



سال اول، شماره دو، پاییز ۱۳۹۷

طبقه‌بندی و رتبه‌بندی پروژه‌ها با استفاده از روش فازی به همراه یک نمونه کاربردی  
میلاذ رجبی سنگ‌تراشانی، حامد اسمعیلی مرزونی، منوچهر جعفری کلیچی

ارائه مدل تصادفی به منظور بهینه‌سازی سطوح موجودی تک لایه‌ای دو گره زنجیره  
تامین (فروشگاه، مراکز توزیع) برای اقلام فاسد شدنی و فاسد نشدنی با استفاده  
از الگوریتم ژنتیک  
پریا محرابی

استفاده بهینه از منابع بر اساس برنامه‌ریزی خطی برای تولید اسباب بازی‌های  
الکترونیکی  
حسین اقبالی، علیرضا جمشیدی، محمد جواد دارابی

تحلیل عملکرد شعبه‌ای از بانک تجارت در تهران با استفاده از مدل‌سازی و  
شبیه‌سازی سیستم صف  
جعفر باقری نژاد، سمیرا عزیزی، مریم نائیجی

ارایه رویکردی مبتنی بر تکنیک‌های داده کاوی جهت بهبود عملکرد شبکه‌های عصبی  
مصنوعی  
محسن صادق عمل نیک، ناصر حبیبی فر



فصلنامه علمی تخصصی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی صنایع  
سال اول، شماره دو، پاییز ۱۳۹۷

صاحب امتیاز: گلناز السادات صباغیان

مدیر مسئول: منیژه ملائی

زیر نظر شواری سردبیری

اعضای شواری علمی نشریه:

دکتر سیامک حاجی یخچالی، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

دکتر محمد مهدی نصیری خونساری، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

دکتر فرزاد فیروزی جهان‌تغیغ، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان

دکتر علی سلماش نیا، عضو هیئت علمی دانشگاه قم

دکتر رضا سمیع زاده، عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء

دکتر حسین کریمی، عضو هیئت علمی دانشگاه بجنورد

دکتر علی چراغعلی خانی، عضو هیئت علمی دانشگاه تفرش

دکتر مجتبی مرادی، عضو هیئت علمی دانشگاه گیلان

دکتر ارد احمدی، عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

دکتر محبعلی رهدار، عضو هیئت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان



۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴ ۸۷  
۰۲۶ ۳۴ ۴۳ ۶۹ ۵۹  
۰۲۱ ۴۳ ۸۵ ۷۱ ۲۴

نشانی: کرج، بلوار امام خمینی (باغستان)، بین  
خیابان پنجم و ششم، روبروی مجموعه ورزشی  
انقلاب، پلاک ۷۳۵، ساختمان پرند، واحد ۱



## فراخوان پذیرش مقاله

حیات اقتصادی سازمان‌ها، مؤسسات تولیدی و خدمات در بازار رقابتی شدید جهانی به استفاده بهینه از منابع در دسترس وابسته است. مهندسی صنایع ابزار لازم برای حصول اهداف سازمانی را به طور فراگیر و سامان‌مند فراهم می‌آورد و این نشانگر نقش و اهمیت بالای مهندسی صنایع به عنوان موتور محرک حرکت سازمان‌های امروزی است. دانایی یکی از محورها و شاخص‌های اصلی پیشرفت و تعالی هر جامعه به شمار می‌رود. سنجش سطح دانایی به میزان تولید و مصرف اطلاعات و گسترش دانایی به دسترسی سریع و آسان به منابع علمی موثق وابسته است. بنابراین، منبع اصلی تولید اطلاعات و دانش جدید در واقع حاصل فعالیت‌های پژوهشی است که انجام می‌گیرد. تغییر و تحول به طور پیوسته و مستمر در روش زندگی انسان‌ها، سازمان‌ها، جوامع و اجتماعات بشری امر بدیهی بوده و مختص نقطه خاصی از جهان نیست. توسعه پرشتاب و گسترده علوم به ویژه در حوزه فنی و مهندسی، انجام اقدامات علمی برای معرفی دستاوردهای علمی را بیش از پیش ضروری کرده است.

موسسه مدیریت دانش شباک با همکاری اساتید برجسته دانشگاهی باهدف معرفی پژوهش‌های مهندسی صنایع و ایجاد فرصتی برای تبادل مطالعات و تجارب در این حوزه، نشریه پژوهش‌های کاربردی در مهندسی صنایع را منتشر می‌کند. تحریریه به منظور انتشار گسترده پژوهش‌های روزآمد از اساتید، صاحب‌نظران، مهندسان، دانشجویان، کارشناسان، پژوهشگران و علاقه‌مندان محترم مهندسی صنایع، دعوت می‌کند تا با ارائه مقالات علمی ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی [www.ARIEN.ir](http://www.ARIEN.ir) ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند. برای ارسال مقاله به نشریه کافی است تا در وبسایت نشریه ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید. پس از بررسی اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه جهت انتشار مقاله با نویسنده مسئول تماس گرفته می‌شود.

### موضوعات نشریه پژوهش‌های کاربردی در مهندسی صنایع:

- بهینه‌سازی سیستم‌ها
- مدیریت نوآوری و فناوری
- سیستم‌های سلامت
- سیستم‌های کلان
- آینده‌پژوهی
- سیستم‌های مالی
- لجستیک و زنجیره تأمین
- مدیریت پروژه
- مدیریت مهندسی
- مطالعات میان‌رشته‌ای در مهندسی صنایع

## فهرست مقالات

| صفحه | عنوان مقاله                                                                                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | طبقه‌بندی و رتبه‌بندی پروژه‌ها با استفاده از روش فازی به همراه یک نمونه کاربردی<br>میلاد رجبی سنگتراشانی، حامد اسمعیلی مرزونی، منوچهر جعفری کلیجی                                   |
| ۱۳   | ارائه مدل تصادفی به‌منظور بهینه‌سازی سطوح موجودی تک لایه‌ای دو گره زنجیره تأمین (فروشگاه، مراکز توزیع) برای اقلام فاسدشدنی و فاسد نشدنی با استفاده از الگوریتم ژنتیک<br>پریا محرابی |
| ۲۱   | استفاده بهینه از منابع بر اساس برنامه‌ریزی خطی برای تولید اسباب‌بازی‌های الکترونیکی<br>حسین اقبالی، علیرضا جمشیدی، محمدجواد دارابی                                                  |
| ۲۷   | تحلیل عملکرد شعبه‌ای از بانک تجارت در تهران با استفاده از مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم صف<br>جعفر باقری نژاد، سمیرا عزیزی، مریم نائیجی                                                |
| ۳۵   | ارائه رویکردی مبتنی بر تکنیک‌های داده‌کاوی جهت بهبود عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی<br>محسن صادق عمل نیک، ناصر حبیبی فر                                                                |



## طبقه‌بندی و رتبه‌بندی پروژه‌ها با استفاده از روش فازی به همراه یک نمونه کاربردی

میلاد رجبی سنگتراشانی<sup>۱\*</sup>، حامد اسمعیلی مرزونی<sup>۲</sup>، منوچهر جعفری کلیجی<sup>۳</sup>

۱ و \* - نویسنده مسئول: کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

۲ - کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

۳ - کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

(milad.rajabi86@gmail.com)

### چکیده

در بسیاری از موارد موضوع رتبه بندی و اولویت بندی پروژه‌ها در سازمان‌های پروژه محور، از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. رتبه بندی و انتخاب پروژه، در واقع به معنی اولویت بندی تعدادی پروژه و تخصیص منابع سازمان فقط در بین آن پروژه ها می باشد تا بواسطه این انتخاب و تخصیص، سود سازمان حداکثر گردد. در انتخاب بهترین ترکیب پروژه برای سازمان نیز عوامل مختلفی دخیل هستند. با توجه به اینکه میزان اهمیت معیارها و میزان تامین معیارها توسط پروژه ها معمولاً مبهم و نامعلوم است، در این مقاله از طریق واژه‌های زبانی و تئوری مجموعه فازی، معیارها وزن دهی شده و در نهایت با استفاده از تصمیم گیری چندمعیاره فازی، پروژه‌ها اولویت بندی و رتبه بندی می‌گردند. روش پیشنهادی ذکر شده در این مقاله، در شرکتی که به عنوان یک شرکت پروژه محور مطرح می باشد، به صورت مطالعه موردی مرور شده و با استفاده از نظرات خبرگان این شرکت و روش دلفی فازی، امتیاز پروژه‌ها و وزن معیارها جمع آوری گردید. سپس با استفاده از روش فازی اشاره شده، رتبه بندی و اولویت بندی پروژه های این شرکت، انجام گرفت.

**کلمات کلیدی:** رتبه بندی پروژه ها، تصمیم گیری چند معیاره فازی، دلفی فازی

### ۱- مقدمه

امروزه سطح بندی و دسته بندی پروژه ها براساس گستره دانش مدیریت پروژه بر اساس استاندارد PMBOK از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. مدیران ارشد در سراسر دنیا بطور پیوسته با مسائلی از این قبیل مواجه اند که چگونه مناسبترین پروژه ها را از بین پروژه های مختلف در دست بررسی، انتخاب کنند و پروژه های تحت بررسی خود را چگونه انتخاب کنند تا مانع از سوء مصرف منابع گردند (Pallai et al, 2002:165-177). باید در نظر داشت که پروژه های تحت بررسی همگی از اولویت یکسان برخوردار نیستند. سؤال مهمی که پیش می آید این است که عوامل اصلی در رتبه بندی چه می باشند و چه معیارهایی اساسی به حساب می آیند. جهت مشخص شدن اولویت و وزن پروژه ها می توان از مقایسه پروژه ها با چند معیار بهره برد و پروژه ها را با استفاده از این معیارها وزن دهی کرد. بنابراین می توان گفت انتخاب پروژه از نوع مسائل تصمیم گیری چند معیاره است (Wey and Wu, 2007:985-1000).

تاکنون برای رتبه بندی و اولویت بندی پروژه ها از مدل های مختلفی استفاده شده است. از جمله روش های بکار گرفته شده می توان به روش کارت امتیازی متوازن (B.S.C) و خانواده مدل های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) اشاره نمود که شامل تکنیک های گوناگونی مانند TOPSIS و AHP و غیره می باشند که به دلیل کاربردی بودن، بسیار مورد استفاده بوده و امروزه استفاده از آن ها در تمام زمینه ها و رشته های علمی، تسریع پیدا کرده است. نکته مشهود در این بین، این است که قضاوت تصمیم

گیرندگان درباره میزان اهمیت معیارها و میزان تامین معیارها توسط پروژه‌ها مشتمل بر دانش مبهم و نامعلوم آنها است که از طریق واژه‌های زبانی بیان می‌گردد. بنابراین در این بخش، تئوری مجموعه فازی انعطاف پذیری مورد نیاز برای نمایش عدم اطمینان را فراهم نموده و می‌تواند موضوع عدم اطمینان و نادقیقی واژه‌ای را اداره کند و برای اداره اطلاعات نادقیق در مسائل تصمیم‌گیری دنیای واقعی که ارزش معیارها و گزینه‌ها در آن دقیقاً تعیین نمی‌شوند، بکار رود. از اینرو تحت محیط تصمیم‌گیری که ارزش معیارها و پروژه‌ها به صورت مبهم و نامعلوم بیان شده باشد، میتوان برای حل مساله رتبه‌بندی و انتخاب پروژه‌ها، از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه فازی استفاده نمود.

بر این اساس، هدف این تحقیق در گام اول یافتن مهم‌ترین عوامل برای تصمیم‌گیری و سپس رتبه‌بندی آنها در بررسی یک مطالعه موردی با استفاده از یکی از تکنیکهای تصمیم‌گیری چند معیاره فازی می‌باشد. لازم بذکر است در این پژوهش به عنوان یک مطالعه موردی، شرکتی به عنوان یک شرکت پروژه محور انتخاب شده است. با استفاده از روش دلفی فازی از نظرات خبرگان این شرکت برای وزن دهی به معیارها و همچنین امتیازدهی به پروژه‌ها استفاده شده است و در نهایت رتبه‌بندی پروژه‌ها انجام گرفته است.

## ۲- مرور ادبیات

رتبه‌بندی و انتخاب پروژه به معنی مشخص کردن برخی گزینه‌ها در جهت حداکثر کردن منافع سازمان و تخصیص منابع محدود سازمان فقط در بین همان پروژه‌ها است (Wey and Wu, 2007:985-1000). در دو دهه گذشته مدل‌های متنوعی جهت انتخاب پروژه و تخصیص منابع معرفی شده‌اند. بررسی و دسته‌بندی سیستماتیک و علمی ادبیات انتخاب پروژه توسط (Chu et al, 1996:141-149) و (Cooper et al, 2001:152-180) و (Zanakis et al, 1995:59-79) انجام گرفته است. روش دلفی فازی در دهه ۱۹۸۰ میلادی توسط کافمن و گوپتا ابداع شد (Cheng and Lin, 2002:174-186). کاربرد این روش به منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترها به صراحت مشخص نیستند، منجر به نتایج بسیار ارزنده‌ای می‌شود. ویژگی این روش، ارائه چارچوبی انعطاف‌پذیر است که بسیاری از موانع مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار می‌دهد. بسیاری از مشکلات در تصمیم‌گیری‌ها مربوط به اطلاعات ناقص و نادقیق است. همچنین تصمیم‌های اتخاذ شده خبرگان بر اساس صلاحیت فردی آنان بوده و به شدت ذهنی است. بنابراین بهتر است داده‌ها به جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند و از مجموعه‌های فازی برای تحلیل نظرات خبرگان استفاده گردد. مراحل اجرایی روش دلفی در واقع ترکیبی از اجرای روش دلفی و انجام تحلیل‌ها بر روی اطلاعات با استفاده از تعاریف نظریه مجموعه‌های فازی است.

معمولاً خبرگان نظرات خود را در قالب حداقل مقدار، ممکن‌ترین مقدار (اعداد فازی مثلثی) ارائه می‌دهند، سپس میانگین نظر خبرگان (اعداد ارائه شده) و میزان اختلاف نظر هر فرد خبره از میانگین جمع محاسبه می‌شود آنگاه این اطلاعات برای اخذ نظرات جدید به خبرگان ارسال می‌شود. در مرحله بعد هر فرد خبره بر اساس اطلاعات حاصل از مرحله قبل، نظر جدیدی را ارائه می‌دهد یا نظر قبلی خود را اصلاح می‌کند. این فرایند تا زمانی ادامه می‌یابد که میانگین اعداد فازی به اندازه کافی باثبات شود. در مقالات کاربردهای متعددی از روش دلفی فازی به چشم می‌خورد. کارساک روش دلفی فازی را در کنار تصمیم‌گیری چندمتمغیره فازی به منظور اولویت‌بندی نیازهای طراحی در بکارگیری عملکرد کیفی استفاده کرده است (Karsak, 2004:149-163).

(Li and Liao, 2007:2043) در تحقیقی با استفاده از روش دلفی فازی سعی کرده‌اند تا سطح ریسک عوامل را به منظور ارزیابی ریسک در ائتلاف شرکت‌ها اندازه‌گیری کنند. در سال‌های اخیر با توسعه سیستم‌های نرم افزاری و سخت افزاری پژوهش‌های زیادی در زمینه استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی در این گونه مسائل انجام شده و مدل‌های شبکه تصادفی برای تخصیص منابع را پیشنهاد نموده‌اند (Mulvey and Vladimirov, 1992:1642-1664).

اما مسأله قابل تأمل عدم اطمینان در اولویت‌بندی شاخص‌ها، معیارها و تردید در تصمیم‌گیریها است. در چنین شرایطی می‌توان از تئوری فازی، بهره جست. این روش این امکان را فراهم می‌کند تا با انتخاب و طبقه‌بندی شاخص‌ها در شرایطی که با



اطلاعات مبهم و غیر دقیق روبرو هستیم، همراه با تلفیق روشهای تصمیم گیری به راه حل بهینه دست یابیمو (Sasilkala and Petrou, 2001:121-137).

