه خاص تخصیص داده شده به هر مکان-شیفت تقاضای آن مکان-شیفت را برآورده سازد. رابطه (۶) بطور مشابه تضمین می‌کند که تعداد پرسنل با تخصص خاص تخصیص داده شده به هر مکان-شیفت تقاضای آن مکان- شیفت را برآورده سازد.

فصل پنجم: استفاده از شبیه سازی در سیستمهای تعمیرات و نگهداری ترمینال کانتینری

۵-۱- مقدمه

این پروژه جهت معرفی یکی از ابزارهای بسیار کارا و مفید جهت بررسی شرایط مختلف یک سیستم و جهت کمک در امر تصمیم‌گیری در مورد پیشنهادها و تغییرات مختلف بر روی سیستم ارایه می‌گردد. این ابزار شبیه سازی است که کاربردهای فراوان آن در بخش مربوطه(گزارشات پروژه) ذکر گردیده است. پروژه مطرح شده شبیه سازی گروه تعمیراتی سیستم تعمیر و نگهداری ترمینال کانتینری بندر شهید رجایی می‌باشد که هدف و مفروضات مساله در ادامه قید گردیده است. لازم به یادآوری است که هدف از ارایه این پروژه که بصورت معرفی و CASE STUDY می‌باشد، صرفا آشنایی مدیران تصمیم گیر با ابزارها و تکنیکهای مختلف مهندسی مالی است که رویکردی باشد جهت ترقیب مدیران در استفاده از این ابزارها جهت افزایش کارایی فرآیندهای مختلف سازمان.

۵-۲- شبیه سازی

شبیه سازی بیان رفتار پویای یک سیستم بواسطه حرکت آن از یک وضعیت به وضعیت دیگر براساس قواعد عملیاتی تعریف شده است . شبیه سازی تقلیدی از عملکرد فرایند یا سیستم واقعی با گذشت زمان است . صرفنظر از اینکه شبیه سازی با دست یا به وسیله کامپیوتر انجام شود ، به ایجاد ساختگی تاریخچه سیستم ، و بررسی آن به منظور دستیابی نتیجه گیریهایی در مورد ویژگیهای عملکرد سیستم واقعی مربوط می‌شود .

با ایجاد و معتبرسازی یک مدل شبیه سازی ، می‌توان آن را برای تفحص درباره پرسشهای بسیار گوناگونی از نوع « چه شود اگر » در مورد سیستم واقعی به کار برد . تغییرات انجام‌پذیر در سیستم را می‌توان ابتدا شبیه سازی کرد تا تأثیرشان بر عملکرد سیستم پیش بینی شود . لذا ایجاد مدل شبیه سازی هم به منزله ابزار تحلیلی برای پیش بینی تأثیر تغییرات سیستمهای موجود و هم به عنوان ابزار طراحی برای پیش بینی عملکرد سیستم جدید در مجموعه‌های گوناگون شرایط کاربردپذیر، است .

۵-۲-۱- چه وقت شبیه سازی ابزار مناسبی است ؟

۱- مطالعه و بررسی و آزمایش روابط متقابل هر سیستم با زیرسیستم پیچیده و پویا .

۲- اعمال تغییرات اطلاعاتی، سازمانی و محیطی و مشاهده تأثیر این تغییرات بر رفتار سیستم .

۳- استفاده از شناخت بدست آمده در شبیه سازی برای پیشنهاد انجام اصلاحات روی سیستم در دست بررسی .

۴- شناسایی مهمترین متغیرها و چگونگی روابط متقابل آنها با ایجاد تغییر در ورودیهای شبیه سازی و بررسی خروجی‌های بدست آمده .

۵- به عنوان ابزاری آموزشی به منظور تقویت روشهای تحلیلی .

۶- آزمایش طرحها یا خط مشی‌های جدید پیش از اجرای آنها و کسب آمادگی لازم برای روبروشدن با پیشامدهای احتمالی .

۷- تحقیق درمورد پاسخهای تحلیلی .

۵-۲-۲- مزایای شبیه سازی

هرچند شبیه سازی ابزار مناسبی برای تحلیل در موارد بسیار است . تحلیلگر سیستم پیش از بکارگیری این روش در هر مورد خاص ، باید مزایا و عیبهای آن را درنظر داشته باشد .

مزایای شبیه سازی که اشمید و تیلور و سایرین درباره آن بحث کرده‌اند، به شرح زیر است:

۱- اغلب منجر به درک بهتری از سیستم واقعی می‌شود .

۲- تجارب حاصل از سالها عملکرد سیستم واقعی قابل فشرده‌سازی در دقیقه‌ها یا ثانیه‌ها ست.

۳- شبیه سازی به عنوان ابزاری برای اهداف آموزش قابل استفاده است .

۴- شبیه سازی بسیار کلی تر از مدلهای ریاضی است .

۵- شبیه سازی توانایی تحلیل شرایط گذرا را دارد . در صورتی که مدلهای ریاضی معمولا این توانایی را ندارند .

۶- بسیاری از نرم افزارهای آماده شبیه سازی که دامنه وسیعی از موضوعات و سیستمها را پوشش می‌دهند وجود دارد .

۷- امکان بکارگیری مدل به منظور تحلیل سیستم به دفعات متعدد.

۸- قابل قبول بودن نتایج شبیه سازی و داشتن دقت لازم در مقایسه با مدلهای تحلیلی .

۹- قابل استفاده در کشف پدیده‌های غیرمنتظره و رفتار سیستم .

۵-۲-۳- معایب شبیه سازی

۱- بعضاً گران بودن ساخت مدل شبیه سازی و زمان گیر بودن آن.

۲- هزینه بالای اداره کردن و اجرای مدلهای شبیه سازی (تعداد اجراهای زیاد و ۰۰۰).
۳- مشکل بودن تفسیر ونتیجه‌گیری ازنتایج حاصله از شبیه سازی.
۴- تضمینی برای اینکه مدل واقعاً نتایج خوبی ارائه کند نیست و قابلیت اطمینان آن قابل اثبات نیست .
۵- شبیه سازی نسبت به مدلهای ریاضی دقت کمتری دارد چرا که براساس قوانین تصادفی بودن استوار است .

۵-۲-۴- موارد استفاده از شبیه سازی

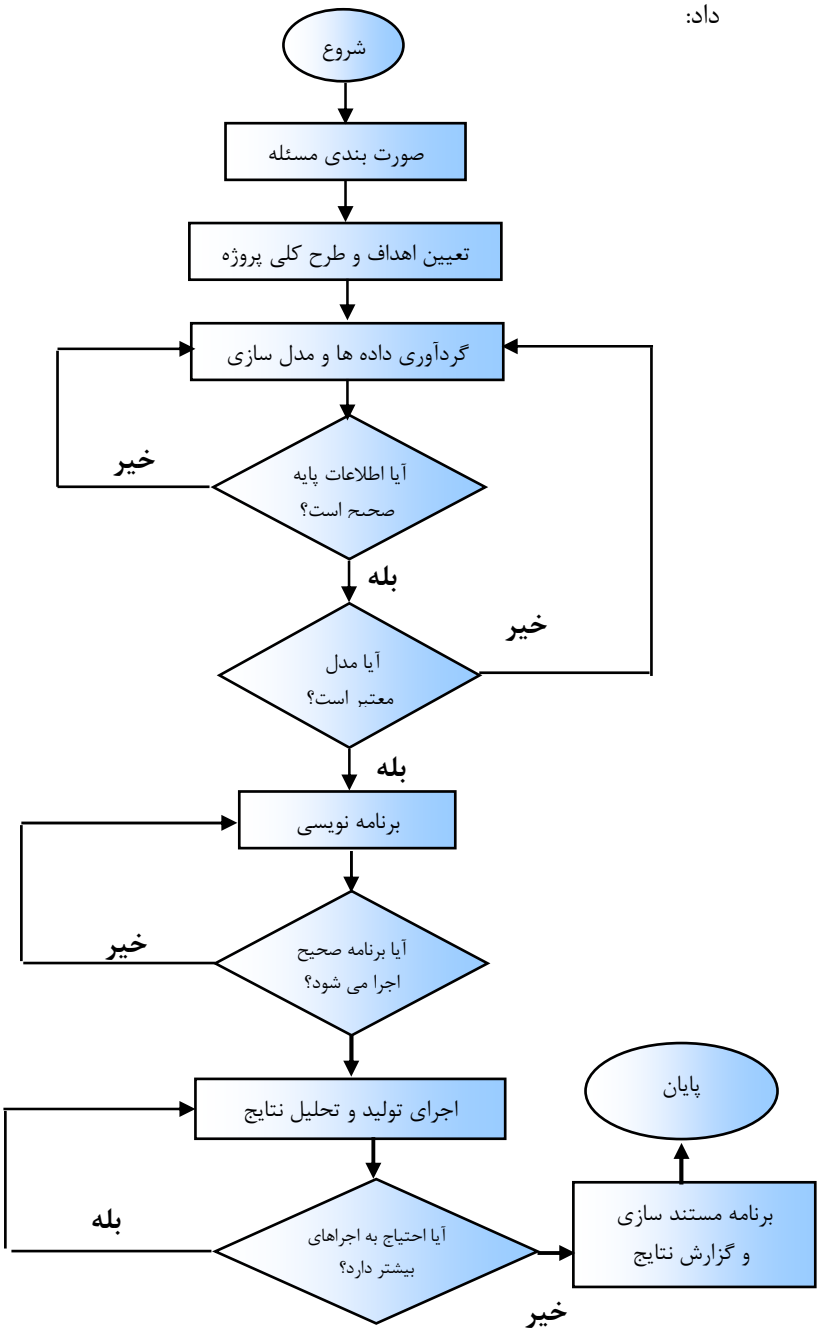
کاربردهای بسیاری از شبیه سازی در انواع زمینه‌ها وجود داشته است . هیلی برولیبرمن ۱۹۸۰) مثالهای زیر را برای نمایاندن توانایی گستردهٔ روش شبیه سازی بر می‌شمارند :
۱- حمل و نقل (دریایی ، هوایی ، زمینی و ۰۰۰)
۲- عملیات صنعتی (فولاد سازی ، تشعشع سنجی و ۰۰۰)
۳- شبیه سازی اقتصاد کشور
۴- شبیه سازی جنگهای نظامی‌و تسلیحات مختلف
۵- شبیه سازی سیستمهای تولیدی و موجودی
۶- شبیه سازی حوضه توسعه یافته رودخانه‌ای ، ترکیب سدها ، سیلابها و ۰۰۰

۵-۲-۵- مراحل یک پروژه شبیه سازی

۱- فرمول بندی وتعریف مسئله
۲- تعیین اهداف و طرح کلی پروژه
۳- ساخت مدل
۴- جمع آوری داده‌های مورد نیاز
۵- ترجمه مدل (برنامه نویسی)
۶- وارسی (Verification)
۷- اعتبار سنجی (Validation)
۸- برنامه‌ریزی استراتژیک و تاکتیکی (طراحی آزمایش)
۹- آزمایش
۱۰- تجزیه و تحلیل نتایج

۱۱- تفسیر و مستند سازی

گامهای اساسی در بررسی مبتنی بر شبیه سازی را می‌توان به صورت فلوچارت زیر نمایش داد:



شناسایی اجزا و عناصر شبیه سازی و درک هر چه بهتر آنها بسیار ضروری است . لازم به ذکر است که این ابزار در مسائل مختلف و در شبیه سازیهای متفاوت یکسان نبوده و با توجه به مفهوم ومنطق مساله در نظر گرفته می‌شوند .

اجزاء شبیه سازی :

۱- موجودیتها ۲- مشخصه‌ها ۳- متغیرها

۴- منابع ۵- صف‌ها ۶- انباشتگرهای آماری

۱- موجودیتها (entity)

اجزایی هستند که در درون سیستم حرکت می‌کنند . وضعیتشان تغییر می‌کند . روی سایر موجودیتها تأثیر گذاشته و از آنها اثر می‌پذیرند . معمولا معرف چیزهای واقعی هستند . (مانند کشتیهایی که وارد یک بندر میشوند)

۲- مشخصه‌ها (atribute)

ویژگیهای تمامی‌موجودیتهای : توصیف وتمایز

تمامی‌موجودیتهای همنوع ، مشخصه‌های یکسانی دارند ولی با مقادیر متفاوت نسبت به یکدیگر برای مثال : زمان ورود – موعد تحویل – تقدم – رنگ

هر موجودیت خاص مقدار مشخصه مربوط به خود را همراه دارد .

بعضی مشخصه‌ها بطور خودکار توسط نرم افزار تعریف می‌شوند و بعضی توسط مدلساز.

۳- متغیرها

منعکس کننده یک ویژگی از سیستم است صرفنظر از موجودیتها ،می‌توانند ثابت باشند و یا در خلال اجرای شبیه سازی تغییر کند . موجودیتها می‌توانند به متغیرها دسترسی داشته و آنها را تغییر دهند .مثال :

- تعداد قطعات موجود در سیستم - ساعت شبیه سازی - طول فعلی صف
- وضعیت ماشین

۴- منابع

هر آنچه که موجودیتها برایش رقابت می‌کنند :

- افراد (نیروی کار) - تجهیزات - جا (فضا)

موجودیت منبع را تصاحب کرده از آن استفاده می‌کند و سپس آن را آزاد می‌کند.

(مانند یک اسکله)

۵- صف‌ها

مکانهایی هستند برای انتظار موجودیتها در مواردی که نمی‌توانند به حرکت ادامه دهند . که معمولاً به دنبال آماری از طول صف ، مدت انتظار در صف و نظایر آن هستیم .

۶- انباشتگری‌های آماری

متغیرهایی هستند که آنچه اتفاق می‌افتد را در خود نشان میدهند . غیر انفعالی هستند (در مدل مشارکتی ندارند و فقط نمایشی هستند)

۵-۳- شبیه سازی سیستمهای صف

سیستم صف با جمعیت متقاضی ، چگونگی ورود و خروج از سیستم خدمتدهی ، ظرفیت سیستم و نظام صف مشخص می‌شود . این ویژگیهای سیستم صف به تفصیل در بخش قبل شرح داده شده است.

حال جهت آشنایی نسبی با یک روند شبیه سازی مونت کارلو [۴۲]مثال ساده زیر ارائه می‌گردد :

یک بندر کوچک تنها یک پست اسکله دارد . کشتیها به طور تصادفی با فواصل زمانی یک تا ۸ روز به صندوق مراجعه می‌کنند . همانطور که در جدول زیر نشان می‌دهد، هر مقدار ممکن برای مدت ورود احتمالی یکسان برای رخ دادن دارد . مدتهای خدمت دهی از یک تا شش روز و بر طبق احتمالات نشان داده شده در جدول تغییر می‌کند .

در بخش (تکنیکهای پشتیبان مهندسی مالی) مثال جامعی در زمینه ورود کشتیها به بندر ارایه گردیده است که جهت عدم تکرار از ذکر مجدد آن خود داری می‌گردد که در صورت تمایل میتوان به گزارش مذکور مراجعه نمود. لذا پس از مطالعه کلیات مربوط به تعاریف و مفاهیم شبیه سازی پروژه مورد نظر ارایه می‌گردد.

شبیه سازی گروه تعمیراتی در ترمینال کانتینری بندر شهید رجایی مربوط به دو گروه کارگاههای گنتری و ترانستینر

---

[۴۲] Monte carlo-مونت کارلو نام معروفی برای تکنیک شبیه سازی است که ازتولید اعداد تصادفی برای انتخاب رویدادهای معین با توجه به توزیع احتمالی وقوع آن رویداد استفاده می کنند .

هدف: بررسی میزان کارایی گروه‌های تعمیراتی

مساله مورد بررسی همانگونه که ذکر گردید شبیه سازی یک سیستم تعمیر و نگهداری است.

درکلیه سیستمهای تعمیر و نگهداری یک هدف مشترک وجود دارد و آن رسیدن به نقطه بهینه مابین BM وPM می‌بشد

توضیح:

BM (Break down Maintenance):هنگامی‌به یک عمل تعمیر BM اطلاق می‌گردد که دستگاه مورد نظر (یا قسمتی ازآن) دچار خرابی اساسی شده بنحوی که باعث قطع کار گردیده است و تعمیر کاران جهت تعمیر (و یا تعویض قطعه از کار افتاده) به آن مراجعه می‌نمایند. لذا واضح است که کاهش تعداد BM بدین دلیل که باعث قطع کار می‌گردد از اهمیت فراوانی برخوردار است.

PM(Preventive Maintenance): تعمیراتی است که معمولا بر طبق برنامه و یا سیستم تعمیر و نگهداری مورد استفاده، صورت می‌گیرد. لذا به این گونه تعمیرات که با هدف جلوگیری از خرابیهای احتمالی آتی (BM) صورت می‌گیرد تعمیرات پیشگیرانه اطلاق می‌گردد.

همانگونه که ذکر گردید در یک سیستم تعمیر و نگهداری تا جایی که امکان دارد باید از وقوع BM جلوگیری نمود چرا که بدلیل قطع کار باعث تحمیل هزینه‌های فراوانی به سیستم خواهدگردید. از طرفی تنها راه جلوگیری از وقوع این نوع خرابیها افزایش میزان تعمیرات پیشگیرانه میباشد. اما مشکل اینجاست که انجام PM نیز خود هزینه هایی در بردارد لذا ممکن است افزایش بیش از اندازه آن نیز باعث تحمیل هزینه‌های بیش از اندازه مورد نیاز به سیستم گردد.

از اینروست که باید با در نظر گرفتن شرایط سیستم و نوع و خصوصیات و عمر دستگاه مورد بررسی نقطه زمانی بهینه‌ای را برای انجام PMها بدست آورد بنحوی که از یک سو احتمال وقوع BM به حداقل برسد و از سوی دیگر هزینه‌های ناشی از انجام PM کمینه گردد.

هدف این مساله مدل کردن شرایط حاکم بر دو کارگاه تعمیراتی در بندر شهید رجایی با استفاده از شبیه سازی است تا بتوان میزان کارایی گروه‌های تعمیراتی را بدست آورد و در ادامه نیز با ارایه یک پیشنهاد و اعمال آن واکنش سیستم را مورد بررسی قرار داد.

کارگاه‌های مورد بررسی شامل سه کارگاه کالمار، منگان و گنتری می‌باشد که جهت ساده سازی مساله دو کارگاه کالمار و منگان با یکدیگر ترکیب گشته و بعنوان کارگاه شماره ۱ و کارگاه گنتری نیز بعنوان کارگاه شماره ۲ مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

هر کارگاه مسئولیت تعمیر و نگهداری تعداد خاصی از تجهیزات بندری را عهده دار می‌باشد بنحوی که تجهیزات مربوط به یک کارگاه در صورت خرابی نمیتوانند از گروه تعمیراتی کارگاه دیگر جهت تعمیر استفاده کنند. جدول زیر اطلاعات مربوط به هر کارگاه را در شرایط کنونی در بندر شهید رجایی و تعداد مورد بررسی این پروژه(جهت ساده سازی مساله) را ارایه می‌نماید.

نام کارگاه	کارگاه شماره ۱	کارگاه شماره ۲
کارگاه مورد بررسی	کارگاه کالمار و منگان	کارگاه گنتری
تعداد مراجعه واقعی تجهیزات	۱۵ دستگاه ترانستینر	۵ دستگاه گنتری
تعداد تجهیزات مورد بررسی	۵ دستگاه ترانستینر	۵ دستگاه گنتری

تعداد تجهیزات مورد بررسی همانگونه که ذکر گردید جهت ساده سازی مطالعه تعدیل گردیده است. در ادامه ذکر این نکته ضروری است که تاثیر این تعدیلات باید بر روی تعداد نیروی کاری هر کارگاه نیز در نظر گرفته شود :

این مهم در جداول بعد ارایه گردیده است:

جدول ۵-۱- تعداد افراد شاغل در کارگاه های تعمیرات

تخصص		سرپرست	کارشناس	تکنسین	سرویسکار	برقکار	مکانیک	دفتردار
تعداد افراد واقعی	کارگاه ۱	۲	۲	۹	۸	۱	۳	۱
	کارگاه ۲	۱	۶	۵	۷	۱	۷	۱

جدول ۵-۲- تعداد افراد مورد بررسی در این مدل

تخصص		سرپرست	کارشناس	تکنسین	سرویسکار	برقکار	مکانیک	دفتردار
تعداد افراد مورد بررسی	کارگاه ۱	۱	۱	۳	۳	۱	۱	۱
	کارگاه ۲	۱	۴	۳	۴	۱	۴	۱

جدول ۵-۳- تعداد BM و PM انجام شده در طی ۶ ماه دوم سال ۱۳۸۳

گزارش عملکرد تجهیزات بندری ناحیه هرمزگان سال۱۳۸۳ شرکت تاید واتر

نوع گنتری	مهر		آبان		آذر		دی		بهمن		اسفند	
	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM
گنتری ۱	12	12	3	15	3	22	4	10	12	6	10	7
گنتری ۲	17	27	9	17	9	11	2	8	8	8	13	10
گنتری ۳	16	19	5	14	6	10	10	9	9	10	4	8
گنتری ۴	12	25	7	11	4	9	7	11	6	8	8	8
گنتری ۵	15	12	7	11	4	9	7	11	6	8	8	8

BM=Break down Maintenence PM=Preventive Maintenence

توجه: تعدیلات در مورد کارگاه شماره ۱ مربوط به ترانستینرها که از تعداد ۱۵ دستگاه به ۵ دستگاه رسید باید به همین نسبت (۱/۳) در مورد همه افراد نیز در نظر گرفته شود. که این تعدیل با کمی‌احتیاط اعمال گردیده است چرا که بعنوان مثال تعداد سرپرست کارگاه ا را که ۲ نفر می‌باشد نمی‌توان بر ۳ تقسیم نمود چرا که هر کارگاه حداقل ۱ سرپرست را نیاز دارد لذا ماکزیمم تعدیل برای آن ۱ می‌باشد. این مهم برای کارگاه دیگر نیز مصداق دارد.

حال داده اساسی مورد نیاز که مهمترین ورودی مدل شبیه سازی می‌باشد توزیع فاصله زمانی بین خرابی‌های متوالی یک دستگاه می‌باشد. فاصله زمانی مابین دو خرابی مهمترین معیاری است که در سیستم‌های تعمیر و نگهداری در نظر گرفته می‌شود که این مهم بصورت متوسط زمان مابین دو خرابی و بصورت یک توزیع آماری بدست می‌آید. که از آن به عنوان داده‌های گذشته و جهت اطلاع از رفتار خرابی دستگاه و جهت اطلاع از رفتار و وضعیت آینده استفاده می‌شود.

از اینرو با استفاده از تعداد خرابی (BM) هر دستگاه در طول یک ماه میتوان میانگینی از فاصله زمانی مابین دو خرابی بدست آورد و در ادامه با در اختیار داشتن متوسط فاصله زمانی مابین دو خرابی در ماه‌های مختلف و استفاده از نرم افزارهای آماری می‌توان توزیع احتمال خرابی مربوط به هر دستگاه را بدست آورد. البته ذکر این نکته ضروری است که نمیتوان از تعداد PM انجام شده در هر ماه صرف نظر نمود چرا که مسلما انجام PMها باعث جلوگیری از بروز BM می‌شود. اما چه تعداد PM باعث جلوگیری از بروز یک BM میشود؟

در اینجا بدین دلیل که اطلاعاتی در مورد سیستم تعمیر و نگهداری جاری در بندر که PMها بر مبنای آنها صورت می‌گیرد در دسترس نیست لذا بر طبق یک تخمین میتوان فرض نمود که هر ۲ PM صورت گرفته باعث جلوگیری از بروز یک BM شده است لذا بدین طریق تعداد PMها به BMها افزوده می‌گردد.

کلیات مربوط به انجام این محاسبات در جداول زیر ذکر گردیده است:

جدول ۵-۴- تعداد BM در طی ۶ ماه دوم سال ۱۳۸۳ (گنتری)

ماه / نوع	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
	BM	BM	BM	BM	BM	BM
گنتری ۱	۱۸	۱۶	۲۳	۱۲	۱۷	۱۲
گنتری ۲	۳۵	۲۱	۱۵	۹	۱۲	۱۶
گنتری ۳	۲۴	۱۶	۱۳	۱۲	۱۴	۱۰
گنتری ۴	۳۱	۲۴	۱۹	۱۲	۱۵	۱۲
گنتری ۵	۱۹	۱۴	۱۱	۱۴	۱۱	۱۲

جدول ۵-۵- تعداد BM در طی ۶ ماه دوم سال ۱۳۸۳(ترانستینر)

ماه / نوع	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
	BM	BM	BM	BM	BM	BM
ترانستینر ۱	۵	۵	۶	۴	۳	۶
ترانستینر ۲	۰	۱	۵	۳	۸	۵
ترانستینر ۳	۷	۷	۷	۱	۳	۷
ترانستینر ۴	۲	۰	۵	۶	۷	۹
ترانستینر ۵	۷	۲	۸	۱	۵	۱۱

جدول ۵-۶- متوسط زمانی بین دو BM درگنتری ها طی ۶ ماه دوم سال۱۳۸۳ (ساعت)

ماه / نوع	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
	BM	BM	BM	BM	BM	BM
گنتری ۱	۲۴×(۳۰/۱۸)=۴۰	۴۵	۳۱	۶۰	۴۲	۶۰
گنتری ۲	۲۱	۳۴	۴۸	۸۰	۶۰	۴۵
گنتری ۳	۳۰	۴۵	۵۵	۶۰	۵۱	۷۲
گنتری ۴	۲۳	۳۰	۳۸	۶۰	۴۸	۶۰
گنتری ۵	۳۸	۵۱	۶۵	۵۱	۶۵	۶۰

جدول ۵-۷- متوسط زمانی بین دو BM درترانستینر ها طی ۶ ماه دوم سال۱۳۸۳ (ساعت)

ماه / نوع	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
	BM	BM	BM	BM	BM	BM
ترانستینر ۱	۱۴۴	۱۴۴	۱۲۰	۱۸۰	۲۴۰	۱۲۰
ترانستینر ۲	-	۷۲۰	۱۴۴	۲۴۰	۳۶۰	۱۴۴
ترانستینر ۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۷۲۰	۲۴۰	۱۰۳
ترانستینر ۴	۳۶۰	-	۱۴۴	۱۲۰	۱۰۳	۸۰
ترانستینر ۵	۱۰۳	۳۶۰	۹۰	۷۲۰	۱۴۴	۶۵

جدول ۵-۸- توزیع احتمال خرابی گنتری ها و ترانستینرها

نام تجهیز	توزیع احتمال	نام تجهیز	توزیع احتمال
گنتری ۱	Normal(46.45 , 7.15)	ترانستینر ۱	EXP(158)
گنتری ۲	Normal(40 , 3.75)	ترانستینر ۲	EXP(322)
گنتری ۳	Normal(48.64,6.12)	ترانستینر ۳	EXP(229)
گنتری ۴	Normal(38.24,4)	ترانستینر ۴	EXP(161.4)
گنتری ۵	Normal(53.33,10)	ترانستینر ۵	EXP(247)

حال با در اختیار داشتن توزیع احتمال خرابی تجهیزات و نیز زمان سرویس هر کارگاه میتوان مدل شبیه سازی مربوط به هر کارگاه را ایجاد نمود:

مدل:

ورودی : هر اتم ورودی در اینجا به منزله هر بار خرابی یک دستگاه در نظر گرفته می‌شود به نحوی که بمحض خراب شدن هر دستگاه، دستگاه فوق بعنوان یک ورودی وارد سیستم می‌شود.

سرویس دهنده: هر کارگاه بعنوان یک سرویس دهنده در نظر گرفته می‌شود لذا هر مدل شامل یک سرویس دهنده می‌باشد.

صف: هر مدل شامل یک صف می‌باشد بنحوی که هر گاه یک دستگاه دچار خرابی گردید و همزمان سرور در حال سرویس دادن به یک دستگاه دیگر باشد ، دستگه فوق در صف انتظار قرار می‌گیرد.

لذا دو مدل خواهیم داشت یکی متعلق به کارگاه شماره ۱ و دیگری مربوط به کارگاه ۲ خواهد بود. ساختار این دو مدل در نرم افزار Enterprice Dynamic در CD مربوط به گزارش ارایه گردیده است.

در تحلیل مربوط به این مدلها بدین گونه مطرح می‌گردد که فرض شده است میانگین طول صف مجاز کمتر از ۱ ساعت می‌باشد. بدین معنی که از نظر مدیریت تا زمانی که متوسط زمانی که در سیستم صف وجود دارد کمتر از ۱ ساعت باشد جهت تغییرات مختلف بر روی متغیرها مجاز می‌باشیم. از اینرو با در نظر گرفتن این فرض کلیدی می‌توان به کاهش تعداد نیروها (که متقابلا باعث افزایش زمان سرویس دهی می‌شود) تا جایی که صفی ایجاد نشود اقدام نمود. که نهایتا میزان کاهش مجاز نیروها می‌تواند معیار خوبی برای نشان دادن میزان کارایی نیروها (کارگاه سرویس دهنده) باشد.

و در انتها با ترکیب هر دو کارگاه بصورت یک کارگاه ترکیبی می‌توان ادعا نمود که این عمل باعث افزایش میزان کارایی کل سیستم خواهد گردید. توجیه این مساله بدین صورت است که در عمل بارها پیش آمده است که مثلا یک یا چند دستگاه گنتری نیازمند تعداد بیشتری متخصص برق جهت تعمیر می‌باشد ولی کارگاه شماره ۲ چنین نیروی مازادی ندارد در صورتی که متخصص برق متعلق به کارگاه ۱ بیکار بوده است. از اینرو با ترکیب دو کارگاه می‌توان استفاده بهتری از نیروها و تخصصها (که حوزه مشترک زیادی در دو کارگاه دارند) نمود.

۵-۴- نتایج اجرای مدلهای شبیه سازی ایجاد شده

با اجرای مدل شبیه سازی مربوط به کارگاه گنتریها ملاحظه می‌گردد که متوسط زمان تشکیل صف حدود ۰/۲ شاعت می‌باشد اما در مورد کارگاه ترانستینرها این زمان حدود ۰/۰۶ ساعت می‌باشد که خود نشان دهنده این نکته است که زمان تعمیر کارگاه گنتری زمان زیادی می‌باشد. از سوی دیگر با در نظر گرفتن این فرض که زمان مطلوب (قابل قبول) از سوی مدیریت برای متوسط صف تشکیل شده کمتر از ۱ ساعت می‌باشد. لذا با ارایه یک تحلیل می‌توان ادعا نمود که اگر دو کارگاه با یکدیگر ترکیب گردند و این زمان (متوسط زمانی که سیستم دارای صف می‌باشد) با یک میانگین وزین برای دو زمان سرویس متفاوت مربوط به گنتری و ترانستینر به زمانی حدود ۱/۵ ساعت برسد از اینرو می‌توان با کاهش فرضی تعداد پرسنل که متقابلا و متناسبا باعث افزایش زمان سرویس کارگاه خواهد شد، میتوان ادعا نمود که این کاهش تا آنجایی که متوسط زمان صف کمتر از ۱ ساعت گردد می‌تواند ادامه یابد . که در مدل فوق نسبت این کاهش ۴۵ درصد بدست آمد. لذا اینگونه تحلیل می‌گردد که در شرایط کنونی کل سیستم با ۵۵ درصد ظرفیت کار می‌کند و یا کارایی سیستم ۶۵ درصد می‌باشد. لذا با در اختیار داشتن مدل مذکور که نمودی از سیستم واقعی است می‌توان تحلیلها و بررسیهای مختلفی را بر روی سیستم انجام داد . از اینروست که ابزار شبیه سازی بعنوان یکی از ابزارهای مهندسی مالی بعنوان یک ابزار بسیار مفید در امر افزایش کارایی می‌تواند بسیار مثمر ثمر واقع شود.

لازم به ذکر است از آنجایی که مطالعات شبیه سازی در عناصر زیادی مثل مفهوم زمان سنجی ، به هنگام درآوردن وضعیت ، و به توالی درآوردن پیشامدها مشترک اند ، زبانهای مناسبی به منظور خاص شبیه سازی به وجود آمده اند .دراین میان معمولترین آنها عبارتند از GPSS , SIMSCRIPT , SLAMو نیز نرم افزارهای متداول و پرکاربرد شبیه سازی در ایران Arera و Teylor می‌باشد. .

فصل ششم: استفاده از سیستمهای چند عاملی در مدیریت بندری

۶-۱- مقدمه

افزایش تعداد جابه‌جایی‌های کانتینر موجب نیاز روزافزون ترمینال‌ها به مدیریت کارآمدتر حمل و نقل کانتینرها علاوه بر تجهیزات حمل و نقل شده است. این تحقیق بیشتر تمرکز بروی ترمینال‌های کانتینری مکانیزه[۴۳] (ACT) در بندرگاه‌ها دارد. در این تحقیق، هدف طراحی یک سیستم حمل و نقل مکانیزه با استفاده از وسیله نقلیه هدایت خودکار[۴۴] (AGV) بعنوان یک عامل حمل و نقل می‌باشد. برای ایجاد یک سیستم حمل و نقل AGV، حل سه مسأله زیر مدنظر می‌باشد:

۱- طراحی بهینه سیستم حمل و نقل.
۲- مقایسه، ارزیابی و تحلیل سیستم‌های حمل و نقل.
۳- ارایه یک متدلوژی مدیریت کارآمد برای سیستم حمل و نقل.

مسأله (۱) مبین یک متدلوژی طراحی می‌باشد که هدف از آن طراحی بهینه و ترکیبی پارامترها می‌باشد. مثلاً، تعیین حداقل تعداد عامل هایی که می‌توانند تقاضا را برآورده سازند. برای این مسأله، یک متدولوژی طراحی ترکیبی با استفاده از تئوری شبکه صف و مدل شبیه سازی ارایه می‌گردد. در مسأله (۲)، کارامدترین سیستم حمل و نقل از بین سیستم‌های موجود، مانند سیستم افقی یا عمودی، انتخاب خواهد شد. برای حل این مسأله، یک سری مطالعات مقایسه‌ای برمبنای هزینه و با توجه به زمان حمل و نقل و هزینه کل ایجاد سیستم ارایه شده است.

با توجه به نتایج بدست آمده در ادبیات موضوع، بدیهی است سیستم حمل ونقل AGV افقی از لحاظ هزینه کاراتر از سیستم عمودی می‌باشد. در نتیجه سیستم حمل و نقل در نظر گرفته شده در این تحقیق، نوع خاصی از سیستم افقی می‌باشد که در شکل (۶-۱) نشان داده شده است. در این سیستم هر جرثقیل RTGC نیز بعنوان یک عامل در نظر گرفته می‌شود. از آنجائیکه انواع مختلف عامل (عامل‌های ناهمگن) در سیستم وجود دارند، ابتدا لازم است، مدلهای تفضیلی مدیریت سیستم که همان پاسخ مسأله (۳) می‌باشند، طراحی شوند. جهت مدلسازی باید زمان، بلوک و نحوه حمل و نقل و انبار کردن کانتینرها توسط عامل در نظر گرفته شوند. بنابراین، دو نقطه تقابل برای مدیریت سیستم باید در نظر گرفته شود که عبارتند از: همکاری عامل‌ها و برنامه ریزی انبارکردن کانیترها. برای سیستم مدل شده، مقدار بهینه

[43] Automated Container Terminal
[44] Automated Guided Vehicle

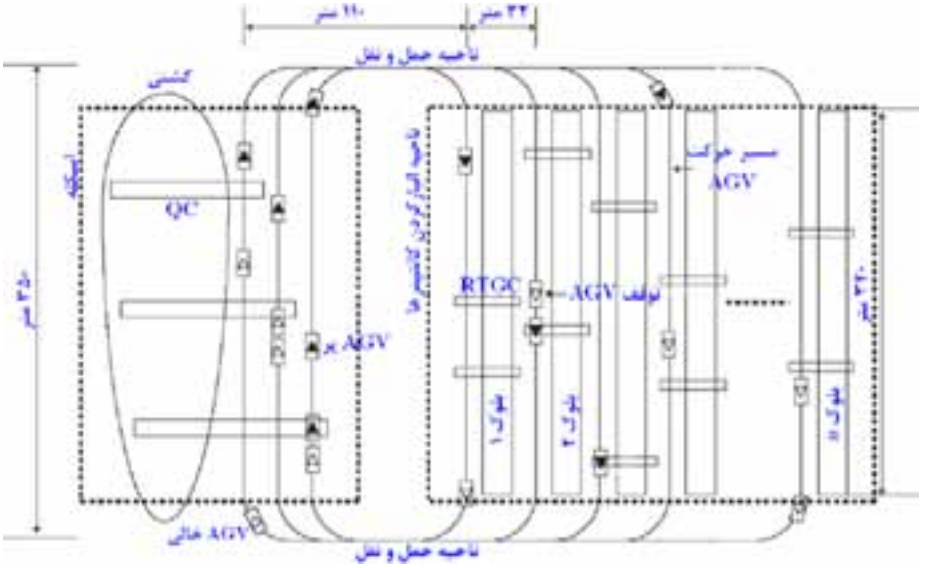
ترکیبی پارامترهای طراحی با استفاده از یک متدلوژی طراحی پیشنهادی در ادبیات استنتاج می‌شود. بعد از آن، سیستم‌های طراحی شده برمبنای هزینه کل ایجاد سیستم با یکدیگر مقایسه شده و سپس صحت مدلهای مدیریتی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۶-۲- سیستم حمل و نقل AGV در یک ACT

۶-۲-۱- رویه حمل و نقل

همانطورکه پیشتر نیز بیان شد، این تحقیق بروی عملیات کانتینر توسط عامل‌ها داخل یک ACT تمرکز دارد. بنابراین، حرکت کانتینرها از سمت اسکله به سوی مقصد ذخیره (محوطه) مدنظر می‌باشد. در سیستم نشان داده شده در شکل (۶-۱)، AGVها در یک مسیر بسته آنقدر حرکت می‌کنند تا وظیفه انتقال کانتینرهای موجود در یک کشتی به مقصد را به اتمام برسند، در حالیکه با RTGCها مطابق رویه زیر همکاری و مشارکت می‌کنند.

۱- جرثقیل اسکله یک کانتینر را از روی کشتی برداشته و بروی AGV قرار می‌دهد.
۲- یک بلوک بعنوان بلوک ذخیره کانتینر به تصادف تخصیص داده می‌شود.
۳- AGV کانتینر را از محل اسکله به بلوک تخصیص داده شده در محوطه از طریق ناحیه حمل و نقل، انتقال می‌دهد.
۴- AGV در جایی از مسیر خود در یک نقطه جهت انتقال کانتینر به بلوک تخصیص داده شده، توقف می‌کند.
۵- AGV شروع به انتقال کانتینر به RTGC می‌نماید.
۶- RTGC کانتینر را به مکانی در بلوک تخصیص داده شده انتقال داده و سپس منتظر AGV بعدی می‌ماند.
۷- AGV بعد از تحویل کانتینر از طریق همان مسیر به محل اسکله برمی‌گردد. بازگشت به گام اول.



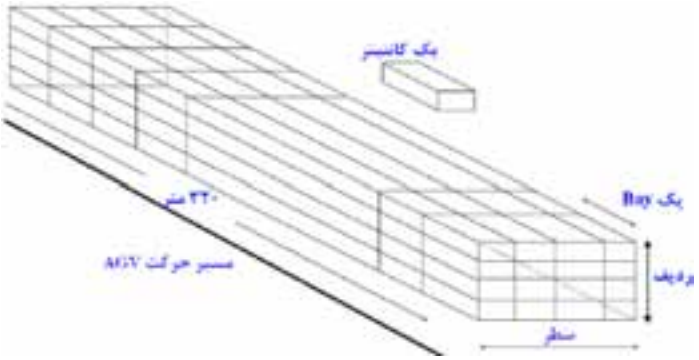
شکل ۶-۱- سیستم حمل و نقل AGV افقی

۶-۲-۲- بلوک انبارکردن کانتینر

شکل (۶-۲) بلوکی را که کانتینر در آن ذخیره می‌گردد نشان می‌دهد. فرض می‌کنیم ظرفیت هر بلوک برابر ۳۲۰ کانتینر یا TEU (۴سطر × ۲۰ قفسه × ۴ ردیف) می‌باشد.