### ۳- روش دلفی فازی

در اوایل دهه ۱۹۵۰ میلادی طرحی در نیروی هوایی آمریکا به سرپرستی دالکی از شرکت رند، به منظور بررسی نظرهای خبرگان در مورد اینکه انفجار چند بمب اتمی شوروی در آمریکا، موجب چه میزان خسارت در آن کشور می شود، برای بررسی قضاوت خبرگان بوجود آمد. هدف از این روش، دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسشنامه و نظر خواهی از خبرگان، به دفعات و با توجه به بازخورد حاصل از آنها صورت می پذیرد. در واقع این روش بررسی کاملی بر عقاید خبرگان، با سه ویژگی اصلی است (جعفری، ۱۳۸۷: ۹۱-۱۱۴): پاسخ بی طرفانه به سوالات پرسشنامه ها، تکرار دفعات ارسال سوالات پرسشنامه، دریافت بازخورد از آنها و تجزیه و تحلیل آماری از پاسخ به سوالات بصورت گروهی. در روش دلفی، داده های ذهنی افراد خبره با استفاده از تحلیل های آماری به داده های تقریباً عینی تبدیل می شوند و در نهایت منجر به اجماع در تصمیم گیری می گردد (آذر، ۱۳۸۵: ۱۶۷).

### ۴- انتخاب خبرگان و تشریح مسئله برای آن ها

در اولین مرحله استفاده از روش دلفی فازی، باید خبرگان انتخاب و در خصوص موضوع، روش و مدت تحقیق توجیه شوند. برخی از ویژگی های اصلی برای انتخاب خبرگان بدین شرح است: با مساله مورد بحث درگیر باشند، اطلاعات مداوم از مساله برای ادامه همکاری داشته باشند، دارای انگیزه کافی برای شرکت در فرایند دلفی باشند و احساس کنند اطلاعات حاصل از یک توافق گروهی برای خود آنها نیز ارزشمند خواهد بود (اصغریور، ۱۳۸۵: ۲۳۷). در مطالعه موردی اشاره شده در این مقاله که در یک شرکت پروژه محور انجام شده است، گروه خبرگان این شرکت در قالب کمیته بهره وری و متشکل از مدیرعامل یا نماینده ایشان، معاون طرح و برنامه، معاون تحقیق و توسعه، مدیر کارخانه، معاون مالی اداری، معاون بازرگانی و مدیر خدمات پس از فروش بوده که ۷ نفر می باشند.

### ۵- تئوری مجموعه فازی

در دنیای انسانی همواره عدم اطمینان وجود دارد. مدل سازی عدم اطمینان در تحلیل تصمیم از طریق تئوری احتمال یا تئوری مجموعه فازی انجام شده است. تئوری احتمال، ماهیت تصادفی تحلیل تصمیم را نشان می دهد. روش های تصمیم تصادفی مانند تحلیل آماری تصمیم، بی دقتی در رفتار انسان را نمی سنجد بلکه روش تصمیم گیری تصادفی، یک طریقه مدل سازی دانش ناقص انسان درباره محیط برونی اطرافش می باشد. تئوری مجموعه فازی، ذهنیت رفتار انسان را نشان می دهد. این تئوری، ابزار مدل سازی عدم اطمینان یا بی دقتی نشات گرفته از ذهنیت انسان را فراهم می کند. تئوری مجموعه فازی، فرایند استدلال طبیعی انسان را از طریق کامپیوتر نسبت به کامپیوترهای سنتی برای رفتاری با دقت و منطق کمتر شبیه سازی می کند و یک قوت ریاضی برای تسخیر عدم اطمینان های مربوط به فرایندهای شناختی انسان مانند تفکر و استدلال را فراهم می کند. تحقیقات نشان داده است که تئوری مجموعه فازی می تواند یک روش موثری برای بیان و برخورد با چنین مسائلی باشد. تفکر زیر بنایی این رویکرد بیان می کند که تصمیم گیری، همواره یک موضوع سیاه- سفید، درست- غلط نیست. بلکه تصمیم گیری، اغلب مستلزم قلمرو های خاکستری و اصطلاح شاید و ممکن است. این نگرش نسبت به نامعلومی رفتار انسان، امکان مطالعه یک حوزه جدید تحلیل تصمیم تحت عنوان تصمیم گیری فازی را فراهم می کند. تصمیم گیری تحت شرایط عدم اطمینان، قلمرو اصلی تصمیم گیری فازی می باشد. در محیط های فازی، ارزش معیارها و گزینه ها دقیقاً تعیین نمی شوند. در کاربردهای واقعی، تصمیم گیری همواره یک فرایند پیچیده با قضاوت های نادقیق می باشد و بیشتر تصمیمات در محیطی اتخاذ می گردد که اهداف، محدودیت ها، پیامد اقدامات ممکن شناخته شده نیست. تئوری مجموعه فازی برای حل مسائل تصمیم گیری توسعه یافته است که در آن مشاهدات به صورت نادقیق، مبهم و نامعلوم توصیف می گردند. بسیاری از مشکلات در تصمیم گیری ها مربوط به اطلاعات ناقص و نادقیق است. همچنین تصمیم های اتخاذ شده خبرگان براساس صلاحیت فردی آنها و بشدت، ذهنی است. بنابراین بهتر است داده ها بجای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند.



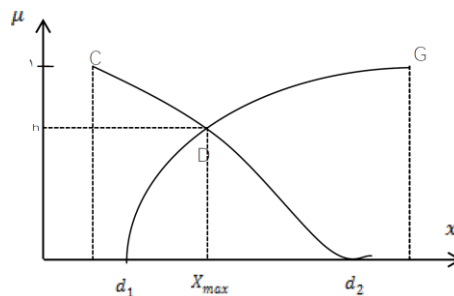
## ۶- تصمیم‌گیری با استفاده از اشتراک اهداف و محدودیت‌ها

یک مدل تصمیم‌گیری ساده شامل یک هدف توصیف شده به وسیله مجموعه فازی  $G$  با تابع عضویت  $\mu_G(x)$  و محدودیت توصیف شده به وسیله مجموعه فازی  $C$  با تابع عضویت  $\mu_C(x)$  را در نظر بگیرید، که  $x$  یک عنصر از مجموعه قطعی گزینه‌ها  $A_{alt}$  است (بوجدزیف، ۱۹۹۵: ۱۴۲).

طبق تعریف بلمان و لطفی زاده، یک تصمیم، مجموعه فازی  $D$  با تابع عضویت  $\mu_D(x)$  است که به صورت اشتراک  $G$  و  $C$  نمایش داده می‌شود.

$$D = G \cap C = \{(x, \mu_D(x)) | x \in [d_1, d_2], \mu_D(x) \in [0, h \leq 1]\} \quad (۱)$$

این یک تصمیم چندگانه است که منجر به انتخاب مجموعه قطعی  $[d_1, d_2]$  از مجموعه گزینه‌ها  $A_{alt}$  می‌شود، درجه تعلق هر  $x \in [d_1, d_2]$  به مجموعه تصمیم  $D$  را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمودار تابع عضویت

استفاده از توابع عضویت و عملیات اشتراک و فرمول (۱) نتیجه ذیل را حاصل می‌آورد:

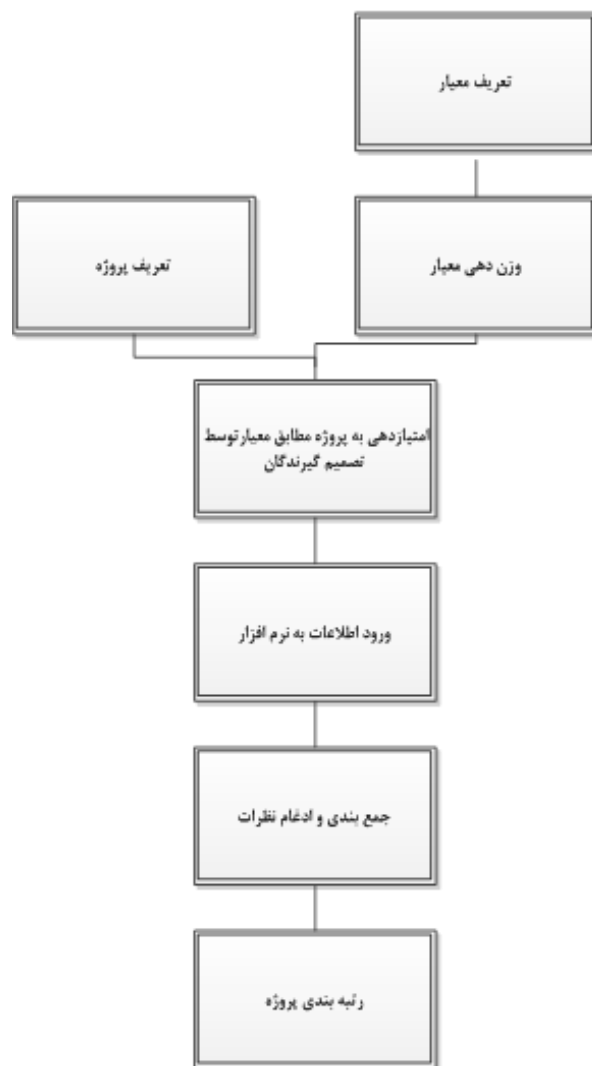
$$\mu_D(x) = \min(\mu_G(x), \mu_C(x)), \quad x \in A_{alt} \quad (۲)$$

بطور معمول تصمیم‌گیران می‌خواهند یک نتیجه قطعی داشته باشند، یک مقدار از بین عناصر مجموعه  $[d_1, d_2] \subset A_{alt}$  که به بهترین وجه یا به قدر کافی مجموعه فازی  $D$  را می‌نمایند. این مطلب نیازمند فازی‌زدایی  $D$  است که برای نیل به این هدف، مقدار  $x$  از مجموعه انتخابی  $[d_1, d_2]$  با بالاترین درجه عضویت در مجموعه  $D$  پذیرفته شود. این مقدار  $x$ ،  $\mu_D(x)$  را ماکزیمم می‌کند و تصمیم بیشینه نامیده می‌شود:

$$x_{max} = \{x | \max \mu_D(x) = \max \min(\mu_G(x), \mu_C(x))\} \quad (۳)$$

## ۷- تعریف متغیرهای زبانی

چنانکه اشاره شد، پرسشنامه با هدف کسب نظر خبرگان راجع به تاثیر مولفه‌های مورد نظر بر سطح بندی پروژه‌ها می‌باشد. لذا خبرگان باید از طریق متغیرهایی، این مقادیر "میزان" را بیان کنند. استفاده از متغیرهایی با ارزش‌های قطعی، خبرگان را در اظهارنظر دچار مشکل می‌کند. به همین دلیل، واضح است که متغیرهای کیفی، آزادی عمل بیشتری را به خبرگان می‌دهد. استفاده از متغیرهای کیفی مانند "کم"، "متوسط"، "زیاد" مشکلات فوق را تا حدودی حل خواهد نمود. نظر افراد نسبت به متغیرهای کیفی مانند کم یا زیاد، یکسان نیست. از آنجا که خبرگان دارای خصوصیات متفاوت هستند بنابراین از ذهنیت‌های متفاوتی نیز برخوردارند و اگر به گزینه‌ها بر اساس ذهنیت‌های متفاوت پاسخ داده شود، تجزیه و تحلیل متغیرها فاقد ارزش می‌باشد. ولی با تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سوال‌ها پاسخ خواهند داد. لذا متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی تعریف می‌شوند. در این مقاله نیز از عدد فازی زنگوله‌ای، برای فازی‌سازی متغیرهای کیفی استفاده می‌شود. فلوجارت روش استفاده شده برای رتبه بندی پروژه‌ها در این شرکت در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- فلوچارت رتبه بندی پروژه ها

## ۸- مطالعه موردی

با توجه به این که در این مقاله شرکتی پروژه محور برای مطالعه موردی انتخاب شده است، در این بخش به معرفی مختصری از این شرکت و حوزه های کاری آن اشاره شده است. هم اکنون این شرکت در زمینه های تولید و مونتاژ، ارتقا و توسعه موتور، ارائه خدمات مهندسی و بازرگانی و تعمیر و نگهداری موتور در حال انجام فعالیت می باشد. ساختار مدیریت پروژه ها در ساختار سازمانی شرکت از نوع ماتریسی متوازن می باشد و مدیر پروژه فعالیت های اجرایی خود را از طریق واحدهای وظیفه ای شرکت انجام می دهد. تعریف پروژه ها در این شرکت بصورت زیر می باشد:

**پروژه تولیدی:** به پروژه هایی گفته می شود که در آن محصول طراحی شده شرکت به صورت انبوه تولید می شود و یا یکی از محصولات خارجی بدون تغییر در طراحی موتور به صورت انبوه و یا تحت لیسانس تولید می شود.

**پروژه توسعه ای:** به پروژه هایی گفته می شود که در آن موتور تولید شده شرکت و یا محصول شرکت های خارجی ارتقا و یا تغییر کاربری داده می شود.

**پروژه خدمات مهندسی و بازرگانی:** به پروژه هایی گفته می شود که به صورت EPC (پروژه کلید در دست) اجرا می شوند و تامین سایر تجهیزات مورد نیاز و راه اندازی کل مجموعه به عهده شرکت می باشد.

مدیریت پروژه‌ها در این شرکت از اهمیت بالایی برخوردار است و در این راستا، اجراء صحیح و به موقع پروژه‌ها، کیفیت و هزینه اجرا، رعایت استانداردها و نهایتاً نتیجه گرایی از جمله این ابعاد می باشد. با توجه به اینکه پروژه‌های شرکت دارای یک سطح یکسان ارزشی از نظر فن‌آوری، حجم و هزینه نمی باشند، بنابراین رتبه بندی و تعیین سطح پروژه های این شرکت، از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به سطح پروژه و رتبه‌بندی انجام‌شده برای پروژه ها، متعاقباً مدیران پروژه نیز با توجه به معیارهایی مورد ارزیابی قرار می گیرند و در نهایت متناسب با سطح هر پروژه، مدیر پروژه مناسب برای آن، تخصیص می یابد.

## ۹- عوامل و معیارهای اصلی رتبه بندی پروژه ها و وزن دهی به آن

با توجه به اینکه پروژه‌ها از یک سطح یکسان ارزشی از نظر تکنولوژی، حجم و هزینه برخوردار نیستند، بنابراین باید معیارهای لازم برای رتبه بندی آن ها تعیین گردد. معیارهایی که برای رتبه بندی پروژه ها در شرکت دیزل سنگین ایران در نظر گرفته شده اند به شرح زیر می باشند:

۱. بودجه پروژه
۲. تعداد و تخصص نیروی انسانی درگیر در کار
۳. میزان عدم قطعیت و ریسک پروژه
۴. سطح تکنولوژی پروژه
۵. ساختار شکست پروژه
۶. ارتباطات پروژه
۷. اهمیت انجام پروژه در زمان تعیین شده
۸. ملاحظات بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی پروژه
۹. میزان نفوذ در بازار و حفظ بازار آینده در دراز مدت

با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده، می توان مطابق جدول زیر معیارها را دسته بندی نمود.

جدول ۱ - معیارهای رتبه بندی پروژه ها

| معیار        | شاخص | معیار    | شاخص |
|--------------|------|----------|------|
| اقتصادی      | C1   | زمان     | C4   |
| نیروی انسانی | C2   | تکنولوژی | C5   |
| محیطی        | C3   |          |      |

در این پژوهش، ۵ عبارت زبانی فازی برای بیان اهمیت هر یک از این معیارها در نظر گرفته شده است که در جدول زیر با علامت اختصاری آمده است:

جدول ۲ - متغیرهای زبانی به همراه علامت اختصاری

| متغیر زبانی | علامت اختصاری |
|-------------|---------------|
| بسیار مهم   | VI            |
| مهم         | I             |
| متوسط       | M             |
| کم اهمیت    | LI            |
| بدون اهمیت  | NI            |

همانطور که در بخش های ۲ و ۳ اشاره شد، معیارهای فوق با استفاده از روش دلفی و با ارائه پرسش نامه به گروه خبرگان و صاحب نظران شرکت، وزن دهی شده که در نهایت با جمع آوری داده ها، وزن هریک از این معیارها در جدول ۳ آورده شده است. از آنجا که در روش دلفی توافق نظر خبرگان ملاک تصمیم گیری می باشد، طی سه مرحله پرسشنامه توزیع و جمع آوری گردید تا توافق کلی نظر خبرگان نسبت به طبقه بندی به دست آید.

جدول ۳- میزان اهمیت هر کدام از شاخص ها از نظر تصمیم گیرندگان

| معیار        | شاخص | وزن       |
|--------------|------|-----------|
| اقتصادی      | C1   | بسیار مهم |
| نیروی انسانی | C2   | متوسط     |
| محیطی        | C3   | کم اهمیت  |
| زمان         | C4   | بسیار مهم |
| تکنولوژی     | C5   | مهم       |

### ۱۰- پروژه های مورد نظر شرکت برای رتبه بندی

با توجه به اینکه در بخش قبل، معیارهای مورد نظر برای رتبه بندی پروژه ها انتخاب گردید، در این بخش پروژه های فعال این شرکت که برای رتبه بندی مدنظر می باشند، آمده است. همچنین برای سهولت امور، به هر پروژه یک کد اختصاص داده شده است که در بخش های بعدی با آن کد معرفی می گردد.

۱- پروژه A

۲- پروژه B

۳- پروژه C

۴- پروژه D

### ۱۱- روش امتیازدهی به پروژه ها

امتیازدهی به پروژه ها توسط گروه خبرگان و صاحب نظران شرکت انجام شده است. همانطور که در بخش ۳ این مقاله آمده است، گروه خبرگان این شرکت در قالب کمیته بهره وری و متشکل از ۷ نفر می باشند. روش کار به این صورت است که هریک از این اعضا بر مبنای مقایسه با یکی از پروژه های تعریف شده در این شرکت و بر اساس معیارهای تعریف شده در بخش ۸، به هریک از این پروژه ها امتیاز داده می شود. در این مرحله از خبرگان خواسته شده است که میزان تاثیرگذار بودن هر یک از معیارها را با استفاده از یکی از تعریف های بسیارمهم، مهم، متوسط، کم اهمیت و بدون اهمیت نشان دهند. برای نمونه امتیاز یکی از اعضای این گروه در مورد پروژه های ذکر شده در جدول شماره ۴ آمده است:

جدول ۴- نمونه امتیازدهی یکی از تصمیم گیرندگان به پروژه ها

| معیار<br>پروژه | اقتصادی (C1)   | نیروی انسانی (C2) | محیطی (C3)    | زمان (C4)      | تکنولوژی (C5)   |
|----------------|----------------|-------------------|---------------|----------------|-----------------|
| پروژه A        | بسیار مهم (VI) | مهم (I)           | متوسط (M)     | مهم (I)        | کم اهمیت (LI)   |
| پروژه B        | مهم (I)        | متوسط (M)         | متوسط (M)     | مهم (I)        | بدون اهمیت (NI) |
| پروژه C        | کم اهمیت (LI)  | بسیار مهم (VI)    | کم اهمیت (LI) | بسیار مهم (VI) | بسیار مهم (VI)  |
| پروژه D        | مهم (I)        | متوسط (M)         | کم اهمیت (LI) | بسیار مهم (VI) | بسیار مهم (VI)  |

در این مقاله بدلیل حجم اطلاعات، امتیازات ارائه شده توسط سایر افراد آورده نشده است و به ذکر یک نمونه بسنده شده است. در بخش بعدی توضیح داده می شود که امتیازات ارائه شده توسط افراد، با استفاده از نرم افزار MATLAB، ادغام شده و در نهایت یک امتیاز به پروژه ها تعلق می گیرد.

### ۱۲- استفاده از نرم افزار برای ورود اطلاعات و تصمیم گیری

در این مقاله، برای فازی سازی متغیرهای کیفی و تصمیم گیری فازی از نرم افزار MATLAB استفاده شده است. در بخش زیر توضیحات مختصری در خصوص نحوه تعریف متغیرها و تصمیم گیری مورد نظر برای این پژوهش در محیط این نرم افزار، آمده است.



در ابتدا با توجه به متغیرهای زبانی که تعریف شده است، یک مجموعه جهانی در نظر گرفته می شود. مجموعه جهانی مورد نظر، امتیاز مربوط به هریک از معیارها و پروژه ها می باشد که عددی بین صفر تا ۱۰ بوده و بصورت زیر تعریف می شود:

$$X=[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]$$

حال با توجه به ۵ متغیر زبانی که تعریف کرده ایم، با استفاده از دستورات زیر و از طریق فرمول زنگوله ای، عدد فازی این متغیرها را تشکیل می دهیم:

$$\begin{aligned} NI &= \text{FUZZIFY}(X,0) \\ LI &= \text{FUZZIFY}(X,3) \\ M &= \text{FUZZIFY}(X,5) \\ I &= \text{FUZZIFY}(X,7) \\ VI &= \text{VERY}(I) \end{aligned}$$

در بخش های گذشته اشاره شد که برای امتیازدهی به پروژه ها از نظرات ۷ نفر که از خبرگان در این زمینه بوده اند، استفاده شده است. با توجه به اینکه ۴ پروژه برای رتبه بندی مدنظر بوده و از طرفی ۵ معیار نیز برای آن تعریف شده است، باید ماتریس اجماع نظرات را با استفاده از عملگر زیر تشکیل دهیم. هرکدام از این دستورات مربوط به یکی از درایه های ماتریس نهایی می باشد که از اجتماع نظرات حاصل گردیده است.

$$\begin{aligned} A11 &= \text{FUZZYOR}(VI,I,VI,M,I,M,I) \\ A12 &= \text{FUZZYOR}(I,VI,I,M,I,VI,I) \\ A13 &= \text{FUZZYOR}(M,LI,M,I,NI,M,LI) \\ A14 &= \text{FUZZYOR}(I,M,I,VI,M,I,I) \\ A15 &= \text{FUZZYOR}(LI,NI,M,LI,LI,M,NI) \\ A21 &= \text{FUZZYOR}(I,M,I,M,VI,I,M) \\ A22 &= \text{FUZZYOR}(M,M,I,M,M,I,M) \\ A23 &= \text{FUZZYOR}(M,M,I,M,I,M,M) \\ A24 &= \text{FUZZYOR}(I,I,M,I,VI,I,I) \\ A25 &= \text{FUZZYOR}(NI,LI,M,NI,LI,LI,LI) \\ A31 &= \text{FUZZYOR}(LI,M,I,LI,M,M,M) \\ A32 &= \text{FUZZYOR}(VI,I,I,VI,LI,M,I) \\ A33 &= \text{FUZZYOR}(LI,M,LI,I,LI,I,I) \\ A34 &= \text{FUZZYOR}(VI,I,VI,M,M,VI,I) \\ A35 &= \text{FUZZYOR}(VI,I,VI,I,M,VI,I) \\ A41 &= \text{FUZZYOR}(I,I,M,I,M,I,VI) \\ A42 &= \text{FUZZYOR}(M,I,M,I,I,M,I) \\ A43 &= \text{FUZZYOR}(LI,LI,M,LI,LI,M,NI) \\ A44 &= \text{FUZZYOR}(VI,VI,I,M,I,VI,VI) \\ A45 &= \text{FUZZYOR}(VI,I,I,VI,VI,I,I) \end{aligned}$$

برای تصمیم گیری باید با توجه به امتیاز معیارها و همچنین امتیاز مربوط به پروژه ها، امتیاز هر پروژه را بدست آوریم. بدین منظور با استفاده از روابط زیر، امتیاز هر پروژه بدست می آید که حاصل یک عدد فازی می باشد.

$$\begin{aligned} DV1 &= \text{FUZZYAND}(\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A11),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(M),A12),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(LI),A13),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A14),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(I),A15)) \\ DV2 &= \text{FUZZYAND}(\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A21),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(M),A22),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(LI),A23),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A24),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(I),A25)) \\ DV3 &= \text{FUZZYAND}(\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A31),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(M),A32),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(LI),A33),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A34),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(I),A35)) \\ DV4 &= \text{FUZZYAND}(\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A41),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(M),A42),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(LI),A43),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(VI),A44),\text{FUZZYOR}(\text{FUZZYNOT}(I),A45)) \end{aligned}$$

در مرحله آخر، در راستای انتخاب بهترین پروژه و رتبه بندی آن ها، با استفاده از دستور زیر در نرم افزار، ماتریس مورد نظر حاصل می گردد.

$$D=\text{FUZZYCOMP}(X,DV1,X,DV2,X,DV3,X,DV4,'>=')$$

همچنین با استفاده از دی فازی نمودن تصمیمات حاصله نیز می توان رتبه بندی برای پروژه ها را انجام داد که برای این امر از دستور دی فازی بصورت زیر استفاده می نماییم:

$$\begin{aligned}DDV1 &= \text{DEFUZZYG}(X, DV1) \\DDV2 &= \text{DEFUZZYG}(X, DV2) \\DDV3 &= \text{DEFUZZYG}(X, DV3) \\DDV4 &= \text{DEFUZZYG}(X, DV4)\end{aligned}$$

با استفاده از این روش، اعداد قطعی مربوط به امتیاز پروژه ها مطابق جدول شماره ۵ حاصل می گردد:

جدول ۵- امتیاز نهایی پروژه ها با استفاده از دی فازی نمودن

| پروژه | امتیاز |
|-------|--------|
| A     | ۴,۷۹۷۹ |
| B     | ۵,۰۰۰۰ |
| C     | ۵,۰۱۴۱ |
| D     | ۴,۹۹۶۸ |

با استفاده از امتیازات حاصله که در جدول شماره ۵ نشان داده شده است، رتبه بندی و اولویت بندی پروژه های شرکت دسا به شرح زیر نتیجه می شود:

اولویت اول) پروژه C

اولویت دوم) پروژه B

اولویت سوم) پروژه D

اولویت چهارم) پروژه A

### ۱۳- جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله، رتبه بندی و اولویت بندی پروژه ها مدنظر بوده است. از آنجایی که اهداف متعددی در تصمیم گیری برای اولویت بندی پروژه ها موثر می باشند و بسیاری از آن ها قطعی نبوده و مبهم و نامعلوم می باشند، در این مقاله از طریق واژه های زبانی و روش فازی، رتبه بندی پروژه ها انجام شده است. پس از انتخاب یک تکنیک مناسب برای اولویت بندی پروژه ها، در گام دوم به شناسایی معیارها و ضابطه های موثر در اولویت بندی پرداخته شد. برای نیل به این هدف نیز، از طریق مصاحبه و تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان و صاحب نظران یک شرکت پروژه محور که به عنوان یک نمونه کاربردی در این مقاله استفاده شده است، طبق متدولوژی دلفی فازی عمل گردیده است. پس از شناسایی معیارها و ضابطه ها، در گام بعد به استخراج وزن و اهمیت آنها پرداخته شده است و به پروژه هایی که برای رتبه بندی مدنظر می باشند، توسط افراد صاحب نظر امتیاز داده شد. در این مقاله برای فازی سازی متغیرهای کیفی و تصمیم گیری فازی از نرم افزار MATLAB استفاده گردیده است. اطلاعات مورد نظر وارد نرم افزار گردید و با توجه به عملگرها و روابط موجود در این نرم افزار، اولویت بندی پروژه های شرکت انجام گرفت. نتایج نشان دهنده اینست که پروژه C با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده در اولویت اول این شرکت می باشد.

### مراجع

۱. آذر عادل، (۱۳۸۵)، «علم مدیریت فازی»، چاپ سوم، تهران: موسسه کتاب مهربان نشر، صفحه ۱۶۷.
۲. اصغرپور محمدجواد، (۱۳۸۵)، «تصمیم گیریهای چندمعیاره»، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۲۳۷.
۳. بوجادزیف جرج، بوجادزیف ماریا، (۱۳۸۱)، «منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت»، ترجمه محمد حسینی، تهران: انتشارات ایشیق، صفحه ۱۸۲.

۴. جعفری محمد، (۱۳۸۷)، «استفاده از روش دلفی فازی برای تعیین سیاستهای مالی کشور»، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، شماره اول، صفحات ۹۱ الی ۱۱۴.

5. Cheng, C.H., and Lin, Y., (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation, *European Journal of Operational Research*, Vol. ۱۴۲, No. ۱, p.p.174-186.
6. Chu, P.Y.V., Hsu, Y.L., and Fehling, M., (1996). A decision support system for project portfolio selection, *Computers in Industry* 32, 141-149.
7. Cooper, R.D., Edgett, S.J., and kleinschmidt, E.J., (2001). Portfolio management for new product development results of an industry practice study, *R&D management*, Vol.31, No.4.
8. Karsak, E.E., (2004). Fuzzy multiple objective programming framework to prioritize design requirements in quality function deployment, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.47, No.2-3, p.p.149-163.
9. Li, Y., Liao, X., (2007). Decision support for risk analysis on dynamic alliance, *Decision Support Systems*, Vol.42, No.4, p.p.2043.
10. Mulvey, J.M., and Vladimirov, H., (1992). Stochastic network programming for financial planning problems, *Management Science* 38, p.p.1642-1664.
11. Pillai, A.S., Josh, A., and Rao, K.S., (2002). *Performance measurement of R&D projects in a multi projects, concurrent engineering environment*, *International Journal of Project Management* 20. pp. 165-177.
12. Sasilkala, K.R., Petrou, M., (2001). Generalized Fuzzy Aggregation in Estimating the Risk Desertification of a Burned Forest, *Journal of Fuzzy Set and Systems*, Vol 118(1), p.p.121-137.
13. Wey, W.M., and Wu, K.Y., (2007). *Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation*, *Mathematical and Computer Modeling* 46 .pp. 985–1000.
14. Wu, C.R., Lin, C.T., and Chen, H.C., (2007). *Integrated environmental assessment of the location selection with fuzzy analytical network process*, Springer Science + Business Media B.V.
15. Zanakis, S.H., Mandakovic, T., Gupta, S. K., Sahay, S., and Hong, S., (1995). A Review of Program Evaluation and Fund Allocation Methods Within the Service and Government Sectors, *Socio-Econ Plann. Sci.* Vol. 29, No. I, pp.59-79.

## Classification and rating the projects using the fuzzy method along with a case study

Milad Rajabi Sangtarashani\*, Hamed Esmaeli Marzoni, Manouchehr Jafari Kaliji

(milad.rajabi86@gmail.com)

(esmaeli.hamed@gmail.com)

(mjafari\_86@yahoo.com)

### Abstract

In many cases, the issue of classification and rating the projects in project based organizations is great importance. In fact, rating and project selection means prioritization among some projects and allocating the resources between them in order to maximize the organizations profit. Some factors are involved in selection of the best layout of projects. Due to the fact that the degree of importance of criteria and satisfying the criteria are usually uncertain and ambiguous, in this study, by implementation of linguistic variable and fuzzy set theory criteria are weighted and consequently using the fuzzy multi criteria decision making, the projects are rated and prioritized. This method was implemented in a project based company as a case study and using the its experts comments and Delphi fuzzy method project scores and criteria weight were collected. Then using the mentioned fuzzy method, rating and prioritization of the projects of this company is done.

**Key words:** Rating The Projects, Fuzzy Multi Criteria Decision Making, Delphi Fuzzy





# ارائه مدل تصادفی به منظور بهینه سازی سطوح موجودی تک لایه ای دو گره زنجیره تامین (فروشگاه، مراکز توزیع) برای اقلام فاسدشدنی و فاسدنشدنی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

پریا محرابی<sup>\*۱</sup>

Department of Engineering, college of Engineering, Saveh Branch, Islamic Azad  
University, Saveh, Iran  
pariamehrabi@yahoo.com

## چکیده

عملکرد موثر هر شبکه ی زنجیره تامین به نحوه ی مدیریت موجودی در کل شبکه ی زنجیره ی تامین بستگی دارد. در این تحقیق یک شبیه سازی بر مبنای مقایسه و آنالیز سیستم های موجودی تک لایه ای برای شبکه زنجیره تامین چند محصولی اقلام فاسد شدنی و فاسد نشدنی صورت پذیرفته است. در سیستم کنترل موجودی تک لایه ای، مرکز بر روی بهینه سازی موجودی هر گره می باشد و وابستگی در میان گره ها در شبکه ی زنجیره ی تامین نادیده گرفته میشود. معمولاً در بررسی سیستم های موجودی اثرات فاسد شدن کالاها تحلیل نمیشود، اما اگر نرخ فاسد شدن قابل توجه باشد نمیتوان از تاثیر آن بر مدل چشم پوشی کرد. در این تحقیق راه کاری برای فروش این اقلام، پیش از فرا رسیدن طول عمر آنها ارائه شده تا از زیان سازمان تا حد ممکن جلوگیری شود. مدل شبیه سازی بر مبنای مدل سازی نرم افزار شبیه سازی تکنوماتیکس شبیه سازی شده است و سناریوهای آزمایش با الگوریتم ژنتیک و توسط کد برنامه نویسی سیم تاک تولید میشود. آزمایشات برای جمع آوری اطلاعات اندازه گیری عملکرد سیستم های تک لایه ای دو گره ی زنجیره ی تامین یعنی فروشگاه و مرکز توزیع صورت می پذیرد. سپس با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده ما به بهینه سازی سطوح موجودی این دو گره و قیاس آنها با هم میپردازیم.