۶-۲-۳- مقایسه فاکتورهای سیستم

پارامترهای طراحی عبارتند از تعداد AGV و RTGCهای موردنیاز در سیستم. این پارامترها مبین فاکتورهای مقایسه می‌باشند. در فرآیند طراحی، تعداد AGV و RTGCها باید همزمان کمینه گردد. این یک مسأله بهینه سازی ترکیباتی می‌باشد که بعداً مورد بحث قرار خواهد گرفت.



شکل۶-۲- نمایی از یک بلوک

۶-۲-۴- خصوصیات عامل‌های ناهمگن

جدول (۶-۱) خصوصیات AGV، RTGC و QC را نشان می‌دهد. خصیصه‌های AGV بصورت "بارگذاری شده" (پر) و "خالی" تعریف می‌شوند. همچنین زمان انتقال و ذخیره سازی کانتینر علاوه بر سرعت حرکت خود RTGC بعنوان خصیصه‌های RTGC در نظر گرفته می‌شوند. بدلیل اینکه خود QC دارای حرکت نمی‌باشد، فقط زمان بارگزاری کانتینر بروی AGV بعنوان تنها خصیصه QC در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۶-۱- خصوصیات عامل ها

عامل	خصیصه ها	مقدار
AGV	حداکثر سرعت حمل (متر بر ثانیه)	در حالت پر : ۵/۵۶ – در حالت خالی : ۶/۹۴
	شتاب فزاینده (متر بر مجذور ثانیه)	در حالت پر : ۰/۱۵ – در حالت خالی : ۰/۱۵
	شتاب کاهنده (متر بر مجذور ثانیه)	در حالت پر : ۰/۶۳ – در حالت خالی : ۰/۶۳
RTGC	حداکثر سرعت حمل (متر بر ثانیه)	۲/۵
	شتاب فزاینده (متر بر مجذور ثانیه)	۰/۱
	شتاب کاهنده (متر بر مجذور ثانیه)	۰/۴
	زمان انبارکردن کانتینر (ثانیه)	۳۰
	زمان حمل کانتینر (ثانیه)	۳۰
QC	زمان بارگزاری (ثانیه)	۶۰

۶-۲-۵- تنظیم سیستم

با توجه به جانمایی سیستم در یک ACT واقعی، تداد QCهای موردنیاز، برمبنای شاخص یا مقیاس ثابتی از اسکله تعیین می‌گردد. در حالت کلی، همانطورکه در شکل (۶-۱) نیز نشان داده شده است، عمدتاً از مقیاس ۳۵۰ متر با سه QC استفاده می‌شود. در نتیجه، سفارش حمل کانتینر به AGV بطور پیوسته توسط سه QC ارایه می‌شود. برای هر بلوک یک مسیر حرکت AGV درنظر گرفته شده است. همچنین هر بلوک دارای دو RTGC است و در نتیجه تعداد عامل‌های RTGC دو برابر تعداد بلوک‌ها می‌باشد. بعلاوه، ترتیب انبارکردن کانتینر در مکان (سطر و قفسه) بصورت تصادفی و در ابتدا تعیین می‌گردد.

۶-۳- مشارکت عامل ها

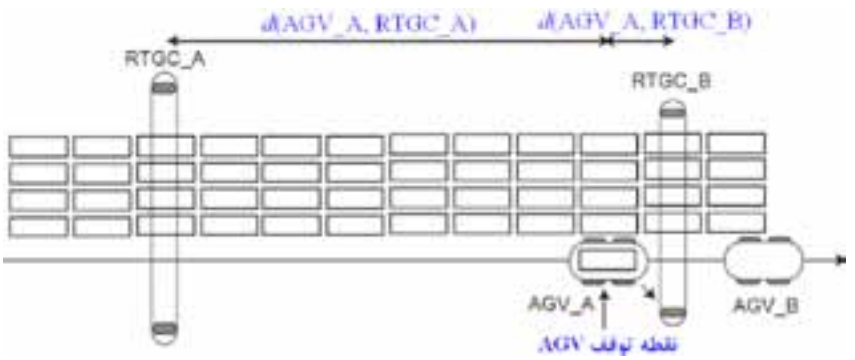
۶-۳-۱- مفهوم مشارکت عامل

اکثر مطالعات پیرامون کاربرد MAS در سیستم‌های حمل و نقل، با فرض عامل‌های همگن صورت گرفته است. از آنجائیکه در این تحقیق با عامل‌های ناهمگن مواجه هستیم، امکان استفاده از یک استراتژی رفتار- عامل یکنواخت جهت مشارکت عامل‌های ناهمگن با یکدیگر وجود ندارد. در نتیجه با توجه به خصیصه‌های در نظر گرفته شده برای عامل‌ها مطابق جدول (۶-۱)، سیستم مشارکت عامل‌ها را در قالب دو گام اساسی ۱) روش انتخاب RTGC توسط AGV و ۲) انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی توسط AGV بصورت زیر طراحی می‌کنیم.

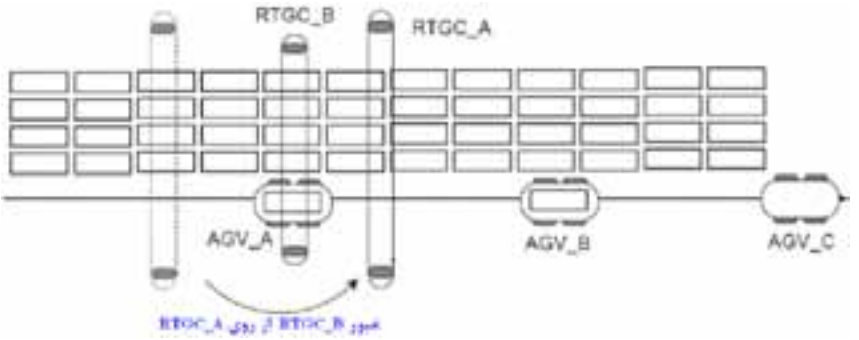
- روشهای انتخاب RTGC توسط AGV :
  - انتخاب RTGC برمبنای فاصله.
  - انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری.
- انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی توسط AGV :
  - درست بعد از اینکه AGV به نقطه توقف می‌رسد.
  - درست به محض اینکه AGV در مسیر خود وارد محوطه می‌شود.

۶-۳-۲- انتخاب RTGC برمبنای فاصله

همانطورکه در شکل (۶-۳) نشان داده شده است، وقتی AGV_A به نقطه مقصد خود می‌رسد، فاصله نسبی هر RTGC تا مکان ذخیره را تخمین می‌زند. در حالتی که هر دو RTGC بیکار باشند، RTGC_B که نزدیکتر به AGV_A می‌باشد، جهت انتقال کانتینر انتخاب می‌گردد. اگر، RTGC_B قبلاً توسط AGV دیگری انتخاب شده باشد (حالت ۱)، یا در حال عملیات انتقال یا ذخیره باشد (حالت ۲)، آنگاه طبیعتاً RTGC_A انتخاب خواهد شد، با اینکه از AGV_A دورتر است. قابل توجه اینکه، چون دو RTGC دارای اندازه مختلف می‌باشند، در نتیجه امکان تداخل عملیات وجود نداشته و RTGC کوچکتر می‌تواند از زیر RTGC بزرگتر رد شود، در نتیجه RTGCها دارای فضای کاری منحصربفرد نمی‌باشند. بنابراین، RTGC_A توسط AGV_B انتخاب خواهد شد، زیرا در همین لحظه، RTGC_B در حالت عملیات انتقال در مشارکت با AGV_A می‌باشد. پس از انتخاب، RTGC_A بسوی نقطه توقف AGV_B حرکت کرده که این حرکت موجب گذر از روی RTGC_B خواهد شد (شکل ۶-۴). اگر هر دو RTGC درگیر باشند، آنگاه AGV باید در نقطه توقف منتظر بماند.



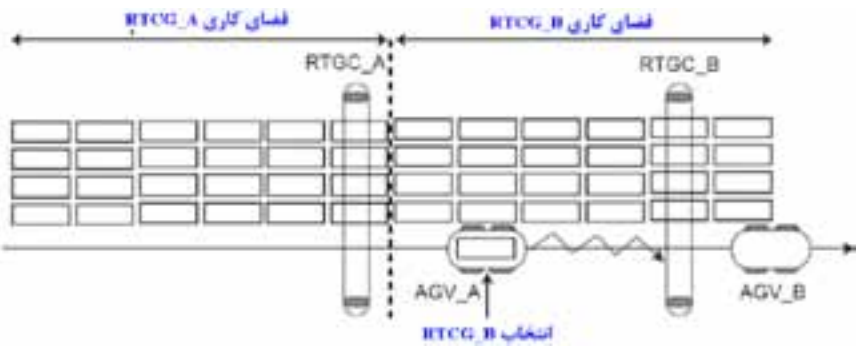
شکل ۶-۳-تخمین فاصله نسبی AGV_A از دو RTGC



شکل ۶-۴- مشارکت دو RTGC در یک بلوک

۶-۳-۳- انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری

شکل(۶-۵) مشارکت بین AGV و RTGC را در حالتی که هر دو RTGC در یک بلوک قرار داشته و یک اندازه می‌باشند، نشان می‌دهد. بنابراین، امکان عبور RTGCها از یکدیگر وجود نداشته و هر RTGC دارای فضای کاری مربوط به خود می‌باشد. همانطورکه در شکل (۶-۵) نشان داده شده است، AGV_A ، RTGC_B را برمبنای فضای کاری انتخاب می‌کند، اگرچه RTGC_A در لحظه انتخاب، نزدیکر بدان قرار گرفته است. در نتیجه، RTGC_B شروع به حرکت بسوی نقطه توقف AGV_A می‌کند، بدون آنکه برخوردی با RTGC_A داشته باشد.

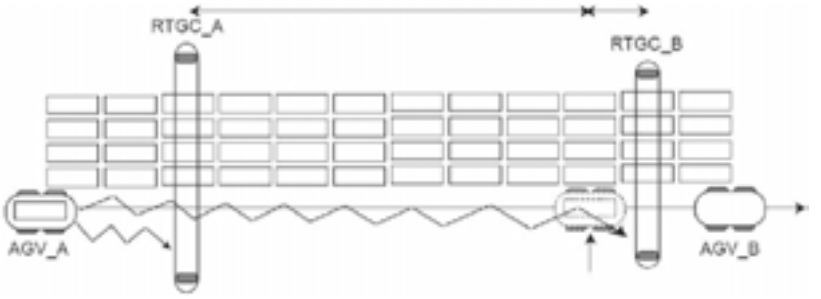


شکل ۶-۵- انتخاب RTGC_B توسط AGV_A برمبنای فضای کاری

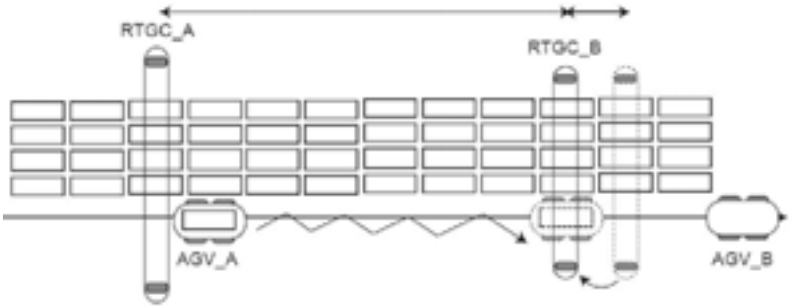
۶-۳-۴- انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی توسط AGV

مطابق اطلاعات جدول (۶-۱)، RTGC به آهستگی حرکت می‌کند، در نتیجه، ما زمانی را که AGV باید RTGC را انتخاب و این مشارکت کاری را به او اعلان کند؛ در نظر خواهیم گرفت. جهت کارایی بیشتر، از پروتکل نقطه به نقطه برای ارتباط بین عامل‌های AGV و RTGC استفاده می‌کنیم. شکل (۶-۶)، چگونگی انتخاب و اعلان زمانبندی را در روش‌های انتخاب RTGC تشریح شده در بندهای (۳-۲) و (۳-۳) نشان می‌دهد. در انتخاب نوع اول، دقیقاً بعد از اینکه AGV_A در مسیر خود به راه افتاد، شروع به ارتباط با هر RTGC می‌کند تا اطلاعاتی درباره موقعیت و فاصله نسبی آنها از نقطه توقف خود بدست آورد، سپس RTGC_B را برمبنای فاصله نسبی انتخاب می‌کند (شکل ۶-۶-a). به RTGC_B دستور حرکت به سمت نقطه توقف AGV_A داده می‌شود (شکل ۶-۶-b).

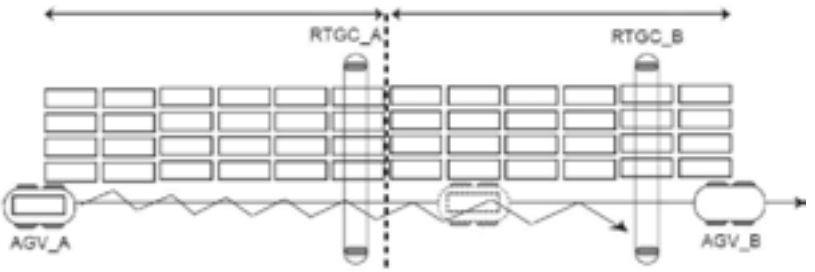
در روش انتخاب دوم، دقیقاً بعد از اینکه AGV_A در مسیر خود به راه افتاد، شروع به ارتباط با هر RTGC می‌کند تا اطلاعاتی درباره فضای کاری و فاصله نسبی آنها از نقطه توقف خود بدست آورد، سپس RTGC_B را برمبنای مکان ذخیره کانتینر انتخاب می‌کند. آنگاه به RTGC_B دستور حرکت به سمت نقطه توقف AGV_A داده می‌شود (شکل ۶-۶-c) و RTGC_B به سمت نقطه توقف AGV_A شروع به حرکت می‌کند (شکل ۶-۶-d).



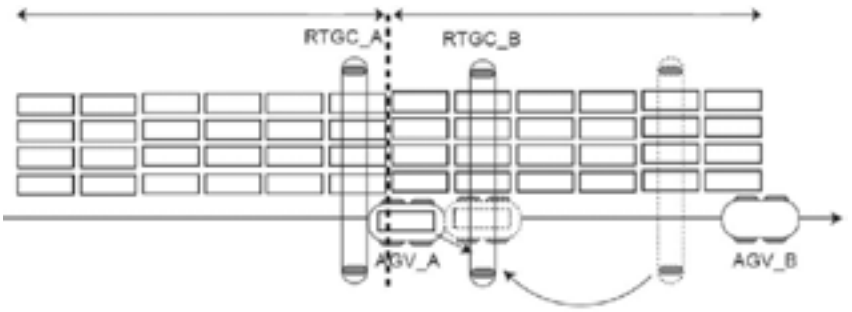
شکل۶- ۶-a- ارتباط با RTGCها برای تخمین فاصله و اعلان زمانبندی (روش انتخاب نوع اول)



شکل ۶-۶-b- انتخاب RTGC_B توسط AGV_A و اعلان دستور حرکت بسوی مکان توقف AGV_A (روش انتخاب نوع اول)



شکل ۶-۶-c- انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری و اعلان زمانبندی (روش انتخاب نوع دوم)



شکل ۶-۶-d- RTGC_B قبل از رسیدن AGV_A ، در مکان توقف آن جهت بارگیری آماده حضور می‌یابد (روش انتخاب نوع دوم)

در روش انتخاب نوع اول، اگر RTGC نزدیک تر مشغول عملیات دیگری باشد، AGV باید RTGC دورتر را انتخاب کند. برای چنین وضعیتی در روش انتخاب نوع دوم، AGV باید ارتباط خود را با RTGC مربوط به فضای کاری موردنظر (مکان ذخیره کانتینر) حفظ کرده یا در مسیر آنقدر صبر کند تا آنکه RTGC در وضعیت بیکاری قرار گیرد.

بعلاوه، افزایش بارکاری در مسیر، باعث افزایش تعداد AGV هایی می‌شود که قبلاً با RTGCها ارتباط برقرار کرده اند. در چنین حالتی، AGV پشتی با RTGC تماس برقرار نخواهد کرد تا زمانیکه AGV جلویی ارتباط خود با RTGC را به اتمام برساند. این به مفهوم مشارکت بین عامل‌های AGV می‌باشد.

۶-۴- روش ذخیره کانتینر

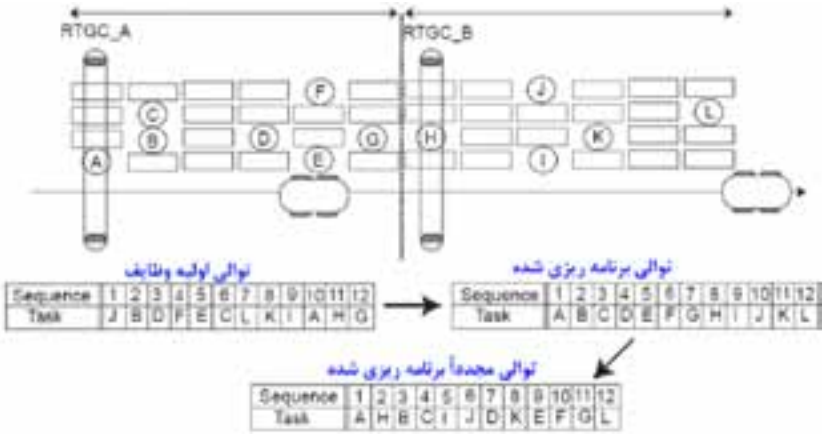
۶-۴-۱- ذخیره تصادفی کانتینرها

عبارت "وظایف اولیه" در شکل ۶-۷ مبین ترتیب اولیه برای حمل و نقل و ذخیره کانتینر می‌باشند. برمبنای اطلاعات درباره فضاهای ذخیره کانتینر A~L در دسترس در بلوک، ترتیب حمل و نقل و ذخیره کانتینر بصورت تصادفی تولید می‌شود. در اینجا هر کانتینر اطلاعاتی درباره مکان ذخیره خود، شامل "سطر" و "قفسه" دارد. در حالت تولید تصادفی، AGVها وظایف اولیه تولید شده را به ترتیب دریافت کرده و کانتینرهای حمل شده نیز به ترتیب توسط RTGCها انبار می‌شوند.

۶-۴-۲- برنامه ریزی ذخیره کانتینر

رویکرد تصادفی تشریح شده در قسمت (۴-۱) باعث افزایش بی نیازی در کل فاصله جابه جایی RTGC می‌شود. بعلاوه، چونکه سرعت حرکت RTGC کمتر از نصف سرعت حرکت AGV می‌باشد، انتظار می‌رود که کارایی سیستم بدلیل ترافیکAGVها کاهش یابد. بنابراین، برای برنامه ریزی ذخیره کانتینر، وظایف اولیه را برمبنای اهداف زیر مرتب می‌کنیم: ۱) کمینه سازی کل فاصله جابه جایی RTGCها و ۲) تعدیل بارکاری بروی بلوک‌ها و مسیرها. در اینجا، فرض می‌کنیم که RTGCها دارای فضای کاری مستقل می‌باشند. همه وظایف در ابتدا شناخته شده می‌باشند. ابتدا، موقعیت‌های اولیه RTGC_A و RTGC_B

مشابه شکل (۶-۷) تعریف می‌شوند. سپس وظایف اولیه را برمبنای هدف (۱) مرتب کرده و نام آنها را "وظایف برنامه ریزی" شده می‌نامیم. این وظایف برنامه ریزی شده باعث ایجاد بارکاری سنگین تری در فضای کاری RTGC_A می‌گردند. بنابراین، مجدداً وظایف برنامه ریزی شده را برمبنای هدف (۲) مرتب می‌کنیم و نام آنها را "وظایف مجدداً برنامه ریزی شده" می‌نامیم.



شکل۶- ۷. نمایی از برنامه ریزی ذخیره کانتینر

۶-۵- ارزیابی کارایی سیستم

۶-۵-۱- مدلهای مدیریتی و شرایط طراحی

به منظور ارزیابی کارایی مدلهای طراحی شده در بخش‌های ۳ و ۴، یک سیستم حمل و نقل AGV افقی برمبنای مدلهای نشان داده شده در جدول (۶-۲) ایجاد می‌کنیم. هشت نوع سیستم را به دلیل وجود هشت نوع مدل می‌توان در نظر گرفت. زیرا:

دو روش انتخاب RTGC (DS, WS) × دو روش انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی × دو روش ذخیره سازی کانتینر (RCS, CSP).

از آنجائیکه روش CSP برمبنای فضای کاری RTGC می‌باشد، در روش انتخاب RTGC برمبنای فاصله، تنها از رویکرد RCS استفاده خواهیم کرد. بعلاوه، در روش انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری، بدیهی است که انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی مؤثرتر می‌باشد. با توجه به استدلال فوق، عملاً فقط ۵ نوع سیستم قابل تحلیل می‌باشند که در سطر آخر جدول (۶-۲) مشخص شده اند. علاوه بر پنج نوع سیستم فوق، جهت مقایسه، یک سیستم برمبنای مدل متداول (۱) ایجاد کرده ایم. در این مدل، AGV از روش RCS استفاده کرده و بعد از اینکه به نقطه توقف می‌رسد، RTGC را به تصادف انتخاب می‌کند. تحت مدل‌های (۴) تا (۶)، دو RTGC در حال کار در یک بلوک دارای فضای کاری یکسانی می‌باشند. به عبارت دیگر، فضای کاری هر RTGC برابر ۱۶۰ متر (یا حدود ۱۰ Bay) می‌باشد. این مدل‌ها از طریق نرم افزارهای شبیه ساز حمل و نقل قابل اجرا می‌باشند.

جهت طراحی بهینه سیستم تحت هر مدل، از متدلوژی طراحی بهینه پیشنهادی جهت استنتاج پارامترهای طراحی استفاده می‌کنیم. در اینجا، تعداد کل AGV و RTGCهای بکار گرفته شده بدلیل اجتناب از فزونی ناگهانی نباید به ترتیب از ۳۰ و ۲۰ عدد تجاوز کند. تعداد کل کانتینرها ۶۰۰ TEU می‌باشد؛ بطوریکه وظایف اولیه برای هر مدل مشخص می‌باشد. با توجه به تقاضاهای حمل و نقل، ما از معیار خروجی سیستم (تعداد TEU بر ساعت) استفاده می‌کنیم، بنابراین سیستم‌ها برمبنای خروجی ۱۰ تا ۱۳۰ TEU بر ساعت طراحی می‌شوند.

جدول ۶-۲- مدلهای مدیریتی سیستم

روش انتخاب RTGC	RS	DS	DS	DS	DS	DS	DS	WS	WS
انتخاب RTGC و اعلان زمانبندی	DP	DP	WP	DP	WP	DP	WP	DP	WP
روش ذخیره کانتینر	RSC	RCS	RCS	RCS	CPS	CPS	RCS	CPS	CPS
مدل	**(۱)**	**(۲)**	**(۳)**				**(۴)**	**(۵)**	**(۶)**

DS : انتخاب RTGC برمبنای فاصله.
WS : انتخاب RTGC برمبنای فضای کاری.
RS : انتخاب تصادفی.

DP : اعلان زمانبندی در لحظه ورود به نقطه توقف.
WP: اعلان زمانبندی در لحظه ورود به محوطه.
RSC : ذخیره تصادفی کانتینر
CPS : ذخیره برنامه ریزی شده کانتینر

۶-۵-۲- طراحی بهینه پارامترها

شکل ۶-۸ ترکیب بهینه پارامترهای طراحی (تعداد AGV و RTGC ها) استنتاج شده تحت هر مدل را نشان می‌دهد. برای حل مسأله بهینه سازی ترکیباتی طراحی پارامترها ، از مدل هزینه زیر استفاده می‌کنیم.

$$\text{هزینه ایجاد سیستم} = a \times AGVs + b \times RTGCs$$

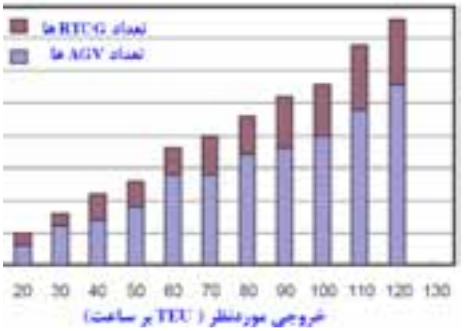
بطوریکه a و b معرف ضرایب هزینه می‌باشند. با در نظر گرفتن نرخ واقعی هزینه‌های ورودی AGV و RTGC، نسبت ضرایب مذکور بصورت $a/b = 1/2$ بدست می‌آید.

در شکل (۸-a)، سیستم ایجاد شده توسط مدل (۱) نتوانسته است معیار خروجی برابر ۱۳۰ را برآورده سازد. در نتیجه، ایجاد یک سیستم با کارایی بالا برمبنای مدل مدیریتی متداول (مدل ۱) مشکل می‌باشد. وقتی پارامترهای طراحی چندگانه مانند شکل‌های (۸-c) و (۸-e) استنتاج می‌شود، افزایش RTGC ها، گاهی اوقات منجر به کاهش قابل توجه‌ای در AGVها می‌گردد. شکل‌های (۸-b) تا (۸-d) نشان می‌دهند که، با افزودن عامل‌های بیشتر، AGVها مخصوصاً بیشتر موردنیاز می‌باشند وقتی خروجی‌های سیستم تحت روش ذخیره تصادفی کانتینر از ۱۲۰ به ۱۳۰ افزایش داده می‌شوند. مطابق نتایج فوق، ممکن است اینطور پنداشته شود که سیستم ایجاده شده تحت روش ذخیره تصادفی کانتینر، نمی‌تواند خروجی‌های متجاوز از ۱۳۰ را برآورده سازد.

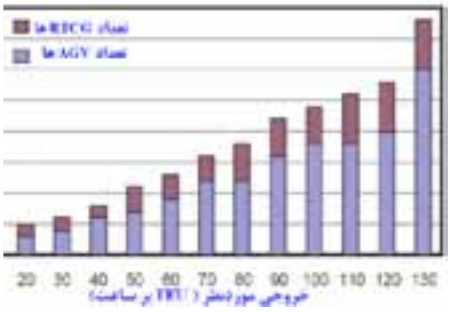
۶-۵-۳- مقایسه کارایی هزینه و ارزیابی صحت مدلهای مدیریتی

شکل (۶-۹) مقایسه‌ای از نتایج بدست آمده از هزینه کل ایجاد سیستم را نشان می‌دهد. مطابق شکل (۶-۹)، مدل متداول (۱)، ناکارا می‌باشد. بعلاوه، بدلیل فقدان پارامترهای طراحی برای خروجی ۱۳۰، هزینه ایجاد سیستم در این نقطه وجود ندارد. در مدل‌های دیگر وقتی خروجی افزایش می‌یابد، افزایش مشخص در هر تفاوت هزینه قابل توجه می‌باشد. در نتیجه، حداکثر تفاوت هزینه در خروجی ۱۳۰ بالغ بر ۸ واحد می‌گردد (حداکثر ۴۶ و حداقل ۳۸). در نتیجه یک صرفه جویی ۱۷ درصدی در هزینه بدست آمده است که قابل توجه می‌باشد.

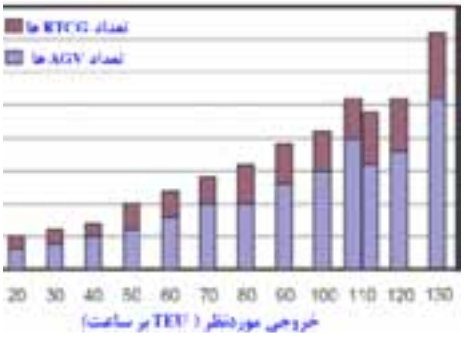
نتایج شبیه سازی نشان می‌دهد که مدل (۴) کاراترین مدل می‌باشد. با بررسی مدل‌های (۲) و (۳)، بدلیل افزایش مشخص در تعداد AGVها برای بهبود خروجی سیستم از ۱۲۰ به ۱۳۰، صحت ارتباط عامل وقتی AGV در مسیر خود قرار می‌گیرد، قابل توجه نمی‌باشد (شکل ۸-b) و (۸-c)، زیرا افزایش تعداد عامل در سیستم منجر به فزونی بارکاری و سنگینی سیستم می‌گردد. به عبارت دیگر، در حالیکه تعداد AGVها بروی مسیرها افزایش می‌یابد، تعداد RTGCهای بیکار در بلوک‌ها کاهش یافته و عامل‌ها نمی‌توانند بخوبی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند، پس RTGC نمی‌تواند قبل از اینکه AGV به نقطه توقف خود می‌رسد، به آن نقطه حرکت کند. وقتی برنامه ریزی ذخیره کانتینر (CSP) اجرا می‌گردد، مدل (۶) کاراتر از مدل (۵) می‌باشد. به این دلیل که فضای کاری تخصیص داده شده به RTGC، موجب کاهش بارکاری گردیده و ارتباط بین عاملهای AGV و RTGC بروی مسیرکاری بخوبی انجام می‌شود.



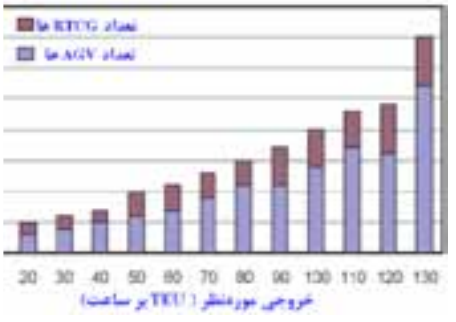
شکل ۶-۸-a



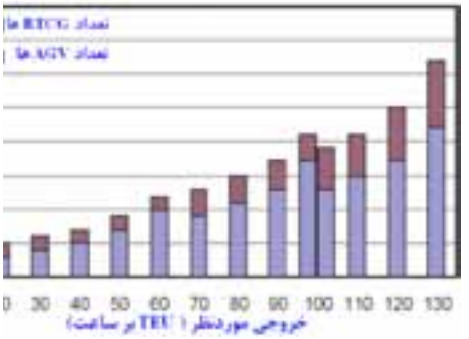
شکل ۶-۸-b



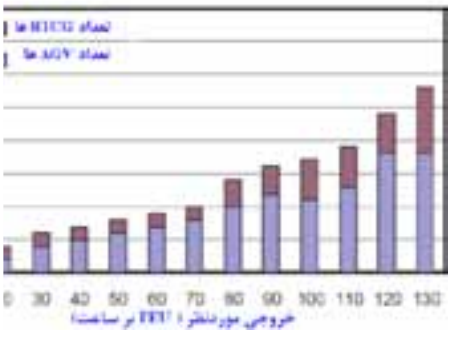
شکل ۶-۸-c



شکل ۶-۸-d

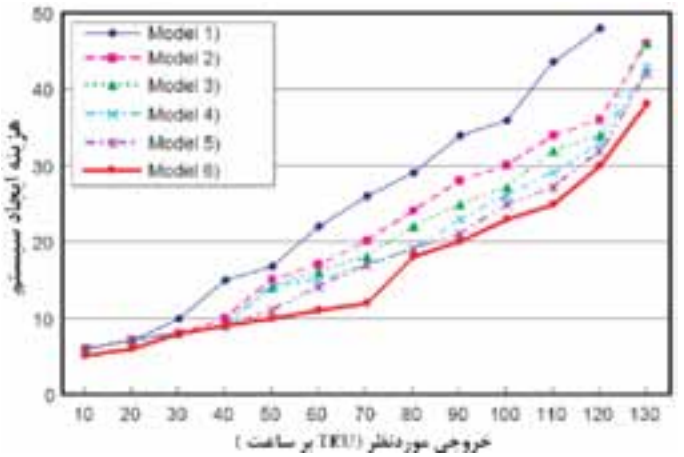


e-۸-۶ شکل



f-۸-۶ شکل

شکل ۶-۸- طراحی پارامترهای سیستم : تعداد AGV و RTGCهای موردنیاز جهت دستیابی به یک مقدار خروجی معین



شکل ۶-۹- هزینه ایجاد سیستم برای مدلهای گوناگون

۶-۶- مقدمه

ترمینال کانتینری در واقع اتصالی است بین حمل و نقل دریایی و زمینی. در این بین؛ ذخیره موقت محموله‌ها در محوطه ترمینال جهت ارسال آنها به مقصد نهایی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. محوطه‌های ذخیره کانتینر، مکانهای بزرگی می‌باشند که به دلیل فشار بنادر و هزینه‌های بالا، استفاده مؤثر از فضا، منابع و تجهیزات این محوطه‌ها مورد تأکید مدیریت ترمینالها می‌باشد. فقدان انعطاف‌پذیری درترمینال ها، یکی از مشکلات جدی برای تطبیق سیستم و حرکت بسوی سیستم‌های اتوماسیون مشابه صنعتی می‌باشد. بدلیل پیچیدگی مدیریت ترمینالها، تنها راه معقول دستیابی به این مهم، تقسیم سیستم مدیریت ترمینال به زیرسیستم‌های کوچکتر و مستقل (مدولار) می‌باشد بطوریکه هریک قابلیت تصمیم‌گیری در مورد وظیفه محوله را داشته در حالیکه جهت رسیدن به یک هدف مشترک با یکدیگر در تعامل نیز می‌باشند.

کلیه مجموعه منابع و رویه‌های کامپیوتری در یک ترمینال بعنوان سیستم عملیات ترمینال[۴۵] نام برده می‌شوند. این سیستم‌ها ترکیبی از پایگاه داده و ابزارهایی می‌باشند که به اپراتورهای انسانی در برنامه ریزی و کنترل وظایف ایشان کمک می‌کنند. بکارگیری نتایج برنامه ریزی‌های از پیش انجام شده، بدلیل غیرقابل پیش بینی بودن رفتار برخی عوامل و شرایط و همچنین رخداد حوادثی که وقوع آنها در کنترل ما نیست، همواره کار مشکلی محسوب می‌شود. لذا سیستم‌های عملیات تجاری مورد استفاده در ترمینالها بعضا محدود و بسته می‌باشند. در بسیاری از این سیستم ها، انعطاف‌پذیری عملیاتی پیش بینی شده ، اما انطاف‌پذیری برای منابع داده و سیستم ارتباطات پیش بینی نشده است. شناخت ارتباطات بین اجزاء، دانش درباره وضعیتهای احتمالی سیستم و رخداد وقایع مهم غیرقابل پیش بینی؛ عناصر اساسی برای حل خطاها و حفظ کنترل سیستم می‌باشند.

[45] Terminal Operating System

۶-۶-۱- مقدمه‌ای بر سیستم‌های چند عاملی

یک سیستم چند عاملی[۴۶] (MAS) عبارت است از یک سیستم هوش مصنوعی توزیع شده متشکل از تعدادی عامل‌های مستقل و هوشمند که جهت دستیابی به یک سری اهداف مشترک با یکدیگر همکاری می‌کنند. در حالت کلی، Parunak یک MAS را با سه تایی (*عامل ها- محیط – فراکنش*) تعریف می‌کند. در حالت کلی اجزاء یک بصورت زیر قابل تشریح می‌باشند:

۶-۶-۱-۱- عامل

عامل اساسی ترین جزء یک MAS می‌باشد. هر عامل را با چهارتایی (*وضعیت – ورودی – خروجی – فرآیند*) می‌توان تعریف کرد بطوریکه:

- *وضعیت عبارت* است از مجموعه مقادیری که بطور کامل عامل را تعریف می‌کنند.
- *ورودی و خروجی* عبارت است از زیرمجموعه‌ای از وضعیت حس گرها۴۷ و محرک های۴۸ یک عامل.
- *فرآیند* عبارت است طرحی که تحت آن وضعیت عامل تغییر می‌یابد.

تعاریف متعددی درباره عبارت "عامل" یا "کارگزار" در ادبیات موضوع وجود دارد. به عنوان نمونه:

- عامل عبارت است از یک سیستم کامپیوتری که جایگزین اپراتور شده و قابلیت فعالیت مستقل جهت دستیابی به اهداف تعریف شده را دارد.
- عامل‌ها موجودات مستقل و محاسباتی می‌باشند که می‌توانند محیط اطراف خود را از طریق حس گرها درک کرده و از طریق محرک‌های خود بروی آن خود تأثیر بگذارند.

در حالت کلی، هر عامل باید دارای خصوصیات زیر باشد:

۱. *استقلال*[۴۹] : عامل باید برخی وضعیت‌های محیط اطراف خود را جمع آوری کرده و تصمیم بگیرد که برمبنای وضعیت‌های موجود چه تصمیماتی را اتخاذ کند.

---

[46] Multi-Agent System
[47] Sensor
[48] Effector
[49] Autonomy

۲. *واکنش‌پذیری*[۵۰] : عامل باید بتواند محیط اطراف خود را درک کرده و به تغییراتی که در آن رخ می‌دهد واکنش نشان دهد.
۳. *فعالیت حرفه ای*[۵۱] : عامل باید بتواند از طریق ابتکار عمل، رفتار هدف داری را از خود ارایه دهد.
۴. *قابلیت کارگروهی و اجتماعی*[۵۲] : هر عامل باید بتواند از طریق یک زبان ارتباطات خاص و استاندارد با دیگر عامل‌ها تعامل داشته و به منظور دستیابی به اهداف جمعی در فعالیت‌های اجتماعی درگیر شود.

یک عامل می‌تواند چند نقش متفاوت در چند گروه داشته باشد و همچنین یک نقش ممکن است توسط چند عامل ایفا شود که این امر ممکن است موجب یک فراکنش ناهمگن بین عامل‌ها گردد. هیچ محدودیت یا پیش نیازی برای معماری داخلی عامل وجود ندارد. همچنین مدل خاصی جهت تشریح رفتار عامل نیز وجود ندارد. تاکنون چندین روش جهت تشریح رفتار عامل‌ها ارایه شده است. برخی از آنها عبارتند از:

۱- ایجاد وظایف در ابتدا و سپس تحریک انجام آنها توسط یک محرک یا انگیزش[۵۳].
۲- سیستم جور کنندها[۵۴] (مرتب کننده ها).
۳- شبکه‌های پتری[۵۵] (سیستم‌های همزمان و موازی).
۴- شبکه انتقالی تقویت شده (ATN) [۵۶].

چهارچوبی که ویژگیهای یک عامل را تعیین می‌کند باید موارد زیر را درنظر بگیرد:

- *باورهایی* که عامل‌ها بدان اعتقاد دارند.
- *فراکنش* لحظه‌ای و مداوم[۵۷] که عامل‌ها با محیط اطراف خود دارند.
- *اهدافی* که عامل‌ها سعی می‌کنند تا بدانها دست یابند و
- *فعالیت هایی* که عامل انجام می‌دهند و تأثیر حاصل از این فعالیت ها.

---

[50] Reactivity
[51] Pro-Activeness
[52] Social-Ability
[53] Stimuli
[54] Sorters System
[55] Petri nets
[56] Augmented Transition Network
[57] Ongoing

معیارهای متنوعی جهت تقسیم بندی عامل‌ها وجود دارد. ولی در حالت کلی، عامل‌ها را می‌توان به دو دسته عمده تقسیم کرد:

۱- *عامل‌های اجرایی* : وظیفه عامل‌های اجرایی، انجام وظایف، رویه‌ها و تصمیم‌گیری است.

۲- *عامل‌های اطلاعاتی*: وظیفه عامل‌های اطلاعاتی، جمع آوری اطلاعات و داده برای عامل‌های اجرایی است بطوریکه بموقع آنها را از رخدادهای بوقوع پیوسته مطلع سازند.

۶-۶-۱-۲- محیط

محیط در واقع زیرمجموعه‌ای از عامل‌ها (علاوه بر عامل خارجی یا کاربر) می‌باشد، بطوریکه می‌توان آن را با دوتایی (*وضعیت – فرآیند*) نشان داد. محیط نیز دارای فرآیند خاص خود می‌باشد که قادر به تغییر وضعیت خود است. البته فرآیند محیط مستقل از فعالیت عامل‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر خود محیط نیز فعال است.

۶-۶-۱-۳- فراکنش

منظور از فراکنش، تعامل و مذاکره بین عامل‌ها جهت حل مشکلات بعضاً متناقض، با هدف دستیابی به یک هدف مشترک در سیستم می‌باشد. نحوه تعامل و ارتباط بین عامل‌ها یکی از نکات کلیدی در MAS می‌باشد.

۶-۶-۱-۴- سیستم ارتباطات

وظیفه سیستم ارتباطات، برقراری اتصال و ایجاد ارتباط بین عامل‌ها جهت فراکنش و تبادل اطلاعات با یکدیگر، برمبنای یک چهارچوب و پروتکل معین می‌باشد. شایان ذکر است که سیستم ارتباطات اساس هر سیستم تبادل داده است، با این تفاوت که تبادل داده در MAS یک فعالیت ارادی[۵۸] است. یکی از روشهای ایجاد ارتباط بین عامل‌ها استفاده از زبان ارتباط عامل[۵۹] (FIPA) می‌باشد که یک زبان و پروتکل ارتباطی سطح بالا، برمبنای پیغام و مستقل از ترکیب و معنای آن[۶۰] است. این روش حتی از مکانیزم انتقال پیغام (مشابه؛ TCP/IP،

[58] Intentional Act
[59] Agent Communication Language
[60] Ontology

SMTP، IIOP، HTTP و...) نیز مستقل می‌باشد. همچنین روش FIPA از نوع پروتکل مذاکره (مشابه Contract Net Protocol) نیز مستقل می‌باشد.

۶-۶-۱-۵- سیستم مذاکره

هدف از مذاکره، بهبود تصمیمات موضعی عامل‌ها برای رسیدن به یک اتفاق آراء بروی اجراء وظایف در سیستم می‌باشد.

یکی از پروتکل‌های برجسته در زمینه مذاکره بین عامل‌ها Contract Net Protocol می‌باشد. این پروتکل دارای چهار مرحله اصلی به شرح زیر است:

۱. *اعلان کار*[۶۱] : در این مرحله یک عامل ارشد یا مدیر، یک آگهی مبنی بر درخواست برای انجام کار یا حل مشکل خاصی را بین عامل‌های دیگر منتشر میکند.
۲. *پیشنهاد*[۶۲] : عامل هایی که آگهی را دریافت کرده اند، و دارای دانش و مهارت موردنیاز می‌باشند، یک پیشنهاد به مدیر مربوطه می‌فرستند.
۳. *محول کردن وظیفه*[۶۳] : مدیر بین پیشنهادات رسیده، بهترین را انتخاب کرده و کار را به عامل مربوطه محول می‌کند.
۴. *انجام وظیفه*[۶۴]: عامل مربوطه وظیفه محوله را انجام می‌دهد.

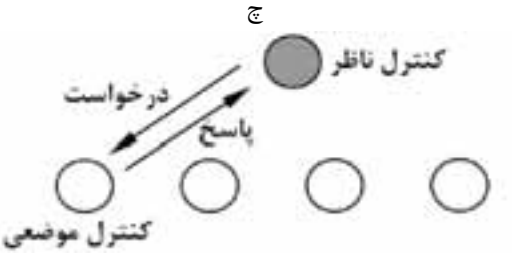
۶-۷- معماری MAS

چگونگی شکل‌گیری و تکامل MAS را باید در تکامل معماری‌های کنترل سیستم جستجو کرد. ابتدایی ترین نوع معماری، معماری کنترل سلسله مراتبی[۶۵] می‌باشد، که در آن مدولهای کنترل دارای فرم هرمی(جریان عمودی) می‌باشند و هر سطح در هرم دارای وظیفه و برنامه خاص خود است (شکل ۶-۱۰). در این معماری جریان کنترل بالا به پایین بوده و جریان بازخور یا پاسخ پایین به بالا می‌باشد. نسل توسعه یافته این نوع معماری، معماری بر اساس تشریک مساعی یا هماهنگی می‌باشد (شکل ۶-۱۱) که یک معماری بهبود یافته و توزیع شده است. این معماری برمبنای یک رابطه ارباب-رأیتی بین مدول ناظر و مدولهای تابعه می‌باشد

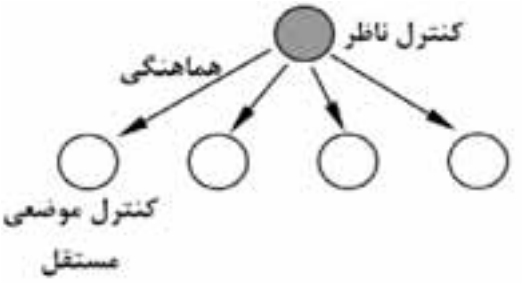
---

[61] Task Announcement
[62] Bidding
[63] Awarding
[64] Expeding
[65] Hierarchical Control Architecture (HCA)

که می‌تواند به فرم‌های دیگر هماهنگی فراکنشی نیز تبدیل شود. این نوع معماری اجازه پوشش ارتباطی بین عامل‌ها را می‌دهد، بطوریکه پایین سطح بهتر قادر به مبادله داده ها، همزمان سازی فرآیندها و پاسخ به اغتشاشات خاص می‌باشد. ولی بدلیل ماهیت ثابت و ایستا معماری‌های سلسله مراتبی، اصلاح آنها جهت درنظر گرفتن تغییرات غیرقابل پیش بینی در سیستم کار مشکل و پیچیده‌ای می‌باشد.



شکل۶-۱۰- معماری کنترل سلسله مراتبی

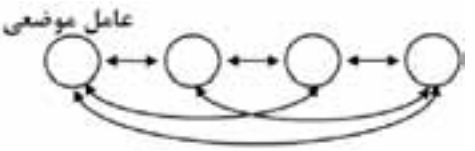


شکل ۶-۱۱- معماری کنترل سلسله مراتبی اصلاح شده برمبنای هماهنگی

جهت غلبه کردن بر این نقطه ضعف معماری سلسله مراتبی، معماری براساس مذاکره یا معماری غیر سلسله مراتبی[۶۶] پیشنهاد شد (شکل ۶-۱۲). این نوع معماری دارای ساختاری کاملاً توزیع شده می‌باشد که در آن عامل‌ها از طریق تعامل و بصورت مشارکت با یکدیگر و بدون نظارت مستقیم و صریح، تصمیم‌گیری می‌کنند. تصمیم‌گیری برمبنای توافق بین عامل‌ها انجام شده و اطلاعات آزادانه بین عامل‌ها مبادله می‌گردد. از مزایای بارز این معماری، کاهش

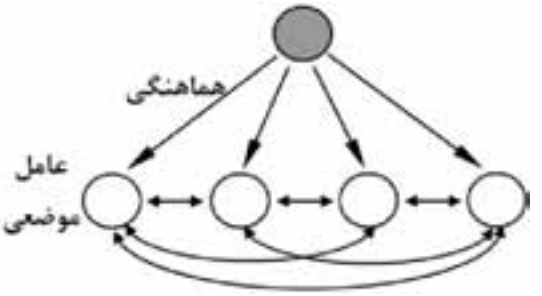
[66] Heterarchical

پیچیدگی، انعطاف‌پذیری بالا و پایداری در برابر اغتشاشات می‌باشد. عیب اساسی این نوع معماری، غیرقابل پیش بینی بودن رفتار آن می‌باشد.



شکل ۶-۱۲- معماری غیر سلسله مراتبی (مذاکره)

به منظور غلبه بر این نقصان، معماری هوش مصنوعی توزیع شده[۶۷] (DAI) مطرح شد که MAS یکی از نمونه‌های آن می‌باشد (شکل ۶-۱۳). سیستم‌های DAI امکان پردازشهای موضعی و ارتباطات بین پردازشی را فراهم می‌سازند. ساختار این سیستم برمبنای مذاکره و مشارکت بین یک سری عامل‌ها یا پردازشگرهای موضعی مستقل می‌باشد. در این سیستم یک عامل هماهنگ کننده[۶۸] وجود دارد که، فعالیت سایر عامل‌ها را با یکدیگر هماهنگ می‌کند.



شکل ۶-۱۳- معماری کنترل غیرسلسله مراتبی اصلاح شده برمبنای هماهنگی

[67] Distributed Artificial Intelligent
[68] Scheduler Agent

۶-۸- تشریح سیستم پیشنهادی

۶-۸-۱- تاریخچه

همانطورکه پیشتر نیز ذکر گردید، مجموعه عملیات در یک ترمینال بسیار گسترده و پیچیده می‌باشد. زیرسیستم‌های اساسی عملیات ترمینال عبارتند از:

رابط زمینی و دریایی[۶۹] : این دو سیستم بروی تخلیه و بارگیری کانتینرها به/از کشتی‌ها یا وسائط نقلیه زمینی تمرکز دارند. بطور نرمال، دو یا سه جرثقیل دروازه‌ای (GC)[۷۰] جهت جابه جایی کانتینرهای یک کشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سیستم انتقال: این سیستم بروی انتقال کانتینرها به محوطه ذخیره یا بلوک‌ها تمرکز دارد. در ترمینالها از بارکش‌های مخصوص محوطه و ترنس تینرها[۷۱] جهت نقل و انتقال کانتینرها استفاده می‌کنند.

سیستم انباشت کانتینر: این سیستم بروی تخصیص و کنترل کانتینرها در محوطه و بلوک‌ها تمرکز دارد. عمدتاً، این سیستم خود به دو بخش مجزا تقسیم می‌گردد: ۱) پیکربندی محوطه و ۲) تخصیص اتوماتیک کانتینر. این دو وظیفه در سیستم‌های جدید فعلی مشابه دو عامل[۷۲] متفاوت که دو کانال ارتباطی مختلف بدانها تخصیص یافته است، درنظر گرفته می‌شوند. از وظایف دیگر در ترمینال، کنترل دستیابی به ورودی‌ها (دروازه ها)، شناسایی کانتینر و همچنین بارکش با استفاده از تکنیک هایی برمبنای هوش مصنوعی می‌باشد. در اینحالت، یک سیستم ورودیه غیرحضوری[۷۳] که‌پذیرش بارکش را تسریع می‌بخشد، قابل حصول است که بهره وری کلی ترمینال را افزایش خواهد داد.

بطورکلی، سیستم اتوماسیون برمبنای نیازمندی‌های عامل طراحی شده است. اطلاعات موردنیاز برای عامل‌ها بروی یک سیستم پایگاه داده ذخیره می‌شود. در فاز اول پروژه، کلیه اطلاعات در پایگاه داده قرار داده شده بطوریکه نحوه طراحی جدول، ساختار سیستم را تعیین می‌کند. درنتیجه، سیستم مشابه شکل (۶-۱۴) به وظایف مختلفی برمبنای اطلاعات موجود در پایگاه داده تقسیم می‌شود.

---

[69] Marine Side and Land Interface
[70] Gantry Crane
[71] Transtainer
[72] Agent
[73] Unattended Gate System

شکل ۶-۱۴- تقسیم بندی اساسی یک ترمینال کانتینری با دیدگاه سیستماتیک

هر عامل وظیفه خود را مستقل از دیگر عامل‌های سیستم انجام می‌دهد در حالیکه باید هماهنگی‌های لازم را جهت اتخاذ تصمیم نهایی با دیگر عامل‌ها به عمل آورد. برای اینکار عامل‌ها از طریق یک کانال ارتباطی مطئمن و پایا تصمیمات خود را با یکدیگر به شور می‌گذارند.

۶-۸-۲- رویکرد جدید

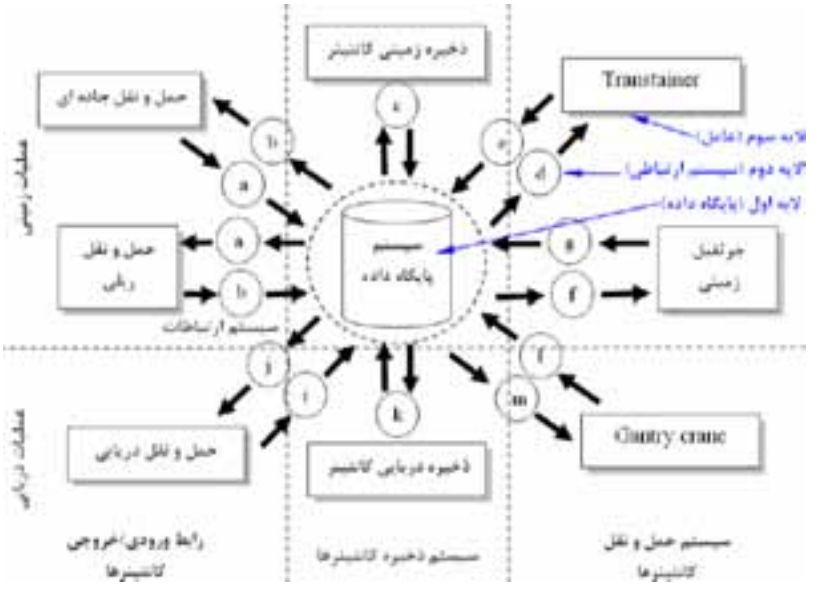
کنترل سیستم نیازمند یک عامل اصلی و تعدادی عامل‌های پیرو می‌باشد. عامل اصلی وابستگی زیادی به ساختار پایگاه داده دارد، در حالیکه بقیه عامل‌ها وابسته به جداول پایگاه می‌باشند. هدف از این مدل جدید تفکیک ساختار پایگاه داده و توپولوژی عامل‌ها می‌باشد. مدل جدید GAMA نامیده می‌شود که مخفف "اداره کردن اتوماتیک دریایی" است. در این مدل، ارتباط بین عامل‌ها و مخزن داده‌های متناظر برمبنای تعدادی کانالهای ارتباطی محتوا-گرا[۷۴] صورت می‌گیرد. این کانالها ساختار پایگاه داده را از توپولوژی شبکه مجزا خواهند کرد. به همین دلیل، دو نوع کانال در سیستم قابل تشخیص می‌باشد: ۱) کانال رخداد-گرا و ۲) کانال داده-گرا. توپولوژی کانال رخداد-گرا معماری ساختار یک عامل را تعریف می‌کند. به عبارت دیگر، وقایع ارسال شده برای عامل ها، اطلاعات کافی را درباره مسایلی که ممکن است یک عامل در حین انجام یک عملیات با آن مواجه شود، مهیا خواهند کرد. بعلاوه، ارتباطات بین عامل ها، و دانش درباره وضعیت‌های سیستم و وقایع مهم، موارد اساسی برای حل خطاها و

[74] Content-Oriented

حفظ کنترل سیستم می‌باشند. سرانجام، معماری ارتباطات با یک توپولوژی برمبنای کانال، روشی را برای کنترل سیستم بوسیله نظارت کانال رخداد ارتباط و پیغام‌های آماده شده برای هدف مهیا می‌سازد.

۶-۸-۳- عملیات سیستم

رابطه بین و درون عامل‌ها و پایگاه داده اساساً توسط یک سیستم ارتباطی مشابه شکل (۶-۱۵) انجام می‌پذیرد. این سیستم به سه لایه مختلف تقسیم می‌شود که مشخصات این لایه‌ها در شکل (۶-۱۵) نشان داده شده است. مهمترین اجزاء سیستم عبارتند از پایگاه داده و سیستم ارتباطات. در پایگاه داده اطلاعات مربوط به کانتینرها و ماشین‌ها ذخیره شده است. ساختار پایگاه داده بسیار پیچیده بوده که از حوصله این تحقیق خارج می‌باشد. پشتیبان سیستم اطلاعات یک نرم افزار می‌باشد که همه عامل‌ها و پیغام‌های آنها را به یکدیگر متصل می‌کند. پیغام‌ها طبق فرمت XML ایجاد می‌شوند. در شکل (۶-۱۵)، کلیه عامل هایی که تحت کنترل ترمینال می‌باشند، نشان داده شده اند. اگرچه تقسیم بندی عامل‌ها کار بسیار مشکلی می‌باشد، ولی می‌توان آنها را برحسب نوع وظایفشان تقسیم بندی کرد.



شکل ۶-۱۵- تقسیم بندی وظایف عامل‌ها و ارتباط آنها با پایگاه داده

جدول ۶-۳ – لایه‌های سیستم پیشنهادی

لایه	عملکرد
پایگاه داده	ذخیره کلیه اطلاعات شامل داده‌های مربوط به رخدادها، شبیه به وضعیت جرثقیل یا شروع یک عملیات کشتی
ارتباطات	مهیا سازی ارتباط بین پایگاه داده و عامل ها. همچنین ایجاد یک ساختار برمبنای کانالها برای تعریف توپولوژی سیستم
عامل ها	پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری درباره مدیریت سیستم

وقتی یک کانتینر از طریق حمل و نقل جاده‌ای یا ریلی وارد ترمینال می‌شود، یک عامل داده‌های آن را در پایگاه داده ثبت می‌کند (شکل ۶-۱۵-a). بطور مشابه وقتی کانتینر از ترمینال خارج می‌شود، عامل مربوطه داده‌های آن را از پایگاه داده اصلی پاک کرده (شکل ۶-۱۵-b) و آن را در پایگاه داده دیگری ذخیره می‌کند. این به هنگام سازی پایگاه داده باعث کارایی و بهبود عملکرد عاملی می‌شودکه وظیفه جایابی کانتینر در ترمینال را برعهده دارد (شکل ۶-۱۵-c). تعیین محل یک کانتینر در پایگاه داده به معنی استفاده از مجموعه‌ای از ماشین‌ها برای حمل و نقل کانتینر می‌باشد. عامل ماشین آلات[۷۵] مسئول تخصیص ماشین‌ها برای انجام جابه جایی‌های لازم می‌باشد. این عامل‌ها به ویژگی‌های ماشین وابسته می‌باشند (شکل ۶-۱۵-d) و (شکل ۶-۱۵-f). به منظور مدیریت صحیح ماشین ها، دانستن مکان آنها در داخل ترمینال امری ضروری می‌باشد. عامل‌های مکان ماشین آلات[۷۶] وظیفه مهیا کردن اطلاعات مربوطه به مکان ماشین آلات را برای پایگاه داده به عهده دارند (شکل ۶-۱۵-d) و (شکل ۶-۱۵-g). سیکل مشابه‌ای برای چیدن بار در کشتی‌ها اتفاق می‌افتد (شکل ۶-۱۵-i) و (شکل ۶-۱۵-j). یک عامل بنام عامل درب دریایی[۷۷] (شکل ۶-۱۵-k) باید مکان کانتینرها در ترمینال را مدیریت کند، به سبب اهمیت فرآیند بارگیری و تخلیه کشتی؛ این عامل نیازمند عملکرد عامل‌های عملیات دریایی[۷۸] (شکل ۶-۱۵-l) و (شکل ۶-۱۵-m) می‌باشند. سرانجام؛

[75] Machinery Agent
[76] Machinery position Agent
[77] Marine Door Agent
[78] Marine Operative Agent

با توجه به ساختار سیستم ارتباطات، عامل‌ها می‌توانند بدون نیاز به فراکنش با پایگاه داده، با یکدیگر نیز در تعامل باشند؛ بنابراین، به هم پیوستگی اطلاعات، قابلیت مسئولیت‌پذیری عامل‌ها را نشان می‌دهد.

۶-۹- معماری سیستم ارتباطات

۶-۹-۱- ارتباط بین عامل ها

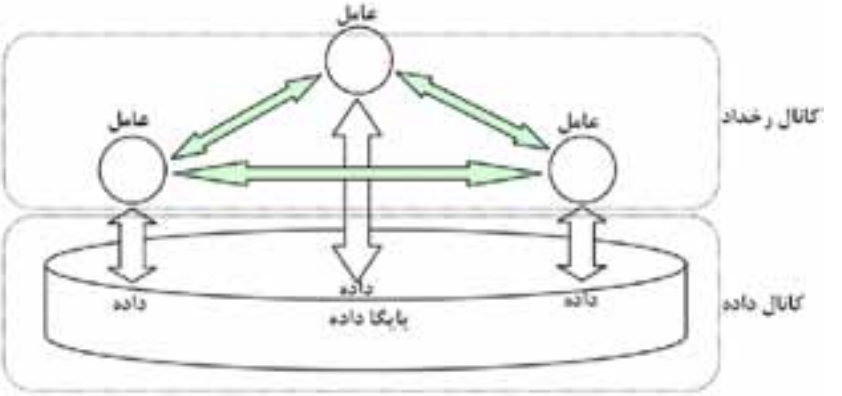
ارتباطات در سیستم‌های توزیع شده چندین مسأله را دربر می‌گیرد که مهمترین آنها عبارتند از: همزمان سازی و هماهنگی پیغامها و درخواست ها، پیوستگی در فرمت پیغام ها، تلرانس نقص و بسامد درخواست ها. ارتباط بین مدولهای GAMA در دو سطح انجام می‌شود. این دو سطح با نوع پیغام‌های منتقل شده توسط کانال ارتباطی تعریف می‌شوند. همانطورکه پیشتر نیز گفته شد، دو نوع کانال ارتباطی در سیستم قابل تشخیص می‌باشند: ۱) کانال رخداد- گرا و ۲) کانال داده-گرا (شکل ۶-۱۷).

مطابق شکل (۶-۱۷)، سرویس دهنده‌های ارتباطی (SC)[۷۹] و گذرگاه ها[۸۰] با یکدیگر سطح رخداد را تشکیل می‌دهند. سطح رخداد خدمات جهت دار برای ارتباطات را ارایه کرده و وظیفه انتشار رخدادهای ایجاد شده توسط ترمینال را نیز برعهده دارد. یک SC برمبنای اشتراک داده از طریق یک مدل تخته سیاه توزیع شده، وظیفه انتشار رخدادها به عامل‌ها را بطور مستقیم (شکل ۶-۱۷) برعهده دارد. در اینجا نیاز به مسیریاب[۸۱]های خاصی (نرم افزارهای کاربردی) برای اتصال سیستم‌های مختلف و احتمالاً ناهمگن به واحد SC می‌باشد.

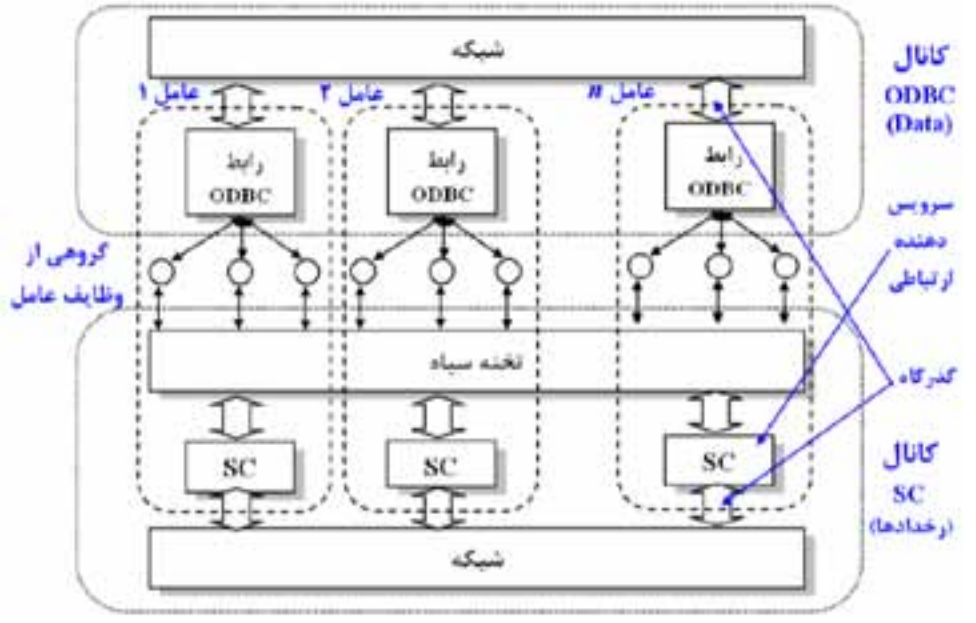
سطح داده برمبنای سیستم عملیات پشتیبان طراحی شده و برای ارتباط با پایگاه داده (ODBC) می‌باشد. این سطح قابلیت دسترسی به پایگاه داده جهت انجام پرس و جو[۸۲] و تغییرات در وضعیت محوطه کانتینری را امکان‌پذیر می‌سازد. وظیفه ODBC ایجاد ارتباط مستقیم پایگاه داده با تمام عامل‌ها می‌باشد (شکل ۶-۱۶). کانال رخداد-گرا شامل چندین سیستم ارتباطی مختلف می‌باشد. به عنوان مثال؛ از یک پورت سریال و یک کانال رادیویی برای ارتباط با عامل‌های ماشین آلات استفاده می‌شود، درحالیکه از یک اتصال سوکت برای

[79] Communication Server
[80] Gateways
[81] Router
[82] Query

ارتباط گرفتن رخدادها از سرویس دهند پایگاه داده استفاده خواهد شد. بدلیل استفاده از سیستم‌های ناهمگن مختلف، ضرورت تطبیق و سازگاری پیغام‌های داخلی در سیستم ارتباطی واقعی و استفاده از چند پروتکل ارتباطی مختلف اجتناب ناپذیر می‌باشد که به تفضیل مورد بحث قرار خواهند گرفت.



شکل ۶-۱۶- دو کانال ارتباطی سیستم و عامل ها



شکل ۶-۱۷- جزئیات کانالهای ارتباطاتی سیستم

۶-۹-۲- ارتباطات رخداد (واحدهای SC)

برای فراکنش بین پردازش‌های Win32 سیستم توزیع شده، یک رابط مشترک ارتباطی بنام سرویس دهند ارتباطی (SC) مورد استفاده قرار می‌گیرد. مبنای سیستم SC ، نمایش داده داخلی از طریق معماری تخته سیاه توزیع شده می‌باشد. این سیستم بطور پیوسته ساختار داده که توسط تخته سیاه به نمایش گذاشته می‌شود را به هنگام سازی کرده و مضمون پیغام‌های فرستاده شده بین پردازش‌های Win32 را نشان می‌دهد. از طریق دسترسی به ساختار داده SC، پردازش‌های توزیع شده می‌توانند مستقل از مکان خود و با استفاده از یک رابطه مشترک با سیستم ارتباط برقرار کنند. سیستم SC قبلاً در ادبیات موضوع در زمینه سیستم‌های توزیع شده توسط برخی محققین با کاربرد در رباط‌های متحرک توسعه داده شده و مورد آزمایش قرار گرفته است. سیستم SC نیاز دارد تا هر کامپیوتر متعلق به شبکه یک نسخه از SC را اجرا کند (شکل ۶-۱۷). برآورده کردن وظایف ارتباطات، به هنگام سازی و کنترل داده برای بدست آوردن کپی‌های جزئی در کامپیوترهای مختلف جزء وظایف این نسخه هامی‌باشند. در نتیجه، پردازش‌های Win32، مستقل از مکان خود می‌توانند با کل سیستم بوسیله دسترسی به یک نسخه موضعیSC ارتباط برقرار کنند.

برای سازگاری بین کپی‌های تخته سیاه توزیع شده، نسخه‌های SC ارتباطات لازم و انتقال داده‌های ضروری بین کامپیوترها را با ایجاد اتصالات دائمی‌به همراه تشخیص و رفع خطا مدیریت می‌کنند. کنترل اتصالات با استفاده از فهرست هایی از اتصالات TCP مربوط به کانال‌های تخته سیاه انجام می‌گیرد. مدیریت این فهرست‌ها امری بسیاری پیچیده می‌باشد که می‌تواند در تحقیقات آتی مورد بحث قرار گیرد.

سیستم GAMA یک نمونه اعلان یا اخطار[۸۳] ارایه می‌کند که برای ایجاد پیوند بین اجرای کد خاصی از پردازش‌های Win32 با مجموعه‌ای از رخدادها همانند به هنگام سازی یک داده در تخته سیاه بکار می‌رود. از اینرو، پردازش‌های متصل به SC ، بصورت خودکار پیغام‌های موردنظر خود را دریافت می‌کنند. پیکربندی SC اساساً شامل خصوصیات یک مجموعه شیء می‌باشد که بعنوان یک وسیله منطقی برای توزیع پیغام‌های سیستم بکار گرفته می‌شود.

[83] Bind-notification

۶-۹-۳- ارتباطات رخداد (گذرگاه ها)

نقاطی[۸۴] در شبکه وجود دارند که امکان اجرای یک نسخه SC بروی آنها وجود ندارد. بعنوان مثال یک PC که فاقد نیازمندیهای لازم جهت اجرای SC می‌باشد، سیستم‌های UNIX، یا سیستم‌های IBM AS400. در چنین حالتی، پردازشها باید با یک SC راه دور و از طریق یک گذرگاه خاص یا مسیریاب ارتباط برقرار کنند. به چنین نقاطی اصطلاحاً نقاط ناهمگن گفته می‌شود. در عملیات عادی سیستم GAMA ، مسیریاب‌ها وظیفه باز کردن، حفظ و بستن کانالهای ارتباطی بین نقاط ناهمگن و SCها را از طریق پریزها[۸۵] (TCP, UDP) و دریچه‌های موازی[۸۶] برعهده دارند.

۶-۹-۴- ارتباطات داده (ODBC)

شیء اتصال پایگاه داده[۸۷] یا ODBC یک رابط برنامه نویسی کاربردی[۸۸] Microsoft می‌باشد که به برنامه‌های کاربردی اجازه دسترسی به پایگاه داده را بروی یک شبکه می‌دهد. این شیء اکثر انواع پایگاه‌های داده همانند SQL، Access، و Oracle را پشتیبانی می‌کند. برنامه‌های کاربردی توزیع شده (تحت شبکه) پرس و جو خود با پایگاه داده را از طریق کانال ODBC انجام می‌دهند. ارتباطات ODBC توسط TCP و از طریق راه اندازه‌های مخصوص AS400 از سرویس دهنده پایگاه داده و همچنین یک DLL[۸۹] ویژه از مدول‌های GAMA انجام می‌شود. این DLLهای ویژه مجموعه‌ای از ابزارها و فرمت‌های داده را ارایه می‌کنند که برای کمک به برنامه‌های کابردی جهت دسترسی به داده‌های ترمینال بطریقی استاندارد و مستقل از تکنولوژی پایگاه داده بکار گرفته می‌شوند. تطبیق سیستم GAMA با یک سیستم پایگاه داده جدید منوط به تغییرات جزئی در این DLLها می‌باشد.

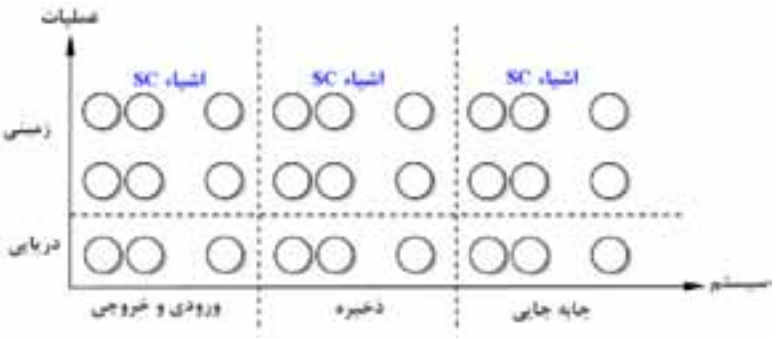
---

[84] Node
[85] Socket
[86] Serial Port (COM)
[87] Object Database Connectivity
[88] Application Programming Interface (API)
[89] Dynamic Linked Libraries

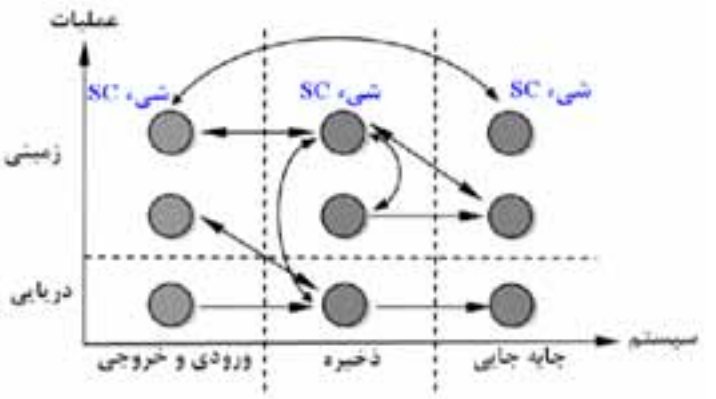
۶-۱۰- پشتیبانی مشروط توسط سیستم ارتباطات

۶-۱۰-۱- مدلسازی سیستم

هر عامل به یک مجموعه از داده‌های SC متصل می‌باشد. هر داده SC می‌تواند با یک سیستم و یک عملیات ترمینال متناظر باشد (شکل ۶-۱۸). برای هر رخداد بوقوع پیوسته از هر منبعی، یک مسیر از کانالها و برنامه‌های کاربردی وجود دارد که پیغام متناظر با آن رخداد از طریق همین مسیر به عامل انتقال می‌یابد. هر داده SC از سیستم ارتباطی را می‌توان بصورت یک نقطه متصل به سایر نقاط در شبکه و برمبنای مسیری که پیغام باید از آن عبور کند، تصور کرد (شکل ۶-۱۹).

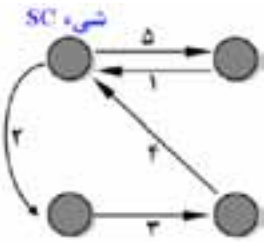


شکل ۶-۱۸- تناظر بین اشیاء SC و عملیات ترمینال



شکل ۶-۱۹- نمودار گره نوعی سیستم

محسابه زمان برای یک پیغام خاص، مستقیماً برطبق مسیر آن پیغام انجام می‌گیرد. هر گره محدودیت‌های موقتی که یک پیغام مربوط به یک رخداد باید داشته باشد را می‌داند. در نتیجه، گره‌ها می‌توانند صحت پیغام‌ها را تعیین کنند. وقتی مسیر یک پیغام متناظر با یک رخداد تعیین می‌شود، زمان مربوط به رخداد، با استفاده از معادله‌ای که بیانگر آن مسیر خاص می‌باشد، محاسبه می‌گردد. هر نوع پیغام دارای توالی زمانی خاص خود می‌باشد (شکل ۶-۲۰). روشهای ریاضی با استفاده از الگوهای توالی رخدادها می‌توانند برای محاسبه زمان هر توالی از پیغام‌ها مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۶-۲۰- زیرگراف گره یک پیغام خاص و توالی زمانی مربوط به آن

۶-۱۰-۲- نظارت سیستم

نظارت و بازبینی یک سیستم توزیع شده بر ایجاد سیستم ثبت وضعیت و وقایع در یک لحظه عینی دلالت می‌کند. نظارت وضعیت سیستم بدین معنی است که هر گره اطلاعات را به عامل ناظر[۹۰] می‌فرستد، که این عامل بصورت دوره‌ای یا در صورت وجود تقاضا عمل می‌کند. نظارت وقایع وظیفه پیچیده تری است که شامل سه فاز می‌باشد: ۱) مکان وقوع رخداد، ۲) زمان وقوع رخداد و ۳) فرمت یا قالب گزارش رخداد.

مکان تشخیص رخداد: دو روش تشخیص وقایع در سیستم‌های توزیع شده وجود دارد. روش اول شامل تشخیص انفرادی وقایع توسط قسمتی در هر گره می‌باشد، در این روش اطلاعات مربوط به رخداد در همان گره ذخیره و سپس به گره‌ای که عمل تحلیل را انجام می‌دهد، ارسال می‌شود. این روش دارای چندین مشکل می‌باشد. اولین مشکل، اضافه بار[۹۱]

[90] Monitoring Agent
[91] Overload

موقت گره‌ها بدلیل ضرورت ایجاد نشانه‌های ردیابی[۹۲] می‌باشد. مسأله دیگر اضافه بار کانال ارتباطی بدلیل ضرورت انتقال ردیابی دربین گره‌ها از طریق این کانال است. روش دوم شامل مکانیابی رخدادها در همان کانال ارتباطی است. در این روش گره‌ها فقط درگیر دریافت، پردازش و انتقال اطلاعات (نه ردیابی آنها) می‌باشند.

زمان تشخیص رخداد: به منظور تعیین موقتی زمان صرف شده در مسیر بواسطه یک پیغام، روش Time Firewall توسط هر برنامه کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن یک گزارش از زمان صرف شده توسط یک پیغام در برنامه ثبت شده و این اطلاعات در همان جا باقی می‌ماند. وقتی پیغام می‌رسد، برنامه کاربردی فیلد زمانی آن را با جدول داخلی متناظر که خصوصیات موقت پیغام در آن مشخص شده است، مقایسه کرده و برمبنای این مقایسه، پیغام را توزیع خواهد کرد.

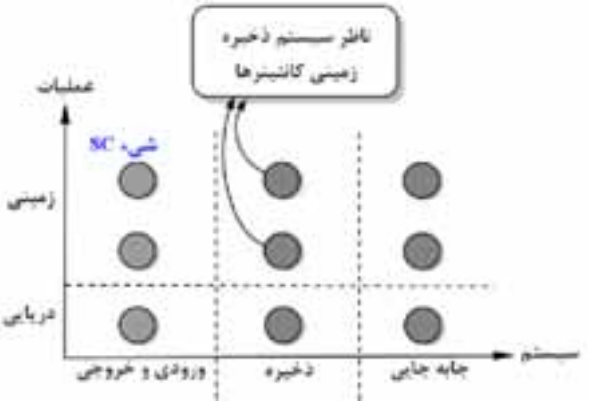
وقتی پیغام از برنامه کاربردی خارج می‌شود، مدت زمان باقیمانده در برنامه به فیلد زمانی پیغام اضافه می‌گردد. یک جدول جهت نگهداری بازه‌های زمانی هر گره وجود دارد. برحسب این جدول، می‌توان موقتاً وضعیت ارتباطات را در هر لحظه توصیف کرد. این توصیف موقت ارتباطات بسیار جالب می‌باشد، زیرا با این توصیف می‌توان فهمید که چه وقتی سیستم تنظیم شده و بصورت همزمان و هماهنگ کار می‌کند. در رخداد رسیدن پیغام‌ها با یک فیلد زمانی بالا، امکان بررسی و معاینه مسیر از گره‌ها به سمت منشأء گلوگاه جهت حل آن وجود دارد.

اگر روش استفاده شده برای نظارت سیستم، *روش نظارت گره توزیع* شده باشد، آنگاه تحلیل مسأله شامل چندین فاز می‌باشد که عبارتند از: ادغام ردیابی ها، بررسی صحت اطلاعات بازبینی، به هنگام سازی پایگاه داده، ترکیب اطلاعات بازبینی، پالایش اطلاعات و نهایتاً تحلیل اطلاعات. اگر از *روش نظارت کانال ارتباطی* استفاده شود، تنها نیاز به فازهای پالایش و تحلیل اطلاعات می‌باشد. سیستم پیشنهادی امکان نظارت انعطاف‌پذیر رخدادها را نیز مهیا می‌سازد، بدلیل اینکه مراقبت در سطوح متفاوت کنترل امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین اضافه بار ناشی از نظارت حداقل است، چراکه اتصال عامل‌های ناظر توسط یک ماشین مجزا انجام می‌گیرد. بدین معنی که سایر عامل‌ها تأثیر گره ناظر را مشاهده نمی‌کنند. هر عامل می‌تواند علاوه بر وظیفه عادی خود، به عنوان یک ناظر نیز عمل کند. اینکار با خواندن و نوشتن فیلد ردیابی در پیغام انجام می‌پذیرد.

---

[92] Trace

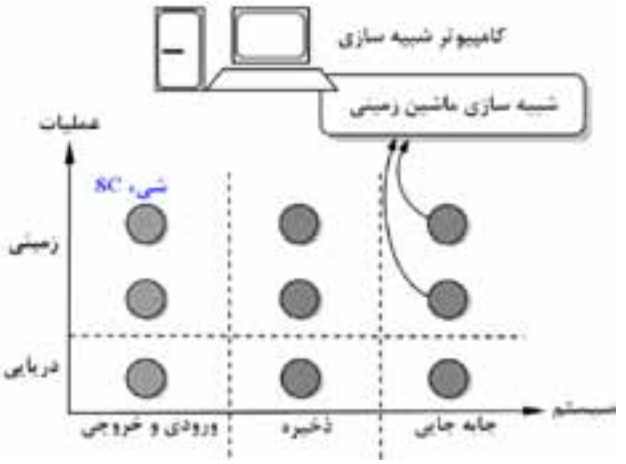
مدیریت یک سیستم صنعتی توزیع شده به دلیل مشکلات ذاتی در کنترل گره‌ها و تغییرات در توپولوژی آنها، امری پیچیده‌ای می‌باشد. سیستم ارتباطی پیشنهادی که برمبنای مدل تخته سیاه توزیع شده توسعه داده شده است، پیشتیبانی‌های لازم برای کنترل و مدیریت کلیه گره‌ها را فراهم می‌سازد. در این سیستم، کانال ارتباطات مسئول کنترل، انتقال و دریافت پیغام‌ها است و ضرورتی وجود ندارد که ارتباطات توسط عامل‌ها مدیریت شود. همچنین تغییرات در سیستم قابل فهم تر بوده بدون اینکه فشاری بروی بخش نظارت وارد گردد (شکل ۶-۲۱).