**کلمات کلیدی:** بهینه سازی سطوح موجودی تک لایه ای، الگوریتم ژنتیک، زنجیره تامین، کد نویسی سیم تاک، نرم افزار شبیه سازی تکنوماتیکس

## ۱- مقدمه

در بازار رقابتی امروز، مدیریت موثر کل زنجیره تامین یک فاکتور بسیار حیاتی برای موفق شدن در هر بیزینس میباشد. عملکرد موثر شبکه ی زنجیره تامین به نحوه ی مدیریت موجودی در کل شبکه ی زنجیره ی تامین بستگی دارد. مدیریت موجودی در یک شبکه زنجیره تامین یک مساله ی پیچیده ای است و آن به دلیل ماهیت وابستگی است که در میان گره های مختلف شبکه وجود دارد، و به ندرت می توانید با استفاده از راه حل های ریاضی حل شود. این مسائل به طور کلی در دو طبقه بندی تک لایه ای و چند لایه ای طبقه بندی میشود. در مسائل کنترل موجودی تک لایه ای، تمرکز بر تعیین سطح مناسب موجودی برای یک گره ی واحد در داخل شبکه زنجیره تامین میباشد. در نقطه ی مقابل، بهینه سازی موجودی چند لایه ای تمرکز بر کنترل سطح موجودی در کل شبکه زنجیره تامین دارد. هدف از این پژوهش، استفاده از روش مدل سازی تصادفی به منظور توسعه ی یک مدل زنجیره تامین تک لایه ای است. از یک الگوریتم ژنتیک که بر مبنای روش بهینه سازی چند هدفه قرار دارد برای بهینه سازی این دو هدف متضاد استفاده شده: حداقل کردن سطح موجودی در گره های مذکور و به حداکثر رساندن نرخ برآورده شدن تقاضا و یا سطح سرویس برای اقلام فاسد شدنی و فاسد نشدنی در آن گره ها میباشد. در سیستم های موجودی تک لایه ای، شبکه ی زنجیره ی تامین به عنوان یک سیستم غیر متمرکز رفتار مینماید که تنها به دنبال بهینه سازی موجودی و سطح سرویس دهی بالا، تنها در گره های مذکور میباشد به طوری میزان ارتباط آنها با کل شبکه ی زنجیره ی تامین، نادیده گرفته میشود. در

پایان بعد از بهینه سازی سطوح موجودی و سطح سرویس‌دهی خواهیم دید که گره ی فروشگاه جواب بهینه تری را در مقابل مراکز توزیع ارائه می‌دهد.

## ۲- فرمول‌ها و روابط ریاضی

### محدودیت های فروشگاه:

Decision:

$$D_i \leq OH_{s,i}$$

Where;  $D_i$ =demand for item i

$OH_{s,i}$ =on hand inventory for inventory item I in store s

If true,then: Demand is 100% satisfied. If false,then: Demand is partially satisfied or not satisfied(1)

Decision:

$$OH_{s,i} \leq ss_i$$

Where;  $ss_i$ =reorder level for item i in store s

If true,then:  $Q_{s,i} = S_{s,i} - OH_{s,i}$

Where;  $Q_{s,i}$ =order quantity for item i in store s

$S_{s,i}$ =order up to quantity for item i in store

Issue an order to distribution center for number of unites needed ( $Q_{s,i}$ )

If false,then: No order will be placed (2)

### محدودیت اقلام فاسد شدنی فروشگاه:

For deteriorating items:

If  $OH_{s,i}, t \neq 0$   $t < m$ , Where; m is maximum life time and t is a close time to m, In the next day selling with discount to customer or another stores if they needed(۳)

### محدودیت مراکز توزیع:

Decision:

$$D_{s,i} \leq OH_{DC,i}$$

Where;  $D_{s,i}$ =demand from store s for item i

$OH_{DC,i}$ =DC on hand inventory for item i

If true,then:

Demand is 100% satisfied.

If false,then:

Demand is partially satisfied or not satisfied(4)

### زمان برآورده کردن تقاضا توسط مراکز توزیع:

Processing time=triangular (a,b,c)\* $D_{s,i}$ (5)

Decision:

$$OH_{DC,i} \leq S_{DC,i}$$

Where;  $S_{DC,i}$ =reorder point for item i in distribution center DC

If true,then:

$$Q_{DC,i} = S_{DC,i} - OH_{DC,i}$$

Where;  $Q_{DC,i}$ =order quantity for Distribution center DC for item i

$S_{DC,i}$ =order up to quantity for item i in distribution center DC

Issue an order to supplier for number of unites needed ( $Q_{DC,i}$ )

If false,then:

No order will be placed(6)

### اقلام فاسد شدنی مراکز توزیع:

For deteriorating items:

If  $OH_{DC,i}, t \neq 0$   $t < m$

Where; m is maximum life time and t is a close time to m

In the next day selling with discount to customer or another stores if they needed(7)

تابع هدف:

$$AvgInv_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n OHI_{ij}}{n}$$

Where; n=no of inventory item

$OHI_{ij}$ =on hand inventory for the  $j^{th}$  inventory item on the  $i^{th}$  day(8)

$$AvgInv_k = \frac{\sum_{i=1}^d AvgInv_{ik}}{d}$$

Where; d=no of days

$AvgInv_k$  =average inventory for  $k^{th}$  node for d days(9)

$$FR_{ij} = \min(1, \frac{OHI_{ij}}{OrdQty_{ij}})$$

Where;  $OHI_{ij}$  =on hand inventory for  $j^{th}$  item on the  $i^{th}$  day

Order quantity for  $j^{th}$  item on the  $i^{th}$  day = $OrdQty_{ij}$ (10)

$$FR_k = \frac{\sum_{j=1}^n W_j FR_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

Where;  $\sum(W_j)=1$

n=no of inventory items that has demand(11)

$$FR_k = \frac{\sum_{i=1}^d FR_i}{d}$$

Where; d=no of days

TotalAvgInv= $\sum_{k=1}^n AvgInv_k$

Where; n=no of nodes(12)

$$FR = \frac{\sum_{k=1}^n FR_k}{n}$$

Where; n=no of nodes(13)

Objective1=minimize average total inventory

Objective2=maximize average fill rate

Modify objective: minimize ( $\frac{Inv}{Fill\ rate}$ ) (14)

$$(\frac{INV}{FR})_k = \frac{AvgInv_k}{FR_k} (15)$$

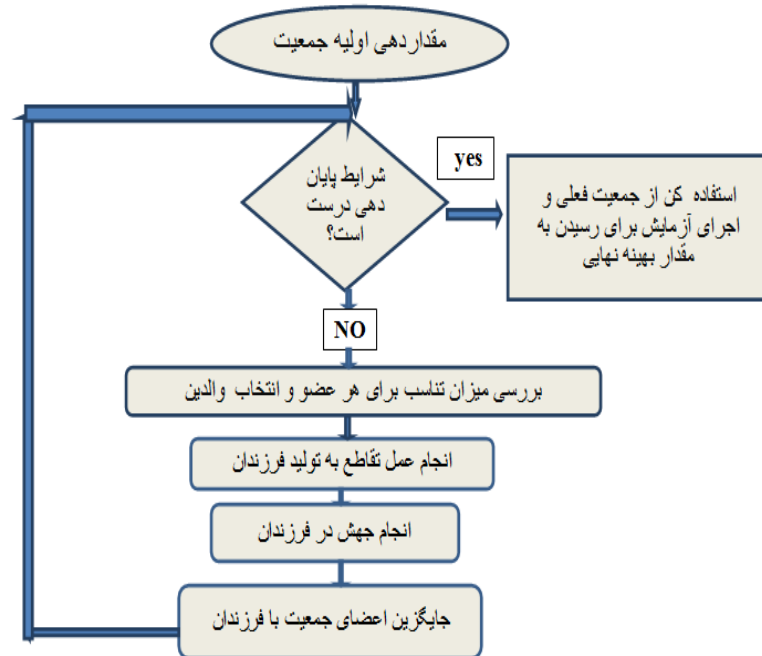
$$(\frac{INV}{FR}) = (\frac{TotalAvgInv}{FR}) (16)$$

۳- شکل ها و نمودارها



شکل ۱. نمونه ی شبیه سازی شده ی زنجیره ی تامین توسط نرم افزار تکنو ماتیक्स

| ردیف | ورودی ها       | ردیف | خروجی ها                           |
|------|----------------|------|------------------------------------|
| ۱    | زنجیره ی تامین | ۱    | مدل شبیه سازی شده ی زنجیره ی تامین |



| ردیف | ورودی ها                          | ردیف | خروجی ها                                                   |
|------|-----------------------------------|------|------------------------------------------------------------|
| ۱    | سطح موجودی انتخابی به صورت تصادفی | ۱    | بهینه سازی سطوح موجودی توسط کد برنامه نویسی سیم تاک مربوطه |

$$0 \leq sg \leq Sg \leq c$$

$sg$ =reorder ratio

$Sg$ =order up to quantity ratio

$C$ = (maximum inventory level possible/initial inventory)

کد سیم تالک مورده استفاده برای تولید  $sg$ :

$$s_g = z\_uniform(0.01, 0, C - 0.01)$$

کد سیم تالک مورده استفاده برای تولید  $Sg$ :

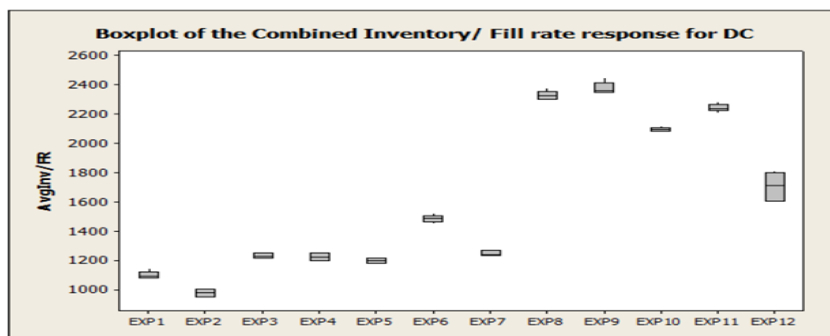
$$S_g = z\_uniform(0.01, sg + 0.01, C)$$

اگر  $k$  گره ی انتخابی ما  $k$  باشد:

Minimize :  $(INV/FR)^k$  for the  $k^{th}$  node

Subject to:  $FR_k \geq 0.9$

نتایج برای بهترین راه حل بهینه مراکز توزیع:



$$s_{DC}=0.64$$

$$S_{DC}=0.97$$

$$(INV/FR)_{DC} = 987.33$$

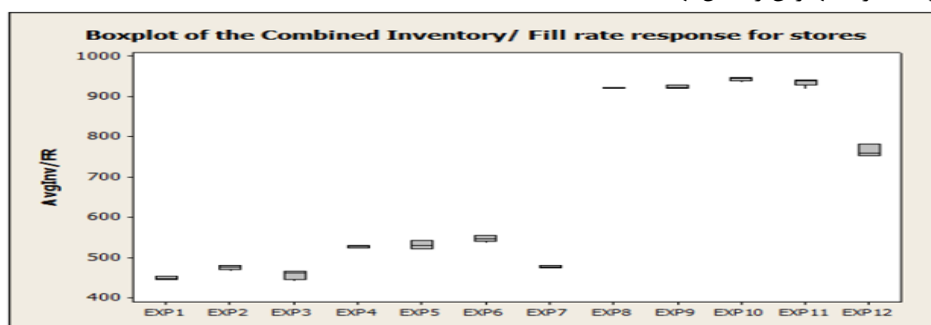
$$(FR)_{DC} = 0.94 = 94\%$$

Where;

$s_{DC}$ =reorder level ratio for  $DC_s$

$S_{DC}$ =order up to quantity ratio for  $DC_s$

نتایج فروشگاه برای بهترین راه حل بهینه:



$$s_s=0.45$$

$$S_s=1.10$$

$$(INV/FR)_s = 479.07$$

$$(FR)_s = 0.98 = 98\%$$

Where;

$s_s$ =reorder level ratio for stores

$S_s$ =order up to quantity ratio for stores

در نتیجه فروشگاه ها جواب بهینه ی بهتری را در مقایسه با مراکز توزیع ارائه میدهند.

## ۸- نتیجه گیری

دراین تحقیق مشخص شد زمانی که بهینه سازی تک لایه ای استفاده شده ، هر گره منفرد مقادیر بهینه ای برای میانگین موجودی و نرخ برآورده شدن تقاضا ارائه خواهند داد. سیستم های زنجیره تامین تک لایه ای تنها به عنوان یک سیستم غیر متمرکزی عمل مینماید که در آن هر گره به صورت جداگانه از یکدیگر عمل می کند. در سیستم تک لایه ای وابستگی در میان گره ها نادیده گرفته می شوند و هر گره در تلاش برای بهینه سازی سطوح موجودی خود و نرخ برآورده کردن تقاضا بدون در نظر گرفتن تاثیر وابستگی با سایر گره های متصل می باشد. فروشگاه ها سطوح موجودی پایین تری را در شبکه های تک لایه ای در مقایسه با مراکز توزیع فراهم میسازند.

## مراجع

1. Adebola, A., Abd-Alhameed, R., & Abousitta, M. (2012). Application of Genetic
2. Beamon, B. M. (1998, August 15). Supply chain design and analysis:: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, pp. 281-294.
3. Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2001). *Discrete-Event System Simulation*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
4. Bhaskaran, S. (1998, June 7). Simulation Analysis of a Manufacturing Supply Chain
5. Guide: <http://www.managementstudyguide.com/inventorymanagement.htm> ACTOperationsResearch. (2013). *Dynamic and discrete-event simulation*. Retrieved 2013, from Operations Research ACT: [http://www.actoperationsresearch.com/Core\\_Competence/Simulation.html](http://www.actoperationsresearch.com/Core_Competence/Simulation.html)
6. Inventory Control Policies for Low-Demand Items. *Management Science*. IBM. (2012). *Inventory Management with Optimization Technology*. Retrieved September 7, 2012, from IBM: <http://www-01.ibm.com/software/websphere/optimization/inventory-management/> Imagine That Inc
7. Konagaya, A. (1992). New topics in Genetic Algorithm research. *New Generation Computing*, 423-427.
8. Manna, S.K., Chaudhuri, K.S., 2006. An EOQ model with ramp type demand rate, time dependent deterioration rate, unit production cost and shortages. *European Journal of Operation Research* 171, 557–566
9. Sarkar, B., Saren, S., Wee, H.M., 2013. An inventory model with variable demand, component cost and selling price for deteriorating items. *Economic Modelling* 30, 306–310. Covert, R.P., Philip, G.C., 1973. An EOQ model for items with Weibull distribution deterioration. *AIIE Transactions* 5, 323–326.
10. Widyadana, G.A., Cárdenas-Barrón, L.E., Wee, H.M., 2011. Economic order quantity model for deteriorating items with planned backorder level. *Mathematical and Computer Modelling* 54, 1569–1575.



## Offering Stochastic Model For Optimizing Single-Echelon Inventory Levels Of A Supply Chain's Nodes (Store,Distribution Center) For Deteriorating And Non-Deteriorating Items With Genetic Algorithm

**Paria mehrabi \***

*Department of Engineering, college of Engineering, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran  
pariamehrabi@yahoo.com*

### Abstract

effective performance in the supply chain network depends on inventory management in the entire supply chain network. In this study, a simulation based on the comparison and analysis of single-layer inventory management systems for multi-product supply chain network of deteriorating and non-deteriorating items has been done. In single-layer inventory management, The focus is on the optimization of each node and Dependence among nodes in the supply chain network is ignored. usually the effects of deterioration of goods in management inventory systems is not considered, but if The rate of deterioration items was high, organization can't ignore the effect of this on the model. In this study, a mechanism is provided for selling these items before reaching their expiry date to avoid the detriment of the organization as much as possible. supply chain modeled and simulated with tecnomatix software. scenarios of experimenting is generated with genetic algorithms and simtalk code. Experiments collect data to measure the performance of single-layer for two nodes of the supply chain contains store and distribution center is done . then we use the information collected to optimize inventory levels and compare these two nodes with each other.