شکل۶-۲۱- نظارت بر برخی از خصوصیات عامل ها

۶-۱۰-۳- شبیه سازی سیستم

مدل ارتباطات برمبنای تخته سیاه توزیع شده، کار شبیه سازی سیستم را تسهیل خواهد کرد. تنها کافی است تا رفتار عامل‌ها برحسب تزریق اطلاعات بداخل اشیاء SC جهت ایجاد ارتباط بین عامل‌ها شبیه سازی شود. به عنوان مثال، اگر می‌خواهیم سیستم عامل‌ها را بدون استفاده از ماشین‌های واقعی شبیه سازی کنیم، پس می‌توانیم رفتار ماشین‌ها را به اشیاء SC تزریق کنیم (شکل ۶-۲۲). این امر باعث می‌گردد که عامل‌ها عدم حضور ماشین‌های واقعی را حس نکنند اگر بجای شبیه سازی کل سیستم، عامل‌ها شبیه سازی شوند، امکان تعامل عامل‌های واقعی با عامل‌های شبیه سازی شده وجود خواهد داشت.



شکل ۶-۲۲- شبیه سازی یک عامل مکان زمینی

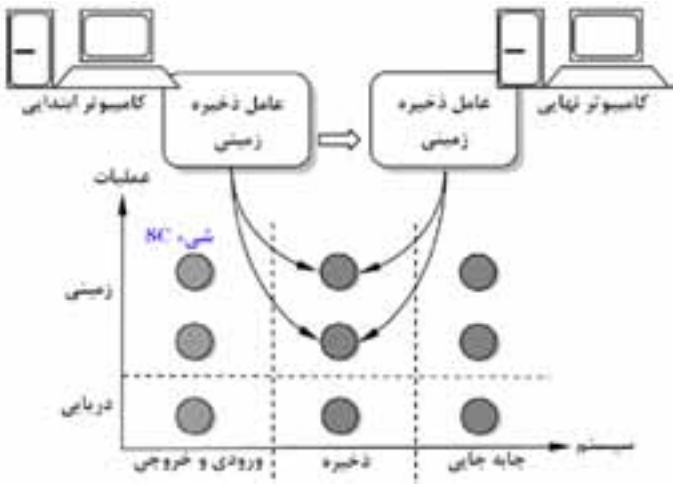
۶-۱۰-۴- تطبیق عامل‌ها : انعطاف‌پذیری

بدلیل عدم وابستگی ارتباطات بین عامل ها، تطبیق یک عامل با سیستم بی واسطه صورت می‌گیرد. عاملی که مکانش را تغییر می‌دهد، فقط باید با سیستم ارتباطات تطبیق داده شود، و این انطباق برای همه عامل‌ها استاندارد شده است. مزیت بزرگ استاندارد سازی عامل‌ها برحسب سیستم ارتباطات، تسهیل در امکان جابه جایی عامل‌ها در داخل سیستم می‌باشد. از لحظ عملکرد، یک عامل به اشیاء SC متناظر متصل شده و تغییرات در مکان آن به معنای تغییر در توپولوژی شبکه سیستم نمی‌باشد (شکل ۶-۲۳). از آنجائیکه یک عامل می‌تواند مکان فیزیکی خود را تغییر دهد، تنها نیازمندی این است که کامپیوتر نهایی اشیاء SC ضروری را در نمونه تخته سیاه توزیع شده خود داشته باشد. به عنوان مثال، شکل (۶-۲۳) یک عامل اختصاص داده شده به مکان کانتینرهای ورودی و خروجی به/از ترمینال را از دید عملیات زمینی نشان می‌دهد.

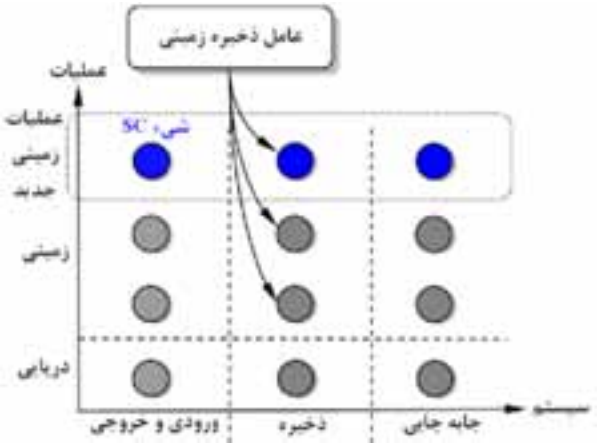
۶-۱۰-۵- توسعه سیستم : مقیاس‌پذیری

توسعه سیستم به معنای امکان اضافه کردن وظایف و عملکردهای جدید به زیر سیستم‌های موجود می‌باشد. بدیهی است که این وظایف جدید با توسط عامل‌های جدیدی انجام شوند. عامل‌های جدید نیازمند اشیاء SC می‌باشند تا با عامل‌های موجود ارتباط برقرار کنند. اگر

اشیاء SC قبلاً موجود باشند، توسعه سیستم تنها شامل اتصال عامل‌های جدید به SCهای موجود می‌باشد. یک نوع توسعه برای سیستم تعریف عملیات جدید است (شکل ۶-۲۴). در اینحالت، تعداد اشیاء SC افزایش خواهد یافت آنقدر که بتوانند عملیات جدید را پشتیبانی کنند. عامل‌های موجود نیازمند تغییر نبوده و رفتار آنها تنها بستگی به اشیاء قبلی SC دارد. به عنوان مثال، شکل (۶-۲۴) نشان می‌دهد که چطور یک عملیات زمینی جدید در سیستم گنجانده می‌شود. این توسعه می‌تواند به معنای مشارکت نوعی ماشین آلات جدید در حمل و نقل داخلی باشد. این عملیات جدید بر حرکت کانتینرها در داخل ترمینال دلالت می‌کند، به این دلیل که هیچ شیء SC متعلق به سیستم ورودی/ خروجی وجود ندارد.



شکل۶-۲۳- اتصال یک عامل مکان زمینی به سیستم



شکل۶-۲۴- توسعه سیستم با یک عملیات جدید

۶-۱۱- نتیجه گیری

سیستم ارایه شده در این تحقیق، براحتی می‌تواند با دیگر سیستم‌های صنعتی مشابه، بدون نیاز به تغییرات نسبتاً بزرگی تطبیق پیدا کند. تغییر در توپولوژی سیستم، مشکل بزرگی محسوب نمی‌شود، بدین دلیل که تغییرات تنها بر پیکربندی داده‌های SC در کامپیوترهایی که عامل‌های مخصوص را نگهداری می‌کنند، تأثیر خواهد گذاشت. نرم افزار GAMA در حال حاضر در بندر Valencia واقع در کشور اسپانیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. هسته این نرم افزار سیستم ارتباطی آن است. این سیستم یک مدل برنامه نویسی است که برای توسعه مدولهای توزیع شده به روشی مقیاس‌پذیر و شفاف مورد استفاده قرار می‌گیرد. گذرگاه هایی در نظر گرفته شده اند که وظیفه آنها باز کردن سیستم ارتباطی بروی گره‌های ناهمگن می‌باشد. برای جستجوی گلوگاه‌ها و یافتن محدودیت‌های سیستم از نشانه‌های زمانی به شکل time firewall استفاده شده است.

عملیات پایه‌ای برای کنترل یک سیستم صنعتی، شبیه عملیات مدلسازی، نظارت سیستم، یا شبیه سازی می‌توانند بدون فشار بر سیستم انجام شوند. سیستم ارتباطات به عامل‌ها اجازه می‌دهد تا بدون نیاز به تغییرات اتصالات خود، در داخل سیستم حرکت کنند. استفاده از معماری تخته سیاه، تغییرات و توسعه اتوماسیون سیستم را تسهیل می‌کند.

فصل هفتم: استفاده از اقتصاد مهندسی در ارزیابی اقتصادی پروژه توسعه بندر شهید رجایی

۷-۱- مقدمه

این پروژه به بررسی امکانپذیری ساخت و توسعه بندر شهید بهشتی (چابهار) با رویکرد اقتصادی مربوط می‌شود.

شایان ذکر است که بررسی امکانپذیری اجرای پروژه‌ای به این وسعت که در سطح کلان مطرح گشته و در زمره پروژه‌های ملی قرار می‌گیرد، نیازمند بررسی از جهت جنبه‌های مختلف سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و نظامی و .. می‌باشد. که این مهم مستلزم مطالعات وسیع و تحقیقاتی همه جانبه و در قالب چند پروژه مطالعاتی بزرگ، می‌باشد. مطلبی که در قالب مطالعه کنونی نمی‌گنجد. چرا که در این تحقیق تمرکز بر ارزیابی اقتصادی پروژه مذکور می-باشد هر چند که اشاراتی نیز به دیگر جنبه‌های آن خواهد گردید. به نحوی که از یک سو با در نظر گرفتن هزینه‌های مختلف اجرای پروژه و از سوی دیگر پیش‌بینی میزان جذب بار (بر طبق گزارشات شرکت سازه‌پردازی) و برآورد درآمد آن و نیز طول عمر پروژه، با استفاده از یکی از تکنیکهای اقتصاد مهندسی، اقتصادی بودن پروژه مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۷-۲- توسعه بندر شهید بهشتی چابهار

طرح توسعه بندر شهید بهشتی سالهاست که مورد بررسی و تجزیه و تحلیل‌های مختلف از سوی مدیران دولتی و دست اندرکاران مربوطه قرار گرفته است. دراین راستا از تکنیکها و روشهای گوناگونی استفاده گردیده است که هر کدام از این روشها نتایج مختلفی را نیز ارائه داده‌اند. ولی هنوز پیکره تصمیم‌گیری نظام به نقطه مشترکی در ارتباط با پروژه مذکور دست نیافته است.

شاید اهمیت خاص این پروژه بدلیل ساخت و توسعه بندر گوادر در کشور پاکستان (که به عنوان رقیبی نیرومند در منطقه استراتژیک مشترک دو بندر ایرانی و پاکستانی واقع است)، باشد.

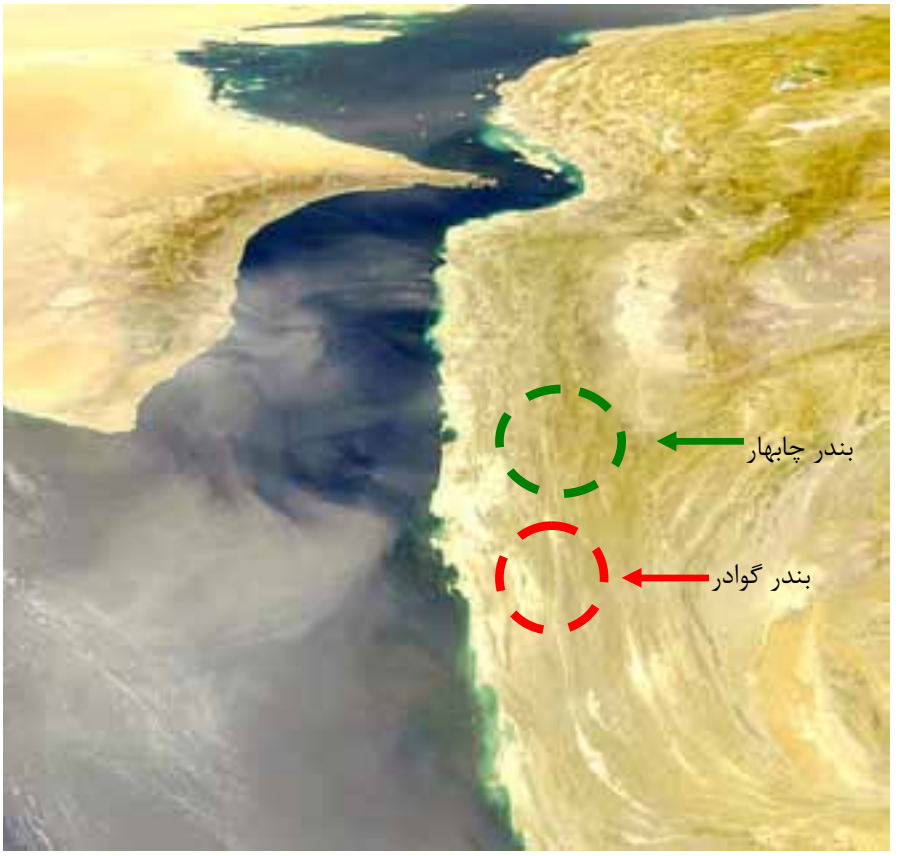
همانگونه که در شکل صفحه بعد مشخص است، دهانه دریای عمان که دو بندر ایرانی و پاکستانی در آن واقع شده‌اند از موقعیت استراتژیک خاصی برخوردار است.

این منطقه از جنبه‌های متعددی حایز اهمیت می‌باشد، که از آن جمله:

- واقع شدن در مرز عبور و مرور نفتی کلیه کشورهای منطقه خاورمیانه (از جنبه سیاسی و نظامی)
- توان فعال شدن در امر ترانشیپ منطقه‌ای
- توان رقابت در امر ترانزیت (به کشورهای آسیای میانه و افغانستان)

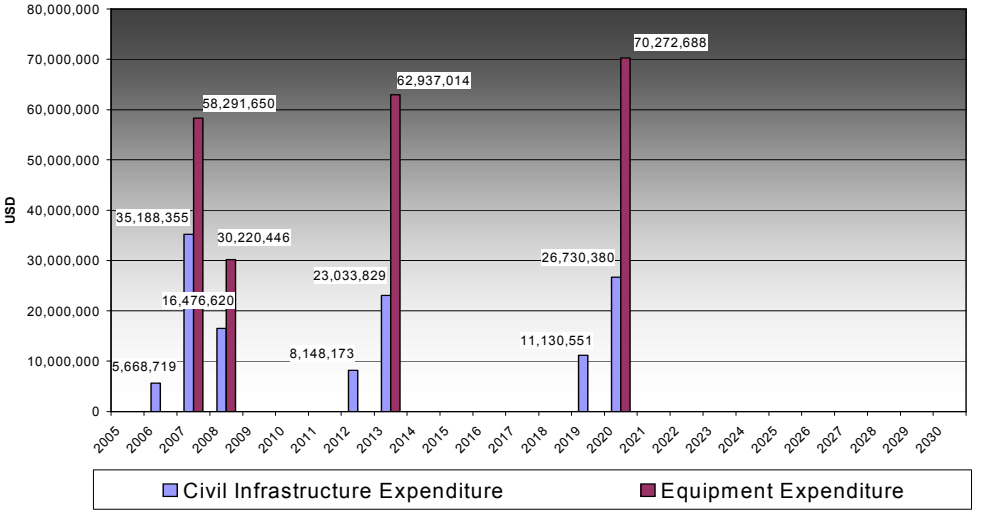
از اینروست که با فعال شدن بندر گوادر (بر مبنای برنامه‌ریزیهای بسیار وسیع و بودجه‌های فراوان صرف شده و تخصیص داده شده)، مساله توسعه بندر شهید بهشتی چابهار از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. چرا که شکست در این رقابت (رقابت با بندر گوادر) ممکن است به منزله از دست دادن بازار وسیع ترانزیتی و ترانشیپی منطقه‌ای و متقابلاً از دست دادن فرصتهای مذکور گردد.

بنابراین تصمیم‌گیری سریع در این زمینه بسیار حایز اهمیت خواهد بود. تصمیم‌گیری که به مطالعات امکان سنجی بسیار وابسته خواهد بود.

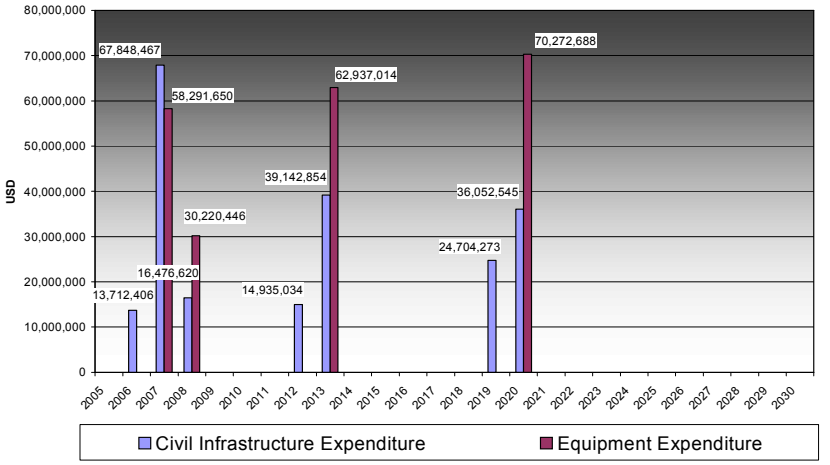


نمودار ۷-۱- موقعیت بندر گوادر و بندر چابهار

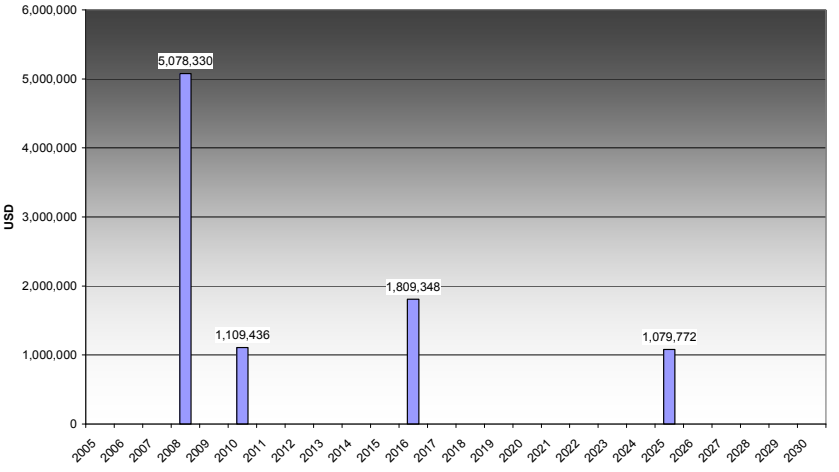
نمودارهای زیر میزان هزینه‌های پیش‌بینی شده و محاسبه شده برای احداث و توسعه بندر در طی دوره‌های زمانی مختلف را بصورت یک جریان مالی (مربوط به هزینه) نشان می‌دهد که به سه بخش ترمینال کانتینری، حوزه اسکله و ترمینال چند منظوره مربوط می‌شود. در ضمن هزینه‌های مربوط به هرکدام از بخشها به تفکیک هزینه‌های ساختمانی و تجهیزاتی ارائه گردیده است (بدلیل تفاوت هزینه‌های استهلاکی و دوره عمر آنها).



نمودار ۷-۲- Capital Ependiture (Price level 2005)



نمودار ۷-۳- Capital Ependiture (Price level 2005)



نمودار ۷-۴- Equipment Ependiture (Price level 2005)

و در ادامه کلیه این اطلاعات در قالب جدولهای مربوطه جهت انجام محاسبات لازم طبقه‌بندی گردیده است:

جدول ۷-۱- هزینه‌های سالانه هر ترمینال به تفکیک هزینه‌های تجهیزاتی و

	CIVIL.CT	EQU.CT	CIVIL.EQ	EQU.EQ	EQ.MP
۲۰۰۶	۱۳۷۱۲۴۰۶		۵۶۶۸۷۱۹	۰	۰
۲۰۰۷	۶۷۸۴۸۴۶۷	۵۸۲۹۱۶۵۰	۳۵۱۸۸۳۵۵	۵۸۲۹۱۶۵۰	
۲۰۰۸	۱۶۴۷۶۶۲۰	۳۰۲۲۰۴۴۶	۱۶۴۷۶۶۲۰	۳۰۲۲۰۴۴۶	۵۰۷۸۳۳۰
۲۰۰۹					
۲۰۱۰					۱۱۰۹۴۳۶
۲۰۱۱					
۲۰۱۲	۱۴۹۳۵۰۳۴		۸۱۴۸۱۷۳		
۲۰۱۳	۳۹۱۴۲۸۵۴		۲۳۰۳۳۸۲۹		
۲۰۱۴		۶۲۹۳۷۰۱۴		۶۲۹۳۷۰۱۴	
۲۰۱۵					
۲۰۱۶					۱۸۰۹۳۴۸
۲۰۱۷					
۲۰۱۸					
۲۰۱۹	۲۴۷۰۴۲۷۳		۱۱۱۳۰۵۵۱		
۲۰۲۰	۳۶۰۵۲۵۴۵	۷۰۲۷۲۶۸۸	۲۶۷۳۰۳۸۰		

جدول ۷-۲- جدول ارزش فعلی هزینه‌ها

	CIVIL.CT	EQU.CT	CIVIL.EQ	EQU.EQ	EQ.MP
۲۰۰۶	۱۳۷۱۲۴۰۶	۰	۵۶۶۸۷۱۹	۰	۰
۲۰۰۷	۵۷۵۰۱۵۷۵.۸	۴۹۴۰۲۱۷۳	۲۹۸۲۲۱۳۱	۴۹۴۰۲۱۷۳	۰
۲۰۰۸	۱۱۸۳۳۵۰۸.۵	۲۱۷۰۴۳۲۴	۱۱۸۳۳۵۰۸	۲۱۷۰۴۳۲۴	۳۶۴۷۲۵۷
۲۰۰۹	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۱۰	۰	۰	۰	۰	۵۷۲۲۴۷.۱
۲۰۱۱	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۱۲	۵۵۳۱۹۳۶.۵۹	۰	۳۰۱۸۰۸۳	۰	۰
۲۰۱۳	۱۲۲۸۶۹۴۱.۹	۰	۷۲۳۰۳۱۹	۰	۰
۲۰۱۴	۰	۱۶۷۴۱۲۴۶	۰	۱۶۷۴۱۲۴۶	۰
۲۰۱۵	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۱۶	۰	۰	۰	۰	۳۴۵۷۶۶.۴
۲۰۱۷	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۱۸	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۱۹	۲۸۷۳۱۰۶.۹۵	۰	۱۲۹۴۴۸۳	۰	۰
۲۰۲۰	۳۵۵۱۱۷۵.۶۸	۶۹۲۱۸۶۰	۲۶۳۲۹۴۲	۰	۰
۲۰۲۱	۰	۰	۰	۵۸۶۷۷۶۹	۰
۲۰۲۲	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۲۳	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۲۴	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۲۵	۰	۰	۰	۰	۴۶۵۳۸.۱۷
۲۰۲۶	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۲۷	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۲۸	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۲۹	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۳۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۳۱	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۳۲	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۳۳	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰۳۴	۰	۰	۰	۰	۰
چمع	**۱۰۷۲۹۰۶۵۱**	۹۴۷۶۹۶۰۳	۶۱۵۰۰۱۸۶	۹۳۷۱۵۵۱۳	۴۶۱۱۸۰۸

در جدول شماره ۷-۲ ارزش فعلی تمامی هزینه‌ها بدست آمده است. این امر بدین دلیل است که بتوان با در دست داشتن مجموع هزینه‌ها از روش محاسبه استهلاک مربوطه میزان استهلاک را برای تمامی‌حالات و تمامی‌سالها محاسبه نمود.

روش محاسبه استهلاک بر مبنای سیستم کنونی جاری در سازمان بنادر خط مستقیم می‌باشد. لازم بذکر است که در روش محاسبه استهلاک خط مستقیم، نیازمند در اختیار داشتن یک مقدار هزینه اولیه می‌باشیم. لذا منطقی‌ترین راه محاسبه ارزش فعلی مجموع هزینه‌ها و نهایتاً استفاده از آن بعنوان هزینه اولیه سیستم می‌باشد.

جدول شماره ۷-۳ میزان استهلاک سالانه را برای پنج حالت تفکیک شده و نهایتا بصورت مجموع نشان می‌دهد.

(در مرحله بعد جداول مربوط به پیش‌بینی میزان جذب بار ارائه گردیده است)

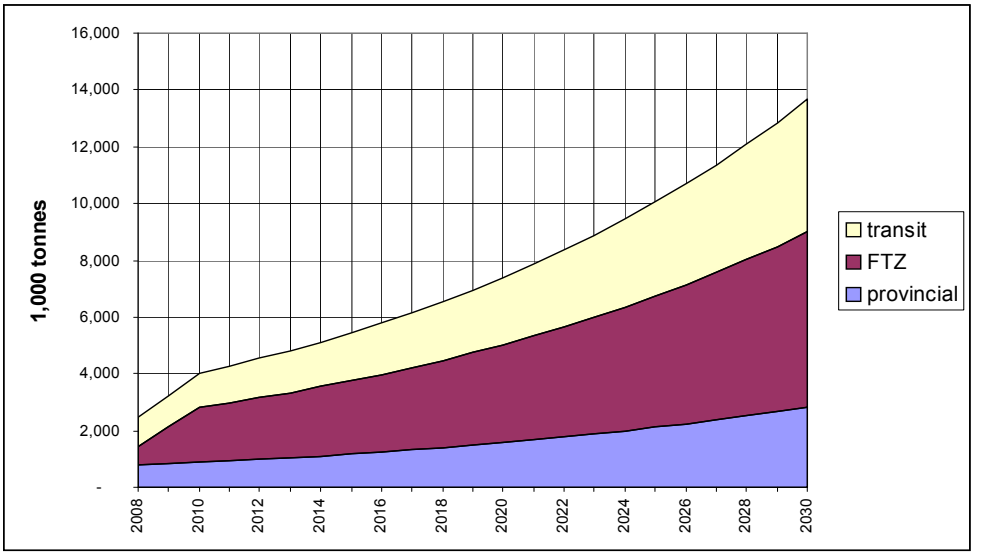
روش محاسبه استهلاک سالانه = خط مستقیم = (ارزش اسقاطی- هزینه اولیه) / عمر مفید

$$\text{محاسبه استهلاک برای تجهیزات} = \frac{\text{ارزش فعلی مجموع هزینه‌ها} - ۰/۱۵ \text{ ارزش فعلی مجموع هزینه‌ها}}{۳۰}$$

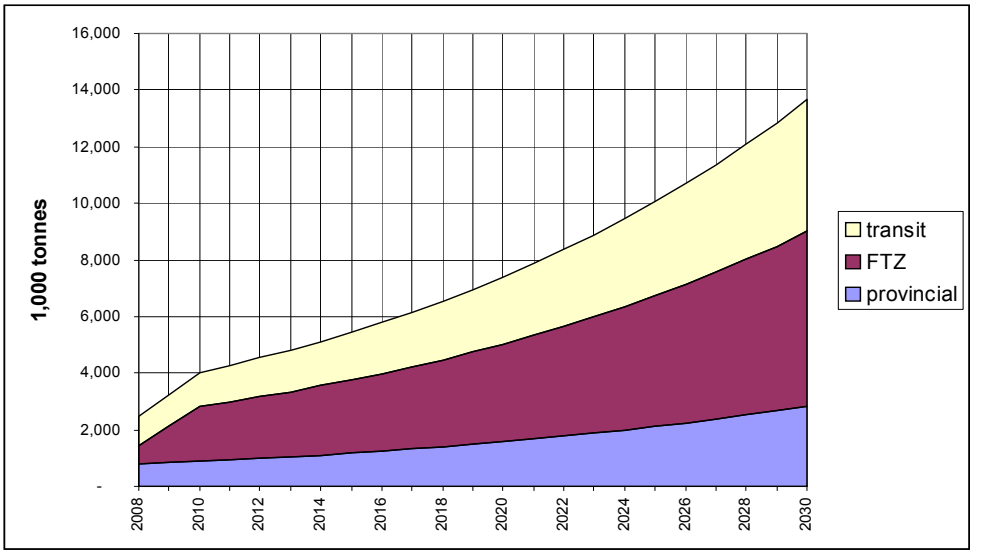
$$\text{محاسبه استهلاک برای ساختمان} = \frac{\text{ارزش فعلی مجموع هزینه‌ها} - ۰}{۵۰}$$

جدول ۷-۳- میزان استهلاک سالانه

	D1	D2	D3	D4	D5	D-Bar
۲۰۰۶						
۲۰۰۷	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۰۸	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۰۹	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۰	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۱	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۲	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۳	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۴	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۵	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۶	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۷	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۸	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۱۹	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۰	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۱	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۲	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۳	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۴	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۵	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۶	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۷	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۸	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۲۹	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۳۰	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۳۱	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۳۲	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۳۳	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷
۲۰۳۴	۲۱۴۵۸۱۳.۰۲	۳۲۲۲۱۶۶.۵۴۲	۱۲۳۰۰۰۳.۷۲	۳۱۸۶۳۲۷.۴۴۲	۹۲۲۳۶.۱۶	۹۸۷۶۵۴۷



نمودار ۷-۵- LOW SCENARIO



نمودار ۷-۶- HIGH SCENARIO

نمودارهای قبل میزان پیش‌بینی جذب بار را بر مبنای تناژ بار از سال ۲۰۸۰ تا افق ۲۰۳۰ به تفکیک کالاهای ترانزیتی و غیرترانزیتی نشان می‌دهد. که جهت بدست آوردن میزان بار مربوط به هر سال با استفاده از نمودار قبل نرخ رشد را با استفاده از فرمول مربوطه، محاسبه می‌نماییم:

$$(b/a)^{(1/n)} - 1$$

که درآن b برابرتعداد (کانتینر) در سال آخر، a تعداد کانتینر در سال مبنا و n تعداد سالهای مورد بررسی می‌باشد. که نهایتاً با استفاده از این فرمول نرخ رشد بار جذب شده به شرح زیر می‌باشد:

در سالهای۲۰۱۰ الی ۲۰۱۸ برای کالاهای معمولی برابر ۰/۰۴۵ در سال و برای کالاهای ترانزیت برابر ۰/۰۹ می‌باشد.

در سالهای ۲۰۱۸ الی ۲۰۳۰ برای کالاهای معمولی برابر ۰/۰۴۹ در سال و برای کالاهای ترانزیت برابر ۰/۰۷۵ می‌باشد.

در قسمت بعد جهت محاسبه میزان درآمد احتمالی بدین صورت عمل می‌نماییم:

با در نظرگرفتن میزان درآمد حاصل از تخلیه و بارگیری هر کانتینر در شرایط کنونی، میزان درآمد ناشی از تخلیه و بارگیری به ازای هر کانتینر ۱۰۰ دلار در نظر گرفته می‌شود. اما برای سالهای بعد از آنجایی که هیچگونه اطلاعاتی از سیاست سالانه بندر جهت افزایش تعرفه‌های تخلیه و بارگیری در اختیار نمی‌باشد، لذا فرض بر این قرار می‌گیرد که سالانه بر اساس نرخ بهره (۱۷٪) بر میزان تعرفه‌های عملیات تخلیه و بارگیری افزوده گردد. بنابراین بر مبنای این امر در جداول بعدی میزان این درآمد برای سالهای مختلف ارائه می‌گردد.

البته لازم به یادآوری است که این میزان برای کالاهای ترانزیتی دو برابر مبلغ ارائه شده می‌باشد چرا که در شرایط کنونی ترانزیت هر کانتینر حداکثر ۱۰۰ دلار درآمد خواهد داشت (با در نظرگرفتن این نکته که در مرزهای شمالی بیشترین کالاهای ترانزیتی از طریق مسیرهای زمینی ترانزیت می‌شوند. لذا درآمد تخلیه و بارگیری فقط برای یک بار (بندر جنوبی کشور) محاسبه می‌گردد:

جدول ۷-۴- پیش‌بینی میزان بار جذب شده با در نظر گرفتن نرخ رشد

ترانزیت (TEU)	معمولی (TEU)	ترانزیت (تن)	معمولی (تن)	
۱۶۶۶۶۶.۶۶۷	۲۳۳۳۳۳.۳۳۳۳	۲۵۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰	۲۰۰۶
۱۸۱۶۶۶.۶۶۷	۲۴۳۸۳۳.۳۳۳۳	۲۷۲۵۰۰۰	۳۶۵۷۵۰۰	۲۰۰۷
۱۹۸۰۱۶.۶۶۷	۲۵۴۸۰۵.۸۳۳۳	۲۹۷۰۲۵۰	۳۸۲۲۰۸۷.۵	۲۰۰۸
۲۱۵۸۳۸.۱۶۷	۲۶۶۲۷۲.۰۹۵۸	۳۲۳۷۵۷۲.۵	۳۹۹۴۰۸۱.۴۴	۲۰۰۹
۲۳۵۲۶۳.۶۰۲	۲۷۸۲۵۴.۳۴۰۱	۳۵۲۸۹۵۴	.۴۱۷۳۸۱۵	۲۰۱۰
۲۵۶۴۳۷.۳۲۶	۲۹۰۷۷۵.۷۸۵۵	۳۸۴۶۵۵۹.۹	۴۳۶۱۶۳۶.۷۸	۲۰۱۱
۲۷۹۵۱۶.۶۸۵	۳۰۳۸۶۰.۶۹۵۸	۴۱۹۲۷۵۰.۳	۴۵۵۷۹۱۱۰.۴۴	۲۰۱۲
۳۰۴۶۷۳.۱۸۷	۳۱۷۵۳۴.۴۲۷۱	۴۵۷۰۰۹۷.۸	۴۷۶۳۰۱۶.۴۱	۲۰۱۳
۳۳۲۰۹۳.۷۷۴	۳۳۱۸۲۳.۴۷۶۳	۴۹۸۱۴۰۶.۶	۴۹۷۷۳۵۲.۱۴	۲۰۱۴
۳۵۷۰۰۰.۸۰۷	۳۴۸۰۸۲.۸۲۶۷	۵۳۵۵۰۱۲.۱	۵۲۲۱۲۴۲.۴	۲۰۱۵
۳۸۳۷۷۵.۸۶۷	۳۶۵۱۳۸.۸۸۵۲	۵۷۵۶۶۳۸	۵۴۷۷۰۸۳.۲۸	۲۰۱۶
۴۱۲۵۵۹.۰۵۷	۳۸۳۰۳۰.۶۹۰۵	۶۱۸۸۳۸۵.۹	۵۷۴۵۴۶۰.۳۶	۲۰۱۷
۴۴۳۵۰۰.۹۸۶	۴۰۱۷۹۹.۱۹۴۴	۶۶۵۲۵۱۴.۸	۶۰۲۶۹۸۷.۹۲	۲۰۱۸
۴۷۶۷۶۳.۵۶	۴۲۱۴۸۷.۳۵۴۹	۷۱۵۱۴۵۳.۴	۶۳۲۲۳۱۰.۳۲	۲۰۱۹
۵۵۰۹۵۹.۸۹	۴۶۳۸۰۵.۱۰۶۸	۸۲۶۴۳۹۸.۳	۶۹۵۷۰۷۶.۶	۲۰۲۱
۵۹۲۲۸۱.۸۸۱	۴۸۶۵۳۱.۵۵۷۱	۸۸۸۴۲۲۸.۲	۷۲۹۷۹۷۳.۳۶	۲۰۲۲
۶۳۶۷۰۳.۰۲۲	۵۱۰۳۷۱.۶۰۳۴	۹۵۵۰۵۴۵.۳	۷۶۵۵۵۷۴.۰۵	۲۰۲۳
۶۸۴۴۵۵.۷۴۹	۵۳۵۳۷۹.۸۱۱۹	۱۰۲۶۶۸۳۶	۸۰۳۰۶۹۷.۱۸	۲۰۲۴
۷۳۵۷۸۹.۹۳	۵۶۱۶۱۳.۴۲۲۷	۱۱۰۳۶۸۴۹	۸۴۲۴۲۰۱.۳۴	۲۰۲۵
۷۹۰۹۷۴.۱۷۵	۵۸۹۱۳۲.۴۸۰۴	۱۱۸۶۴۶۱۳	۸۸۳۶۹۸۷.۲۱	۲۰۲۶
۸۵۰۲۹۷.۲۳۸	۶۱۷۹۹۹.۹۷۲	۱۲۷۵۴۴۵۹	۹۲۶۹۹۹۹.۵۸	۲۰۲۷
۹۱۴۰۶۹.۵۳۱	۶۴۸۲۸۱.۹۷۰۶	۱۳۷۱۱۰۴۳	۹۷۲۴۲۲۹.۵۶	۲۰۲۸
۹۸۲۶۲۴.۷۴۶	۶۸۰۰۴۷.۷۸۷۲	۱۴۷۳۹۳۷۱	۱۰۲۰۰۷۱۶.۸	۲۰۲۹
۱۰۵۶۳۲۱.۶	۷۱۳۳۷۰.۱۲۸۷	۱۵۸۴۴۸۲۴	۱۰۷۰۰۵۵۱.۹	۲۰۳۰
۱۱۳۵۵۴۵.۷۲	۷۴۸۳۲۵.۲۶۵	۱۷۰۳۳۱۸۶	۱۱۲۲۴۸۷۹	۲۰۳۱
۱۲۲۰۷۱۱.۶۵	۷۸۴۹۹۳.۲۰۳	۱۸۳۱۰۶۷۵	۱۱۷۷۴۸۹۸	۲۰۳۲
۱۳۱۲۲۶۵.۰۲	۸۲۳۴۵۷.۸۷	۱۹۶۸۳۹۷۵	۱۲۳۵۱۸۶۸	۲۰۳۳
۱۴۱۰۶۸۴.۹	۸۶۳۸۰۷.۳۰۵۶	۲۱۱۶۰۲۷۴	۱۲۹۵۷۱۰۹.۶	۲۰۳۴
۵۵۰۹۵۹.۸۹	۴۶۳۸۰۵.۱۰۶۸	۸۲۶۴۳۹۸.۳	۶۹۵۷۰۷۶.۶	۲۰۲۱

جدول ۷-۵- پیش‌بینی میزان درآمد سالانه

مجموع درآمد (دلار)	ترانزیت (دلار)	درآمد حاصل از T.H.C. و ترانزیت (به ازای هر کانتینر)	معمولی (دلار)	درآمد حاصل از T.H.C. (به ازای هر کانتینر)	
۲۳۳۳۳۳۳۳.۳۳	۰	۲۰۰	۲۳۳۳۳۳۳۳.۳۳	۱۰۰	**۲۰۰۶**
۷۱۰۳۸۵۰۰	۴۲۵۱۰۰۰۰	۲۳۴	۲۸۵۲۸۵۰۰	۱۱۷	**۲۰۰۷**
۸۹۰۹۳۳۷۳.۵۳	۵۴۲۱۳۰۰۳	۲۷۳.۷۸	۳۴۸۸۰۳۷۰.۵۳	۱۳۶.۸۹	**۲۰۰۸**
۱۱۱۷۸۴۳۲۷.۷	۶۹۱۳۷۸۴۲.۷۳	۳۲۰.۳۲۲۶	۴۲۶۴۶۴۸۵.۰۲	۱۶۰.۱۶۱۳	**۲۰۰۹**
۱۴۰۳۱۳۲۱۵.۷	۸۸۱۷۱۴۹۰.۸۳	۳۷۴.۷۷۷۴۴۲	۵۲۱۴۱۷۲۴.۹۱	۱۸۷.۳۸۸۷۲۱	**۲۰۱۰**
۱۷۶۱۹۶۱۸۲.۲	۱۱۲۴۴۵۱۰۲.۳	۴۳۸.۴۸۹۶۰۷۱	۶۳۷۵۱۰۷۹.۹۶	۲۱۹.۲۴۴۸۰۳۶	**۲۰۱۱**
۲۲۱۳۴۶۴۹۶.۸	۱۴۳۴۰۱۲۳۸.۹	۵۱۳.۰۳۲۸۴۰۴	۷۷۹۴۵۲۵۷.۹۲	۲۵۶.۵۱۶۴۲۰۲	**۲۰۱۲**
۲۷۸۱۷۹۳۶۹.۶	۱۸۲۸۷۹۶۰۰	۶۰۰.۲۴۸۴۲۳۲	۹۵۲۹۹۷۶۹.۵۹	۳۰۰.۱۲۴۲۱۱۶	**۲۰۱۳**
۳۴۹۷۴۴۶۱۷.۱	۲۳۳۲۲۶۳۵۳.۸	۷۰۲.۲۹۰۶۵۵۲	۱۱۶۵۱۸۲۶۳.۳	۳۵۱.۱۴۵۳۲۷۶	**۲۰۱۴**
۴۳۶۳۴۶۸۰۶.۶	۲۹۳۳۴۰۴۴۶.۶	۸۲۱.۶۸۰۰۶۶۵	۱۴۳۰۰۶۳۶۰.۱	۴۱۰.۸۴۰۰۳۳۳	**۲۰۱۵**
۵۴۴۴۶۴۹۴۲.۶	۳۶۸۹۴۸۹۴۶.۶	۹۶۱.۳۶۵۶۷۷۸	۱۷۵۵۱۵۹۹۵.۹	۴۸۰.۶۸۲۸۳۸۹	**۲۰۱۶**
۶۷۹۴۶۱۵۸۴.۹	۴۶۴۰۴۵۵۳۷.۶	۱۱۲۴.۷۹۷۸۴۳	۲۱۵۴۱۶۰۴۷.۳	۵۶۲.۳۹۸۹۲۱۵	**۲۰۱۷**
۸۴۸۰۳۹۸۵۲.۳	۵۸۳۶۵۳۲۷۵	۱۳۱۶.۰۱۳۴۷۶	۲۶۴۳۸۶۵۷۷.۳	۶۵۸.۰۰۶۷۳۸۲	**۲۰۱۸**
۱۰۵۸۵۷۹۴۸۵	۷۳۴۰۸۹۹۰۶.۶	۱۵۳۹.۷۳۵۷۶۷	۳۲۴۴۸۹۵۷۷.۹	۷۶۹.۸۶۷۸۸۳۷	**۲۰۱۹**
۱۳۲۱۵۵۷۳۷۴	۹۲۳۳۰۱۵۸۰	۱۸۰۱.۴۹۰۸۴۸	۳۹۸۲۵۵۷۹۳.۷	۹۰۰.۷۴۵۴۲۳۹	**۲۰۲۰**
۱۶۵۰۰۷۳۸۴۶	۱۱۶۱۲۸۲۵۶۲	۲۱۰۷.۷۴۴۲۹۲	۴۸۸۷۹۱۲۸۳.۳	۱۰۵۳.۸۷۲۱۴۶	۲۰۲۱
۲۰۶۰۵۱۱۳۴۸	۱۴۶۰۶۰۳۱۴۳	۲۴۶۶.۰۶۰۸۲۲	۵۹۹۹۰۸۲۰۵.۷	۱۲۳۳.۰۳۰۴۱۱	۲۰۲۲
۲۵۷۳۳۵۸۹۴۱	۱۸۳۷۰۷۳۶۰۳	۲۸۸۵.۲۹۱۱۶۱	۷۳۶۲۸۵۳۳۸.۱	۱۴۴۲.۶۴۵۵۸۱	۲۰۲۳
۳۲۱۴۲۴۴۴۰۸	۲۳۱۰۵۷۹۳۲۴	۳۳۷۵.۷۹۰۶۵۹	۹۰۳۶۶۵۰۸۴	۱۶۸۷.۸۹۵۳۲۹	۲۰۲۴
۴۰۱۵۲۲۶۴۱۲	۲۹۰۶۱۳۱۱۴۵	۳۹۴۹.۶۷۵۰۷۱	۱۱۰۹۰۹۵۲۶۸	۱۹۷۴.۸۳۷۵۳۵	۲۰۲۵
۵۰۱۶۴۱۲۳۴۲	۳۶۵۵۱۸۶۴۴۷	۴۶۲۱.۱۱۹۸۳۳	۱۳۶۱۲۲۵۸۹۵	۲۳۱۰.۵۵۹۹۱۶	۲۰۲۶
۶۲۶۷۹۸۴۱۳۱	۴۵۹۷۳۱۰۷۵۴	۵۴۰۶.۷۱۰۲۰۴	۱۶۷۰۶۷۳۳۷۷	۲۷۰۳.۳۵۵۱۰۲	۲۰۲۷
۷۸۳۲۷۳۵۱۵۷	۵۷۸۲۲۶۷۶۰۱	۶۳۲۵.۸۵۰۹۳۹	۲۰۵۰۴۶۷۵۵۶	۳۱۶۲.۹۲۵۴۷	۲۰۲۸
۹۷۸۹۲۴۷۴۲۰	۷۲۷۲۶۴۷۰۷۵	۷۴۰۱.۲۴۵۵۹۹	۲۵۱۶۶۰۰۳۴۶	۳۷۰۰.۶۲۲۷۹۹	۲۰۲۹
۱۲۲۳۵۸۷۰۹۶۱	۹۱۴۷۱۷۱۸۵۸	۸۶۵۹.۴۵۷۳۵	۳۰۸۸۶۹۹۱۰۲	۴۳۲۹.۷۲۸۶۷۵	۲۰۳۰
۱۵۲۹۵۷۰۸۴۷۴	۱۱۵۰۴۸۵۵۴۰۵	۱۰۱۳۱.۵۶۵۱	۳۷۹۰۸۵۳۰۶۹	۵۰۶۵.۷۸۲۵۵	۲۰۳۱
۱۹۱۲۲۸۵۹۵۸۳	۱۴۴۷۰۲۳۱۸۸۵	۱۱۸۵۳.۹۳۱۱۷	۴۶۵۲۶۲۷۶۹۸	۵۹۲۶.۹۶۵۵۸۴	۲۰۳۲
۲۳۹۱۰۲۴۳۷۰۶	۱۸۱۹۹۹۳۴۱۵۴	۱۳۸۶۹.۰۹۹۴۷	۵۷۱۰۳۰۹۵۵۲	۶۹۳۴.۵۴۹۷۳۳	۲۰۳۳
۲۹۸۹۹۴۰۱۴۰۴	۲۲۸۹۰۹۶۷۱۸۲	۱۶۲۲۶.۸۴۶۳۷	۷۰۰۸۴۳۴۲۲۲	۸۱۱۳.۴۲۳۱۸۷	۲۰۳۴

در قسمت بعد فرایند مالی قبل از مالیات برای سالهای مختلف محاسبه می‌گردد (با محاسبه اختلاف بین درآمدها و هزینه‌ها):

جدول ۷-۶- محاسبه فرایند مالی قبل از مالیات (CFBT=Cash Flow Before Tax)

	کل هزینه سالانه	کل درآمد سالانه (درآمد ناخالص)	CFBT
۲۰۰۶	۱۹۳۸۱۱۲۵		۱۹۳۸۱۱۲۵ -
۲۰۰۷	۲۱۹۶۲۰۱۲۲	۲۳۳۳۳۳۳۳.۳۳	۱۹۶۲۸۶۷۸۹ -
۲۰۰۸	۹۸۴۷۲۴۶۲	۷۱۰۳۸۵۰۰	۲۷۴۳۳۹۶۲ -
۲۰۰۹	۰	۸۹۰۹۳۳۷۳.۵۳	۸۹۰۹۳۳۷۳.۵۳
۲۰۱۰	۱۱۰۹۴۳۶	۱۱۱۷۸۴۳۲۷.۷	۱۱۰۶۷۴۸۹۱.۷
۲۰۱۱	۰	۱۴۰۳۱۳۲۱۵.۷	۱۴۰۳۱۳۲۱۵.۷
۲۰۱۲	۲۳۰۸۳۲۰۷	۱۷۶۱۹۶۱۸۲.۲	۱۵۳۱۱۲۹۷۵.۲
۲۰۱۳	۶۲۱۷۶۶۸۳	۲۲۱۳۴۶۴۹۶.۸	۱۵۹۱۶۹۸۱۳.۸
۲۰۱۴	۱۲۵۸۷۴۰۲۸	۲۷۸۱۷۹۳۶۹.۶	۱۵۲۳۰۵۳۴۱.۶
۲۰۱۵	۰	۳۴۹۷۴۴۶۱۷.۱	۳۴۹۷۴۴۶۱۷.۱
۲۰۱۶	۱۸۰۹۳۴۸	۴۳۶۳۴۶۸۰۶.۶	۴۳۴۵۳۷۴۵۸.۶
۲۰۱۷	۰	۵۴۴۴۶۴۹۴۲.۶	۵۴۴۴۶۴۹۴۲.۶
۲۰۱۸	۰	۶۷۹۴۶۱۵۸۴.۹	۶۷۹۴۶۱۵۸۴.۹
۲۰۱۹	۳۵۸۳۴۸۲۴	۸۴۸۰۳۹۸۵۲.۳	۸۱۲۲۰۵۰۲۸.۳
۲۰۲۰	۱۳۳۰۵۵۶۱۳	۱۰۵۸۵۷۹۴۸۵	۹۲۵۵۲۳۸۷۱.۵
۲۰۲۱	۷۰۲۷۲۶۸۸	۱۳۲۱۵۵۷۳۷۴	۱۲۵۱۲۸۴۶۸۶
۲۰۲۲	۰	۱۶۵۰۰۷۳۸۴۶	۱۶۵۰۰۷۳۸۴۶
۲۰۲۳	۰	۲۰۶۰۵۱۱۳۴۸	۲۰۶۰۵۱۱۳۴۸
۲۰۲۴	۰	۲۵۷۳۳۵۸۹۴۱	۲۵۷۳۳۵۸۹۴۱
۲۰۲۵	۱۰۷۹۷۷۲	۳۲۱۴۲۴۴۴۰۸	۳۲۱۳۱۶۴۶۳۶
۲۰۲۶	۰	۴۰۱۵۲۲۶۴۱۲	۴۰۱۵۲۲۶۴۱۲
۲۰۲۷	۰	۵۰۱۶۴۱۲۳۴۲	۵۰۱۶۴۱۲۳۴۲
۲۰۲۸	۰	۶۲۶۷۹۸۴۱۳۱	۶۲۶۷۹۸۴۱۳۱
۲۰۲۹	۰	۷۸۳۲۷۳۵۱۵۷	۷۸۳۲۷۳۵۱۵۷
۲۰۳۰	۰	۹۷۸۹۲۴۷۴۲۰	۹۷۸۹۲۴۷۴۲۰
۲۰۳۱	۰	۱۲۲۳۵۸۷۰۹۶۱	۱۲۲۳۵۸۷۰۹۶۱
۲۰۳۲	۰	۱۵۲۹۵۷۰۸۴۷۴	۱۵۲۹۵۷۰۸۴۷۴
۲۰۳۳	۰	۱۹۱۲۲۸۵۹۵۸۳	۱۹۱۲۲۸۵۹۵۸۳
۲۰۳۴	۰	۲۳۹۱۰۲۴۳۷۰۶	۲۳۹۱۰۲۴۳۷۰۶

در قسمت بعد استهلاک از فرایند مالی قبل از مالیات کاسته شده و سپس میزان مالیات (بر مبنای نرخ ۵٪) محاسبه شده و در فرایند مالی منظور می‌گردد. هرچند که در مورد ماهیت احتساب مالیات برای چنین پروژه‌ای که اساسا یک پروژه ملی و دولتی می‌باشد، اطمینان چندانی وجود ندارد. اما جهت انجام هر چه دقیق‌تر محاسبات این مهم در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۷-۷- محاسبه فرایند مالی بعد از مالیات

	CFBT	D_BAR	IT	TX	CFAT
۲۰۰۶	- ۱۹۳۸۱۱۲۵		- ۱۹۳۸۱۱۲۵	- ۹۶۹۰۵۶.۲۵	- ۲۰۳۵۰۱۸۱.۲۵
۲۰۰۷	- ۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	- ۱۹۷۵۳۰۹۳.۸	- ۹۸۷۶۵۴.۶۹	- ۲۰۶۵۹۴۵۰۵
۲۰۰۸	- ۲۷۴۳۳۹۶۲	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	- ۳۷۳۱۰۵۰۸.۹	- ۱۸۶۵۵۲۵.۴	- ۲۵۵۶۸۴۳۶.۵۶
۲۰۰۹	۸۹۰۹۳۳۷۳.۵۳	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۷۹۲۱۶۸۲۶.۶۴	۳۹۶۰۸۴۱.۳۳	۸۵۱۳۲۵۳۲.۱۹
۲۰۱۰	۱۱۰۶۷۴۸۹۱.۷	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۰۰۷۹۸۳۴۴.۹	۵۰۳۹۹۱۷.۲۴	۱۰۵۶۳۴۹۷۴.۵
۲۰۱۱	۱۴۰۳۱۳۲۱۵.۷	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۳۰۴۳۶۶۶۸.۹	۶۵۲۱۸۳۳.۴۴	۱۳۳۷۹۱۳۸۲.۳
۲۰۱۲	۱۵۳۱۱۲۹۷۵.۲	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۴۳۲۳۶۴۲۸.۳	۷۱۶۱۸۲۱.۴۲	۱۴۵۹۵۱۱۵۳.۸
۲۰۱۳	۱۵۹۱۶۹۸۱۳.۸	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۴۹۲۹۳۲۶۶.۹	۷۴۶۴۶۶۳.۳۵	۱۵۱۷۰۵۱۵۰.۵
۲۰۱۴	۱۵۲۳۰۵۳۴۱.۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۴۲۴۲۸۷۹۴.۷	۷۱۲۱۴۳۹.۷۳	۱۴۵۱۸۳۹۰۱.۸
۲۰۱۵	۳۴۹۷۴۴۶۱۷.۱	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۳۳۹۸۶۸۰۷۰.۳	۱۶۹۹۳۴۰۳.۵	۳۳۲۷۵۱۲۱۳.۶
۲۰۱۶	۴۳۴۵۳۷۴۵۸.۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۴۲۴۶۶۰۹۱۱.۸	۲۱۲۳۳۰۴۵.۶	۴۱۳۳۰۴۴۱۳.۱
۲۰۱۷	۵۴۴۴۶۴۹۴۲.۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۵۳۴۵۸۸۳۹۵.۷	۲۶۷۲۹۴۱۹.۸	۵۱۷۷۳۵۵۲۲.۸
۲۰۱۸	۶۷۹۴۶۱۵۸۴.۹	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۶۶۹۵۸۵۰۳۸	۳۳۴۷۹۲۵۱.۹	۶۴۵۹۸۲۳۳۳
۲۰۱۹	۸۱۲۲۰۵۰۲۸.۳	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۸۰۲۳۲۸۴۸۱.۴	۴۰۱۱۶۴۲۴.۱	۷۷۲۰۸۸۶۰۴.۲
۲۰۲۰	۹۲۵۵۲۳۸۷۱.۵	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۹۱۵۶۴۷۳۲۴.۶	۴۵۷۸۲۳۶۶.۲	۸۷۹۷۴۱۵۰۵.۳
۲۰۲۱	۱۲۵۱۲۸۴۶۸۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۲۴۱۴۰۸۱۳۹	۶۲۰۷۰۴۰۶.۹	۱۱۸۹۲۱۴۲۷۹
۲۰۲۲	۱۶۵۰۰۷۳۸۴۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۶۴۰۱۹۷۲۹۹	۸۲۰۰۹۸۶۴.۹	۱۵۶۸۰۶۳۹۸۱
۲۰۲۳	۲۰۶۰۵۱۱۳۴۸	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۲۰۵۰۶۳۴۸۰۲	۱۰۲۵۳۱۷۴۰	۱۹۵۷۹۷۹۶۰۸
۲۰۲۴	۲۵۷۳۳۵۸۹۴۱	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۲۵۶۳۴۸۲۳۹۴	۱۲۸۱۷۴۱۲۰	۲۴۴۵۱۸۴۸۲۱
۲۰۲۵	۳۲۱۳۱۶۴۶۳۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۳۲۰۳۲۸۸۰۸۹	۱۶۰۱۶۴۴۰۴	۳۰۵۳۰۰۰۲۳۱
۲۰۲۶	۴۰۱۵۲۲۶۴۱۲	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۴۰۰۵۳۴۹۸۶۵	۲۰۰۲۶۷۴۹۳	۳۸۱۴۹۵۸۹۱۹
۲۰۲۷	۵۰۱۶۴۱۲۳۴۲	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۵۰۰۶۵۳۵۷۹۵	۲۵۰۳۲۶۷۹۰	۴۷۶۶۰۸۵۵۵۲
۲۰۲۸	۶۲۶۷۹۸۴۱۳۱	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۶۲۵۸۱۰۷۵۸۴	۳۱۲۹۰۵۳۷۹	۵۹۵۵۰۷۸۷۵۲
۲۰۲۹	۷۸۳۲۷۳۵۱۵۷	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۷۸۲۲۸۵۸۶۱۰	۳۹۱۱۴۲۹۳۰	۷۴۴۱۵۹۲۲۲۶
۲۰۳۰	۹۷۸۹۲۴۷۴۲۰	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۹۷۷۹۳۷۰۸۷۴	۴۸۸۹۶۸۵۴۴	۹۳۰۰۲۷۸۸۷۷
۲۰۳۱	۱۲۲۳۵۸۷۰۹۶۱	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۲۲۲۵۹۹۴۴۱۴	۶۱۱۲۹۹۷۲۱	۱۱۶۲۴۵۷۱۲۴۰
۲۰۳۲	۱۵۲۹۵۷۰۸۴۷۴	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۵۲۸۵۸۳۱۹۲۷	۷۶۴۲۹۱۵۹۶	۱۴۵۳۱۴۱۶۸۷۸
۲۰۳۳	۱۹۱۲۲۸۵۹۵۸۳	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۱۹۱۱۲۹۸۳۰۳۶	۹۵۵۶۴۹۱۵۲	۱۸۱۶۷۲۱۰۴۳۱
۲۰۳۴	۲۳۹۱۰۲۴۳۷۰۶	۹۸۷۶۵۴۶.۸۸	۲۳۹۰۰۳۶۷۱۵۹	۱۱۹۵۰۱۸۳۵۸	۲۲۷۱۵۲۲۵۳۴۸

در قسمت بعد محاسبات نهایی صورت می‌گیرد که بر اساس آن نرخ تورم و نرخ بهره وارد محاسبات شده و نهایتاً ارزش فعلی بر مبنای این دو نرخ محاسبه می‌گردد.

جدول ۷-۸- محاسبه ارزش فعلی با در نظر گرفتن نرخ تورم و بهره

	CFAT	(P/F,15%,n)	CFAT_T	(P/F,17%,n)	NPW[93]
۲۰۰۶	- ۲۰۳۵۰۱۸۱.۲۵		- ۱۸۴۱۲۰۶۸.۸		- ۱۸۴۱۲۰۶۸.۸
۲۰۰۷	-206594505	۰.۸۶۹۶	-179654708	۰.۸۴۷۵	-152257590
۲۰۰۸	- ۲۵۵۶۸۴۳۶.۵۶	۰.۷۵۶۱	- ۱۹۳۳۲۲۹۴.۹	۰.۷۱۸۲	- ۱۳۸۸۴۴۵۴.۲
۲۰۰۹	۸۵۱۳۲۵۳۲.۱۹	۰.۶۵۷۵	۵۵۹۷۴۶۳۹.۹۲	۰.۶۰۸۶	۳۴۰۶۶۱۶۵.۸۵
۲۰۱۰	۱۰۵۶۳۴۹۷۴.۵	۰.۵۷۱۸	۶۰۴۰۲۰۷۸.۴۲	۰.۵۱۵۸	۳۱۱۵۵۳۹۲.۰۵
۲۰۱۱	۱۳۳۷۹۱۳۸۲.۳	۰.۴۹۷۲	۶۶۵۲۱۰۷۵.۲۸	۰.۴۳۷۱	۲۹۰۷۶۳۶۲
۲۰۱۲	۱۴۵۹۵۱۱۵۳.۸	۰.۴۳۲۳	۶۳۰۹۴۶۸۳.۷۹	۰.۳۷۰۴	۲۳۳۷۰۲۷۰.۸۸
۲۰۱۳	۱۵۱۷۰۵۱۵۰.۵	۰.۳۷۵۹	۵۷۰۲۵۹۶۶.۰۶	۰.۳۱۳۹	۱۷۹۰۰۴۵۰.۷۵
۲۰۱۴	۱۴۵۱۸۳۹۰۱.۸	۰.۳۲۶۹	۴۷۴۶۰۶۱۷.۵۱	۰.۲۶۶	۱۲۶۲۴۵۲۴.۲۶
۲۰۱۵	۳۳۲۷۵۱۲۱۳.۶	۰.۲۸۴۳	۹۴۶۰۱۱۷۰.۰۳	۰.۲۲۵۵	۲۱۳۳۲۵۶۳.۸۴
۲۰۱۶	۴۱۳۳۰۴۴۱۳.۱	۰.۲۴۷۲	۱۰۲۱۶۸۸۵۰.۹	۰.۱۹۱۱	۱۹۵۲۴۴۶۷.۴۱
۲۰۱۷	۵۱۷۷۳۵۵۲۲.۸	۰.۲۱۴۹	۱۱۱۲۶۱۳۶۳.۸	۰.۱۶۱۹	۱۸۰۱۳۲۱۴.۸۱
۲۰۱۸	۶۴۵۹۸۲۳۳۳	۰.۱۸۶۹	۱۲۰۷۳۴۰۹۸	۰.۱۳۷۲	۱۶۵۶۴۷۱۸.۲۵
۲۰۱۹	۷۷۲۰۸۸۶۰۴.۲	۰.۱۶۲۵	۱۲۵۴۶۴۳۹۸.۲	۰.۱۱۶۳	۱۴۵۹۱۵۰۹.۵۱
۲۰۲۰	۸۷۹۷۴۱۵۰۵.۳	۰.۱۴۱۳	۱۲۴۳۰۷۴۷۴.۷	۰.۰۹۸۵	۱۲۲۴۴۲۸۶.۲۶
۲۰۲۱	۱۱۸۹۲۱۴۲۷۹	۰.۱۲۲۹	۱۴۶۱۵۴۴۳۴.۹	۰.۰۸۳۵	۱۲۲۰۳۸۹۵.۳۱
۲۰۲۲	۱۵۶۸۰۶۳۹۸۱	۰.۱۰۶۹	۱۶۷۶۲۶۰۳۹.۵	۰.۰۷۰۸	۱۱۸۶۷۹۲۳.۶
۲۰۲۳	۱۹۵۷۹۷۹۶۰۸	۰.۰۹۲۹	۱۸۱۸۹۶۳۰۵.۶	۰.۰۶	۱۰۹۱۳۷۷۸.۳۴
۲۰۲۴	۲۴۴۵۱۸۴۸۲۱	۰.۰۸۰۸	۱۹۷۵۷۰۹۳۳.۵	۰.۰۵۰۸	۱۰۰۳۶۶۰۳.۴۲
۲۰۲۵	۳۰۵۳۰۰۰۲۳۱	۰.۰۷۰۳	۲۱۴۶۲۵۹۱۶.۳	۰.۰۴۳۱	۹۲۵۰۳۷۶.۹۹۱
۲۰۲۶	۳۸۱۴۹۵۸۹۱۹	۰.۰۶۱۱	۲۳۳۰۹۳۹۸۹.۹	۰.۰۳۶۵	۸۵۰۷۹۳۰.۶۳۳
۲۰۲۷	۴۷۶۶۰۸۵۵۵۲	۰.۰۴۶۲	۲۲۰۱۹۳۱۵۲.۵	۰.۰۲۶۲	۵۷۶۹۰۶۰.۵۹۶
۲۰۲۸	۵۹۵۵۰۷۸۷۵۲	۰.۰۳۴۹	۲۰۷۸۳۲۲۴۸.۴	۰.۰۱۸۸	۳۹۰۷۲۴۶.۲۷۱
۲۰۲۹	۷۴۴۱۵۹۲۲۲۶	۰.۰۳۰۴	۲۲۶۲۲۴۴۰۳.۷	۰.۰۱۶	۳۶۱۹۵۹۰.۴۵۹
۲۰۳۰	۹۳۰۰۲۷۸۸۷۷	۰.۰۲۶۴	۲۴۵۵۲۷۳۶۲.۳	۰.۰۱۳۵	۳۳۱۴۶۱۹.۳۹۲
۲۰۳۱	۱۱۶۲۴۵۷۱۲۴۰	۰.۰۲	۲۳۲۴۹۱۴۲۴.۸	۰.۰۰۹۷	۲۲۵۵۱۶۶.۸۲۱
۲۰۳۲	۱۴۵۳۱۴۱۶۸۷۸	۰.۰۱۵۱	۲۱۹۴۲۴۳۹۴.۹	۰.۰۰۷	۱۵۳۵۹۷۰.۷۶۴
۲۰۳۳	۱۸۱۶۷۲۱۰۴۳۱	۰.۰۱۱۴	۲۰۷۱۰۶۱۹۸.۹	۰.۰۰۵	۱۰۳۵۵۳۰.۹۹۵
۲۰۳۴	۲۲۷۱۵۲۲۵۳۴۸	۰.۰۰۸۶	۱۹۵۳۵۰۹۳۸	۰.۰۰۳۶	۷۰۳۲۶۳.۳۷۶۸
جمع			**۳.۸۷۶.۹۴۲.۲۸۷**		**۲۹۵.۰۸۱.۵۹۵**

[93] Net Present Worth

همانگونه که مشاهده می‌گردد ارزش فعلی این پروژه ملی مثبت گردیده و حدود ۳۰۰ میلیون دلار بدست آمده است.

اما با وجود مثبت شدن ارزش فعلی که بر طبق اصول علمی‌نشان‌دهنده توجیه‌پذیری اقتصادی یک پروژه می‌باشد، اما شاید بتوان گفت که چنین ارزش فعلی توجیه‌پذیری پروژه را از دید واقعی و عملی به زیر سوال می‌برد، چرا که توجه نمایید یک پروژه ملی در چنین حجمی در مدت ۳۰ سال فقط ۳۰۰ ملیون دلار سود خواهد داشت. یعنی بطور متوسط سالی ۱۰ میلیون دلار. حال آیا می‌توان گفت این پروژه توجیه‌پذیر است؟

از نظر مالی چندان منطقی بنظر نمی‌رسد .

اما از سایر جهات چطور؟ از نظر اجتماعی _ سیاسی _ نظامی_ اشتغال زایی و ...

اینها مسایلی می‌باشند که اولاً نیازمند بررسیهای وسیع خاص خود بوده ثانیاً در حیطه اختیارات تصمیم گیرندگان ارشد نظام می‌باشد.

جدول زیر اشاره‌ای دارد به این مهم که نشان می‌دهد توجیه‌پذیری چنین پروژه‌ای در گرو بررسی معیارهای مختلفی می‌باشد که ارزش فعلی یکی از آنها است.هر معیار یک میزان وزن دارد که تصمیم‌گیرندگان با استفاده از روشهای مختلف تصمیم‌گیری آنها را تعیین می‌نمایند . که بعنوان مثال پروژه مذکور امتیازی را در هر معیار بدست آورده و نهایتاً با ضرب امتیاز بدست آمده از هر معیار در وزن آن معیار و سپس جمع مجموعه این مقادیر امتیاز نهایی توجیه پذیری بدست می‌آید که می‌توان بر مبنای آن تصمیم نهایی را در ارتباط با توجیه پذیری پروژه گرفت.

W_1	W_2	W_3	W_4
NPW	جنبه نظامی	جنبه سیاسی	جنبه اجتماعی و اقلیمی
a_1	a_2	a_3	a_4

فصل هشتم: استفاده از منطق شبکه‌های عصبی در استخدام نیروی انسانی

۸-۱- مقدمه

اهمیت تصمیم‌گیری در سازمانهای امروزی تا به آن حد بالا است که میان صاحب‌نظران دانش مدیریت بر سر آن که تصمیم‌گیری یکی از وظائف مدیران می‌باشد و یا این که اساساً مدیریت را می‌توان معادل با تصمیم‌گیری قلمداد نمود، اختلاف نظر وجود دارد. تحقیق در عملیات ۹۴و آنالیز تصمیم ۹۵به دانشی اطلاق می‌گردد که در آن فرایند تصمیم‌گیری در یک سازمان بصورتی نظام‌مند اجرا و منجر به اتخاذ تصمیمات مدیریتی می‌شود. امروزه این یک واقعیت کاملاً پذیرفته شده است که اغلب تصمیمات مدیریتی، متوجهٔ انتخاب هایی است که ماهیتاً بر اساس چند معیار بعضاً متعارض اتخاذ می‌گردند.

تصمیم‌گیری چند معیاره شامل مجموعه‌ای از ابزارها برای کمک به تصمیم‌گیرنده (ها) جهت اتخاذ تصمیم بوسیله یافتن، انتخاب، مرتب‌سازی یا رتبه‌بندی مجموعه‌ای از گزینه ها بر اساس حداقل دو معیار معمولا متعارض است. یک مجموعهٔ ممکن از گزینه ها ممکن است بصورت صریح از طریق فهرست نمودن اعضایش معرفی شود و یا آن که بصورت ضمنی از طریق مجموعه‌ای از متغیرهای تصمیم و محدودیت هایی که بر مقادیر این متغیرها حاکم است، معرفی شود.

در شرایط واقعی، عمدتاً امتیازی که تصمیم‌گیرنده به یک گزینه برحسب یک معیار منفرد و یا ترکیبی از معیارهای مختلف می‌دهد، متفاوت می‌باشد. در اینحالت اصطلاحاً بین معیارها (از دید تصمیم‌گیرنده) همبستگی وجود دارد. در اینجا همبستگی به معنای تأثیر فزآینده (یا کاهنده) ناشی از رخداد همزمان دو یا چند واقعه بجای رخداد تک تک آنها می‌باشد.

همبستگی به معنای وجود یک رابطه پیچیده و بعضاً نامعلوم ریاضی مابین معیارها است که دقیقاً قابل بیان نیست.

۸-۲- تعریف مسأله

یک سازمان قصد دارد برطبق معیارهای تصمیم‌گیری خود، تعداد معینی نیروی انسانی با تخصص (های) خاص و سطوح مختلف تحصیلی را از بین افراد متقاضی انتخاب کند. در نتیجه مجبور است ابتدا افراد متقاضی را با استفاده از یک رویکرد مناسب رتبه‌بندی کرده و سپس

[94] Operations Research
[95] Decision Analysis

تعداد نیروی انسانی موردنیاز خود را از بهترین افراد رتبه‌بندی شده انتخاب کند. فرض کنید معیارهای تصمیم‌گیری عبارتند از:

۱- سن فرد
۲- سطح تحصیلات دانشگاهی
۳- نوع دانشگاه. (برحسب مکان تحصیل، قابل تعمیم می‌باشد)
۴- معدل
۵- سنوات و تجربه کاری. (برحسب مکان تجربه، قابل تعمیم می‌باشد)
۶- بومی/غیر بومی‌بودن

جهت سادگی فرض می‌کنیم که گزینش نیروی انسانی توسط یک تصمیم‌گیرنده (DM) انجام می‌گیرد. نمونه‌ای از وضعیت‌های ممکن برای معیارهای تصمیم‌گیری مذکور در شکل (۸-۱) نشان داده شده است. خطوطی که بصورت ضخیم‌تر نشان داده شده‌اند، معرف انتخاب یک سناریو می‌باشند. بدیهی است وضعیت‌ها می‌توانند با استفاده از رویکردهای متداول MCDM بصورت کمی‌تبدیل شوند. در این حالت فرض می‌کنیم که ممکن است بین r وضعیت از هر r عنصر انتخابی ($r \geq 2$) از دید DM یک رابطه همبستگی وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، مطلوبیت توأم داده شده به r وضعیت از r عنصر لزوماً برابر مجموع مطلوبیت‌های منفرد داده شده به آنها نمی‌باشد؛ اگرچه ممکن است تابعی از آنها باشد. بدیهی است هرقدر مقدار r بزرگتر باشد، تصمیم‌گیری پیچیده تر خواهد شد. جدول ۸-۱ نمونه‌ای از امتیازدهی منفرد (بدون همبستگی) توسط DM به وضعیت‌های مربوطه به معیارهای تصمیم‌گیری ارائه شده در شکل ۸-۱ را نشان می‌دهد. در اینجا از اعداد بین ۱ تا ۱۰ جهت امتیازدهی استفاده شده و سپس امتیازهای داده شده در بازه (۱و ۰) یکنواخت شده اند.

جدول ۸-۱- نمونه‌ای از امتیازدهی توسط DM در حالت عدم همبستگی

وضعیت / معیار	۱	۲	۳	۴	۵
سن	۱۰ (۰/۴۱۶)	۸ (۰/۳۳۴)	۵ (۰/۲۰۸)	۱ (۰/۰۴۱۶)	-
سطح تحصیلات	۱۰ (۰/۳۴۴)	۹ (۰/۳۱۰)	۷ (۰/۲۴۱)	۳ (۰/۱۰۳)	-
نوع دانشگاه	۱۰ (۰/۳۳۴)	۸ (۰/۲۶۷)	۶ (۰/۲۰)	۴ (۰/۱۳۴)	۲ (۰/۰۶۷)
معدل	۱۰ (۰/۵۸۸)	۵ (۰/۲۹۴)	۲ (۰/۱۱۷)	-	-
سابقه کار	۱۰ (۰/۴۱۶)	۸ (۰/۳۳۴)	۵ (۰/۲۰۸)	۱ (۰/۰۴۱۶)	-
بومی‌غیربومی	۱۰ (۰/۵۸۸)	۷ (۰/۴۱۱)	-	-	-

در حالت کلاسیک (عدم همبستگی بین معیارها)، امتیاز داده شده به یک گزینه برابر مجموع امتیازهای انفرادی او نسبت به هر معیار می‌باشد، به عبارت دیگر

$$S_i = \sum_{k=1}^{K} w_k s_{ik} \qquad (۱)$$

بطوری‌که K برابر تعداد معیارها (در اینجا $K = 6$)، w_k برابر وزن داده شده به معیار k بطوریکه $\sum_{k=1}^{K} w_k = 1$ و s_{ik} معرف امتیاز داده شده به گزینه i از دید معیار k می‌باشد. به عبارت دیگر، اگر گزینه i، از دید معیار k دارای وضعیت j باشد آنگاه $s_{ik}=u_{kj}$ بطوریکه u_{kj} برابر امتیاز داده شده به وضعیت j معیار k است. جهت سادگی فرض می‌کنیم که کلیه معیارها دارای اهمیت یکسان می‌باشند. در رابطه (۱)، مطلوبیت توأم داده شده به گزینه دردست برحسب چند معیار، به سادگی برابر مجموع مطلوبیت‌های منفرد داده شده به آن گزینه برحسب هر معیار می‌باشد. به عنوان مثال، اگر یک گزینه از دید معیار k دارای وضعیت j و از دید معیار l دارای وضعیت q باشد، آنگاه داریم

$$u_{kjlq} = f_{kjlq}(u_{kj}, u_{lq}) = u_{kj} + u_{lq}$$

بطوریکه u_{kjlq} برابر امتیاز توأم داده شده به وضعیت j معیار k و وضعیت q معیار l می‌باشد. فرض کنید شخصی دارای شرایط سناریوی (۱-۲، ۲-۳، ۳-۱، ۴-۲، ۵-۲، ۶-۱) باشد. در نتیجه مطابق جدول (۸-۱)، امتیاز داده شده به او برابر است با:

S_1= 0.334 + 0.241 + 0.334 + 0.294 + 0.334 + 0.588 = 2.125.

همچنین شخص دیگری دارای شرایط سناریوی (۱-۳، ۲-۳، ۳-۱، ۴-۲، ۵-۱، ۶-۱) می‌باشد که امتیاز او بصورت زیر خواهد بود.

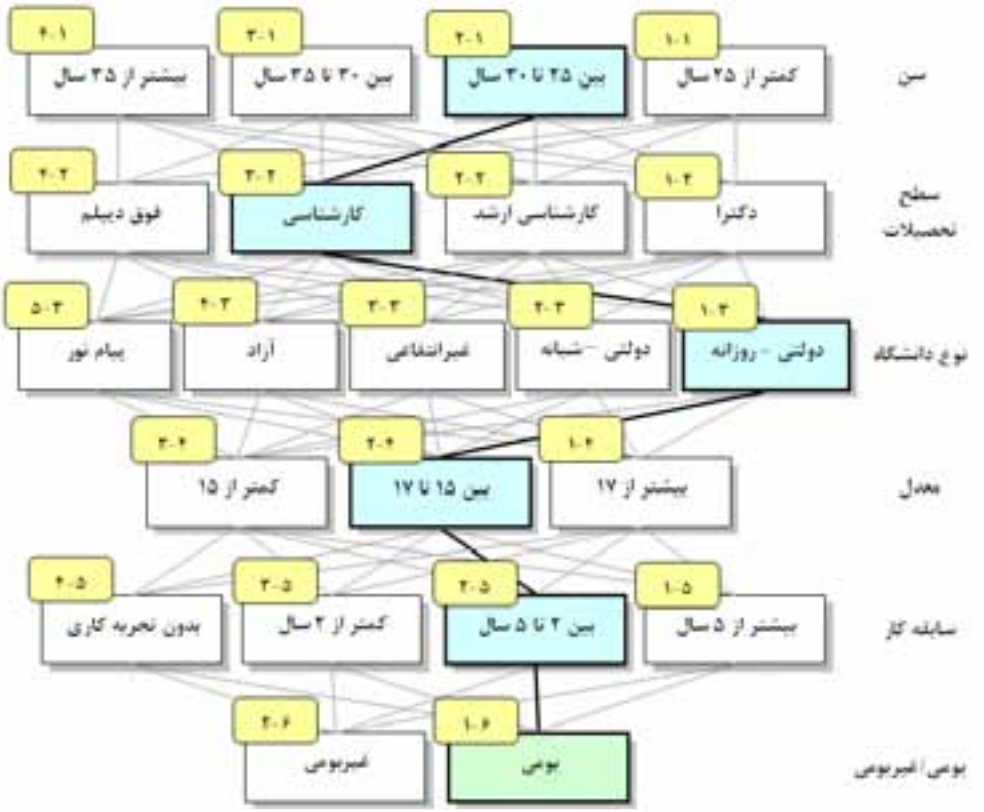
S_2= 0.208 + 0.241 + 0.334 + 0.294 + 0.416 + 0.588 = 2.081.

در نتیجه در حالت عدم همبستگی بین معیارها، شخص اول ارجح می‌باشد.

در حالت وجود همبستگی، تابع f_{kjlq} یک تابع غیرخطی و غیرقابل تفکیک‌پذیر می‌باشد که ماهیت آن عمدتاً ناشناخته است. فرض کنید از دید DM، اگر شخصی همزمان فارغ التحصیل دانشگاه دولتی-روزانه بوده و بیش از ۵ سال نیز سابقه کار داشته باشد، آنگاه امتیاز توأم داده شده به این وضعیت ها برابر ۰/۸ می‌باشد که از مجموع امتیازهای انفرادی آنها یعنی ۰/۳۳۴+ ۰/۴۱۶ = ۰/۷۵ بیشتر است. در نتیجه:

S'_2= 0.208 + 0.241 + 0.294 + 0.588+ (0.8) = 2.131.

در نتیجه در حالت همبستگی توأم بین معیارهای "نوع دانشگاه" و "سابقه کار" و عدم همبستگی بین سایر معیارها، شخص دوم ارجح خواهد بود.