**Key words:** single-echelon optimization of inventory levels, simulation, supply chain, simtalk code, software tecnomatix, deteriorating and non-deteriorating items



## استفاده بهینه از منابع بر اساس برنامه ریزی خطی برای تولید اسباب بازی های الکترونیکی

حسین اقبالی<sup>۱</sup>، علیرضا جمشیدی<sup>۲</sup>، محمد جواد دارابی<sup>۳</sup>

۱- عضو هیأت علمی گروه صنایع، دانشگاه غیر انتفاعی ایوانکی [h.eghbali@eyc.ac.ir](mailto:h.eghbali@eyc.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه غیر انتفاعی ایوانکی [alireza\\_jamshidi14089@yahoo.com](mailto:alireza_jamshidi14089@yahoo.com)

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه غیر انتفاعی ایوانکی [j.darabi6@yahoo.com](mailto:j.darabi6@yahoo.com)

### چکیده

به هر سازمانی با مشکلات تخصیص منابع مواجه است این منابع شامل مردان، ماشین، مواد و سرمایه می باشد بسیاری از این تصمیمات منوط به محدودیت هایی می باشد به عنوان مثال، تولید یک کارخانه به دلیل محدودیت های ظرفیت محدود می باشد و یک سازمان با محدودیت های فنی و سرمایه مواجه می شود با این حال، اگر منابع موجود گسترش نیابند بنابراین استفاده بهینه از منابع موجود، یک کار بسیار مهمی برای سازمان می شود بنابراین، این مقاله به بررسی دیدگاه استفاده بهینه از منابع به منظور افزایش تولید اسباب بازی ها و از این رو سود آنها می پردازد به منظور دستیابی به این امر، تکنیکی از برنامه ریزی خطی استفاده شده است. این تکنیک، سود در تولید اسباب بازی ها را با استفاده بهینه از منابع به حداکثر خواهد رساند. این مقاله همچنین ۴ شرط مهم مربوط به تولیدات و نتایج آنها را بررسی می کند که در جداول مربوط به آب جدول بندی شده اند. در هر مرحله اول وضعیت تولید صفر بعد از شرط دوم بحث می شود شرط سوم و چهارم تخصیص منابع را طوری نشان می دهد که افزایش مداوم در سود را به دست می آورد بعد از خلاصه تجربه تحلیل دقیق از نتایج ریاضی به دست آمده جدول بندی می شوند.

کلمات کلیدی: تولید، سود، ماشین ها، معادله

### ۱- مقدمه

برنامه ریزی خطی یکی از تکنیک های کمی، متنوع، گسترده و پرکاربرد می باشد مدل برنامه ریزی خطی، روش کارآمدی را برای تعیین تصمیم گیری بهینه یا یک استراتژی بهینه و یا طرح بهینه ارائه می دهد که از تعداد زیادی از تصمیمات ممکن انتخاب شده است تصمیم بهینه همگام با مدیریت یا هدف مشخص و مشروط به محدودیت می باشد (Kanti Swarup, Gupta, P.K., and Man Mohan, 2003: 4)

### ۲- بیان مساله

به طور کلی، تولید از شرکت ها به دلیل محدودیت های فراوانی مانند ظرفیت، سرمایه کاری و دلایل فنی، محدود می باشد.

### ۳- روش شناسی

به منظور حل مشکل تولید محدود اسباب بازی های الکترونیک در هر شرکت لازم است که منابع به روشی اختصاص داده شود که حداکثر تولید به دست آید این امر می تواند به آسانی و با استفاده از برنامه ریزی خطی صورت گیرد برای این منظور، رویکرد ریاضی به کار رفته است. در اینجا فرض بر این است که سه دستگاه وجود دارد این ۳ دستگاه یعنی  $M_1$ ,  $M_2$  و  $M_3$  باید به گونه ای تنظیم شوند که حداکثر سود به دست آید این امر تنها زمانی ممکن است که ماشین ها با ظرفیت کاملشان استفاده شوند

به عنوان مثال هنگامی که زمان ایده آل آن صفر است. فرض بر این است که به ترتیب دو نوع اسباب بازی A , B وجود دارد ظرفیت ماشین آنها و تعداد محصولات تولید شده  $X_2$  از نوع A و  $X_2$  از نوع B می باشد که از رابطه زیر به دست می آیند.

$$M_1 \quad X_1 + 2X_2 < 720 \quad (1)$$

$$M_2 \quad 2X_1 + 2X_2 < 780 \quad (2)$$

$$M_3 \quad X_1 < 320 \quad (3)$$

اولین گام در این جهت نوشتن نابرابری در قالب معادله برابری می باشد این امر با افزودن متغیرهای  $S_1$ ,  $S_2$  و  $S_3$  بر روی LHS از بسته انجام می شود.

$$Z = 60X_1 + 40X_2$$

$$X_1 + 2X_2 + S_1 = 720 \quad (۴)$$

$$2X_1 + X_2 + S_2 = 780 \quad (۵)$$

$$X_1 + S_3 = 320 \quad (۶)$$

اول از همه، یک راه حل بدیهی امتحان شده است به عنوان مثال  $X_1$  و  $X_2$  هر دو برابر با صفر می باشند در این صورت خواهیم داشت .

$$S_1=720 \quad S_2=780 \quad S_3=320$$

وقتی که هیچ تولیدی وجود نداشته باشد سود همیشه صفر است به عنوان مثال :

$$X_1 = 0 \quad X_2 = 0$$

به عنوان مثال تمام منابع بی بها هستند.

در زمان حاضر راه حل این است که به شیوه ای توسعه یابد که ترکیبی از حداقل مقدار  $S_1$ ,  $S_2$  و  $S_3$  را ارائه می دهد و به نوبه خود خود مقدار تابع هدف  $Z$  را به حداکثر خواهد رساند (V.K. Kapoor, 2003: 6) در این مساله تعداد محصولات پنج و تعداد معادلات ۳ می باشد . بنابراین مقدار حداقل ۲ متغیر باید به دست آید چنین متغیرهایی ، متغیرهای نسبت داده شده ، نامیده می شوند .

#### ۴- نتایج و بحث

##### ۴-۱- وضعیت بدون تولید

حالا برای شروع ، وضعیت بدون تولید را در نظر بگیرید که مقدار حاصل  $S_1$ ,  $S_2$  و  $S_3$  به ترتیب ۷۸۰،۷۲۰ و ۳۲۰ می باشد این وضعیت مطلوب نیست زیرا هیچ سودی به دست نمی آورد بنابراین تولید باید برای بقای واحد انجام شود. بررسی تابع هدف به وضوح می گوید که تولید  $X_1$  نسبت به  $X_2$  بازده سود بیشتری دارد در حال حاضر مرحله اول استراتژی تعیین حداکثر ظرفیت تولید شده توسط دستگاه تکی می باشد برای به دست آوردن این مقدار ، تولید  $X_1$  را به عنوان صفر در نظر بگیرید .

$$720/1 = 720 \quad \text{تولید } X_1 \text{ توسط ماشین اول}$$

$$780/2 = 390 \quad \text{تولید } X_1 \text{ توسط ماشین دوم}$$

$$320/1 = 320 \quad \text{تولید } X_1 \text{ توسط ماشین سوم}$$

بنابراین حداقل بین ۷۲۰، ۳۹۰ و ۳۲۰ مقدار ۳۲۰ می باشد .

حالا چه اتفاقی می افتد اگر تعداد  $X_1$  تا ۳۲۰ تولید شود :

$$X_1=30$$

$$X_2=0$$

$$S_1=400$$

$$S_2=140$$

$$S_3=0$$

اطلاعات بالا می تواند به شکل جدول ۱ ارائه شود

جدول ۱ موقعیت بدون تولید

|                |                 | C <sub>j</sub>                                            | 60             | ۴۰             | ۰              | ۰              | ۰              |
|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| C <sub>B</sub> | متغیرهای اصلی B | b(=XB)                                                    | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
| 0              | S <sub>1</sub>  | ۷۲۰                                                       | ۱              | ۲              | ۱              | ۰              | ۰              |
| 0              | S <sub>2</sub>  | 780                                                       | 2              | 1              | 0              | 1              | 0              |
| 0              | S <sub>3</sub>  | 320                                                       | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              |
|                |                 | Z <sub>j</sub>                                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
|                |                 | ارزیابی شبکه یا شاخص ردیف : C <sub>j</sub> Z <sub>j</sub> | 60             | 40             | 0              | 0              | 0              |

#### ۴-۲- وضعیت تولید زمانی که سود ۱۹۲۰۰ است

از آنجا که تولید X<sub>1</sub> سود بیشتری می دهد بهتر است اول X<sub>1</sub> را تولید کنیم حالا با دستکاری معادلات (۴) ، (۵) و (۶) معادلات زیر را می توان به دست آورد .

با دستکاری معادلات (۴) و (۶)

$$0X_1 + 2X_2 + 1S_1 + 0S_2 - 1S_3 = 400$$

با دستکاری معادلات (۵) و (۶)

$$0X_1 + 1X_2 + 0S_1 + 1S_2 - 2S_3 = 140$$

معادله (۶) این گونه به دست می آید

$$1X_1 + 0X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 1S_3 = 320$$

این نتایج در جدول ۲ آمده است

جدول ۲ وضعیت تولید زمانی که سود ۱۹۲۰۰ است

|    |                 | C <sub>j</sub>                                            | 60             | ۴۰             | ۰              | ۰              | ۰              |
|----|-----------------|-----------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| CB | متغیرهای اصلی B | b(=XB)                                                    | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
| 0  | S <sub>1</sub>  | ۴۰۰                                                       | ۰              | ۲              | ۱              | ۰              | -1             |
| 0  | S <sub>2</sub>  | ۱۴۰                                                       | ۰              | ۱              | ۰              | ۱              | -۲             |
| ۶۰ | X <sub>3</sub>  | ۳۲۰                                                       | ۱              | ۰              | ۰              | ۰              | ۱              |
|    |                 | Z <sub>j</sub>                                            | ۶۰             | ۰              | ۰              | ۰              | ۶              |
|    |                 | ارزیابی شبکه یا شاخص ردیف : C <sub>j</sub> Z <sub>j</sub> | 0              | 40             | 0              | 0              | -6             |

#### ۴-۳- وضعیت تولید زمانی که سود ۲۴۸۰۰ است

بررسی جدول ۲ نشان می دهد که سود از صفر به ۱۹۲۰۰ افزایش یافته است حالا مشخص است که منابع S<sub>1</sub> , S<sub>2</sub> برای تولید در دسترس هستند .

منبع S<sub>1</sub> در دسترس ۲۰۰ عدد از محصول X<sub>2</sub> است در حالی که S<sub>2</sub> در دسترس ۱۴۰ عدد از X<sub>2</sub> می باشد .

بنابراین حداکثر مقدار X<sub>2</sub> که می تواند تولید شود تنها ۱۴۰ است X<sub>1</sub> قبلا با حداکثر ظرفیت آن تولید شده است .

حالا این وضعیت این گونه بیان می شود:

$$X_1 = 320$$

$$X_2 = 140$$

$$S_1 = 120$$

$$S_2 = 0$$

$$S_3 = 0$$

بنابراین سود از ۱۹۲۰۰ به ۲۴۸۰۰ افزایش یافته است بنابراین این استراتژی بهتر از نوع قبلی است این وضعیت

تولید می تواند به صورت جدول نوشته شود همانند جدول ۳ .

جدول ۳ وضعیت تولید زمانی که سود ۲۴۸۰۰ است

|    |                 | Cj                        | 60 | ۴۰ | ۰  | ۰  | ۰  |
|----|-----------------|---------------------------|----|----|----|----|----|
| CB | متغیرهای اصلی B | مقادیر راه حل<br>b(=XB)   | X1 | X2 | S1 | S2 | S3 |
| 0  | S1              | 120                       | 0  | 0  | 1  | -2 | 3  |
| 40 | X2              | ۱۴۰                       | 0  | 1  | 0  | 1  | -2 |
| ۶۰ | X1              | ۳۲۰                       | ۱  | 0  | 0  | 0  | 1  |
|    | Zj              | 24800                     | 60 | 40 | 0  | 4  | -2 |
|    | Cj Zj           | ارزیابی شبکه یا شاخص ردیف | 0  | 0  | 0  | -4 | 2  |

#### ۴-۴- وضعیت تولید زمانی که سود ۲۵۶۰۰ است

بررسی جدول ۳ نشان می‌دهد که منبع ثابت S1 از ۱۲۰ واحد برای تولید در دسترس است. حالا این منبع را به حد کامل بهره‌برداری کنید به عنوان مثال داریم:

$$S1 = 0$$

حاصل این رابطه:

$$S1 - 2S2 + 3S3 = 120$$

حالا وضعیت منبع S3 را بررسی کنید با تقسیم رابطه بالا بر ۳ داریم:

$$\frac{1}{3S1} - \frac{2}{3S2} + S3 = 40$$

در شرایط تولید، منبع S1، S2، S3 با این رابطه می‌باشد.

$$\frac{1}{3S1} - \frac{2}{3S2} + S3 = 40$$

اگر S1، S2 به طور کامل انجام شده باشند به عنوان مثال S1 = 0، S2 = 0 بنابراین S3 = 40.

این نشان می‌دهد که ۴۰ واحد از منبع S3 بدون مصرف باقی می‌ماند.

حالا معادله اولیه (تساوی ۴) و دوم (تساوی ۵) را بعد از قرار دادن S1، S2 مساوی یا صفر حل کنید.

$$X1 + 2X2 + S1 = 720$$

$$2X1 + X2 + S2 = 780$$

$$X1 + 2X2 = 720$$

$$2X1 + X2 = 780$$

نتایج این رابطه:

$$X1 = 280$$

$$X2 = 220$$

با قرار دادن این نتایج در معادله سوم (تساوی ۶)

$$X1 + S3 = 320$$

$$S3 = 40$$

حالا همانطور که در جدول ۴ آمده است کل تمرین در این جدول خلاصه شده است.

جدول ۴ وضعیت تولید زمانی که سود ۲۵۶۰۰ باشد

|    |                 | Cj                        | 60 | ۴۰ | ۰    | ۰    | ۰  |
|----|-----------------|---------------------------|----|----|------|------|----|
| CB | متغیرهای اصلی B | مقادیر راه حل<br>b(=XB)   | X1 | X2 | S1   | S2   | S3 |
| 0  | S3              | 40                        | 0  | 0  | 1/3  | -2/3 | 1  |
| 40 | X2              | 220                       | 0  | 1  | 2/3  | -1/3 | 0  |
| ۶۰ | X1              | 280                       | 0  | 0  | -1/3 | 2/3  | 0  |
|    | Zj              | 25600                     | 6  | 4  | 2/3  | 8/3  | 0  |
|    | Cj Zj           | ارزیابی شبکه یا شاخص ردیف | 0  | 0  | -2/3 | -8/3 | 0  |

در  $C_j - Z_j$ ، ضریب ردیف متغیرها یا صفر یا منفی می باشند این به وضوح نشان می دهد که سود به حداکثر رسیده است. اگر هنوز هم سود باید به حداکثر برسد منابع افزایش  $S_1$ ،  $S_2$  مادامی که ۴۰ واحد منبع به  $S_3$  ایده آل برسد کامل شده است.