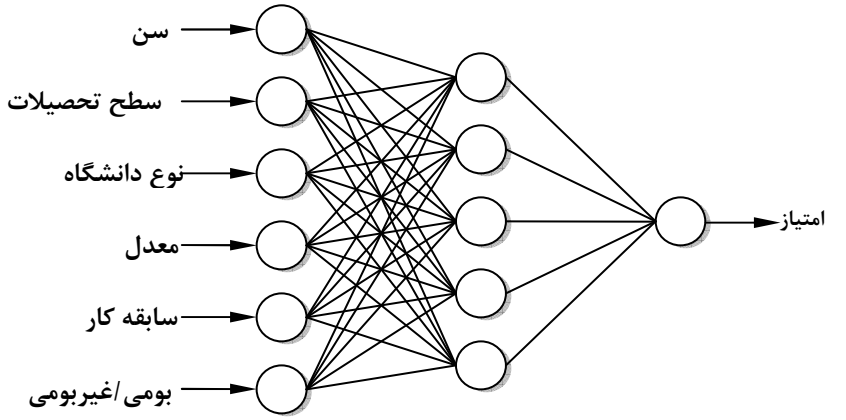


شکل۸-۱- نمونه‌ای از درخت تصمیم گیری

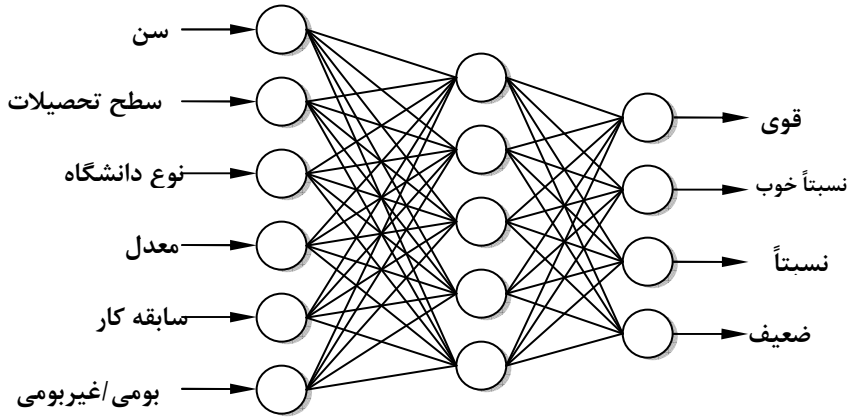
۸-۳- رویکرد شبکه عصبی مصنوعی

همانطورکه در قسمت قبل نیز بدان اشاره شد، همبستگی چندگانه بین معیارها، امر تصمیم‌گیری را بسیار پیچیده خواهد ساخت. در چنین حالتی به دلیل افزایش فزآینده ترکیب مختلف وضعیت ها، حتی امتیازدهی به وضعیت‌های همبسته نیز امری تقریباً غیرممکن می‌باشد. در نتیجه ناگزیر به استفاده از رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی خواهیم بود. یکی از ابزارهای کارا در این زمینه، شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشند. شبکه عصبی قادر است رابطه یا تابع بسیار پیچیده‌ای که DM توسط آن در ذهن خود گزینه ها را برحسب انبوهی از معیارهای کیفی و کمی‌رتبه‌بندی یا امتیازدهی می‌کند، شبیه سازی نماید. ساختار شبکه برای

مسأله تحت بررسی بصورت یکی از ساختارهای ارائه شده در شکل‌های ۸-۲ یا ۸-۳ می‌تواند باشد. شبکه نشان داده شده در شکل (۸-۲)، اطلاعات مربوط به یک گزینه را دریافت کرده و برطبق ایدال‌های DM بدان امتیاز می‌دهد. همچنین شبکه نشان داده شده در شکل (۸-۳)، اطلاعات مربوط گزینه ها را دریافت کرده و برطبق ایدال‌های DM آنها را خوشه‌بندی می‌کند.



شکل ۸-۲- ساختار شبکه عصبی برای امتیازدهی



شکل ۸-۳- ساختار شبکه عصبی جهت دسته بندی

همبستگی بین معیارها از دید DM را می‌توان بصورت مجموعه متناهی از قواعد پایه بصورت If … Then… نشان داد. یک نمونه کوچک از این قواعد پایه در نظر گرفته شده توسط DM در جدول ۸-۲ نشان داده شده است. معیارهایی که با "-" علامت گذاری شده اند؛ مبین عدم تأثیر در تصمیم‌گیری همبسته می‌باشند.

جدول ۸-۲- نمونه‌ای از قواعد پایه ارائه شده توسط DM در حالت همبستگی

معیار / قاعده	سن (سال)	سطح تحصیلات	دانشگاه	معدل	سابقه‌کار سال	بومی/ غیربومی	امتیازدهی (غیرهمبسته)	امتیازدهی (همبسته)	دلیل همبستگی
۱	کمتر از ۲۵	کارشناسی ارشد	-	-	-	-	۰/۷۲۶	۰/۸۵۴	پشتکار
۲	کمتر از ۲۵	کارشناسی ارشد	-	بیشتر از ۱۷	-	-	۱/۳۱۴	۱/۳۸۹	هوش بالا
۳	بین ۳۰ تا ۳۵	فوق دیپلم	-	-	بین ۲ تا ۵	-	۰/۶۴۵	۰/۶۳۷	بیکاری
۴	-	-	-	-	بیش از ۵	بومی	۱/۰۰۴	۱/۲۴۸	شناخت محیط

جهت بررسی صحت عملکرد شبکه، ۹۶ قاعده پایه فرضی طراحی و به شبکه آموزش داده شده است. این قواعد پایه برحسب امتیازدهی جدول ۸-۱، در جدول ۸-۳ نشان داده شده اند. قواعد فوق که مبین نظرات DM می‌باشند، ابتدا به شبکه آموزش داده می‌شود. برای آموزش شبکه از رویکرد پس- انتشار خطا استفاده شده است. در حالت کلی، قاعده پس انتشار خطا بصورت زیر است:

$$X_{k+1}=X_k-\alpha_k g_k$$

بطوریکه:

X_{k+1} بردار وزن و بایاس به هنگام سازی شده برای تکرار بعدی.

X_k بردار وزن و بایاس تکرار جاری.

α_k نرخ یادگیری.

g_k شیب فعلی (مقدار مشتق تابع انتقال به ازای بردار وزن جاری).

رویکرد پس انتشار خطا[96] مشتمل بر چهار مرحله می‌باشد:

۱- جمع آوری داده‌های یادگیری.

۲- ایجاد ساختار شبکه.

۳- آموزش شبکه.

۴- شبیه سازی شبکه جهت پاسخ به ورودیهای جدید.

جدول ۸-۳ حاوی ۹۶ قاعده ارائه شده از سوی یک DM فرضی می‌باشد، که پس از آموزش به شبکه، خروجی شبکه و خطای ایجاد حاصل از تفاوت پاسخ شبکه با نظر DM ارائه شده است. خطا ایجاد شده در قابل دو معیار "قدر مطاق انحراف" و میانگین مربع خطای ارائه شده است. همانطورکه در سطرهای انتهایی جدول نیز نشان داده شده است، میانگین و انحراف معیار خطای شبکه به ترتیب ۰/۰۰۰۳۹ و ۰/۰۰۰۴۲ می‌باشد که نتیجه بسیار مطلوبی است. بدیهی است هرقدر تعداد دادههای آموزشی افزایش یابد، خطای شبکه نیز کاهش خواهد یافت، هرچند زمان محاسبه افزایش می‌یابد.

[96] Backpropagation

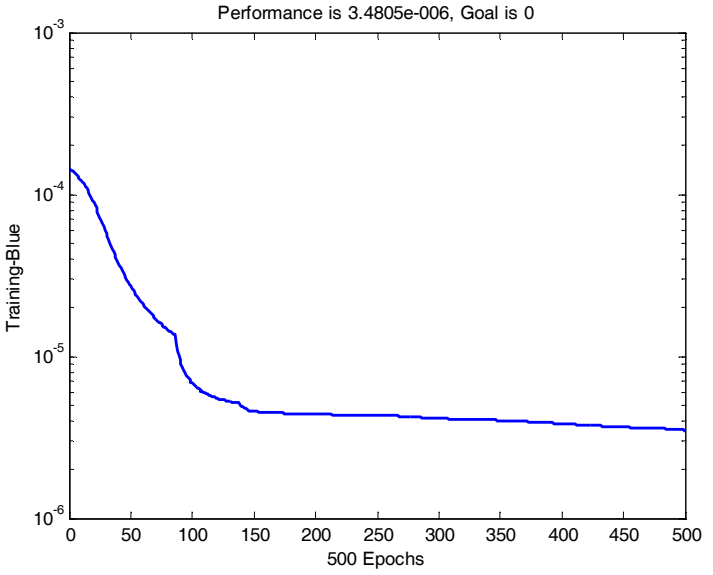
جدول ۸-۳- داده‌های آموزش داده شده به شبکه و خروجی شبکه

IF	Then	Then	Error						
سن	سطح تحصیلات	دانشگاه	معدل	سابقه کار	بومی	هدف (امتیاز)	خروجی شبکه	انحراف	MSE
0.416	0.344	0.334	0.588	0.416	0.588	0.544075	0.5428	0.001275	0.0004
0.416	0.344	0.334	0.588	0.416	0.411	0.506605	0.5038	0.002805	-0.0004
0.416	0.344	0.334	0.588	0.208	0.588	0.500405	0.4503	0.050105	-0.0002
0.416	0.344	0.334	0.588	0.208	0.411	0.465005	0.408	0.057005	0.0003
0.416	0.344	0.334	0.117	0.416	0.588	0.447805	0.5151	0.067295	0.0001
0.416	0.344	0.334	0.117	0.416	0.411	0.412405	0.4753	0.062895	-0.0002
0.416	0.344	0.334	0.117	0.208	0.588	0.406205	0.4234	0.017195	-0.0002
0.416	0.344	0.334	0.117	0.208	0.411	0.370805	0.3814	0.010595	0.0002
0.416	0.344	0.2	0.588	0.416	0.588	0.515205	0.4926	0.022605	0.0011
0.416	0.344	0.2	0.588	0.416	0.411	0.479805	0.4508	0.029005	-0.0001
0.416	0.344	0.2	0.588	0.208	0.588	0.473605	0.3978	0.075805	-0.0012
0.416	0.344	0.2	0.588	0.208	0.411	0.438205	0.3541	0.084105	-0.0002
0.416	0.344	0.2	0.117	0.416	0.588	0.421005	0.5204	0.099395	0.0005
0.416	0.344	0.2	0.117	0.416	0.411	0.385605	0.4809	0.095295	-0.0001
0.416	0.344	0.2	0.117	0.208	0.588	0.379405	0.4307	0.051295	-0.0004
0.416	0.344	0.2	0.117	0.208	0.411	0.344005	0.3893	0.045295	0
0.416	0.344	0.067	0.588	0.416	0.588	0.488605	0.4971	0.008495	0.0002
0.416	0.344	0.067	0.588	0.416	0.411	0.453205	0.4555	0.002295	-0.0008
0.416	0.344	0.067	0.588	0.208	0.588	0.447005	0.4026	0.044405	-0.0007
0.416	0.344	0.067	0.588	0.208	0.411	0.411605	0.359	0.052605	0.0018
0.416	0.344	0.067	0.117	0.416	0.588	0.394405	0.4691	0.074695	0.0001
0.416	0.344	0.067	0.117	0.416	0.411	0.359005	0.4281	0.069095	-0.0002
0.416	0.344	0.067	0.117	0.208	0.588	0.352805	0.3764	0.023595	-0.0001
0.416	0.344	0.067	0.117	0.208	0.411	0.317405	0.3346	0.017195	0.0002
0.416	0.241	0.334	0.588	0.416	0.588	0.521405	0.5017	0.019705	-0.0004
0.416	0.241	0.334	0.588	0.416	0.411	0.486005	0.462	0.024005	0.0003
0.416	0.241	0.334	0.588	0.208	0.588	0.479805	0.4085	0.071305	0.0003
0.416	0.241	0.334	0.588	0.208	0.411	0.444405	0.3661	0.078305	-0.0003
0.416	0.241	0.334	0.117	0.416	0.588	0.427205	0.4754	0.048195	-0.0002
0.416	0.241	0.334	0.117	0.416	0.411	0.391805	0.4346	0.042795	0.0002
0.416	0.241	0.334	0.117	0.208	0.588	0.385605	0.3822	0.003405	0.0002
0.416	0.241	0.334	0.117	0.208	0.411	0.350205	0.3398	0.010405	0

0.416	0.241	0.2	0.588	0.416	0.588	0.494605	0.4506	0.044005	-0.0002
0.416	0.241	0.2	0.588	0.416	0.411	0.459205	0.4078	0.051405	0.0003
0.416	0.241	0.2	0.588	0.208	0.588	0.453005	0.3539	0.099105	-0.0002
0.416	0.241	0.2	0.588	0.208	0.411	0.417605	0.3098	0.107805	0.0007
0.416	0.241	0.2	0.117	0.416	0.588	0.400405	0.4807	0.080295	-0.0001
0.416	0.241	0.2	0.117	0.416	0.411	0.365005	0.4401	0.075095	0.0001
0.416	0.241	0.2	0.117	0.208	0.588	0.358805	0.3891	0.030295	0
0.416	0.241	0.2	0.117	0.208	0.411	0.323405	0.3472	0.023795	0
0.416	0.241	0.067	0.588	0.416	0.588	0.468005	0.4552	0.012805	-0.0008
0.416	0.241	0.067	0.588	0.416	0.411	0.432605	0.4125	0.020105	0.0003
0.416	0.241	0.067	0.588	0.208	0.588	0.426405	0.3587	0.067705	0.0019
0.416	0.241	0.067	0.588	0.208	0.411	0.391005	0.3147	0.076305	-0.002
0.416	0.241	0.067	0.117	0.416	0.588	0.373805	0.4233	0.049495	-0.0001
0.416	0.241	0.067	0.117	0.416	0.411	0.338405	0.3806	0.042195	0.0002
0.416	0.241	0.067	0.117	0.208	0.588	0.332205	0.3273	0.004905	0.0001
0.416	0.241	0.067	0.117	0.208	0.411	0.296805	0.2843	0.012505	-0.0001
0.208	0.344	0.334	0.588	0.416	0.588	0.500405	0.5428	0.042395	0.0004
0.208	0.344	0.334	0.588	0.416	0.411	0.465005	0.5038	0.038795	-0.0004
0.208	0.344	0.334	0.588	0.208	0.588	0.458805	0.4503	0.008505	-0.0002
0.208	0.344	0.334	0.588	0.208	0.411	0.423405	0.408	0.015405	0.0003
0.208	0.344	0.334	0.117	0.416	0.588	0.406205	0.5151	0.108895	0.0001
0.208	0.344	0.334	0.117	0.416	0.411	0.370805	0.4753	0.104495	-0.0002
0.208	0.344	0.334	0.117	0.208	0.588	0.364605	0.4234	0.058795	-0.0002
0.208	0.344	0.334	0.117	0.208	0.411	0.329205	0.3814	0.052195	0.0002
0.208	0.344	0.2	0.588	0.416	0.588	0.473605	0.4926	0.018995	0.0011
0.208	0.344	0.2	0.588	0.416	0.411	0.438205	0.4508	0.012595	-0.0001
0.208	0.344	0.2	0.588	0.208	0.588	0.432005	0.3978	0.034205	-0.0012
0.208	0.344	0.2	0.588	0.208	0.411	0.396605	0.3541	0.042505	-0.0002
0.208	0.344	0.2	0.117	0.416	0.588	0.379405	0.5204	0.140995	0.0005
0.208	0.344	0.2	0.117	0.416	0.411	0.344005	0.4809	0.136895	-0.0001
0.208	0.344	0.2	0.117	0.208	0.588	0.337805	0.4307	0.092895	-0.0004
0.208	0.344	0.2	0.117	0.208	0.411	0.302405	0.3893	0.086895	0
0.208	0.344	0.067	0.588	0.416	0.588	0.447005	0.4971	0.050095	0.0002
0.208	0.344	0.067	0.588	0.416	0.411	0.411605	0.4555	0.043895	-0.0008
0.208	0.344	0.067	0.588	0.208	0.588	0.405405	0.4026	0.002805	-0.0007
0.208	0.344	0.067	0.588	0.208	0.411	0.370005	0.359	0.011005	0.0018
0.208	0.344	0.067	0.117	0.416	0.588	0.352805	0.4691	0.116295	0.0001
0.208	0.344	0.067	0.117	0.416	0.411	0.317405	0.4281	0.110695	-0.0002

0.208	0.344	0.067	0.117	0.208	0.588	0.311205	0.3764	0.065195	-0.0001
0.208	0.344	0.067	0.117	0.208	0.411	0.275805	0.3346	0.058795	0.0002
0.208	0.241	0.334	0.588	0.416	0.588	0.479805	0.5017	0.021895	-0.0004
0.208	0.241	0.334	0.588	0.416	0.411	0.444405	0.462	0.017595	0.0003
0.208	0.241	0.334	0.588	0.208	0.588	0.438205	0.4085	0.029705	0.0003
0.208	0.241	0.334	0.588	0.208	0.411	0.402805	0.3661	0.036705	-0.0003
0.208	0.241	0.334	0.117	0.416	0.588	0.385605	0.4754	0.089795	-0.0002
0.208	0.241	0.334	0.117	0.416	0.411	0.350205	0.4346	0.084395	0.0002
0.208	0.241	0.334	0.117	0.208	0.588	0.344005	0.3822	0.038195	0.0002
0.208	0.241	0.334	0.117	0.208	0.411	0.308605	0.3398	0.031195	0
0.208	0.241	0.2	0.588	0.416	0.588	0.453005	0.4506	0.002405	-0.0002
0.208	0.241	0.2	0.588	0.416	0.411	0.417605	0.4078	0.009805	0.0003
0.208	0.241	0.2	0.588	0.208	0.588	0.411405	0.3539	0.057505	-0.0002
0.208	0.241	0.2	0.588	0.208	0.411	0.376005	0.3098	0.066205	0.0007
0.208	0.241	0.2	0.117	0.416	0.588	0.358805	0.4807	0.121895	-0.0001
0.208	0.241	0.2	0.117	0.416	0.411	0.323405	0.4401	0.116695	0.0001
0.208	0.241	0.2	0.117	0.208	0.588	0.312257	0.3891	0.076843	0
0.208	0.241	0.2	0.117	0.208	0.411	0.2769	0.3472	0.0703	0
0.208	0.241	0.067	0.588	0.416	0.588	0.4215	0.4552	0.0337	-0.0008
0.208	0.241	0.067	0.588	0.416	0.411	0.3861	0.4125	0.0264	0.0003
0.208	0.241	0.067	0.588	0.208	0.588	0.3799	0.3587	0.0212	0.0019
0.208	0.241	0.067	0.588	0.208	0.411	0.3445	0.3147	0.0298	-0.002
0.208	0.241	0.067	0.117	0.416	0.588	0.3273	0.4233	0.096	-0.0001
0.208	0.241	0.067	0.117	0.416	0.411	0.2919	0.3806	0.0887	0.0002
0.208	0.241	0.067	0.117	0.208	0.588	0.285752	0.3273	0.041548	0.0001
0.208	0.241	0.067	0.117	0.208	0.411	0.250366	0.2843	0.033934	-0.0001
							میانگین	0.050593	0.00039
							انحراف معیار	0.034642	0.000472
0.416	0.344	0.334	0.588	0.416	0.411	0.5018	0.5028		

روند همگرایی شبکه در طی ۵۰۰ تکرار در شکل ۸-۴ نشان داده شده است. جهت اجرای شبکه از نرم افزار MATLAB 7.0.4 استفاده شده است.



شکل ۸-۴- همگرایی شبکه با حداکثر ۵۰۰ تکرار

فصل نهم: کاربرد روشهای پیش‌بینی در خرید تجهیزات

۹-۱- مفاهیم اولیه

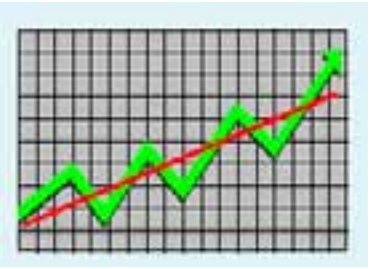
۹-۱-۱- سری زمانی

مجموعه‌ای از مقادیر عددی یک متغیرکه با فواصل زمانی یکسان، طی پریود زمانی منظمی مشاهده و ثبت شده‌اند.

اجزای سری زمانی:

جزی روند:

الگوی افزایشی یا کاهشی مداوم در داده‌ها که بعنوان مثال می‌تواند ناشی ازافزایش در تقاضا بعلت افزایش جمعیت، ارتقای تکنولوژی و .... باشد. که معمولا در خلال چند سال متوالی مشاهده می‌شود. شکل زیر نمونه‌ای از داده‌های دارای جزی روند می‌باشد:



نمودار ۹-۱- داده‌های دارای جزی روند

جزی فصلی:

الگوی نوسانی منظم(بالا و پایین) در داده‌ها را نشان می‌دهد که می‌تواند ناشی از آداب و فرهنگ، آب و هوا و ... باشد. بعنوان مثال فروش بخاری که در زمستانهای هر سال به نقطه عطف خود می‌رسد. نمودار زیر نمونه‌ای از داده‌های دارای جزی فصلی را نشان می‌دهد:

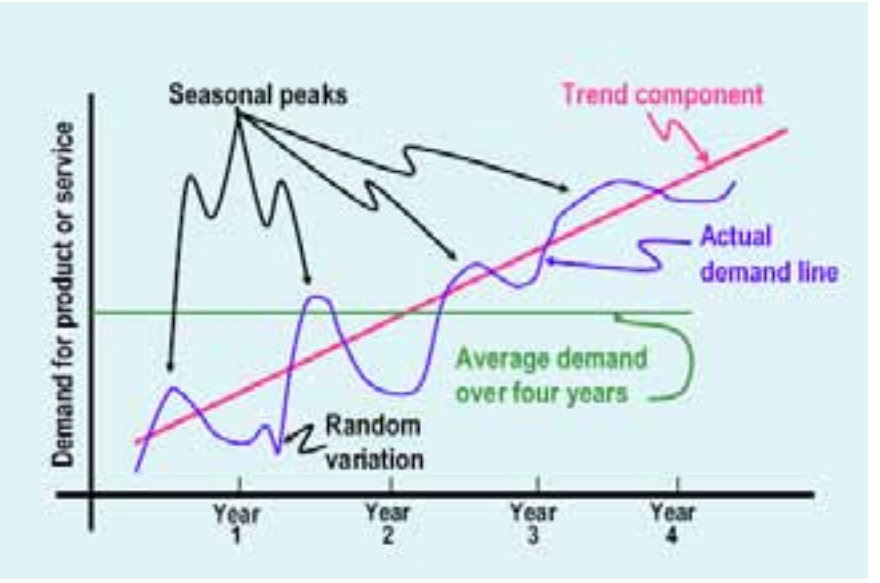
نمودار ۹-۲- داده‌های دارای جزی فصلی

جزی دوره‌ای یا سیکلی:
شامل حرکات مکرر بالا و پایین می‌باشد که می‌تواند ناشی از تعاملات و تقابل‌های عوامل موثر اقتصادی باشد. نمودار زیر نمونه‌ای از داده‌های دارای جزی سیکلی را نشان می‌دهد:

نمودار ۹-۳- داده‌های دارای جزی سیکلی

جزی تصادفی:
تغییرات و انحرافات نامنظم، غیر اصولی و .. که می‌تواند ناشی از عواملی همچون: اعتصاب، سیل، زلزله و .. باشد. که معمولا در پریودهای زمانی کوتاه اتفاق افتاده و تکرار نمی‌شود.

نمودار زیر خلاصه‌ای از کلیه اجزای ممکن موجود در داده‌ها را نشان می‌دهد:



نمودار ۹-۴- نمایش کلیه اجزای ممکن موجود در داده‌ها

توضیح:

با توجه به این نکته که جهت پیش‌بینی مناسب و دقیق و پیش‌بینی که حتی المقدور به شرایط واقعی نزدیک باشد، باید اجزای مختلف موجود در داده‌های مورد پیش‌بینی مفروض تعیین گردند تا با توجه به اجزای موجود روش و تکنیک مناسب پیش‌بینی اتخاذ گردد. چرا که بطور کلی برای هر نوع از اجزای مختلف روش پیش‌بینی مناسبی وجود دارد.

به طور کلی فرایند پیش‌بینی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱- رسم داده‌های مورد پیش‌بینی.
۲- مشخص ساختن اجزای موجود در داده‌ها با توجه به نمودار رسم شده.
۳- با توجه به اجزای موجود حدس زدن در مورد تکنیک مناسب پیش‌بینی.
۴- تعیین دقیق و نهایی تکنیک مناسب پیش‌بینی با استفاده از فرمولهای مربوطه.
۵- پیش‌بینی با استفاده از فرمول‌های مربوط به تکنیک انتخاب شده.
۶- تعیین اعتبار پیش‌بینی (مدت زمانی که می‌توان بر مبنای روش تعیین شده پیش‌بینی نمود).

۹-۲- برخی از تکنیک‌های مختلف پیش‌بینی

روش میانگین متحرک
روش هموار سازی نمایی
روش رگرسیون
روش ضریب فصلی
.....

که بعنوان مثال اگر در نمودار داده‌ای جزی فصلی مشاهده گردید از اینرو حدس زده می‌شود که روش ضریب فصلی می‌تواند مناسب ترین باشد که نهایتا در مرحله بعدی با استفاده از فرمولهای مربوطه این حدس و ادعا اثبات می‌گردد.

۹-۳- روش انتخاب بهترین تکنینک پیش‌بینی

با استفاده از فرمول‌های زیر میزان خطاها (میانگین و کل) برای روشهای کاندید (حدس زده شده) محاسبه می‌گردد که نهایتاً هر روشی که کمترین (بهترین) میزان را دارا بود به عنوان روش برتر تعیین می‌گردد.

Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{\sum \text{forecast errors}^2}{n}$$

Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i|}{n} = \frac{\sum|\text{forecast errors}|}{n}$$

در آخر باید با استفاده از فرمولهای مربوطه، مدت زمانی را که می‌توان از تکنیک فوق استفاده نمود تعیین کرد.

که جهت این مهم از شاخص Tracking Signal استفاده می‌شود، که نشان می‌دهد مقادیر محاسبه شده چقدر نزدیک به داده‌های واقعی پیش‌بینی می‌کند. این شاخص برای روش پیش‌بینی همواره باید پایش شود تا در محدوده حدود کنترلی باشد، فرمول مربوطه در زیر آمده است:

$$\frac{\Sigma|\text{forecast error}|}{MAD}$$

۹-۴- مورد مطالعاتی در سازمان بنادر و کشتیرانی

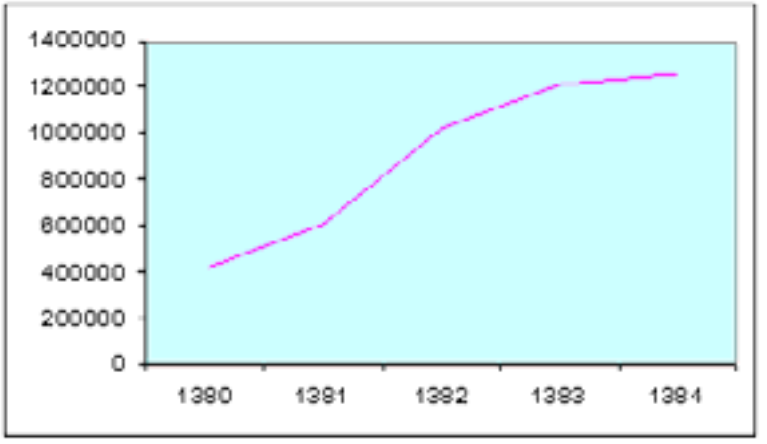
پیش‌بینی خرید گنتری کرین با در نظر گرفتن میزان حجم تخلیه و بارگیری در بندر شهید رجایی.

۹-۴-۱- رسم داده‌های مربوط به میزان حجم تخلیه و بارگیری

در ابتدا داده‌های مربوطه رسم می‌گردد تا با ملاحظه نمودار مربوطه اجزای مختلف موجود در این داده‌ها مشخص گردد تا بر طبق آن روش مناسب پیش‌بینی حدس زده شود (که در مرحله بعدی بهترین روش با استفاده از فرمولهای مربوطه تعیین خواهد گردید)

جدول ۹-۱- میزان حجم تخلیه و بارگیری طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴

۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴
۴۱۴.۳۱۷	۶۰۱.۵۵۲	۱.۰۲۳.۶۰۶	۱.۲۰۹.۸۷۸	۱.۲۵۵.۶۹۵



نمودار ۹-۵- میزان حجم تخلیه و بارگیری طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴

با توجه به نمودار رسم شده مشاهده می‌گردد که داده‌های فوق دارای اجزای فصلی، سیکلی و تصادفی نمی‌باشند، لذا انتظار می‌رود که روش رگرسیون مناسب باشد.

۹-۴-۲- انتخاب روش مناسب پیش‌بینی

با استفاده از فرمول مربوطه محاسبات لازم صورت گرفت و نهایتاً میزان انحراف‌های مطلق و میانگین روش رگرسیون از سایر روشها کمتر بدست آمد. از سوی دیگر جهت اطمینان بیشتر از خروجی‌های نرم افزار Excel استفاده می‌شود.

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.965768222
R Square	0.932708258
Adjusted R Square	0.910277677
Standard Error	112353.8559
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	*1*	*5.25E+11*	*5.25E+11*	*41.58199322*	*0.007563719*
Residual	*3*	*3.79E+10*	*1.26E+10*		
Total	*4*	*5.63E+11*			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*
Intercept	-315726522.8	49101669	-6.43006	0.007625137	-471989947.1
X Variable 1	229108.2	35529.41	6.44841	0.007563719	116037.7641

Upper 95%	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
-1.6E+08	-4.7E+08	-1.6E+08
342178.6	116037.8	342178.6

همانگونه که مشاهده می‌گردد میزان آماره F کمتر از ۰/۰۰۵ می‌باشد بنابراین انتخاب روش رگرسیون کاملا منطقی می‌باشد و از سوی دیگر وابستگی دو متغیر X و Y نیز تقریبا کامل می‌باشد (۹۳٪). بنابراین رگرسیون روش مناسبی برای پیش‌بینی مساله فوق می‌باشد.

جدول ۹-۲- پیش‌بینی میزان حجم تخلیه و بارگیری تا افق سال ۱۳۹۰

۱۳۸۵	۱۵۸۸۳۳۴.۲
۱۳۸۶	۱۸۱۹۴۴۲.۴
۱۳۸۷	۲۰۴۶۵۵۰.۶
۱۳۸۸	۲۲۷۵۶۵۸.۸
۱۳۸۹	۲۵۰۴۷۶۷
۱۳۹۰	۲۷۳۳۸۷۵.۲

۹-۴-۳- تعیین میزان ظرفیت موجود

تعداد گنتری موجود × متوسط میزان تخلیه و بارگیری هر گنتری در هر ساعت × تعداد ساعات کاری در شبانه روز × تعداد روزهای کاری در سال × متوسط ظریب کارایی هر گنتری

تعداد گنتری موجود =۱۰ عدد

متوسط میزان تخلیه و بارگیری هر گنتری در هر ساعت = کانتینر ۲۵

تعداد ساعات کاری در شبانه روز = ۲۴

تعداد روزهای کاری در سال = ۳۶۳

۹-۴-۴- محاسبه متوسط ضریب کارایی هر گنتری

در شرایط کنونی شرایط زیر برای تمامی‌گنتری‌ها صدق می‌کند:

۲۵ روز در سال خارج از سرویس کامل می‌باشند.
۵ روز در سال (هر روز ۶ ساعت) تعمیرات پیشگیرانه صورت می‌گیرد.
۷ تا ۸ ساعت نیز بطور متوسط در ماه بدلیل خرابی خارج از سرویس می‌باشند.

نتیجه :

تعداد ساعات خارج از سرویس	25×24+5×6+8×12=726
تعداد کل ساعات کاری	363×24=8712
تعداد ساعات کاری در سرویس	8712-726=7986
درصد کارایی	7986/8712=0.91

میزان ظرفیت موجود 25×24×363×10×0.91=1981980

این عدد مربوط می‌شود به توان تخلیه و بارگیری ترمینال کانتینری بندر شهید رجایی در شرایط کنونی که با مقایسه این میزان با مقادیر پیش‌بینی شده می‌توان تعیین نمود که در چه سالی با کمبود روبرو میشود و میزان آن نیز چه میزان می‌باشد

میزان ظرفیت تخلیه و بارگیری هرگنتری:

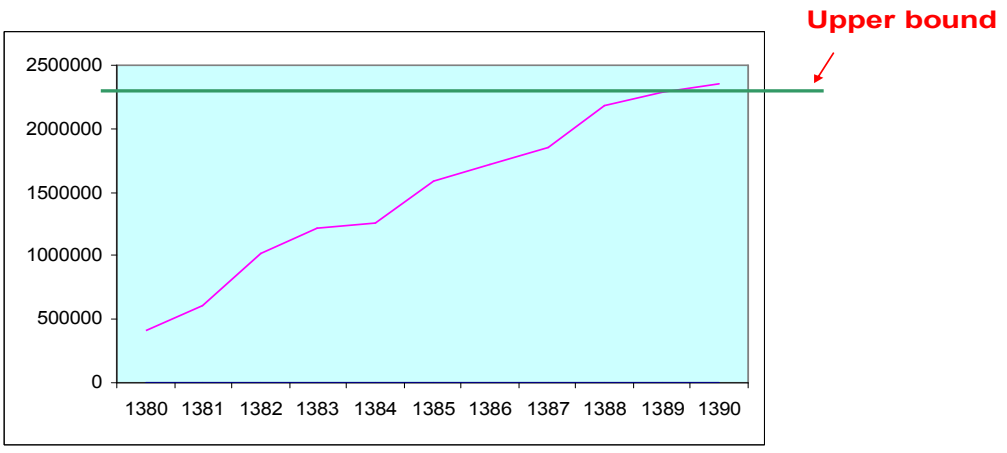
25×24×363×0.91=198198

۹-۴-۵- پیش‌بینی میزان حجم تخلیه و بارگیری تا افق سال ۱۳۹۰ با استفاده از روش مناسب تعیین گردیده(رگرسیون)

جدول ۹-۳- پیش‌بینی میزان حجم تخلیه و بارگیری با استفاده از رگرسیون

۱۳۸۵	۱۵۸۸۳۳۴.۲
۱۳۸۶	۱۷۱۷۴۴۲.۴
۱۳۸۷	۱۸۴۶۵۵۰.۶
۱۳۸۸	۲۱۷۵۶۵۸.۸
۱۳۸۹	۲۲۸۴۷۶۷
۱۳۹۰	۲۳۴۸۷۵.۲

با توجه به ظرفیت موجود نمایان است که در سال ۱۳۸۸ با کمبود روبرو خواهیم گردید و همچنین در سال ۱۳۸۹ نیز با توجه به توان عملیاتی بدست آمده برای هر گنتری باید گنتری دیگری نیز تعیین گردد . اما از طرف دیگر با توجه به Tracking signal بدست آمده تنها می‌توان به پیش‌بینی‌های مربوط به سال ۱۳۸۹اعتماد نمود.



فصل دهم: تعیین روش بهینه تأمین منابع مالی پروژه‌ها

۱۰-۱- مقدمه

قبل از هرگونه برنامه‌ریزی به منظور تجهیز منابع مالی می‌بایست به نوع تأمین منابع مالی و به تبع آن چگونگی جذب منابع و قابلیت‌ها و توانمندی‌های شرکت و یا سازمان مجری طرح برای جذب منابع اندیشید. لذا اینکه چه ساختاری متولی امور طرح می‌شود و چه محدودیت‌ها و چه امکاناتی برای جذب منابع دارد بسیار اهمیت پیدا می‌کند. اصولاً موضوع مزیت‌های سازمان متولی طرح در جذب منابع اعم از دولتی، خصوصی و سایر بسیار قابل توجه است.

در اقتصاد جهانی سرمایه‌گذاران در پی سرمایه‌گذاری در طرحهایی می‌باشند که حداقل ریسک سرمایه‌گذاری و حداکثر بازدهی را عایدشان کند و در این راستا ارائه طرحهای توجیهی کامل و علمی‌یکی از مهمترین عوامل موثر در تصمیم‌گیری آنها خواهد بود. در بررسی توجیه‌پذیر بودن طرحها از نظر اقتصادی از شاخصها و معیارهای مشهوری مثل نرخ بازده داخلی، خالص ارزش فعلی و ... استفاده می‌شود. در بررسی مالی طرحهای توجیهی یکی از مهمترین موضوعات نحوه تأمین مالی طرح می‌باشد که تاثیر مستقیمی‌روی نتایج حاصل از طرح و ریسک سرمایه‌گذاری طرح خواهد گذاشت.

هر شرکتی برای اینکه بتواند کالا یا خدماتی را عرضه کند، ابتدا به پول و سرمایه نیازمند است تا بتواند دارائیهای مورد نیاز را بخرد و هزینه عملیات را بپردازد.

شرکتی می‌تواند صاحبان خود را از سود هر چه بیشتر بهره‌مند سازد که به بهترین صورت از عهده مدیریت سرمایه (تهیه و مصارف سرمایه) برآید. ″ مدیریت مالی ″ رشته خاصی است که به این مساله می‌پردازد. ″مدیریت مالی″ عبارت است از: مدیریت بهینه بر منابع و مصارف سرمایه به گونه‌ای که ثروت سهامداران به حداکثر برسد. ″سرمایه″ نیز عبارت است از: تمام منابع مالی که مورد مصرف شرکت قرار می‌گیرد.″ منابع سرمایه″ عبارت است از: هر پول یا اعتباری که وارد شرکت شود. که در طرف چپ ترازنامه نوشته می‌شوند: ″مصارف سرمایه″ عبارت است از: کلیه دارائیهای شرکت یا سایر مواردی که شرکت برای اکتساب آنها نیازمند پرداخت وجه می‌باشد. مصارف سرمایه اقلامی‌هستند که در طرف راست ترازنامه نوشته می‌شود. حسابهای دریافتنی، موجودی کالا و دارائیهای ثابت نمونه هایی از مصارف سرمایه هستند.

مدیر مالی دو وظیفه کاملاً مشخص دارد: ۱- تأمین مالی ۲- سرمایه‌گذاری. از آنجائی که منابع سرمایه در مبحث تأمین مالی مطرح می‌شود، مسائل مربوطه به این مبحث حول سه محور نوع، مقدار و ترکیب منابع سرمایه می‌چرخد. درباره مدیریت ″مصارف سرمایه″ نیز در مبحث

سرمایه‌گذاری بحث می‌شود که مباحث مربوط به آن عبارتند از نوع، مقدار و ترکیب مصارف سرمایه.

ترازنامه

مصارف سرمایه	منابع سرمایه
دارائی ها	بدهی‌ها + حقوق صاحبان سهام

مصارف سرمایه (دارایی‌ها):

۱- اسناد و وجه نقد بانک، حسابهای دریافتی
۲- موجودی کالا
۳- دارائیهای ثابت

منابع سرمایه
- بدهی‌ها
  - وام کوتاه مدت بانکی و حسابهای پرداختنی (اسناد پرداختنی)
  - وام بلند مدت بانکی و اوراق قرضه
- حقوق صاحبان سهام
  - سهام ممتاز
  - سهام عادی
  - سود و زیان انباشته

۱۰-۲- تعیین هدفهای مالی

برای به حداکثر رسانیدن ثروت ذینفعان، مدیران مالی باید اهداف مالی را که در پی می‌آیند در نظر گیرند:

۱- تعیین بهترین ترکیب دارائیهای شرکت (مصارف وجوه)

۲- تعیین بهترین ترکیب منابع شرکت (ساختار سرمایه)

بنابراین مدیر مالی باید بکوشد که میزان داراییها و نرخ رشد شرکت را تعیین کند و بداند که شرکت در کدام قلم از دارایی باید سرمایه‌گذاری کرده، برای رسیدن به بهترین بازده (برای ذینفعان)، از کدام منبع یا منابع تأمین مالی استفاده کند.

۱۰-۳- وام کوتاه مدت

منابع مالی کوتاه مدت شامل بستانکاران تجاری (خرید نسیه)، اوراق تجاری (نوعی اوراق قرضه کوتاه مدت)، وام بانکی، وجه از طریق فروش حسابهای دریافتنی و وثیقه قراردادن موجودی کالا (برای گرفتن وامهای کوتاه مدت) است.

اعتبار تجاری به عنوان ابزاری برای تأمین مالی

اعتبار تجاری از جمله منابع تأمین مالی آنی و همزمان است و نشان دهنده یکی از اشکال مهم اعتبار بازرگانی است. اعتبار تجاری در زمانی به شرکت خریدار داده خواهد شد که شرکت فروشنده برای خریدار یک خط اعتبار بازکرده باشد. این گونه اعتبارات به صورت غیررسمی‌به خریداران داده می‌شود و معمولاً بدون دریافت وثیقه یا تضیمن است. استفاده کردن از اعتبارات تجاری از جمله روشهایی است که شرکتها بدان وسیله برای دوره‌های کوتاه مدت تأمین مالی می‌کنند.

۱۰-۳-۱- اوراق تجاری (اوراق قرضه کوتاه مدت)

اوراق تجاری که شرکتهای تولیدی و عمده فروش منتشر می‌کنند، نوعی منبع وجوه یا مصرف وجوه تلقی می‌شوند. معمولاً شرکتهای به اصطلاح غیرمالی (مثل شرکتهای تولیدی) از این اوراق تجاری به عنوان نوعی وسیله تأمین مالی استفاده می‌کنند. این‌گونه اوراق را مؤسسات مالی (مثل بانکها) نیز منتشر می‌کنند. عمده‌ترین شرکتهایی که در این‌گونه اوراق تجاری

سرمایه‌گذاری می‌کنند عبارتند از شرکتهای بیمه، صندوقهای مشترک سرمایه‌گذاری و صندوقهای بازنشستگی.

موارد استفاده از اوراق تجاری

شرکتهای تجاری در جهت تأمین مالی خود برای موارد زیر، از انواع اوراق تجاری که مورد تائید واسطه و دلالهای این اوراق باشد، استفاده می‌کنند:

۱- تأمین مالی برای نیازهای مالی و فصلی
۲- تأمین مالی سرمایه در گردش مورد نیاز دائمی
۳- موقعی که شرکت نیاز به منابع مالی بلند مدت دارد ولی به دلیل شرایط بازار سرمایه تهیه این منابع با نرخ مورد نظر شرکت میسر نباشد، شرکت به طور موقت نیاز مالی خود را از طریق انتشار اوراق تجاری تأمین می‌کند و بعد از بهبود شرایط در بازار سرمایه، به انتشار سهام یا اوراق قرضه بلند مدت اقدام می‌کند.
۴- به جای استفاده از وامهای بانکی شرکتها ترجیح می‌دهند از طریق انتشار این اوراق (برای دوره‌های کوتاه مدت) تأمین مالی کنند.

همیشه وضع بدین منوال بوده است که حجم اوراق تجاری که شرکتها منتشر می‌کنند تا حد زیادی به میزان و نرخ بهره وام بانکی بستگی دارد. زمانی که سیاست پولی منقبض می‌گردد و بانکها در دادن وام سخت‌گیری کنند. شرکتهایی که از نظر درجه اعتباری دارای وضعیت مناسبی هستند اقدام به انتشار اوراق تجاری می‌کنند تا بدین طریق تأمین مالی شوند.

۱۰-۳-۲- وامهای بانکی

وامهای بانکی پس از اعتبارات تجاری، دومین منبع تأمین مالی هستند. شرکتهای تجاری علاوه بر گرفتن وام، در بسیاری از امور مالی خود، به خدمات مختلف و گوناگون بانکها نیاز دارند.
بانکهای تجاری سه نوع وام کوتاه مدت به شرکتها و مشتریان خود می‌دهند این وامها عبارتند از: اعطای حد اعتبار، اعتبار در حساب جاری و وامهای یک ماهه

حد اعتبار: به نوعی قرارداد گفته می‌شود که بین یک بانک تجاری و شرکتی که متقاضی میزان مشخصی وام برای مدت زمانی معین است، بسته شود. طبق این قرارداد، شرکت متقاضی می‌تواند وام مورد نیاز خود را از بانک بگیرد و ظرف مثلاً یکسال آن را باز پرداخت نماید. هیچ برنامه یا جدول زمان‌بندی خاصی در خصوص بازپرداخت وام وجود ندارد. وامهایی

را که به صورت حد اعتبار داده می‌شود "قراردادهای غیر رسمی" می‌نامند، زیرا بانک طبق قرارداد، خود را ملزم به دادن وام نمی‌کند و آن را به حفظ یا بهبود وضعیت مالی شرکت در طی سال منوط می‌کند. در واقع طبق قرارداد بانک فقط تمایل خود را برای دادن وام ابراز می‌دارد. مثلاً اگر بانک از نظر قدرت اعتباری در وضع نامطلوبی قرار گرفت و احساس کرد که نمی‌تواند وام مورد درخواست مشتری را تأمین کند و یا اگر وضع مالی شرکت متقاضی بد شد، بانک از دادن وام خودداری خواهد کرد.

اعتبار در حساب جاری: بانکهای تجاری طبق قراردادهایی، اعتبارات خاصی به برخی از مشتریان خود می‌دهند. طبق این نوع قراردادها شرکت گیرنده وام می‌تواند در هر زمان تقاضای وام کند و بانک ملزم به پرداخت آن است. گاهی در مواردی که بانکها با کسر و کمبود پول مواجه می‌شوند، مجبورند که وجوه مورد نیاز را از جاهای دیگر قرض و به تعهدات خود عمل نمایند.

شرکت وام گیرنده می‌تواند به هر میزان که مایل است از حدود اعتبارات خود استفاده کند و هر وقت که برایش میسر بود (در محدوده زمانی تعیین شده) وام را بازپرداخت کند. هیچ الزامی‌که مثلاً برای مدت زمان معینی از اعتبارات خود استفاده نکند، وجود ندارد.

شرکتی که از اینگونه وامها استفاده می‌کند در واقع اولین گام را در راه گرفتن وامهای بلند مدت بر می‌دارد. یک شرکت ممکن است برای تأمین وجه برای تکمیل یک طرح سرمایه‌ای از این اعتبارات استفاده کند. پس از اینکه این طرح تکمیل شد، آن شرکت می‌تواند سهام عادی یا اوراق قرضه بلند مدت انتشار دهد و وجوه حاصل را صرف بازپرداخت آن وام کند.

وامهای یک ماهه: آن دسته از شرکتهایی که در بازارهای پول حضور فعال دارند، برای تأمین نیازهای مالی خود اوراق تجاری منتشر می‌کنند. برخی از این اوراق تجاری جانشین وامهای کوتاه مدت بانکها شده است. بانکهای تجاری در واکنش نسبت به این جریان، اقدام به اعطای نوعی وام بسیار کوتاه مدت کرده‌اند که سررسید آنها ۵ روزه و حداکثر ۳۰ روزه است. نرخ بهره این وامها مشخص و تقریباً ثابت و براساس نرخ جاری بهره بازار تعیین می‌شود.

۱۰-۳-۳- تأمین مالی از محل حسابهای دریافتنی

گروگذاردن یا وثیقه قراردادن اقلامی‌از دارائیهای شرکت هم طریقه دیگری برای تأمین مالی است. شرکتها می‌توانند برخی از اقلام دارائیهای خود مثل، موجودی کالا و حسابهای دریافتنی را وثیقه قرار دهند و وام بگیرند.

شرکتی که قصد گرفتن وام را دارد مدارک مربوط به فروش کالا یا حسابهای دریافتنی را به عنوان وثیقه به سازمان وام دهنده می‌دهد. سازمان وام دهنده آن صورتحساب‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد و صورتحسابی را که قبول دارد به عنوان وثیقه قبول می‌کند و مبلغی معادل درصدی از آن اسناد به شرکت متقاضی وام می‌دهد. پس از اینکه شرکت وام گیرنده بدهی خود را پرداخت، آن اوراق به وی مسترد می‌گردد.

۱۰-۳-۴- واگذاری حسابهای دریافتنی

روش دیگر برای تأمین مالی، واگذاری یا فروش مستقیم حسابهای دریافتنی است، یعنی شرکتها اسناد و مدارک مربوط به مطالبات خود را به سازمان‌های تأمین مالی می‌فروشند. سازمانها یا شرکتهایی را که این اوراق را خریداری می‌کنند عامل می‌نامند و اینها همان بانکهایی هستند که از طریق گرو گرفتن حسابهای دریافتنی وام می‌دهند. بانک یا سازمانی که این مدارک و اوراق را می‌خرد، کلیه ریسکهای مربوط به وصول مطالبات و سوخت شدن آنها را می‌پذیرد و تقریباً تمام بار مربوط به وصول مطالبات و هزینه‌های مربوطه را از دوش شرکت فروشنده برمی‌دارد.

۱۰-۳-۵- تأمین مالی با وثیقه قرار دادن موجودی کالا

موجودی کالا دومین نوع وثیقه در تأمین مالی کوتاه مدت است. از نظر گرو گذاردن دارائیها و گرفتن وام، موجودی کالا در درجه دوم اهمیت (پس از حسابهای دریافتنی) قرار می‌گیرد. موجودی کالا از نوع دارائیهایی به حساب می‌آید که دارای قدرت نقدینگی بالایی است، ولی فقط اقلامی‌از موجودیها که دارای ویژگی‌های خاص باشند مورد قبول وام دهنده واقع خواهند شد. بانک از سه جهت موجودی کالا را مورد توجه و قضاوت قرار می‌دهد: ۱- نوع کالا ۲- قابلیت فروش و ۳- دوام کالا

نرخ بهره وامهایی که از طریق وثیقه قرار دادن موجودی کالا گرفته می‌شود اندکی بیش از حداقل نرخ بهره بانکهاست. بعلاوه، شرکت متقاضی وام باید هزینه مربوط به خدمات انبارداری را نیز بپردازد. بنابراین، در بسیاری از موارد وامهایی که از طریق وثیقه قراردادن موجودی کالا گرفته می‌شود، گرانترین طریقه تأمین مالی در کوتاه مدت است.

۱۰-۴- وامهای بلندمدت و اوراق قرضه

معمولاً شرکتها برای دوره‌های میان مدت، از طریق گرفتن این وامها تأمین مالی می‌کنند و این بدان معنی است که مدت این نوع وامها بین یک و حداکثر ده سال است.

۱۰-۴-۱- وام بلند مدت

وام بلند مدت به وامی گفته می‌شود که سررسید آن بیش از یکسال است و شرکت وام گیرنده باید طبق یک جدول زمانبندی شده اصل و فرع آن را در زمانهای مشخص پرداخت کند.

ویژگیهای وامهای بلند مدت

قرارداد وامهای بلند مدت مستقیماً بین وام دهنده و وام گیرنده بسته می‌شود. در نتیجه مواد قراردادهای مختلف متفاوت خواهد بود. از آنجا که معمولاً شرکتی که به پول نیاز دارد مستقیماً به بانک و مؤسسه وام دهنده مراجعه می‌کند و سعی می‌کند با آن سازمان به تفاهم برسد، در مورد تعیین شرایط و مواد قرارداد وامها، سازمانهای نظارت کننده و دولتی (مثل کمیسیون بورس و اوراق بهادار) هیچ دخالتی نمی‌کنند.

معمولاً بانکهای تجاری، شرکتهای بیمه و سازمانهای مالی از مهمترین نهادهای اعطای وامهای بلند مدت به شمار می‌روند.

در یک تقسیم‌بندی کلی وامهای بلند مدت را به دو دسته تقسیم می‌کنند که عبارتند از:

الف) وام‌های مبادله‌ای: که در این نوع وام سازمانها و بانکهای وام دهنده در سود شرکت وام گیرنده شریک نمی‌شوند که اقلام آن عبارتند از: جعاله، فروش اقساطی، اجاره به شرط تملیک، خرید دین و سلف

ب) وام‌های مشارکتی: که در این نوع وام سازمانها و بانکهای وام دهنده توقع دارند که در سود شرکت وام گیرنده شریک شوند که اقلام آن عبارتند از: مشارکت مدنی، مشارکت حقوقی، مضاربه، مزارعه، مساقات

۱۰-۴-۲- اوراق قرضه

اوراق قرضه از جمله ابزار مهمی‌است که یک شرکت می‌تواند بدان وسیله منابع مالی بلند مدت تهیه کند.

مبانی اوراق قرضه

اوراق قرضه اسنادی است که به موجب آنها شرکت انتشار دهنده تعهد می‌کند مبالغ معینی (بهره سالانه) را در زمانهایی خاص به دارنده آنها پرداخت کند و در موعد مقرر (سررسید) اصل مبلغ را پرداخت کند.

قراردادی که شامل شرایط و توافق طرفین قرارداد یعنی منتشرکننده و دارندگان اوراق قرضه است را توافقنامه یا قرارداد اوراق قرضه می‌نامند.

ویژگیهای اوراق قرضه (مشارکت)

اوراق قرضه دارای ویژگیهایی به شرح زیر است:

- انتشار اوراق قرضه با مجوز بانک مرکزی یا وزارت امور اقتصاد و دارایی صورت می‌گیرد.
- خرید اوراق قرضه برای عموم آزاد است.
- قبل از اینکه اوراق قرضه‌ای منتشر و به مردم عرضه شود، شرکت منتشرکننده یک سازمان یا بانک معتبر را که به عنوان امین یا معتمد دارندگان اوراق قرضه بر فرآیند انتشار آن اوراق نظارت کند، انتخاب می‌کند.
- اوراق قرضه معاف از مالیات می‌باشند.
- دارای نرخ بهره ثابت هستند و معمولاً در طول عمر آنها این نرخ تغییر نمی‌کند.
- دارنده یک برگه از اوراق قرضه، بستانکار شرکتی است که این برگ را منتشر کرده است. او به عنوان بستانکار حق دریافت اصل مبلغ اسمی‌و بهره آن را دارد و حقوق وی در سند قرارداد وام تعیین شده است، ولی دارنده اوراق قرضه هیچ نوع مالکیتی در شرکت ندارد و به همین دلیل دارای حق رأی در امور شرکت نمی‌باشد.

در یک تقسیم‌بندی کلی اوراق قرضه را به سه دسته تقسیم می‌کنند که عبارتند از:

۱- Bill: زیر یک سال

۲- Note: یک تا ۵ سال

۳- Bond: بالای ۵ سال

۱۰-۵- حقوق صاحبان سهام

۱۰-۵-۱- سهام ممتاز

نوعی از سهام است که دارنده آن نسبت به درآمدها و دارائیهای شرکت، حق یا ادعای محدود و معینی دارد. از چهار منبع مالی بلند مدت که شرکت می‌تواند از آنها استفاده کند (اوراق قرضه، سهام ممتاز، سهام عادی، سواد انباشته و یا سود سنواتی) سهام ممتاز کمتر به عنوان یک منبع مالی مورد استفاده شرکتها قرار می‌گیرد.

سهام ممتاز را اوراق بهادار دو رگه (Hybrid Note) می‌نامند، زیرا هم ویژگی اوراق قرضه و هم خصوصیت سهام عادی را دارند. این ویژگیها به شرح زیر است:

۱- سهام ممتاز در بردارنده نوعی حق مالکیت (برای دارنده آن) در شرکت است.
۲- سهام ممتاز سررسید ندارد و عمر آن به عمر شرکت بستگی دارد.
۳- شرکت انتشار دهنده نباید دارائیهای خود را وثیقه یا رهن این اوراق قرار دهد؛ زیرا سهامداران ممتاز دارای حق مالکانه هستند.
۴- به دارندگان سهام ممتاز سود پرداخت می‌شود و میزان سود آن طبق فرمولی از قبل تعیین شده و تابع میزان سود شرکت نیست.
۵- دارندگان سهام ممتاز از نظر دریافت سود سهام، بردارندگان سهام عادی حق تقدم دارند و در صورت انحلال شرکت، دارندگان سهام ممتاز (نسبت به سهامداران عادی) از نظر دریافت ادعای خود حق تقدم دارند.

نکته قابل توجه این است که در ایران به دلیل برخی از مسائل، خرید و فروش این نوع سهام ممنوع
می‌باشد.

۱۰-۵-۲- سهام عادی

سهام عادی یک نوع دارایی مالی است که نشان دهنده مالکیت در یک شرکت است. از ویژگیهای سهام عادی می‌توان حق مالکیت، مسئولیت محدود سهامداران، حق رأی و کنترل شرکت و حق تقدم در خرید سهام جدید را نام برد.

مالکیت شرکت

دارندگان هر دو نوع سهم (عادی و ممتاز) مالک شرکت به حساب می‌آیند ولی از آنجا که دارندگان سهام ممتاز (در مقایسه با دارندگان سهم عادی) نسبت به دریافت سود و اصل سرمایه شرکت حق تقدم دارند می‌توان گفت که دارندگان سهام عادی به اصطلاح مالک نهایی شرکت هستند. این نوع مالکیت بدان مفهوم است که صاحبان سهام عادی باید پذیرای بیشترین ریسک سرمایه‌گذاری در شرکت باشند.

مسئولیت محدود

یکی از مهمترین ویژگیهای سهام عادی این است که صاحبان سهام عادی شرکت، دارای مسئولیت محدود هستند. برای مثال فرض کنید که تمام دارائیهای یک شرکت بر اثر ورشکستگی فروخته شده است و پول حاصل به اندازه‌ای نیست که جوابگوی همه طلبکاری‌های شرکت باشد در چنین موقعیتی بستانکاران شرکت نمی‌توانند صاحبان سهام عادی را تحت پیگرد قانونی قرار دهند.

کنترل شرکت

یکی از ویژگیهای مهم شرکتهای سهامی‌این است که سهام آن در دست افراد نسبتاً زیادی است و هیچ شخص بخصوصی نمی‌تواند کنترل فردی بر آن اعمال کند؛ در نتیجه امور و فعالیتهای شرکت در دست مدیران است و دامنه اعمال نفوذ صاحبان سهام عادی تا آنجا کشیده می‌شود که می‌توانند در مسائل خاصی رأی بدهند.

حق دریافت سود سهام

پس از اینکه یک شرکت مالیات و سود سهام ممتاز خود را پرداخت کرد می‌تواند باقیمانده را به عنوان سود سهام به صاحبان سهام عادی بپردازد. مقداری از این سود به حساب سود سنواتی (یا سود انباشته) منتقل می‌گردد.

۱۰-۶- راههای تأمین منابع مالی یک شرکت و یا سازمان دولتی

حال پس از بررسی منابع تأمین مالی یک شرکت، در این قسمت تمامی راههای تأمین منابع مالی یک شرکت و یا سازمان دولتی را به صورت مختصر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱۰-۶-۱- تأمین منابع مالی از طریق بودجه‌های پیش‌بینی شده دولت

معمولاً بودجه‌های پیش‌بینی شده دولت در قالب قانون برنامه اقتصادی اجتماعی و به صورت پنج ساله پیش‌بینی می‌گردد. این بودجه‌ها با توجه به امور زیربنایی، عمرانی و اقتصادی و از نگاه بازده اقتصادی (E.R.R) تنظیم می‌گردد. ردیفهای بودجه معمولاً پس از تصویب به سازمان مدیریت و برنامه ریزی ارجاع می‌شود، هر یک دارای مقاصدی خاص بوده و ممکن است براساس منطقه‌ای یا جغرافیایی تخصیص یابد. این بودجه‌ها هم از بعد اعطای تسهیلات از طریق بانکهای عامل به صورت ریالی و یا از طریق استفاده از منابع خارجی توسط دولت تهیه و احتمالاً تضمین بازپرداخت می‌گردد.

تأمین مالی از طریق بودجه در شرکتها و سازمانهای دولتی مانند سهام عادی در مبحث مربوط به شرکتهای خصوصی می‌باشد. زیرا که در بحث مربوط به شرکتهای خصوصی افزایش سرمایه از دو طریق ممکن است: ۱- سود انباشته و مطالبات: که در این حالت ترکیب سهامدار عوض نمی‌شود ۲- آورده نقدی: ترکیب و نسبت مالکیت می‌تواند عوض شود.

در صورتی که شرکت و یا سازمان به صورت دولتی باشد سهامدار آن صددرصد دولت بوده و افزایش سرمایه آن یا از طریق بودجه است: که در این حالت ترکیب سهامدار عوض نمی‌شود، و یا از طریق سود انباشته است: که در این حالت دوباره با بازگشت به خزانه و ارائه در بودجه سال آینده ترکیب سهامدار عوض نخواهد شد.

پس بنابراین بودجه دولت در تأمین منابع مالی همانند سهام عادی عمل خواهد کرد.

۱۰-۶-۲- تأمین مالی طرح (پروژه) از بودجه‌های مشارکت مردمی

به منظور تأمین مالی از طریق مشارکت مردمی‌روشهای مختلفی وجود دارد که یکی از معمول-ترین آنها فروش سهم الشرکه به عموم می‌باشد. به عبارت دیگر کل سرمایه مورد نیاز پروژه بین سهم الشرکه‌داران بنا به تقاضای آنان توزیع می‌گردد و هر کس نسبت به مبلغی که مشارکت می‌کند حق رأی داشته و طبق قانون تجارت سود می‌برد و در زیان نیز سهیم است. البته ممکن است سهامداران اشخاص حقوقی یا حقیقی باشند.

با توجه به توضیحات فوق، این روش تأمین مالی مانند تأمین مالی از طریق فروش سهام عادی عمل خواهد کرد.

۱۰-۶-۳- تأمین مالی طرح از طریق ایجاد شرکت مختلط مردمی‌و دولتی

در این روش ابتدا پروژه و اداره آن تحت عنوان یک شرکت دولتی با مشارکت حداقل ۵۱٪ توسط دولت ثبت می‌گردد و برای بقیه ۴۹٪ می‌توان از نهادها، سازمانها، شرکتها، بانکهای دولتی و غیر دولتی استفاده کرد. در اینجا دولت حاکمیت و تصمیم‌گیری را برای اداره در دست داشته، احتمالاً مدیر عامل و اعضای هیئت مدیره حداقل ۳ نفر از ۵ نفر توسط دولت انتخاب می‌گردند.

این روش تأمین مالی نیز همانند سهام عادی خواهد بود که البته سهامداران آن دولت و دیگر سازمانها و نهادهای مردمی‌و دولتی خواهد بود.

۱۰-۶-۴- تأمین مالی از محل ایجاد شرکتهای سهامی‌عام و مردمی

با توجه به قانون تجارت برای ایجاد شرکتهای سهامی‌عام لازم است ۶۰٪ سرمایه توسط هیأت مؤسس تأمین گردد و ۴۰٪ آن توسط سهامداران دیگر اعم از حقیقی و حقوقی. لذا در این حالت کل سرمایه باید براساس حداقل سقف تعیین شده توسط قانون تجارت تأمین گردد. برای ۴۰٪ باقی مانده می‌توان پذیره نویسی نمود و سهام در بورس عرضه کرد. که این روش با توجه به روش‌های تأمین مالی شرکتهای خصوصی مانند سهام عادی می‌باشد.

۱۰-۶-۵- تأمین مالی از طریق اخذ تسهیلات و وام از بانکهای داخلی

به منظور پیشبرد پروژه می‌توان با ارائه طرح توجیهی که از دیدگاههای مختلف قدرت بازپرداخت وام دریافتی از بانکها را توجیه نماید، از بانکها تقاضای دریافت تسهیلات نمود. در اینجا بانکها علی الاصول به نکات زیر توجه می‌نمایند:

۱- وثائق و تضمینات لازم برای تضیمن بازپرداخت وام و سود مربوطه
۲- مبلغ وام و تسهیلات
۳- مقاطع زمانی استفاده از این وام و طول مدت اجرای پروژه
۴- تاریخ بهره برداری از پروژه و شروع درآمد زایی طرح

۵- چگونگی توجیه پروژه از نظر هزینه‌ها و درآمدها با نگاه بازرگانی، مالی، فنی، حقوقی و بانکی به طرح.

بدیهی است در این مورد لازم است در ابتدا ساختار حقوقی متقاضی وام یا متولی پروژه معلوم باشد.

در این روش تأمین مالی، اگر وام زیر یکسال باشد جزء وام کوتاه مدت محسوب می‌شود و اگر بالای یکسال باشد وام بلند مدت به حساب می‌آید.

۱۰-۶-۶- تأمین مالی طرح از محل فروش اوراق قرضه داخلی

براساس ماده ۵۱ قانون تجارت، شرکت سهامی‌عامل می‌تواند تحت شرایط مندرج در این قانون اوراق قرضه منتشر کند و براساس ماده ۵۲، ورق قرضه ورق قابل معامله‌ای است که معرف مبلغی وام است با بهره معین. که تمامی‌آن یا اجزای آن در موعد یا مواعید معینی باید مسترد گردد. برای ورقه قرضه ممکن است علاوه بر بهره، حقوق دیگری نیز شناخته شده باشد. دارندگان اوراق قرضه در امور شرکت هیچ گونه دخالتی نداشته و فقط بستانکار شرکت محسوب می‌شوند.

۱۰-۶-۷- تأمین مالی طرح از طریق اخذ تسهیلات و وام از بانکهای خارجی

به منظور رفع نیازهای مالی و Finance پروژه و تأمین نقدینگی، یکی از روشها، تأمین مالی از طریق بانکهای خارجی می‌باشد. بانکهای خارجی برای اعطای وام به استفاده کنندگان یا Userها شرایطی را اعمال می‌نمایند که اهم آن ارائه یک ضمانتنامه قوی از یک بانک معتبر First Grade جهت اطمینان از بازپرداخت اقساط در سررسید مربوطه است. نرخ سود و هزینه‌های بیمه پوشش ریسک از موارد دیگریست که باید به آن توجه شود.

این نوع وام از بانکهای خارجی اگر زیر یکسال باشد جزء وام‌های کوتاه مدت است و اگر بالای یکسال باشد جزء وام بلند مدت به حساب می‌آید.

۱۰-۶-۸- تأمین مالی طرح از پیش فروش حق اشتراک و سهام مردمی

در این روش بیشتر مخاطبین اشخاص، سازمانها و ارگانهایی هستند که به نحوی خودشان استفاده کننده از خدمات پروژه می‌باشند. در این حالت لازم است قبلاً قراردادهایی با متولی پروژه منعقد نموده و قبل از دریافت سرویس و خدمات، مبالغی را به متولی پرداخت نمایند و با

حق اشتراکی که تعیین می‌شود، تعهد پرداخت می‌نمایند و یا مبالغی ودیعه می‌گذارند. در تمام این موارد مبالغ معمولاً قبل از شروع پروژه توسط متقاضی پرداخت می‌گردد. این روش تأمین مالی با توجه به تقسیم‌بندی انجام شده در روشهای تأمین مالی، جز حسابهای پرداختنی می‌باشد.

۱۰-۶-۹- تأمین مالی طرح از طریق B.O.O.T، B.O.T

روش دیگر أخذ تسهیلات به این صورت است که User یا استفاده کننده از وام، بهره برداری از پروژه را پس از راه اندازی برای مدت توافق به وام دهنده واگذار می‌نماید. به همین دلیل در حقیقت پس از ساخت و عملیاتی شدن پروژه و پس از گذشت مدت مورد توافق پروژه به User واگذار می‌شود که در حقیقت مخفف Build- Operate and Transfer می‌باشد. به منظور قدرت داشتن وام دهنده در مواردیکه کشور میزبان احتمال ریسکش بالا باشد و از نظر حقوق بین المللی حمایت کامل را داشته باشد (برگشت سرمایه، آورده و سود) گاهی مواقع در طول مدت بهره برداری مالک آن هم می‌شود که به آن اصطلاحاً BOOT می‌گویند که مخفف Build- Operate -own and Transfer است. طبیعی است در این حالت مدت بهره برداری بسیار مهم است. کاربرد این روش درسد سازی، بزرگراه سازی و پل سازی که معطوف به عوارض یا فروش آب یا نیرو باشد بیشتر معمول است.
نکته قابل توجه این است که این روش تأمین مالی نیز جزء وام بلند مدت به حساب می‌آید.

۱۰-۶-۱۰- تأمین مالی از طریق Buy Back (بیع متقابل)

یکی از روشهای تأمین منابع مالی، از طریق سرمایه‌گذاری غیر مستقیم خارجی است که سرمایه گذار به صورت نامحدود در مالکیت واحد تولیدی سهیم نمی‌شود و موظف و مجبور می‌شود که برای دریافت سود و اصل سرمایه خود بخشی از محصول تولیدی خود را به خارج از کشور صادر نماید و در درجه دوم، چنانچه از طرف دولت یا براساس قوانین و مقررات جدید، واحد تولیدی نتواند کالا و خدمات خود را صادر نماید، کالای تولیدی در داخل فروش رفته و ریال حاصله تبدیل به ارز و به سرمایه‌گذار پرداخت می‌گردد. این روش تأمین مالی نیز جزء وام بلند مدت به حساب می‌آید.

۱۰-۶-۱۱- تأمین منابع مالی از محل وام بانک جهانی World Bank

بانک جهانی که همان بانک ترمیم و توسعه بین المللی سابق است برای پرداخت وامهای مربوط به پروژه‌های زیربنایی (Infrastructure) بیشتر به برنامه‌های دولتها توجه دارد و به همین دلیل با نرخ بهره بسیار کم این تسهیلات را اعطا می‌کند و بیشتر (E.R.R) بازده اقتصادی طرحها را مد نظر می‌گیرد و نه سودآوری. مسئول دریافت وام و بازپرداخت آن با وزارت دارایی کشورهای عضو است و نه بانک مرکزی.

۱۰-۶-۱۲- تأمین مالی طرح از طریق أخذ تسهیلات و وام از صندوق بین‌المللی پول (IMF)

صندوق بین المللی پول که پایه ریزی آن در برتن وودز گذاشته شده، بیشتر برای ایجاد تعادل و جبران کسری موازنه پرداختهای کشورهای عضو تشکیل گردیده و روشهای مختلف بانکی را برای تصفیه حسابها پیشنهاد نمود. سرمایه صندوق از طریق سهمی‌که هر کشور به صورت طلا پرداخت می‌نمود تأمین گردید. عضویت و اداره این صندوق در هر کشور زیر نظر بانک مرکزی می‌باشد. صندوق بین المللی پول در حال حاضر تقریباً تمام کشورهای جهان را به عضویت درآورده و با فروپاشی سیستم پولی کشورهای اروپای شرقی آنها نیز کم‌کم عضو این صندوق می‌شوند. کشور ما از سال ۱۳۲۴ عضو صندوق است. این صندوق نیز گاهی مواقع وامهای طولانی مدت به کشورها پرداخت می‌کند و این پرداخت برای مقاصد زیربنایی یا عمرانی یا رفاهی از طریق دولت به کارگرفته می‌شود و از طریق بانک مرکزی صورت می‌گیرد.

۱۰-۶-۱۳- تأمین منابع مالی طرح از طریق وام از بانک توسعه اسلامی(I.D.B)

بانک توسعه اسلامی‌یا I.D.B (Islamic Development Bank) که مرکز آن در جده می‌باشد از تشکل کشورهای اسلامی‌بوجود آمده است. این کشورها با پرداخت سهم در صندوق (Islamic Fund) تا به حال حدود ۶ میلیارد دلار امکانات مالی فراهم نموده‌اند. فلسفه اصلی ایجاد این صندوق اعتلای صنعت و تولید در کشورهای عضو، تجارت بین اعضاء با استفاده از تسهیلات از این بانک است. بانک توسعه اسلامی‌دارای سه مجموعه است: یک مجموعه تجاری بازرگانی و کالاها (LTTF) و یک پکیج مجموعه تجهیز مالی(Finance) بیشتر برای خرید کالاها از کشورهای اروپایی و غیر عضو مشروط بر اینکه حداقل ۶۰٪ قیمت تمام شده کالا در داخل کشور عضو ساخته شده باشد و مجموعه دیگر طرح بیمه‌ای است که البته مربوط به بیمه

عدم پرداخت و پوشش ریسکهای سیاسی، اقتصادی و مالی است(ICIC). ایران در ردیف چهارم سهامداران این صندوق قراردارد ولی استفاده از این تسهیلات بسیار کم صورت گرفته است.

در مورد پروژه‌های سازمان بنادر و کشتیرانی شاید بتوان برای واردات تجهیزات از منابع این صندوق وام گرفت و یا تضمینات و بیمه لازم را کسب نمود. در حال حاضر شرکتهای ایرانی حدود ۵۰۰ میلیون دلار از طریق بانک مذکور تسهیلات استفاده نموده اند.

۱۰-۶-۱۴- تأمین منابع مالی طرح از طریق أخذ وام از بانک توسعه آسیایی (ADB)

این بانک که توسط کشورهای آسیایی بویژه آسیای جنوب شرقی ژاپن، اندونزی و ... ایجاد شده است بیشتر به اعضای خود وام می‌دهد و نرخ تسهیلات بسیار پائین است. فعلاً ایران عضو این بانک نیست اما می‌تواند به نحوی از تسهیلات آن استفاده کند که البته در مقابل تضمینات قوی این کار باید صورت گیرد.

۱۰-۶-۱۵- تأمین مالی طرح از طریق وام از صندوق سازمان ملل (UNF)

به منظور توسعه پروژه‌های مورد تصویب توسط سازمان ملل در جهت پیشرفت کشورهای در حال توسعه سازمان ملل نیز از طریق ارگانها و زیر مجموعه‌های خود نظیر UNDP و UNICEF و سازمان بهداشت جهانی تسهیلات اعطا می‌کند که معمولاً از بهره‌های سنگین معاف و بیشتر وامها دراز مدت است. از جمله برای تغییر زیرساختهای کشاورزی توسط FAO ممکن است تسهیلاتی اخذ گردد. احتمالاً ممکن است صندوقهای نیکوکاری در سطح جهانی نیز از طریق سازمان ملل کانالیزه شود (Charity Fund)

وام بانک جهانی، صندوق بین المللی پول، بانک توسعه اسلامی، بانک توسعه آسیایی و صندوق سازمان ملل جزء وام بلند مدت به حساب می‌آیند.

۱۰-۷- هزینه سرمایه

هزینه سرمایه هر شرکت عبارت است از نرخ بازدهی که بایستی آن شرکت نسبت به سرمایه‌گذاریهایش به دست آورد تا بتواند انتظارات سرمایه‌گذارانی را که وجوه بلند مدت شرکت را فراهم کرده‌اند تأمین کند. یک مفهوم مرکزی در مدیریت مالی، در پیوند با تصمیمات سرمایه گذاری و تأمین مالی، هزینه سرمایه است که به دو دلیل زیر واجد اهمیت می‌باشد:

۱- برای تجزیه و تحلیل درستی راجع به تصمیمات مخارج سرمایه‌ای که مهمترین تصمیماتی هستند که توسط شرکت اتخاذ می‌شوند، تخمینی از هزینه سرمایه لازم است. هزینه سرمایه عبارت است از نرخ تنزیلی که برای محاسبه ارزش حاضر خالص(NPV) مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین عبارت است از معیاری مالی که نرخ بازده داخلی در مقایسه با آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲- به منظور بیشینه کردن ارزش شرکت، باید هزینه همه داده ها(شامل سرمایه نهاده) کمینه شده و شرکت باید در این زمینه قادر به اندازه‌گیری هزینه سرمایه باشد.

هزینه سرمایه عبارت است از حداقل نرخ بازدهی که شرکت باید به دست آورد تا بازده مورد نظر سرمایه گذاران در شرکت تأمین شود بعبارت دیگر هزینه سرمایه پولی است که بابت دریافت ۱۰۰ واحد پول به صورت سالانه پرداخت می‌شود.

۱۰-۷-۱- منطق کاربرد هزینه سرمایه

منطق استفاده از هزینه سرمایه به عنوان نرخ قاطع(نرخ ملاک تصمیم گیری) در بودجه‌بندی سرمایه‌ای به طور متعارف سرراست چنین است: اگر نرخ بازده سرمایه گذاری شرکتی از هزینه سرمایه آن شرکت تجاوز کند، ثروت سهامداران ترقی می‌کند. چرا؟ وقتی که نرخ بازده سرمایه‌گذاری شرکتی بزرگتر از هزینه سرمایه اش باشد، نرخ بازده حاصله نسبت به سهام حقوق صاحبان سهام (بعد از تأمین هزینه اشکال دیگر تأمین مالی) از نرخ بازده مورد توقع سهامداران عادی تجاوز خواهد کرد. از این رو، ثروت سهامداران عادی افزایش خواهد یافت.

۱۰-۷-۲- مفهوم متوسط هزینه سرمایه

هزینه سرمایه هر شرکت عبارت است از میانگین ریاضی(امید ریاضی) متوسط هزینه منابع مختلف تأمین مالی بلند مدتی که توسط آن شرکت به کار گرفته می‌شود.

در کل، اگر شرکت از n منبع مختلف تأمین مالی استفاده کند، هزینه سرمایه آن برابر خواهد بود با:

$$WACC = \sum P_i K_i$$

که در آن:

$WACC$:متوسط هزینه سرمایه

P_i:نسبت i امین منبع تأمین مالی

K_i:هزینه سرمایه iامین منبع تأمین مالی

۱۰-۷-۳- هزینه یک منبع خاص

همانگونه که از بحث‌های فوق مشهود است، قبل از آنکه متوسط هزینه سرمایه شرکت را محاسبه کنیم، باید از هزینه منابع خاص تأمین مالی مورد استفاده شرکت آگاهی داشته باشیم.

۱۰-۷-۴- محاسبه هزینه اقلام خاص سرمایه

هزینه بدهیها

از آنجا که اکثر بدهیهای بلند مدت یک شرکت به صورت اوراق قرضه است، محاسبه هزینه بدهی با توجه به خصوصیات اوراق قرضه انجام می‌شود. تخمین یا تعیین هزینه خاص بدهی مستلزم محاسبه هزینه مؤثر بدهی شرکت است و باید این هزینه مؤثر را براساس نرخ سالانه بیان کرد. می‌توان این کار را با استفاده از نرخ بازده تا تاریخ سر رسید انجام داد. نرخ بازده تا تاریخ سررسید یا نرخ بازده داخلی مورد نظر خریداران، تعیین کننده میزان هزینه مؤثر بدهی قبل از کسر مالیات (برای شرکت) است. ممکن است هزینه بدهی برای شرکت اندکی بیش از نرخ بازده تا تاریخ سررسید که مورد نظر سرمایه گذاران است، باشد؛ زیرا امکان دارد که شرکت در جریان فروش اوراق قرضه‌ای که منتشر می‌کند مبلغی هزینه کند. محاسبه هزینه خاص سرمایه برای اوراق قرضه جدیدی که شرکت منتشر می‌کند مستلزم طی مراحل زیر است:

۱- تعیین خالص وجوهی که در ازای انتشار و فروش هر برگ از اوراق قرضه عاید شرکت می‌گردد. امکان دارد که خالص پولی که در ازای هر برگ از اوراق قرضه به دست شرکت می‌رسد (پس از کسر هزینه فروش) از ارزش اسمی‌آن برگ کمتر باشد. برای مثال: ارزش اسمی‌هر برگ از اوراق قرضه ممکن است ۱.۰۰۰.۰۰۰ ریال باشد. اگر این اوراق قرضه به

قیمتی برابر با ارزش اسمی‌آنها به فروش برسد و هزینه فروش هر برگ ۲۰.۰۰۰ ریال باشد، خالص پولی که در ازای فروش هر برگ نصیب شرکت خواهد شد ۹۸۰.۰۰۰ ریال خواهد بود.

۲- تعیین هزینه موثر هر برگ از اوراق قرضه قبل از کسر مالیات. به این منظور باید نرخ بازدهی تا سررسید آن برگ محاسبه گردد؛ یعنی باید خالص پولی که در زمان صفر وارد شرکت می‌شود را جریان نقدی ورودی و بهره‌ای که سالانه پرداخت می‌شود و پولی که بابت ارزش اسمی‌آن برگ در تاریخ سررسید پرداخت می‌گردد جریانات نقدی خروجی تلقی کرد.

۳- از آنجا که هزینه بهره یک نوع هزینه قابل قبول مالیاتی است، باید هزینه آن برگ را پس از کسر مالیات محاسبه کرد. آنچه بدست می‌آید هزینه خاص بدهی است.

فرض کنید که:

K_m: هزینه مؤثر بدهی قبل از کسر مالیات بر مبنای نرخ سالانه

t: نرخ مالیات شرکت

K_d: هزینه بدهی پس از کسر مالیات

بنابراین:

$$K_d = K_m(1-t)$$

توجه کنید که در معادله فوق پرداخت بهره سالانه بدهی در فاکتور(1-t) ضرب شده است. این ضرب برای انعکاس این حقیقت لازم است که بهره بدهی یک هزینه قابل قبول مالیاتی است. در نتیجه، هر پرداخت بهره K_m در اصطلاح قبل از مالیات، به معنای پرداخت بعد از مالیات مبلغی معادل $K_m(1-t)$ خواهد بود. این مطلب از این جهت چنین است که مالیات هزینه بهره قابل قبول مالیاتی به مقدار K_m معادل $K_m t$ خواهد شد. این نکته را می‌توان با کمک مثالی عددی روشن نمود. دو حالت الف و ب را به صورت زیر در نظر بگیرید:

شرح اقلام	حالت الف	حالت ب
سود قبل از بهره و مالیات(EBIT)	۱۰۰	۱۰۰
بهره(I)	-	۶۰
سود قبل از مالیات(PBT)	۱۰۰	۴۰
مالیات ۶۰ درصد(T)	۶۰	۲۴
سود بعد از مالیات(PAT)	۴۰	۱۶

با مقایسه این دو حالت مشاهده می‌شود که پرداخت ۶۰ واحد پولی بهره در حالت ب یک سپر مالیاتی به میزان ۳۶ واحد پولی به وجود می‌آورد(مبلغ سپر مالیاتی از حاصلضرب مبلغ بهره در نرخ مالیات(۳۶=۶۰×۶۰٪) به دست می‌آید. این وقتی آشکار می‌شود که اقلام سود بعد از مالیات را در این دو حالت مقایسه می‌کنیم(با وجود پرداخت بهره‌ای به میزان ۶۰ واحد در حالت ب، سود بعد از مالیات فقط به میزان ۲۴ واحد پولی تقلیل می‌یابد).