#### ۴-۵- خلاصه تجزیه و تحلیل برنامه ریزی خطی

جدول ۵ خلاصه ای از نتایج (راه حل ریاضی)

| S شماره | محصول تولید شده $X_1$ | محصول تولید شده $X_2$ | باقیمانده منبع $S_1$ | باقیمانده منبع $S_2$ | باقیمانده منبع $S_3$ | سود به روپیه |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|
| ۱       | ۳۲۰<br>واحد           | ۰<br>واحد             | ۴۰۰<br>واحد          | ۱۴۰<br>واحد          | ۰<br>واحد            | ۱۹۲۰<br>۰    |
| ۲       | ۳۲۰<br>واحد           | ۱۴۰<br>واحد           | ۱۲۰<br>واحد          | ۰<br>واحد            | ۰<br>واحد            | ۲۴۸۰<br>۰    |
| ۳       | ۲۸۰<br>واحد           | ۲۲۰<br>واحد           | ۰<br>واحد            | ۰<br>واحد            | ۴۰<br>واحد           | ۲۵۶۰<br>۰    |

#### ۵- نتایج

با استفاده از تکنیک برنامه ریزی خطی، به روشی تنظیم می شوند که سود در تولید اسباب بازی ها تحت محدودیت های ارائه شده را به حداکثر می رساند. جدول ۵ نشان می دهد که حداکثر سود ۲۵۶۰۰، زمانی به دست می آید که واحد  $X_1=280$ ، واحد  $X_2=220$  و منابع  $S_1$ ،  $S_2$  کامل شده اند اما  $S_3=40$  (۴۰ واحد منبع  $S_3$ ، بدون استفاده باقی می ماند). بنابراین می توان نتیجه گرفت که این بهترین استراتژی تحت محدودیت های ارائه شده می باشد و از این رو حداکثر سود در تولید اسباب بازی ها می تواند به دست آید. بنابراین تکنیک برنامه ریزی خطی، روش کاهش هزینه تولید را به حداکثر رساندن استفاده از منابع ثابت و بهینه سازی استفاده از منابع متغیر، مانند مواد و سرمایه با هدف نهایی پیشنهاد می دهد تا سود سازمان را افزایش دهد. هنگامی که کل تولید افزایش یافته است بنابراین هزینه هر واحد کاهش یافته و سود را ارتقاء داده و کارآفرین سعی دارد تا تولید را تا زمانی افزایش دهد که هزینه نهایی برابر با درآمد نهایی است.

راه حل پیشنهادی به صورت ریاضی است و به آسانی می تواند محاسبه شود پیشرفت های بیشتر در راه حل بهینه مادامی که دست می آید که تفاوت بین سود قدیم و سود جدید، یک مقدار منفی است.

#### مراجع

1. Kanti Swarup, Gupta, P.K., and Man Mohan, Operations research, Sultan Chand & sons Educational publishers, New Delhi, 2003.
2. V.K. Kapoor, Operations research Techniques for management, 7th ed., Sultan Chand & sons Educational publishers, New Delhi, 2003.





## تحلیل عملکرد شعبه‌ای از بانک تجارت در تهران با استفاده از مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم صف

جعفر باقری نژاد<sup>۱</sup>، سمیرا عزیزی<sup>۲</sup>، مریم نائیجی<sup>۳</sup>

عضوهیئت علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه الزهراء jbagheri@Alzahra.ac.ir  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه الزهراء samira\_azizi2015@yahoo.com  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه الزهراء maryamnaei@yaho.com

### چکیده

پدیده انتظار در صف با افزایش جمعیت و کمبود امکانات خدمت دهی و رشد روز افزون جامعه، پیش از پیش افزایش می‌یابد. نظریه صف به عنوان یک ابزار بهینه سازی برای مدلسازی عملکرد سیستم های واقعی در حوزه تولید و ارائه هر گونه سرویس به مشتریان کاربرد فراوان دارد. بانک‌ها به عنوان یکی از بنگاه های اقتصادی نقش مهمی را در ارائه خدمات نوین بانکداری الکترونیک در راستای اجرای سیاست‌های پولی دولت ایفا می‌کنند. یکی از مهمترین مشکلاتی که بانک‌ها با آن روبه رو هستند پدیده صف و انتظار مشتریان در صف است و در پی آن بدنبال کسب رضایت مشتری هستند. در این مقاله عملکرد یکی از شعب بانک تجارت در تهران به کمک سیستم های صف مدلسازی شده و پس از گردآوری داده های واقعی در شعبه مذکور شبیه سازی صورت گرفته است. تحلیل داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار (Minitab) و شبیه سازی با استفاده از نرم افزار (Arena) انجام شده است. یافته ها نشان می‌دهند که باید در خدمت دهی بخش جاری تغییراتی صورت گیرد تا مشتریان براحتی خدمت دریافت کنند و در صف منتظر نشوند و در پایان این پژوهش پیشنهاداتی برای بهبود عملکرد شعبه مذکور ارائه گردیده است.

**کلمات کلیدی:** نظریه صف، مدلسازی عملکرد بانک، زمان انتظار مشتریان، شبیه سازی رفتار مشتریان.

### ۱-مقدمه

صف شامل مجموعه‌ای از اشیاء، افراد و یا سیگنال‌های در انتظار است (رونالد و همکاران، ۲۰۰۱؛ رودی و همکاران، ۲۰۰۶). صف‌ها در سیستم‌های مختلفی مانند بیمارستان‌ها، داروخانه‌ها، بانک‌ها، سوپرمارکت‌ها و حمل و نقل عمومی تشکیل می‌شوند (پرابهو، ۱۹۹۷؛ رشیدیان، ۱۹۸۳). زمان انتظار در صف مدت زمانی است که یک شخص، یکی شی و یک سیگنال پیش از آنکه به وی خدمت رسانی شود، سپری می‌کند (باندی، ۱۹۹۶؛ هیاراما و همکاران، ۲۰۰۴). انتظار در صف پدیده‌ای است که نیاز به تعریف ندارد، زیرا همه افراد جامعه در تجربیات روزانه خود زمانی را در صف گذرانده‌اند. بانک، یکی از معروف‌ترین مثال‌های سیستم صف است. مشتری وارد بانک می‌شود و به انتهای صف مشتریان می‌رود. چند تحویلدار نیز در حال ارائه خدمات به مشتریانند و به مشتریان به ترتیب زمان ورود به سیستم، خدمت می‌دهند. واقعیت سیستم های صف به همین سادگی است. در همه آنها مشتری و سرویس دهنده دو طرف یک صف قرار دارند. همواره هر دو گروه شرکت‌کننده در این سیستم ها نارضایتی هستند. از طرفی سرویس دهنده دائما در حال انجام وظایف خود بوده ولی نه تنها صف خلوت نمی شود، بلکه شلوغ تر هم می شود و این سبب ایجاد خستگی بیشتر می شود. از طرفی مشتری بدلیل انتظار طولانی در صف خسته شده و صبر خود را از داده است. در واقع طولانی بودن صف هم باعث کاهش رضایت مشتریان و هم باعث کاهش رضایت کارکنان می‌شود (هاو و همکاران، ۲۰۱۱). ویژگی های اساسی فرایندهای صف به قرار زیرند :

- الگوی ورودی مشتریان: الگوی ورودی یا ورودی به یک سیستم صف اغلب بر حسب میانگین تعداد ورودی ها در واحد زمان (میانگین نرخ ورودی) یا میانگین زمان بین ورودی های متوالی اندازه گیری می شود. اغلب توزیع زمان ورود مشتریان بواسون در نظر گرفته می شود (گراس، ۲۰۰۸).

- الگوی سرویس (خدمت) سرویس کنندگان: الگوی سرویس را می‌توان به وسیله یک نرخ (تعداد مشتریانی که در هر واحد زمان خدمت دریافت می‌دارند) یا به عنوان یک زمان (زمان لازم برای سرویس شدن مشتری) توصیف کرد. اغلب توزیع زمان خدمت‌دهی نمایی در نظر گرفته می‌شود. (گراس و هریس، ۲۰۱۱)
- نظم صف: نظم صف اشاره به رفتاری می‌کند که مشتریان برای سرویس انتخاب می‌شوند. عادی ترین و معمول ترین نظم که روزمره می‌توان مشاهده کرد اولین فرد ورودی، اولین فرد برای سرویس (FCFS) است.
- ظرفیت سیستم: در بعضی از فرآیندهای صف یک محدودیت فیزیکی برای اندازه مکان انتظار وجود دارد. این امر موجب می‌شود موقعی که صف به طول معینی می‌رسد، دیگر نتوان به مشتریان اجازه ورود داد تا زمانی که با تکمیل یک سرویس فضا مهیا شود. در این سیستم ها صف دارای ظرفیت می باشد.
- تعداد کانال‌های سرویس (خدمت): تعداد کانال‌های سرویس اشاره به تعداد ایستگاه‌های سرویس موازی دارد که می‌توانند به طور همزمان به مشتریان سرویس بدهند .
- تعداد مراحل سرویس (خدمت): یک سیستم صف ممکن است تنها یک مرحله برای سرویس داشته باشد، نظیر مثال‌های آرایشگاه و سوپرمارکت، یا ممکن است دارای چندین مرحله باشد. مثالی از یک سیستم صف چند مرحله‌ای روش معاینه فیزیکی بوده، جایی که هر بیمار باید از چندین مرحله، مانند تاریخ طبی، معاینه گوش، بینی و غیره بگذرد.

## ۲-مرور ادبیات

از مطالعات صورت گرفته در این زمینه تحقیقی توسط ارکات و حسین آبادی فراهانی (۱۳۸۹) به بررسی میزان اثر بخشی تغییر ساختار خدمت دهی بانک‌ها در بهبود معیارهایی نظیر متوسط زمان انتظار مشتری در سیستم و در صف پرداخته شده است. بدین منظور دو نوع سیستم وظیفه گرا و فرآیند گرا با استفاده از مدل سازی سیستم های صف و شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفتند.

در تحقیق صورت گرفته توسط مومنی و همکاران (۱۳۸۵) از طریق بکارگیری تکنیک ها و مدل‌های صف به ارزیابی عملکرد تحویل‌داری در بانک سپه به لحاظ پارامتر ها و سیستم کارمند-تحویل‌داری در بانک سپه به لحاظ پارامترها و شاخصهای تئوری معیارهای صف (معیارهای زمانی، معیارهای تجمعی و شاخص بهره روی) پرداخته و عملکرد سیستم مذکور با سیستم قبلی (تحویل‌داری) مقایسه شده است .

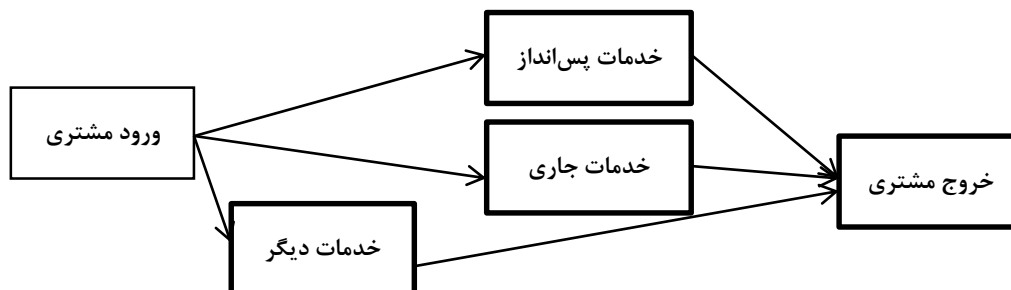
زیاو و ژنگ (Huimin Xiao & Guozheng Zhang 2010) با استفاده از تئوری صف، طول صف، تعداد سرورها و نرخ بهینه سرویس دهی را محاسبه کرده اند. و با ارائه ی مدل بهینه زمان انتظار مشتریان را کاهش دادند . تافمبک و سیلوا (Cleiton Taufemback & Sergio Da Silva 2011) رویکردی جدید برای تئوری صف در بانک‌ها ارائه دادند.

پاتل و باتاوالا ( Bhavin patel & Pravin Bhathawala 2012) برای حل مشکل طولانی بودن صف در دستگاههای ATM با جمع آوری داده ها از یک ATM و استفاده از قانون لیتل و مدل صف M/M/1 به تحلیل سیستم صف پرداختند.

وسومتی و داناوانتان (vasumathi.A & Dhanavanthan p 2010) با استفاده از تکنیک های شبیه سازی دستگاههای ATM بانک ها را بررسی کردند و تکنیکی برای کاهش زمان خدمت دهی و انتظار مشتریان در صف در باجه های ATM ارائه داده اند. شیخ و همکاران (sheikh et al) در تحقیق خود مدل  $M/M/Z/\infty$  را به  $M/M/1/\infty$  تبدیل کردند تا بدانند کدامیک، یک صف و یا بیشتر، کارایی بیشتری دارند. آنها ابتدا مدل بهینه سازی صف را ایجاد و مدل بهینه را محاسبه کردند. سپس تعداد بهینه ایستگاه های سرویس دهی را برای بهبود بهره وری عملیاتی محاسبه کردند. نهایتاً نرخ سرویس بهینه های عملیاتی محاسبه کردند. نهایتاً نرخ سرویس بهینه و کارایی سرویس را توسط هزینه های عملیاتی محاسبه کردند براین اساس نتایج آنالیز موثر و کارا بودند. سامی محمد (Viviane morad sami mohamed 2008) در تحقیق خود، سیستم های ارائه ی خدمت در بانک مصر، شعبه ی الحرم، را باهدف پیشنهاد سیستمی کارا تر بررسی کرده است. متدهای آنالیز سیستم صف این تحقیق، تئوری صف یا تحلیل شبیه سازی می باشد.

### ۳- آشنایی با مدل

پس از ورود مشتری به بانک، در مرحله اول اگر یکی از باجه‌داران بیکار بودند، مشتری برای گرفتن نوبت به آن باجه مراجعه می‌کند. و در ادامه در مرحله دوم پروسه خدمت دهی توسط ثبات ها و باجه ها شروع می شود. در حالتی که هیچ یک از باجه ها بیکار نباشند، مشتری در صف انتظار می ایستد. شکل ۱ فرآیند خدمت دهی در سیستم بانک را نشان می‌دهد:



شکل ۱. فرایند خدمت دهی در سیستم بانک

بطور کلی اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل صف، زمان ورود مشتریان متوالی برای مشخص شدن تابع توزیع ورود، زمان خدمت دهی به مشتریان برای مشخص شدن تابع توزیع سرویس دهی و همچنین طول صف و زمان انتظار را شامل می شوند. جهت بدست آوردن این اطلاعات علاوه بر دریافت آمار سالیانه نرخ ورود مشتریان به بانک، جهت آمارگیری در ساعات مختلف کاری در ۲۴ ساعت به بانک مراجعه و اطلاعات مورد نیاز گردآوری شده است. لازم به ذکر است که این اطلاعات برای تمام مراجعه کنندگان به بانک جمع آوری شده است. سپس جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از شبیه‌سازی استفاده شده است. مهمترین مزایای شبیه‌سازی عبارت اند از: (الدایی و پائول، ۲۰۰۱؛ رابینسون و همکاران، ۲۰۰۴)

- ذخیره پول و هزینه
- کنترل کامل حالات تجربی

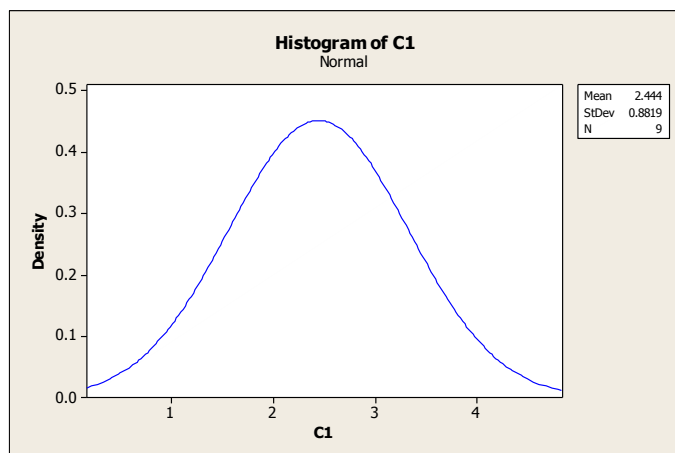
### ۴- تجزیه و تحلیل داده ها

پس از جمع آوری اطلاعات نرخ ورود و نرخ خدمت دهی در بازه‌های زمانی مختلف محاسبه شد که خلاصه نتایج در جدول ۱ آورده شده است. همچنین به طور متوسط ۲۰٪ افراد به بخش پس‌انداز، ۶۰٪ به بخش جاری و ۲۰٪ به بخش خدمات دیگر مراجعه می‌کنند.