وامهای بلند مدت دریافتی از نهادهای مالی که از منابع مهم تأمین مالی بدهی به شمار می‌آیند، دارای مشخصات زیر هستند:

۱- معمولاً اصل و فرع آن قابل بازپرداخت در طول یک دوره ۵ تا ۱۰ سال و به اقساط مساوی سالانه، شش ماهه یا سه ماهه، بعد از یک دوره یک تا سه ساله اولیه برای اجرای پروژه و آماده سازی آن جهت بهره برداری می‌باشند.

۲- بهره نسبت به مانده بدهی محاسبه و قابل پرداخت است.

۳- هیچ نوع هزینه صدوری وجود ندارد.

۴- هیچ پاداش قابل پرداختی در هنگامی‌که اصل وام بازپرداخت شده باشد، وجود ندارد.

با درنظر گرفتن ویژگی‌های بالا، هزینه بعد از مالیات وامهای بلند مدت به آسانی برابر است با:

بهره $\times (1-t)$

هزینه سهام ممتاز

زمانی که شرکتی سهام ممتاز می‌فروشد خریداران انتظار دارند که در ازای پولی که آنها در آن شرکت سرمایه‌گذاری می‌کنند، سود سهام دریافت کنند. پرداخت سود سهام هزینه‌ای است که شرکت بابت سهام ممتاز می‌پردازد. برای اینکه بتوان این هزینه (یا سود سهام تقسیمی) را بر مبنای نرخ سالانه بیان کرد، شرکت خالص پولی را که در زمان فروش سهام (پس از کسر مالیات) دریافت می‌کند مبنای محاسبه قرار می‌دهد. برای مثال اگر این شرکت هر برگ از این سهام ممتاز را به مبلغ ۴۰.۰۰۰ ریال می‌فروشد و هزینه فروش هر برگ ۲.۰۰۰ ریال گردد شرکت باید خالص دریافتی را مبنای محاسبه هزینه خالص هر برگ سهام ممتاز قرار دهد.

هزینه خاص هر برگ از سهام ممتاز به این طریق محاسبه می‌شود که شرکت سود پرداختی سالانه هر سهم را بر خالص پول دریافتی تقسیم می‌کند.

فرض کنید که:

D: سود پرداختی سالانه هر سهم

P_n: پول دریافتی از بابت فروش هر سهم

K_p: هزینه خالص هر برگ از سهام ممتاز

$$K_p = \frac{D}{P_n}$$

این معادله بر گرفته از معادله تعیین ارزش سهام ممتاز است. آن معادله چنین بود: $V = \frac{D}{K}$

هزینه سهام عادی

هزینه خاص سهام عادی عبارت است از حداقل نرخ بازده‌ای که شرکت باید عاید صاحبان سهام عادی کند تا بدان وسیله، ارزش بازار سهام آن شرکت حفظ گردد. اگر شرکتی تعدادی سهام عادی منتشر کند و خالص دریافتی در ازای فروش هر سهم P_n ریال باشد، آن شرکت می‌تواند خالص پول دریافتی را با ارزش ذاتی آن سهام برابر بداند؛ زیرا کسانی که این نوع سهام را می‌خرند می‌توانند آن سهام را به قیمتی بخرند که P_n ریال به صورت خالص به دست شرکت برسد. ارزش ذاتی یک برگ سهام عادی از طریق فرمول زیر بدست می‌آید:

$$V = \frac{D_0(1+g)}{k-g}$$

که در آن:

D_0: سود تقسیمی‌هر سهم در حال حاضر

g: نرخ رشد مرکب سود تقسیمی

K: نرخ بازده مورد توقع سهامداران

با استفاده از این معادله ارزش ذاتی یک برگ از سهام عادی با فرض اینکه سود تقسیمی‌هر سهم در هر سال با نرخ مرکب g افزایش یابد محاسبه می‌گردد. شرکتی که تعدادی سهام عادی منتشر می‌کند، برای محاسبه هزینه خاص سرمایه یک برگ از سهام عادی می‌تواند از معادله بالا استفاده کند، فقط باید P_n را به جای V قرار دهند یعنی $P_n = V$

در این صورت نرخ تنزیل بازار (K) با هزینه خاص آن سهم برابر می‌شود و آن را با علامت K_e نشان می‌دهند؛ یعنی

هزینه خاص متعلق به یک سهم عادی K_e

سپس می‌توان معادله را به این صورت نوشت:

$$P_n = \frac{D_0(1+g)}{K_e - g}$$

اگر معادله را حل کنیم و مقدار K_e را بدست آوریم، مقدار آن چنین خواهد شد:

$$k_e = \frac{D_0(1+g)}{p_n} + g$$

این معادله‌ای است که غالباً برای محاسبه هزینه خاص یک سهم عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تعیین نسبتها

برای محاسبه میانگین موزون هزینه سرمایه، هزینه سرمایه را در نسبت قابل اعمال به آن منبع ضرب

می‌کنیم. اکنون که می‌دانیم چگونه هزینه منبع مالی معینی را محاسبه کنیم. نیاز به تعیین نسبتها داریم این نسبتها ممکن است بنا شوند بر:

۱- ارزشهای دفتری
۲- ارزشهای بازار

نسبتهای ارزش دفتری بر مبالغ مندرج در ترازنامه بنا می‌شوند. نسبت اعمال شده به هر منبع تأمین مالی مورد نظر به آسانی از طریق تقسیم ارزش دفتری آن منبع مالی بر کل ارزش دفتری تأمین مالی بلند مدت به دست می‌آید.

مزایای نسبتهای ارزش دفتری عبارتند از:

۱- محاسبه این نسبتها بسیار آسان است.
۲- میانگین موزون هزینه سرمایه، بر اساس نسبتهای ارزش دفتری، در طول زمان محتملاً کمتر نوسان دارد چونکه نسبتهای ارزش دفتری تحت تأثیر نوسانات قیمتهای بازار قرار نمی‌گیرند.
۳- وقتی ارزشهای بازار قابل تحصیل یا قابل اتکا نیستند(به لحاظ اینکه شرکت در بورس اوراق بهادار درج نشده یا اوراق بهادار شرکت به طور فعال معامله نمی‌شوند)، شاید نسبتهای ارزش دفتری تنها راهی باشد که ممکن است بتواند مبنای قابل استفاده‌ای را برای محاسبه میانگین موزون هزینه سرمایه فراهم آورد.

بنابراین با توجه به ویژگیهای فوق بهترین روش برای تعیین نسبتها برای سازمان بنادر و کشتیرانی استفاده از نسبتهای ارزش دفتری می‌باشد.

۱۰-۸- تعیین ساختار مطلوب سرمایه برای ساخت یک اسکله در بنادر جنوبی کشور(Case Study)

۱۰-۸-۱- جمع‌آوری اطلاعات اولیه

فرض کنید که سازمان بنادر و کشتیرانی در نظر دارد که به منظور توسعه بندر شهید رجایی یک اسکله را در این بندر برای سال ۱۳۹۰ احداث نماید. اطلاعات اولیه برای احداث این اسکله بر اساس کتاب «نقش بنادر ایران در جهان و منطقه» استخراج شده است و به صورت جدول زیر می‌باشد:

جدول۱۰-۱- اطلاعات اولیه

میزان سرمایه گذاری اولیه برای احداث یک اسکله در بنادر جنوب(دلار)	۶۰.۰۰۰.۰۰۰
درآمد هر تن بار(دلار)	۵
هزینه متغیر هر تن بار(دلار)	۱.۲
هزینه ثابت هر تن بار(دلار)	۰.۳۶
ظرفیت سالانه اسکله(TEU)	۲۵۰.۰۰۰
میزان کارایی اسکله	٪۷۵
استهلاک تجهیزات زیربنایی	٪۵

با توجه به اینکه درآمد و هزینه بر اساس تن بیان شده است و ظرفیت سالانه اسکله بر اساس TEU عنوان شده است، لذا برای مشخص کردن درآمد و هزینه سالانه لازم است که ظرفیت سالانه را بر اساس تن مطرح نماییم. بر اساس بررسی‌های انجام شده هر TEU به طور متوسط معادل ۸ تن در نظر گرفته شده است. که با این تقریب، ظرفیت سالانه، میزان کارایی اسکله، درآمد و هزینه سالانه در جدول زیر مطرح گردیده است.

جدول ۱۰-۲- اطلاعات اولیه

ظرفیت سالانه اسکله (تن)	۲.۰۰۰.۰۰۰
میزان کارایی اسکله(تن)	۱.۵۰۰.۰۰۰
درآمد سالانه (دلار)	۷.۵۰۰.۰۰۰
هزینه متغیر سالانه(دلار)	۱.۸۰۰.۰۰۰
هزینه ثابت سالانه(دلار)	۵۴۰.۰۰۰

از آنجا که بعضی از روشهای تأمین مالی مانند بودجه دولت، اوراق قرضه و ... لازم است که به صورت ریالی بیان شود. لذا در اینجا برای تبدیل میزان هزینه اولیه و همچنین درآمد و هزینه‌های سالانه بر اساس ریال، نرخ ارز را تقریباً معادل ۹۰۰۰ ریال در نظر گرفته و اطلاعات اولیه بر اساس ریال در جدول زیر ارائه شده است.

جدول۱۰-۳- اطلاعات اولیه

میزان سرمایه گذاری برای احداث یک اسکله در بنادر جنوب (میلیون ریال)	۵۴۰.۰۰۰
درآمد سالانه اسکله(میلیون ریال)	۶۷.۵۰۰
هزینه متغیر سالانه(میلیون ریال)	۱۶.۲۰۰
هزینه ثابت سالانه(میلیون ریال)	۴.۸۶۰

حال با توجه به اطلاعات اولیه فوق به بررسی روش‌های تأمین مالی برای احداث پروژه می‌پردازیم.

۱۰-۸-۲- بررسی روش‌های تأمین مالی برای احداث پروژه

تأمین مالی پروژه یکی از مهمترین وظایف مدیر مالی است و باید به گونه‌ای این وظیفه را انجام دهد که ثروت سهامداران را حداکثر نماید. از آنجا که سازمان بنادر و کشتیرانی یک سازمان دولتی است لذا مدیر مالی سازمان باید برای تأمین مالی پروژه به گونه‌ای اقدام نماید که درآمد دولت حداکثر شود.

تأمین مالی پروژه در این مطالعه در دو حالت بررسی شده است:

۱) تأمین مالی از طرق یک روش

۲) تأمین مالی از طریق ترکیبی از روشهای مختلف

حال در این قسمت به بررسی دو حالت فوق می‌پردازیم:

۱۰-۸-۲-۱- تأمین مالی از طریق یک روش

فرض کنید که مدیر مالی سازمان برای تأمین مالی پروژه با ۴ روش زیر مواجه شده است، که عبارتند از:

- *بودجه عمومی‌دولت*
- *اوراق مشارکت(با نرخ سود ۱۷٪ و مدت زمان ۱۰ ساله)*
- *روش $B.O.T$ (زمان بهره برداری برای سرمایه گذار به مدت ۱۰ سال می‌باشد)*
- *روش وام خارجی(با نرخ سود ۴٪ و مدت زمان ۱۰ ساله)*

حال سؤال این است که مدیر مالی سازمان در بین این ۴ روش فوق باید کدامیک را انتخاب نماید و اولویت‌بندی آنها چگونه است؟

برای انجام این بررسی لازم است که هزینه سرمایه را در هر یک از روشهای فوق بدست آورده و آنرا با IRR طرح مقایسه نماییم. در صورتی که IRR طرح بالاتر از هزینه سرمایه باشد در آن صورت اجرای پروژه می‌تواند انتظار سرمایه گذاران را تأمین نماید و به همین دلیل این روش تأمین مالی مورد قبول خواهد بود و در صورتی که IRR طرح کمتر از هزینه سرمایه باشد اجرای پروژه نمی‌تواند انتظارات سرمایه گذاران را تأمین نماید و لذا این روش تأمین مالی رد خواهد شد.

حال اگر در بین روشهای مختلف تأمین مالی، چند روش دارای IRR بالاتر از هزینه سرمایه باشند برای انتخاب روش مطلوب لازم است که NPV طرح را با توجه به هزینه سرمایه محاسبه نموده و روشی را که دارای NPV بالاتری است در اولویت اول قرار می‌گیرد.

با توجه به رویه فوق به بررسی حالتهای پیش روی سازمان بنادر و کشتیرانی می‌پردازیم.

۱۰-۸-۲-۱-۱- تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت

در روش بودجه دولت اطلاعات مربوط به هزینه اولیه، درآمدها و هزینه‌های سالانه در جدول شماره ۱۰-۴ ارائه گردیده است. با توجه به این ارقام می‌توان سود خالص طرح را بدست آورد. عمر مفید طرح با توجه به نرخ استهلاک ۵ درصد برابر با ۲۰ سال در نظر گرفته شده است و همچنین نرخ رشد درآمد و هزینه، در طول عمر طرح با توجه به متوسط نرخ تورم در ۵ سال اخیر برابر با ۱۴ درصد در نظر گرفته شده است.

پس از محاسبه سود خالص لازم است که IRR طرح را بدست آوریم. که در این روش تأمین مالی IRR طرح در حود ۱۹٪ محاسبه شده است. در قدم بعدی باید هزینه سرمایه را بدست آوریم.

هزینه سرمایه در روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت به دو دلیل زیر برابر IRR طرح می‌باشد.

دلیل اول:

$$-C_0+\frac{cf}{(1+i)^n}=0 \implies C_0=\frac{cf}{(1+i)^n} \implies C_0=\frac{cf}{i} \implies i=\frac{cf}{C_0} \implies K_e=IRR$$

دلیل دوم: نرخ بازده مورد انظار سرمایه گذار و هزینه سرمایه برای سرمایه پذیر هر دو در واقع روی یک سکه هستند و با یکدیگر برابر می‌باشند

از آنجا که IRR طرح و هزینه سرمایه با یکدیگر برابر می‌باشند در نتیجه، این روش تأمین مالی مورد قبول خواهد بود و چون هزینه سرمایه معادل IRR طرح می‌باشد پس NPV طرح با توجه به نرخ ۱۹٪(معادل هزینه سرمایه) برابر صفر می‌باشد.

جدول ۱۰-۴- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت

واحد:میلیون ریال

هزینه اولیه	درآمد	هزینه	سودخالص
540,000	0	0	-540,000
0	67,500	21,060	46,440
0	76,950	24,008	52,942
0	87,723	27,370	60,353
0	100,004	31,201	68,803
0	114,005	35,570	78,435
0	129,965	40,549	89,416
0	148,161	46,226	101,935
0	168,903	52,698	116,205
0	192,550	60,075	132,474
0	219,507	68,486	151,020
0	250,237	78,074	172,163
0	285,271	89,004	196,266
0	325,209	101,465	223,743
0	370,738	115,670	255,068
0	422,641	131,864	290,777
0	481,811	150,325	331,486
0	549,264	171,370	377,894
0	626,161	195,362	430,799
0	713,824	222,713	491,111
0	813,759	253,893	559,866
هزینه سرمایه و IRR طرح		19%	
NPV طرح		0	

۱۰-۸-۲-۱-۲- تأمین مالی از طریق اوراق قرضه(مشارکت)

برای احداث اسکله در حدود ۵۴۰،۰۰۰ میلیون ریال به صورت خالص مورد نیاز می‌باشد. باید توجه داشت که سازمان برای چاپ و انتشار اوراق لازم است هزینه اولیه‌ای را متحمل شود. که این هزینه اولیه برای هر برگ در حدود ۱۸،۰۰۰ ریال می‌باشد. از آنجا که ارزش اسمی‌هر برگ از اوراق مشارکت برابر یک میلیون ریال می‌باشد، سازمان بنادر و کشتیرانی برای بدست آوردن مبلغ فوق به صورت خالص و با در نظر گرفتن هزینه اولیه، باید تعداد ۵۵۰،۰۰۰ اوراق مشارکت منتشر نماید؛ که کل هزینه اولیه این تعداد در حدود ۱۰،۰۰۰ میلیون ریال خواهد بود. بنابراین سازمان بنادر و کشتیرانی در حدود ۵۵۰،۰۰۰ میلیون ریال به صورت ناخالص به دست خواهد آورد که با کسر کل هزینه اولیه، به ۵۴۰،۰۰۰ میلیون ریال به صورت خالص خواهد رسید.

اوراق منتشره به صورت ۱۰ ساله و با نرخ سود ۱۷٪ می‌باشند. که با این نرخ میزان کل سود سالیانه پرداختی توسط سازمان در حدود ۹۳،۵۰۰ میلیون ریال خواهد شد. کلیه اطلاعات فوق به صورت کامل در جدول شماره ۱۰-۵ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۵- اطلاعات فرضی انتشار اوراق مشارکت توسط سازمان بنادر و کشتیرانی

واحد:میلیون ریال

میزان خالص پول دریافتی	540,000
میزان ناخالص پول دریافتی	550,000
میزان هزینه اولیه	10,000
ارزش اسمی‌هر برگ سهم	1
تعداد اوراق منتشر شده	550,000
هزینه جانبی فروش هر برگ	0.018
میزان سود سالانه	93,500

در ابتدا سود قبل از کسر بهره را محاسبه نموده و سپس سود اوراق مشارکت را به میزان ۱۰ سال از آن کسر کرده به انضمام اینکه در پایان سال دهم نیز باید اصل پول دریافتی به مبلغ ۵۵۰،۰۰۰ ریال از آن کسر گردد تا سود خالص بدست آید. کلیه آمار و اطلاعات مربوط به این محاسبات در جدول ۱۰-۶ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۶- روش تأمین مالی از طریق اوراق مشارکت

واحد:میلیون ریال

سود قبل از کسر بهره	سود خالص پس از کسر بهره
-540,000	-540,000
46,440	-47,060
52,942	-40,558
60,353	-33,147
68,803	-24,697
78,435	-15,065
89,416	-4,084
101,935	8,435
116,205	22,705
132,474	38,974
151,020	-492,480
172,163	172,163
196,266	196,266
223,743	223,743
255,068	255,068
290,777	290,777
331,486	331,486
377,894	377,894
430,799	430,799
491,111	491,111
559,866	559,866
IRR طرح	9%
NPV طرح	-402,771

بعد از محاسبه سود خالص پس از کسر بهره:

- در قدم اول IRR طرح را محاسبه می‌نماییم. که در این روش تأمین مالی IRR طرح در حدود ۹٪ محاسبه شده است.

- در قدم دوم هزینه سرمایه را محاسبه می‌کنیم، که با توجه به محاسبات انجام شده در حدود ۱۷.۴٪ می‌باشد، و نحوه محاسبه آن به صورت کامل در جدول شماره ۱۰-۷ نشان داده شده است.

جدول۱۰-۷- محاسبه هزینه سرمایه در روش تأمین مالی انتشار اوراق مشارکت

واحد: ریال

هزینه جانبی فروش هر برگ اوراق قرضه(ریال)	-18,000
ارزش فعلی خالص بر مبنای ۱۷ درصد(ریال)	28,700
جمع قدر مطلق مقادیرارزش فعلی خالص	46,700
نسبت هزینه جانبی به جمع قدر مطلق مقادیر ارزش فعلی خالص	39%
هزینه خاص برای هر برگ اوراق قرضه	17.4%

حال با مقایسه IRR طرح و هزینه سرمایه می‌توان چنین نتیجه گرفت که روش تأمین مالی از طریق انتشار اوراق مشارکت رد خواهد شد . زیرا که اجرای پروژه با این روش تأمین مالی نمی‌تواند انتظارات سرمایه گذاران را تأمین نماید و اجرای آن متضمن ضرر خواهد شد که NPV منفی نیز گواهی بر این ادعاست.

باید توجه داشت که در محاسبه سود خالص مالیات کسر نمی‌گردد و علت آن چنین است که سازمان بنادر و کشتیرانی یک سازمان دولتی است و بنا به نظر کارشناسان آن سازمان، مالیاتی را پرداخت نمی‌کند. به همین دلیل در کلیه حالت‌های مختلف تأمین مالی برای محاسبه سود خالص تنها بهره کسر می‌گردد.

۱۰-۸-۲-۱-۳- تأمین مالی از طریق B.O.T

در این روش سرمایه گذار حاضر است پروژه را تأمین مالی نماید ولی به مدت ۱۰ سال از آن بهره برداری کند و پس از آن، اسکله را به سازمان بنادر و کشتیرانی واگذار نماید. حال برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا این روش تأمین مالی مورد قبول می‌باشد یا خیر؟ لازم است که IRR طرح و هزینه سرمایه را محاسبه نماییم.

برای بدست آوردن هزینه سرمایه در این روش لازم است که سود خالص طرح برای سرمایه گذار را محاسبه نماییم و نرخ بازده مورد انتظار سرمایه گذار را بدست آوریم. که این نرخ برابر هزینه سرمایه در این روش خواهد بود و بر اساس محاسبات انجام شده برابر با ۹٪ می‌باشد.

همچنین برای محاسبه IRR طرح، باید سود خالص را برای سازمان بنادر و کشتیرانی محاسبه نموده و IRR طرح را بدست آورد. که این نرخ در حدود ۱۲٪ بدست آمده است.

از آنجایی که IRR طرح بالاتر از هزینه سرمایه می‌باشد، لذا این روش تأمین مالی مورد قبول خواهد بود.

برای اینکه در انتها بتوانیم روشهای مختلف تأمین مالی را اولویت‌بندی نماییم لازم است که NPV طرح را با نرخ ۹٪(هزینه سرمایه) بدست آوریم. که بر اساس محاسبات انجام شده در جدول شماره ۱۰-۸ ، مبلغ آن مثبت بوده و برابر با ۲۵۹،۸۰۶ میلیون ریال می‌باشد.

جدول ۱۰-۸- روش تأمین مالی از طریق BOT

واحد: میلیون ریال

سود خالص طرح برای سازمان بنادر	سود خالص طرح برای سرمایه گذار	
-540,000	-540,000	
0	46,440	
0	52,942	
0	60,353	
0	68,803	
0	78,435	
0	89,416	
0	101,935	
0	116,205	
0	132,474	
0	151,020	
172,163	9%	هزینه سرمایه
196,266		
223,743		
255,068		
290,777		
331,486		
377,894		
430,799		
491,111		
559,866		
12%	**IRR طرح**	
259,806	**NPV طرح**	

۱۰-۸-۲-۱-۴- تأمین مالی از طریق وام خارجی

فرض کنید که سازمان بنادر و کشتیرانی بتواند از طریق وام خارجی با نرخ سود ۴ درصد و مدت زمان ۱۰ ساله پروژه مورد نظر را تأمین مالی نماید. برای اظهار نظر در مورد قبول و یا رد این روش همانند حالات قبل به بررسی هزینه سرمایه و IRR طرح می‌پردازیم.

برای این منظور سود خالص پس از کسر بهره را محاسبه می‌نماییم و بعد از آن:

ابتدا IRR طرح را محاسبه می‌کنیم که بر اساس محاسبات انجام شده برابر ۱۲٪ بدست آمده است.

پس از آن برای تعیین هزینه سرمایه اقدام می‌کنیم. هزینه سرمایه وام‌های بلند مدت همچنانکه قبلاً نیز گفته شده است به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بهره} \times (1-t)$$

از آنجا که سازمان بنادر و کشتیرانی یک سازمان دولتی است و با توجه به بررسی‌های انجام شده مالیاتی را پرداخت نمی‌کند. لذا هزینه سرمایه دقیقاً برابر نرخ بهره (۴٪) می‌باشد.

با توجه به اینکه IRR طرح بالاتر از هزینه سرمایه می‌باشد، بنابراین تأمین مالی از طریق فوق مورد قبول خواهد بود.

همچنین برای اینکه بتوانیم در پایان بین روشهای مختلف تأمین مالی اولویت‌بندی نماییم دراینجا لازم است که NPV طرح را با توجه به نرخ ۴٪(هزینه سرمایه) محاسبه کنیم. که بر اساس محاسبه انجام شده NPV طرح مثبت بوده و برابر با ۱۲۴۵۴۷۶ میلیون ریال می‌باشد.

اطلاعات کامل بررسی‌های فوق در جدول ۱۰-۹ ارائه گردیده است.

جدول ۱۰-۹- روش تأمین مالی از طریق وام خارجی

واحد: میلیون ریال

سود قبل از کسر بهره	سود خالص پس از کسر بهره
-540,000	-540,000
46,440	-29,160
52,942	-22,658
60,353	-15,247
68,803	-6,797
78,435	2,835
89,416	13,816
101,935	26,335
116,205	40,605
132,474	56,874
151,020	75,420
172,163	172,163
196,266	196,266
223,743	223,743
255,068	255,068
290,777	290,777
331,486	331,486
377,894	377,894
430,799	430,799
491,111	491,111
559,866	559,866
IRR طرح	12%
هزینه سرمایه	4%
NPV طرح	1,245,476

برای تصمیم‌گیری در مورد روشهای تأمین مالی فوق، روشی مورد قبول خواهد بود که IRR طرح بالاتر از هزینه سرمایه باشد و در مورد اولویت‌بندی آنها، روشی که NPV مثبت و بالاتر را داشته باشد در اولویت اول قرار خواهد گرفت.

جدول ۱۰-۱۰- الویت‌بندی روشهای تأمین مالی

روش تأمین مالی	IRR طرح	هزینه سرمایه	NPV طرح (میلیون ریال)
بودجه عمومی‌دولت	٪۱۹	٪۱۹	۰
اوراق مشارکت	٪۹	٪۱۷.۴	-۴۰۲،۷۷۱
روش B.O.T	٪۱۲	٪۹	۲۵۹،۸۰۶
وام خارجی	٪۱۲	٪۴	۱.۲۴۵.۴۷۶

که در این حالت روشهای وام خارجی، B.O.T و بودجه عمومی‌دولت بدلیل اینکه IRR طرح بالاتر و یا حداقل برابر هزینه سرمایه می‌باشد، مورد قبول هستند اما بر اساس NPV بالاتر، اولویت‌بندی آنها بدین صورت خواهد بود:

۱- وام خارجی ۲- روش B.O.T و ۳- بودجه عمومی‌دولت.

۱۰-۸-۲-۲- تأمین مالی از طریق ترکیبی از روشهای مختلف

در این قسمت برای تأمین مالی پروژه ۳ روش زیر در نظر گرفته شده است:

۴- بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی(٪۶۰ بودجه دولت و ٪۴۰ وام خارجی)

۵- بودجه عمومی‌دولت و اوراق مشارکت(٪۶۰ بودجه دولت و ٪۴۰ اوراق مشارکت)

۶- بودجه عمومی‌دولت، اوراق مشارکت و وام خارجی(٪۶۰ بودجه دولت، ٪۲۰ اوراق مشارکت و ٪۲۰ وام خارجی)

لازم بذکر است که تعیین نسبت‌های فوق بر اساس ارزشهای دفتری بنا شده‌اند. که دلایل آن قبلاً در قسمت تعیین نسبتها بیان شده است.

حال با توجه به روشهای فوق به بررسی رد یا قبول و همچنین اولویت‌بندی آنها می‌پردازیم. البته باید توجه داشت که در اینجا دیگر هزینه سرمایه نیست که با IRR طرح مقایسه می‌شود بلکه هزینه متوسط سرمایه[۹۷](WACC) می‌باشد که با آن مقایسه می‌شود، زیرا ترکیبی از

[97]Weighted Average Cost of Capital

روشهای مختلف تأمین مالی است. هزینه متوسط سرمایه همچنانکه قبلاً نیز گفته شده است به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$WACC = \sum P_i K_i$$

که در آن:

$WACC$:متوسط هزینه سرمایه

P_i:نسبت i امین منبع تأمین مالی

K_i:هزینه سرمایه iامین منبع تأمین مالی

۱۰-۸-۲-۲- ۱- تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی

در این حالت ابتدا سود قبل از کسر بهره که از تفاضل درآمد و هزینه بدست می‌آید، را محاسبه می‌کنیم. پس از آن برای ۴۰٪ مبلغ اولیه(۵۴۰،۰۰۰ میلیون ریال) میزان اصل و فرع سالانه را با توجه نرخ بهره ۴٪ و مدت زمان ۱۰ سال بدست آورده و از آن کسر می‌کنیم تا سود خالص پس از کسر بهره بدست آید. پس از انجام این محاسبات لازم است IRR طرح، هزینه متوسط سرمایه(WACC) و NPV طرح را بدست آوریم.

- IRR طرح در این روش تأمین مالی برابر با ۱۶٪ محاسبه شده است.
- هزینه متوسط سرمایه با توجه به محاسبه زیر برابر با ۱۳٪ بدست آمده است.

WACC=(60% *19%)+(40%*4%)=13%

از آنجا که IRR طرح بالاتر از هزینه متوسط سرمایه است لذا روش تأمین مالی فوق مورد قبول خواهد بود و برای اولویت‌بندی نهایی آنها NPV طرح را با توجه به نرخ هزینه متوسط سرمایه محاسبه کرده ایم، که مبلغ آن مثبت بوده و برابر با ۱۶۸،۸۲۳ میلیون ریال می‌باشد. که نشان دهنده سودآوری پروژه با روش تأمین مالی فوق می‌باشد.

کلیه محاسبات فوق به صورت کامل در جدول ۱۰-۱۱ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۱۱- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت و وام خارجی

واحد: میلیون ریال

سود قبل از کسر بهره	سود خالص پس از کسر بهره
-540,000	-540,000
46,440	16,200
52,942	22,702
60,353	30,113
68,803	38,563
78,435	48,195
89,416	59,176
101,935	71,695
116,205	85,965
132,474	102,234
151,020	120,780
172,163	172,163
196,266	196,266
223,743	223,743
255,068	255,068
290,777	290,777
331,486	331,486
377,894	377,894
430,799	430,799
491,111	491,111
559,866	559,866
IRR طرح	16%
هزینه متوسط سرمایه	13%
NPV طرح	168,823

۱۰-۸-۲-۲-۲-تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت و اوراق مشارکت

در این روش نیز ابتدا سود قبل از کسر بهره را محاسبه می‌نماییم و پس از آن با توجه به اینکه ۶۰٪ مبلغ سرمایه گذاری اولیه از طریق بودجه دولت تأمین می‌شود لذا بهره‌ای پرداخت نمی‌گردد ولی برای ۴۰٪ بقیه که از طریق انتشار اوراق مشارکت تأمین می‌گردد، سازمان بنادر و کشتیرانی موظف است که نرخ بهره ۱۷٪ را به صورت سالانه پرداخت نماید و همچنین در پایان سال دهم نیز اصل پول (۴۰٪ مبلغ اولیه) را به سرمایه گذاران مسترد نماید. پس از کسر مبالغ فوق از سود ناخالص، سود خالص پس از کسر بهره بدست می‌آید.

حال در اینجا نیز همانند کلیه حالات فوق، برای اظهار نظر در مورد قبول و یا رد روش تأمین مالی لازم است که IRR طرح و هزینه متوسط سرمایه را بدست آورده و با یکدیگر مقایسه نماییم و در پایان نیز برای اولویت‌بندی باید NPV طرح را بدست آوریم.

- بر اساس محاسبات انجام شده IRR طرح برابر ۱۴٪ بدست آمده است.
- هزینه متوسط سرمایه نیز بر اساس روش زیر برابر ۱۸٪ محاسبه شده است.

$$WACC=(60\%\times19\%)+(40\%\times17.4\%)=18\%$$

از آنجا که IRR طرح کمتر از هزینه متوسط سرمایه است بنابراین اجرای پروژه با این روش تأمین مالی نمی‌تواند انتظارات سرمایه گذاران را تأمین نماید و در نتیجه این روش تأمین مالی از نظر اقتصادی رد خواهد شد و NPV منفی محاسبه شده بر اساس نرخ هزینه متوسط سرمایه نیز گواه این مطلب است.

کلیه اطلاعات مربوط به این محاسبات در جداول ۱۰-۱۲ و ۱۰-۱۳ ارائه گردیده است.

جدول ۱۰-۱۲- اطلاعات فرضی انتشار اوراق مشارکت توسط سازمان بنادر و کشتیرانی

واحد:میلیون ریال

میزان خالص پول دریافتی	216,000
میزان ناخالص پول دریافتی	220,000
میزان هزینه اولیه	4,000
ارزش اسمی هر برگ سهم	1
تعداد اوراق منتشر شده	220,000
هزینه جانبی فروش هر برگ	0.018
میزان سود سالانه	37,400

جدول ۱۰-۱۳- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت و اوراق مشارکت

واحد:میلیون ریال

سود قبل از کسر بهره	سود خالص پس از کسر بهره
-540,000	-540,000
46,440	9,040
52,942	15,542
60,353	22,953
68,803	31,403
78,435	41,035
89,416	52,016
101,935	64,535
116,205	78,805
132,474	95,074
151,020	-106,380
172,163	172,163
196,266	196,266
223,743	223,743
255,068	255,068
290,777	290,777
331,486	331,486
377,894	377,894
430,799	430,799
491,111	491,111
559,866	559,866
IRR طرح	14%
هزینه متوسط سرمایه	18%
NPV طرح	-145,427

۱۰-۸-۲-۲-۳-تأمین مالی از طریق بودجه عمومی‌دولت، اوراق مشارکت و وام خارجی

در این روش نیز همانند حالات قبل، پس از محاسبه سود قبل از کسر بهره لازم است که بهره را از آن کسر کرده تا سود خالص پس از کسر بهره بدست آید. باید توجه داشت که در این حالت، ۶۰٪ مبلغ اولیه سرمایه گذاری، مربوط به بودجه عمومی‌دولت است و بهره‌ای به آن تعلق نمی‌گیرد. ۲۰٪ آن مربوط به اوراق مشارکت با نرخ بهره ۱۷٪ و مدت زمان ۱۰ ساله است و ۲۰٪ مابقی از طریق وام خارجی با نرخ بهره ۴٪ و مدت زمان ۱۰ ساله می‌باشد. با توجه به این ویژگیها برای محاسبه نرخ بهره لازم است که میزان سود سالانه این دو حالت (اوراق مشارکت و وام خارجی) و اقساط سالانه و ام خارجی رامحاسبه کرده و در طی ۱۰ سال از سود قبل از کسر بهره، کسر نماییم. بعلاوه باید در پایان سال دهم اصل پول دریافتی از خریداران اوراق مشارکت نیز عودت داده شود. که با کسر کلیه موارد فوق سود خالص پس از کسر بهره بدست می‌آید. محاسبات انجام شده فوق در جداول ۱۰-۱۴، ۱۰-۱۵ و ۱۰-۱۶ ارائه گردیده است.

جدول۱۰-۱۴- اطلاعات فرضی انتشار اوراق مشارکت توسط سازمان بنادر و کشتیرانی

واحد:میلیون ریال

میزان خالص پول دریافتی	108,000
میزان ناخالص پول دریافتی	110,000
میزان هزینه اولیه	2,000
ارزش اسمی‌هر برگ سهم	1
تعداد اوراق منتشر شده	110,000
هزینه جانبی فروش هر برگ	0.018
میزان سود سالانه	18,700

جدول۱۰-۱۵- اطلاعات فرضی دریافت وام خارجی توسط سازمان بنادر و کشتیرانی

واحد:میلیون ریال

کل مبلغ وام	108,000
نرخ بهره	4%
میزان اصل و فرع وام(مدت زمان دریافت وام ۱۰ ساله است)	15,120
کل بهره وام و اوراق مشارکت	33,820

جدول ۱۰-۱۶- روش تأمین مالی از طریق بودجه دولت، وام خارجی و اوراق مشارکت

واحد:میلیون ریال

سود قبل از کسر بهره	سود خالص پس از کسر بهره
-540,000	-540,000
46,440	12,620
52,942	19,122
60,353	26,533
68,803	34,983
78,435	44,615
89,416	55,596
101,935	68,115
116,205	82,385
132,474	98,654
151,020	7,200
172,163	172,163
196,266	196,266
223,743	223,743
255,068	255,068
290,777	290,777
331,486	331,486
377,894	377,894
430,799	430,799
491,111	491,111
559,866	559,866
IRR طرح	15%
هزینه متوسط سرمایه	16%
NPV طرح	-39,851

حال که سود خالص پس از کسر بهره بدست آمد لازم است که IRR طرح و هزینه متوسط سرمایه و NPV را محاسبه نماییم.

- بر اساس محاسبات انجام شده IRR طرح برابر ۱۵٪ بدست آمده است.

- هزینه متوسط سرمایه نیز برابر ۱۶٪ محاسبه گردیده است.

$$WACC=(60\%\times19\%)+(20\%\times4\%)+(20\%\times17.4\%)=16\%$$

از آنجا که IRR طرح کمتر از هزینه متوسط سرمایه است پس روش تأمین مالی فوق رد خواهد شد. زیرا که اجرای پروژه زیان ده بوده و نمی‌تواند انتظارات سرمایه گذاران را تأمین نماید که NPV منفی این مطلب را به وضوح نشان می‌دهد.

برای تصمیم‌گیری در مورد روشهای تأمین مالی فوق، روشی مورد قبول خواهد بود که IRR طرح بالاتر از هزینه متوسط سرمایه باشد و در مورد اولویت‌بندی آنها، روشی که NPV مثبت و بالاتر را داشته باشد در اولویت اول قرار خواهد گرفت.

جدول ۱۰-۱۷- الویت‌بندی روشهای تأمین مالی

روش تأمین مالی	IRR طرح	هزینه متوسط سرمایه	NPV طرح (میلیون ریال)
بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی	٪۱۶	٪۱۳	۱۶۸،۸۲۳
بودجه عمومی‌دولت و اوراق مشارکت	٪۱۴	٪۱۸	-۱۴۵،۴۲۷
بودجه عمومی‌دولت، اوراق مشارکت و وام خارجی	٪۱۵	٪۱۶	-۳۹،۸۵۱

که در این حالت ، تنها روش ترکیبی بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی بدلیل اینکه IRR طرح بالاتر از هزینه متوسط سرمایه می‌باشد، مورد قبول است و دو حالت دیگر رد خواهد شد.

۱۰-۸-۳- نتیجه‌گیری کلی

در این قسمت، به اولویت‌بندی کلیه روشهای مورد قبول در دو حالت بحث شده می‌پردازیم.

جدول ۱۰-۱۸- اولویت‌بندی کلیه روشهای مورد قبول در دو حالت

روش تأمین مالی	IRR طرح	هزینه سرمایه	NPV طرح (میلیون ریال)
بودجه عمومی‌دولت	٪۱۹	٪۱۹	۰
روش B.O.T	٪۱۲	٪۹	۲۵۹،۸۰۶
وام خارجی	٪۱۲	٪۴	۱،۲۴۵،۴۷۶
بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی	٪۱۶	٪۱۳	۱۶۸،۸۲۳

که با توجه به مطالب گفته شده قبل و همچنین اطلاعات این جدول، اولویت‌بندی آنها به صورت زیر خواهد بود:

۱- وام خارجی
۲- روش B.O.T
۳- بودجه عمومی‌دولت و وام خارجی
۴- بودجه عمومی‌دولت

گروه همکاران در این مطالعات

مهدی جانباز : مدیر پروژه مطالعات و ناظر فنی کارفرما

گروه مشاوران مدیریت و سرمایه گذاری آداب دانان(سهامی خاص):

داور ساحلی: مدیر پروژه مشاور
سارا صلاحی: کارشناس اجرایی و ناظر مطالعات مشاور
هستی طاهری: کارشناس تجزیه و تحلیل روشهای کمی
محمد بزازی: کارشناس فنی پروژه
مهام الدین طباطبایی: کارشناس مطالعات استراتژیک
کیومرث سبزی: کارشناس ارشد اقتصادی
هاتف مقصودلو: کارشناس تضمین کیفیت و EFQM
نیما صفایی: کارشناس ارشد مدلسازی و الگوریتم های فراابتکاری
بابک جوادی: کارشناس مدلسازی
عاطفه اسمعیل پور: گرافیک، تایپ و صفحه بندی

ADAB
International Management & Investment Consultant Group

آداب مشاور