جدول ۱. میانگین زمان خدمت دهی و تعداد نفرات وارد شده در ساعات مختلف

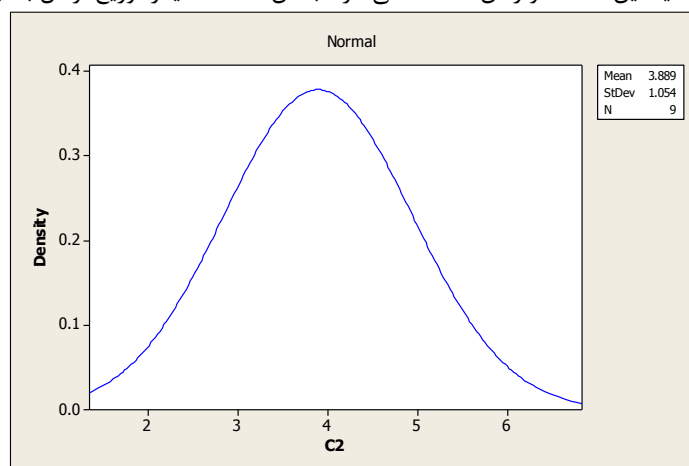
| متوسط زمان خدمت دهی مشتری دیگر | متوسط زمان خدمت دهی مشتری بخش جاری | متوسط زمان خدمت دهی مشتری بخش خدمات پس‌انداز | متوسط تعداد نفرات وارد شده در دقیقه | ساعات بررسی شده |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| ۳                              | ۲                                  | ۴                                            | ۲                                   | ۷:۳۰-۸          |
| ۴                              | ۱                                  | ۳                                            | ۲                                   | ۸-۸:۳۰          |
| ۸                              | ۱/۵                                | ۵                                            | ۳                                   | ۸:۳۰-۹          |
| ۳                              | ۲                                  | ۴                                            | ۳                                   | ۹-۹:۳۰          |
| ۳                              | ۳                                  | ۳                                            | ۲                                   | ۹:۳۰-۱۰         |
| ۵                              | ۱                                  | ۶                                            | ۲                                   | ۱۰-۱۰:۳۰        |
| ۲                              | ۲                                  | ۴                                            | ۱                                   | ۱۰:۳۰-۱۱        |
| ۳                              | ۳                                  | ۳                                            | ۳                                   | ۱۱-۱۱:۳۰        |
| ۳                              | ۲                                  | ۳                                            | ۴                                   | ۱۱:۳۰-۱۲        |

محاسبات با نرم افزار Minitab نشان داد که تعداد نفرات وارد شده دارای توزیع نرمال با میانگین ۲/۴۴ می‌باشد:

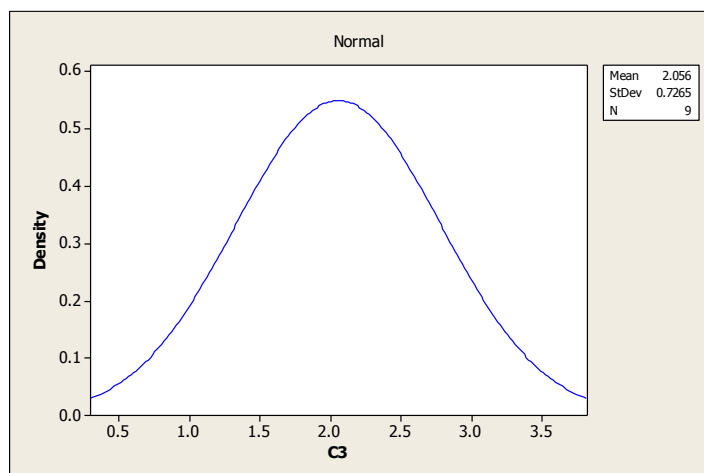


شکل ۲. توزیع تعداد نفرات ورودی

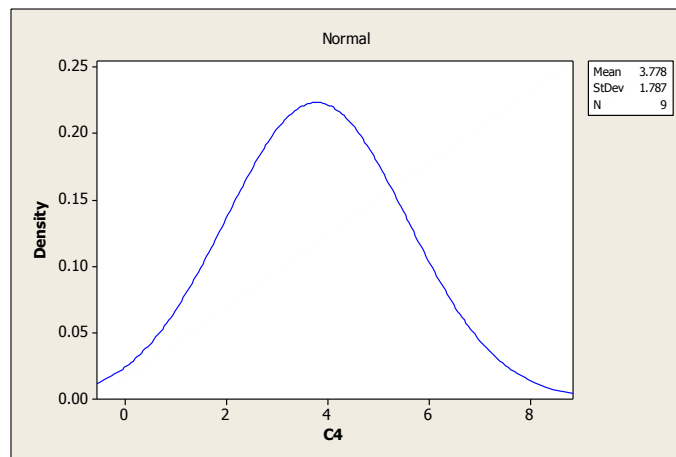
همچنین زمان خدمت‌دهی افراد بخش خدمات پس‌انداز دارای توزیع نرمال با میانگین ۳/۸۸۹، زمان خدمت‌دهی افراد بخش خدمات جاری توزیع نرمال با میانگین ۲/۰۵۶ و زمان خدمت‌دهی افراد بخش خدمات دیگر توزیع نرمال با میانگین ۳/۷۷۸ است.



شکل ۳. توزیع زمان خدمت‌دهی افراد بخش خدمات پس‌انداز

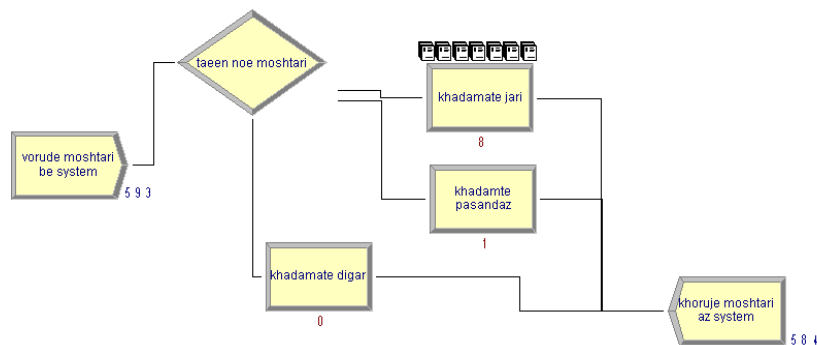


شکل ۴. توزیع زمان خدمت‌دهی افراد بخش خدمات جاری



شکل ۵. توزیع زمان خدمت‌دهی افراد بخش خدمات دیگر

همانطور که اشاره شد جهت محاسبه معیارهای عملکردی سیستم با استفاده از نرم افزار Arena برای ۲۴ ساعت شبیه‌سازی شده است. شکل ۶ نتایج اجرای نرم افزار را نشان می‌دهد. همچنین خلاصه نتایج در جدول ۲ آورده شده است.



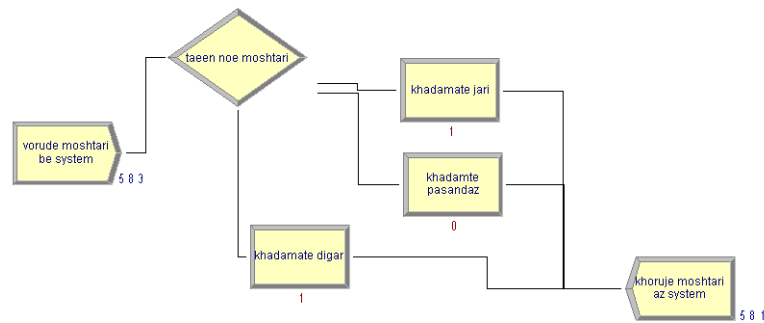
شکل ۶. شبیه‌سازی مدل به کمک نرم‌افزار Arena

جدول ۲. نتایج به دست آمده به کمک نرم‌افزار Arena

| متوسط       | عنوان                                   |
|-------------|-----------------------------------------|
| ۵۹۳         | تعداد مشتریانی که وارد سیستم شده‌اند    |
| ۵۸۴         | تعداد مشتریانی که از سیستم خارج شده‌اند |
| بیست دقیقه  | زمان انتظار در صف خدمات جاری            |
| صفر         | زمان انتظار در صف خدمات پس‌انداز        |
| تقریباً صفر | زمان انتظار در صف خدمات دیگر            |
| ۲/۸۸        | تعداد مشتریان در صف خدمات جاری          |
| ۰           | تعداد مشتریان در صف خدمات پس‌انداز      |
| ۰/۰۹        | تعداد مشتریان در صف خدمات دیگر          |

با توجه به اینکه صف فقط در بخش خدمات جاری دیده می‌شود در این بخش تلاش شده است با تغییر فاکتورهایی این صف را از بین برد. راهکارهای ارائه شده عبارتند از:

- ۱- زیاد کردن باجه‌های ارائه دهنده خدمات جاری: با توجه به محدودیت بودجه امکان این تغییر در بانک وجود نداشت پس از این کار خودداری شده است. بدیهی است که افزایش تعداد کارمندان این بخش تأثیر زیادی بر کاهش زمان انتظار در صف دارد.
- ۲- افزایش نرخ ارائه سرویس: شکل ۷ نتایج شبیه‌سازی را در حالتی زمان خدمت‌دهی به میزان یک دقیقه کاهش یابد، نشان می‌دهد. همچنین نتایج به طور خلاصه در جدول ۳ آورده شده اند.



شکل ۷. شبیه‌سازی مدل با بهبود نرخ ارائه سرویس

جدول ۳. نتایج به دست آمده به کمک نرم‌افزار Arena

| متوسط       | عنوان                                   |
|-------------|-----------------------------------------|
| ۵۹۳         | تعداد مشتریانی که وارد سیستم شده‌اند    |
| ۵۹۱         | تعداد مشتریانی که از سیستم خارج شده‌اند |
| دو دقیقه    | زمان انتظار در صف خدمات جاری            |
| صفر         | زمان انتظار در صف خدمات پس‌انداز        |
| تقریباً صفر | زمان انتظار در صف خدمات دیگر            |
| ۱           | تعداد مشتریان در صف خدمات جاری          |
| ۰           | تعداد مشتریان در صف خدمات پس‌انداز      |
| ۰/۰۹        | تعداد مشتریان در صف خدمات دیگر          |

## ۵- نتیجه‌گیری

بانک یک از شلوغ‌ترین مکان‌هایی است که همه روزه با مسئله تشکیل صف روبه‌رواست برای کاهش زمان انتظارها و طول صف در بانک‌ها، می‌توان توسط تحلیل صف به پیشنهادات کارآمدی رسید. در تحقیق صورت گرفته، یکی از شعب بانک تجارت در شهر تهران به منظور تجزیه و تحلیل سیستم و شبیه‌سازی آن انتخاب گردیده است. جهت جمع‌آوری اطلاعات در برخی ساعات کاری هفته به بانک تجارت مراجعه کرده و اطلاعاتی در مورد ورود مشتریان و زمان خدمت‌دهی به آن‌ها جمع‌آوری گردیده است. جهت مشخص شدن توزیع نرخ ورود و زمان خدمت‌دهی از نرم‌افزار Minitab استفاده شد نتایج نشان داد که توزیع زمان ورود و زمان خدمت‌دهی بخش‌های مختلف از تابع توزیع نرمال پیروی می‌کند. سپس سیستم به کمک نرم‌افزار Arena شبیه‌سازی شد. با توجه به ایجاد صف در بخش خدمات جاری و نتایج شبیه‌سازی نتیجه گرفته شد در بخش خدمات جاری باید تغییراتی صورت گیرد برای این منظور نرخ ارائه سرویس پرسنل بخش خدمات جاری افزایش یافته و مدل مجدداً شبیه‌سازی شده است. نتایج نشان داد که کاهش زمان خدمت‌دهی به میزان یک دقیقه تأثیر زیادی بر عملکرد سیستم دارد و رضایت مشتریان را به دنبال دارد.

## منابع

۱. مؤمنی، محقر؛ علی؛ متین‌نفس، فرهاد؛ ارزیابی عملکرد تحوی فصلنامه - سیستم صف کارمند - تحویل‌داری در بانک سپه، فصلنامه دانش مدیریت، شماره ۷۴، پاییز ۱۳۸۵، از صفحه ۱۱۱ تا ۱۳۱
2. Bunday BD. (1996) An Introduction to Queuing Theory. New York, Halsted Press.
3. Gross D, Harris C. (2011). Fundamentals of Queuing Theory. John Wiley and Sons Inc.
4. Gross, D. (2008). Fundamentals of queueing theory. John Wiley & Sons.
5. Eldabi T, Paul RJ. (2001). A proposed Approach for Modeling Healthcare Systems for Understanding. Winter Simulation Conference
6. Hao, T., & Yifei, T. (2011). Study on Queuing System Optimization of Bank Based on BPR. Procedia Environmental Sciences, 10, 640-646

7. Hirayama T, Hong S J, Krunz M. (2004). A new approach to analysis of polling systems, *Queueing Systems*. 48, 135-158.
8. Robinson S, (2004). John Wiley & Sons. *Simulation: the practice of model development and use*.
9. Ronald Anthony Nosek Jr, MS and James P, (2001). Wilson PharmD PhD. *Queueing Theory and Customer Satisfaction: A Review of Terminology, Trends, and Applications to Pharmacy Practice*. *Hospital Pharmacy*, Volume 36, Number 3, pp 275–279, Facts and Comparisons.
10. Rashidiyan, P. (1983). *Queueing theory*. Tehran, Iran
11. Rodi Scott MV, Graw CM, Orsini. (2006). Evaluation of a fast track unit: alignment of resources and demand results in improved satisfaction and decreased length of stay for emergency department patients. *Quality Management in Health Care*, 15(3): 163-170.
12. Prabhu NU. (1997). *Foundations of Queueing Theory*. Ithaca, NY, Kluwer Academic Publishers. Pro Model User Manual; [http: //www.ProModel.com](http://www.ProModel.com).
13. TOSHIBA SHEIKH, SANJAY KUMAR SINGH, ANIL KUMAR KASHYAP, APPLICATION OF QUEUEING THEORY FOR THE IMPROVEMENT OF BANK SERVICE, *International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking*, ISSN: 2320-2106
14. Viviane Morad Sami Mohamed, *Modeling and Analyzing a Bank Queueing System (a case study)*, statistics department, 2008
15. Vasumathi.A , Dhanavanthan P, Application of Simulation Technique in Queueing Model for ATM Facility, *INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED ENGINEERING RESEARCH*, DINDIGUL Volume 1, No 3, 2010
16. Cleiton Taufemback and Sergio Da Silva, Queueing theory applied to the optimal management of bank excess reserves, MPRA Paper No. 33529, posted 20. September 2011 01:36 UTC
17. Bhavin Patel and Pravin Bhathawala, Case Study for Bank ATM Queueing Model, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* ISSN: 2248-9622 [www.ijera.com](http://www.ijera.com) Vol. 2, Issue 5, September- October 2012, pp.1278-1284
18. Huimin Xiao, Guozheng Zhang, *The Queueing Theory Application in Bank Service Optimization*, 978-1-4244-7330-4/10/\$26.00 ©2010 IEEE





## ارایه رویکردی مبتنی بر تکنیک‌های داده کاوی جهت بهبود عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی

محسن صادق عمل نیک، ناصر حبیبی فر\*  
(n.habibifar@ut.ac.ir)

### چکیده

بهبود عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی مساله‌ای است که در چند سال اخیر توجه ویژه‌ی محققین را به خود جلب کرده است و راهکارهای متعددی با هدف کاهش خطای شبکه‌های عصبی ارایه گردیده است. در این پژوهش یک رویکرد ساده مبتنی بر خوشه بندی جهت بهبود عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی ارایه شده است. در این پژوهش با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی نظیر خوشه بندی سعی شده است عملکرد شبکه عصبی بهبود داده شود. معیاری که جهت ارزیابی عملکرد شبکه عصبی استفاده شده است میانگین درصد خطای مطلق می باشد. برای انجام اینکار، ابتدا کل داده‌ها را به چند خوشه تقسیم می نماییم و سپس ساختارهای مختلف را برای هر خوشه اجرا می کنیم و در نهایت جهت ارزیابی عملکرد هر خوشه از ساختار بهینه مربوط به آن خوشه استفاده می نماییم. جهت بررسی عملکرد رویکرد ارایه شده، اینکار بر روی کل داده‌ها بدون انجام خوشه بندی نیز انجام شده است و نتایج نشان دادند که عملکرد شبکه عصبی بهبود قابل توجهی داشته است.

**کلمات کلیدی:** شبکه‌های عصبی مصنوعی، داده کاوی، خوشه بندی، انتخاب ویژگی

### ۱-مقدمه

شبکه‌های عصبی از ابزارهای جدیدی است که در سیستم‌های غیرخطی و نامعین که روابط بین اجزا و پارامترهای سیستم به خوبی شناخته شده و توصیف پذیر نمی باشند، قادر به تحلیل و شبیه سازی می باشند. (Kohzadi et al., 1996) شبکه عصبی مصنوعی مدل ساده شده‌ای از سیستم عصبی زیستی بوده و همانند مغز با پردازش روی داده‌های تجربی، قابلیت یادگیری دارد. در واقع این شبکه‌ها با انجام محاسبات روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می گیرند و به همین دلیل به آنها سیستم‌های هوشمند گفته می شود. (Szoplik, 2015) مزیت شبکه عصبی، یادگیری مستقیم از روی داده‌ها بدون نیاز به برآورد مشخصات آماری آنها است. شبکه عصبی بدون در نظر گرفتن هیچ فرضیه اولیه و دانش قبلی از روابط بین پارامترهای مورد مطالعه، قادر به پیدا کردن رابطه بین مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها برای پیش بینی هر خروجی متناظر با ورودی دلخواه می باشد. استفاده از شبکه‌های عصبی در سه دهه اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است. از دهه ۱۹۸۰ شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار محاسباتی قدرتمند توجه محققین را جذب خود کرد. (Raza and Khosravi, 2015) از جمله کاربردهای شبکه‌های عصبی می توان به بهینه سازی، پیش بینی، کنترل فرایند و حل مسائل پیچیده اشاره نمود. (Szoplik, 2015) برتری شبکه‌های عصبی نسبت به تکنیک‌های سنتی در بسیاری از پژوهش‌ها عنوان شده است (Tangand Fishwick, 1993; Chiang et al., 1996; Jhee and Lee, 1993; Hill et al., 1996; Hwang, 2001; Tang et al., 1991; Kohzadi et al., 1996; Stern, 1996; Indro et al., 1999; Azadeh et al., 2007a-b). شبکه عصبی که در این پژوهش استفاده شده است از نوع شبکه‌های عصبی چندلایه پرسپترون می باشد. پارامترهای مهم شبکه‌های عصبی چندلایه پرسپترون عبارتند از: تابع آموزش، تعداد لایه‌های پنهان، تابع انتقال در هر لایه پنهان، تعداد نورون‌ها در هر لایه پنهان و تابع انتقال در لایه خروجی. با تغییر این پارامترها ساختارهای مختلفی ایجاد می شود که با توجه به داده‌های مسئله خروجی‌های متفاوتی دارا هستند. در این پژوهش با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی نظیر خوشه بندی سعی شده است عملکرد شبکه عصبی بهبود داده شود. معیاری که جهت ارزیابی عملکرد شبکه عصبی استفاده شده است میانگین درصد

خطای مطلق می باشد. برای انجام اینکار، ابتدا کل داده ها را به چند خوشه تقسیم می نماییم و سپس ساختارهای مختلف را برای هر خوشه اجرا می کنیم و در نهایت جهت ارزیابی عملکرد هر خوشه از ساختار بهینه مربوط به آن خوشه استفاده می نماییم. جهت بررسی عملکرد رویکرد ارایه شده، اینکار را بر روی کل داده ها بدون خوشه بندی انجام داده و در نهایت با نتایج رویکرد ارایه شده مقایسه می کنیم.

## ۲- مروری بر ادبیات

پژوهش های متعددی در زمینه های مختلف با بکارگیری شبکه های عصبی صورت گرفته است. عمده پژوهش هایی که از شبکه های عصبی استفاده نموده اند، با هدف پیش بینی یک فرآیند خاص انجام شده اند که اکثر آنها در حوزه مصرف انرژی می باشد. در ادامه مروری مختصر بر پژوهش هایی که از شبکه عصبی جهت پیش بینی استفاده نموده اند انجام شده است. لازم به ذکر است که اکثر این پژوهش ها رویکردی ترکیبی داشته اند. جهت برخورد با شرایط عدم اطمینان و رفتار غیرقابل پیش بینی، Khosravi et al. (2011) رویکردی جهت پیش بینی با هدف افزایش دقت در شرایط عدم اطمینان با ترکیب شبکه های عصبی، منطق فازی و الگوریتم ژنتیک ارایه نموده اند، همچنین Jain et al. (2009) نیز از ترکیب منطق فازی و شبکه های عصبی جهت پیش بینی استفاده نموده اند. از دیگر پژوهش هایی که از ترکیب منطق فازی و شبکه های عصبی جهت پیش بینی استفاده نموده اند عبارتند از: Khotanzad et al. (2002)، Senjyu et al. (2005) و Yang & Zhao (2009).

برخی مقالات از رویکرد ترکیبی شبکه های عصبی با سیستم های خبره و تکنیک های رگرسیون استفاده نموده اند از جمله این مقالات می توان مقالات (Wu et al. (2013)، Sfetsos (2003)، Tripathi et al. (2008)، Hwan & Kim (2001) و Ghanbari et al. (2011) اشاره نمود. رویکرد دیگری که جهت پیش بینی تقاضا در برخی مقالات ارایه شده است، ترکیبی از شبکه های عصبی و سری های زمانی و گاهی تحلیل مویک است. در این پژوهش ها از تحلیل مویک عمدتاً جهت تفکیک داده ها به چند دسته استفاده شده است. از جمله مقالاتی که رویکرد خود را مبتنی بر این ترکیب ارایه نموده اند عبارتند از: Deng & Paparoditis & Sapatinas (2012) و Jirutitijaroen (2010).

رویکرد ترکیبی شبکه عصبی و بردار پشتیبان ماشین از جمله رویکردهایی می باشد که در چند سال اخیر مورد توجه محققین جهت پیش بینی قرار گرفته است. بردار پشتیبان ماشین در این پژوهش ها عمدتاً جهت طبقه بندی داده ها بکار گرفته شده است (Wang et al. (2012) و Niu et al. (2010) از جمله پژوهش های چند سال اخیر هستند که این رویکرد را در مقاله خود ارایه داده اند. ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی، رویکردی دیگر می باشد که محققین در مقالات خود ارایه نموده اند. برخی از پژوهش های انجام شده در چند سال گذشته که از این ترکیب جهت پیش بینی تقاضا استفاده نموده اند عبارتند از: Li & Zhao (2012) و Mishra, & Patra (2008).

## ۳- متدولوژی

همانطور که بیان شد، در این مقاله یک مبتنی بر تکنیک های داده کاوی جهت بهبود عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی ارائه شده است. این رویکرد دارای ۷ گام می باشد که در ادامه آمده است و نمای کلی آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

**گام ۱: آماده سازی داده ها:** قبل از انجام هر عملی بر روی داده ها لازم است که داده ها آماده سازی شوند. آماده سازی داده ها به معنی تصمیم گیری در مورد داده های پرت و مقادیر گم شده می باشد. همچنین می توان نرمالایز نمودن داده ها و کاهش حجم داده ها را نیز نوعی از آماده سازی داده ها محسوب کرد. جهت کاهش ابعاد داده های حجیم، می توان از تکنیک های مختلف نظیر انتخاب ویژگی و یا حتی خوشه بندی استفاده نمود.

**گام ۲: خوشه بندی داده ها:** در این مرحله، پیش از اجرای مدل بر روی داده ها، ابتدا داده ها را خوشه بندی می کنیم. هدف از اینکار یافتن ساختار بهینه برای هر خوشه می باشد که هنگام ارزیابی خطای شبکه، ابتدا مشخص می

کنیم داده مربوطه به کدام خوشه تعلق دارد و سپس از ساختار بهینه مربوط به آن خوشه جهت پیش بینی استفاده می‌کنیم.

**گام ۳: تعیین مجموعه تست و آموزش:** داده‌های موجود قبل از ورود به مدل‌های شبکه عصبی بایستی به دو دسته آموزش و تست تقسیم شوند. اینکار که به صورت تصادفی انجام می‌شود، بایستی یکبار برای کل داده‌ها و یکبار برای داده‌های هر خوشه انجام شود. معمولاً ۷۰ درصد داده‌ها را برای آموزش شبکه و ۳۰ درصد آنها را برای تست شبکه در نظر می‌گیرند.

#### گام ۴: تعیین شاخص‌های ارزیابی

جهت ارزیابی عملکرد شبکه عصبی بایستی شاخص‌هایی در نظر گرفته شود. در این مقاله میانگین درصد خطای مطلق به عنوان معیار ارزیابی در نظر گرفته شده است.

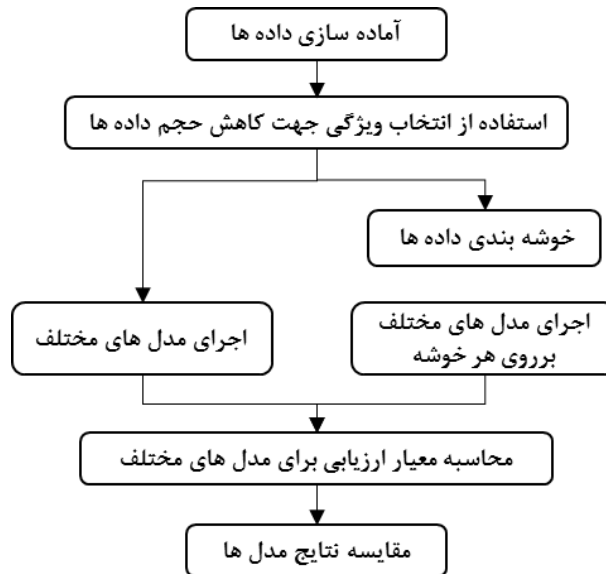
$$(1) \quad MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{Q_{Act} - Q_{ANN}}{Q_{ANN}} \right| \times 100$$

در این شاخص  $Q_{ANN}$  و  $Q_{Act}$  به ترتیب بیانگر مقدار واقعی و مقدار خروجی شبکه عصبی هستند و  $N$  بیانگر تعداد داده‌ها می‌باشد.

**گام ۵: اجرای شبکه برای داده‌ها هر خوشه:** پس از خوشه‌بندی داده‌ها و تعیین مجموعه آموزش و تست برای هر خوشه و همچنین کل داده‌ها، می‌توان ساختارهای مختلفی از انواع شبکه‌های عصبی را برای داده‌های هر خوشه اجرا نمود.

**گام ۶: انتخاب بهترین ساختار برای هر خوشه:** پس از اجرای شبکه با ساختارهای مختلف لازم است مقدار شاخص ارزیابی که وابسته به خروجی شبکه عصبی و مقدار واقعی می‌باشد، محاسبه شود تا بتوان با استفاده از آن، بهترین ساختار را برای کل داده‌ها و همچنین برای داده‌های هر خوشه بدست آورد.

**گام ۷: مقایسه نتایج:** در این گام، با توجه به مقادیر بدست آمده برای شاخص میانگین درصد خطای مطلق، مجموعه خطای شبکه عصبی در دو حالت خوشه‌بندی نمودن داده‌ها و عدم خوشه‌بندی داده‌ها مقایسه می‌شود.



شکل ۱. روند انجام پژوهش

#### ۴-آزمایشات و نتایج

در این بخش در قالب یک مثال عددی نتایج اجرای روش بروی داده های جمع آوری شده از طریق پرسشنامه ارایه شده است و در انتها مورد تحلیل قرار گرفته است. از آنجاییکه داده ها از طریق پرسشنامه ی اینترنتی جمع آوری شده است، مقدار گمشده ای در داده ها وجود نداشته و از لحاظ داده های پرت مورد بررسی قرار گرفته و داده های پرت آنها اصلاح شده است. همچنین با توجه به حجیم نبودن داده ها نسازی به استفاده از روش های کاهش ابعاد نمی باشد و تنها نرمالایز نمودن داده ها کافی می باشد. پس از آماده سازی داده ها اقدام به خوشه بندی آنها نموده ایم و داده ها به چهار خوشه تقسیم شده است. برای هر خوشه و برای کل داده ها، مجموعه آموزش و تست مشخص شده است و در ادامه ساختارهای مختلفی بروی داده های هر خوشه و کل داده ها اجرا شده است. با محاسبه مقدار میانگین درصد خطای مطلق برای ساختارهای مختلفی که بروی کل داده ها و داده های هر خوشه اجرا شده اند و مقایسه نتایج آنها می توان بهترین ساختار را برای کل داده ها و داده های هر خوشه انتخاب نمود. در صورتی که چندین شاخص ارزیابی در نظر گرفته شده باشد، می توان از روش های تصمیم گیری چندمعیاره بدین منظور استفاده نمود. در نهایت با استفاده از مقادیر محاسبه شده کارایی رویکرد ارایه شده با حالتی که هیچ عملی بروی داده ها انجام نمی گیرد مقایسه شده است.

داده های جمع آوری شده شامل ۲۵۲ نمونه می باشد که هر یک شش ویژگی ورودی و یک ویژگی خروجی دارد. با انجام عمل خوشه بندی بروی داده ها چهار خوشه ایجاد نمودیم که در یکی از خوشه ها ۹۵ نمونه و در باقی خوشه ها به طور متوسط ۵۰ نمونه قرار گرفت. نتایج حاصل از اجرای رویکرد ارایه شده بروی این داده ها در جدول ۱ ارایه شده است. چهار ستون آخر این جدول مقدار شاخص ارزیابی را نشان می دهند که MAPE برای کل داده هاست، MAPE1 برای داده های خوشه اول است، MAPE2 برای داده های خوشه دوم است، MAPE3 برای داده های خوشه سوم است و MAPE4 برای داده های خوشه چهارم است.

جدول ۱. پارامترهای ساختارهای مختلف و مقدار شاخص ارزیابی آنها

| کد ساختار | تابع آموزش | تعداد لایه‌های پنهان | لایه پنهان اول |             | لایه پنهان دوم |             | لایه انتقال لایه خروجی |         | شاخص ارزیابی |           |           |           |          |
|-----------|------------|----------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|------------------------|---------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|           |            |                      | تعداد نورون‌ها | تابع انتقال | تعداد نورون‌ها | تابع انتقال | تابع انتقال            | خروجی   | MAPE4 (%)    | MAPE3 (%) | MAPE2 (%) | MAPE1 (%) | MAPE (%) |
| ۱         | LM         | ۲                    | ۱۲             | tansig      | ۱۲             | tansig      | purelin                | purelin | ۲۸           | ۲۲        | ۱۷        | ۲۰        | ۲۶       |
| ۲         | GD         | ۲                    | ۱۴             | radbas      | ۱۳             | tansig      | purelin                | purelin | ۲۵           | ۲۵        | ۱۷        | ۲۵        | ۲۶       |
| ۳         | BFG        | ۲                    | ۱۳             | tansig      | ۱۱             | tansig      | purelin                | purelin | ۲۵           | ۲۸        | ۱۹        | ۲۶        | ۲۴       |
| ۴         | LM         | ۲                    | ۵              | logsig      | ۸              | tansig      | purelin                | purelin | ۲۴           | ۲۶        | ۲۰        | ۲۶        | ۲۴       |
| ۵         | GDA        | ۲                    | ۱۱             | tansig      | ۱۵             | logsig      | purelin                | purelin | ۲۲           | ۲۴        | ۲۲        | ۲۵        | ۲۴       |
| ۶         | OSS        | ۱                    | ۲۶             | tansig      | -              | -           | purelin                | purelin | ۱۸           | ۲۰        | ۱۸        | ۲۱        | ۲۴       |
| ۷         | LM         | ۱                    | ۳۵             | logsig      | -              | -           | purelin                | purelin | ۱۸           | ۳۷        | ۴۴        | ۵۷        | ۵۰       |
| ۸         | BFG        | ۱                    | ۹              | logsig      | -              | -           | purelin                | purelin | ۱۹           | ۱۷        | ۲۲        | ۲۱        | ۲۴       |
| ۹         | GDA        | ۱                    | ۸              | tansig      | -              | -           | purelin                | purelin | ۱۷           | ۱۶        | ۲۸        | ۲۰        | ۲۵       |
| ۱۰        | OSS        | ۲                    | ۱۵             | tansig      | ۲۵             | tansig      | purelin                | purelin | ۲۲           | ۱۹        | ۲۲        | ۱۴        | ۲۵       |
| ۱۱        | CGP        | ۲                    | ۱۲             | tansig      | ۱۵             | tansig      | purelin                | purelin | ۲۲           | ۲۶        | ۱۵        | ۲۵        | ۲۵       |
| ۱۲        | BFG        | ۱                    | ۱۳             | tansig      | -              | -           | purelin                | purelin | ۱۵           | ۱۸        | ۲۲        | ۲۲        | ۲۳       |
| ۱۳        | CGP        | ۱                    | ۱۸             | logsig      | -              | -           | purelin                | purelin | ۱۶           | ۱۷        | ۱۲        | ۲۲        | ۲۴       |
| ۱۴        | GDX        | ۲                    | ۱۵             | tansig      | ۱۲             | tansig      | purelin                | purelin | ۲۱           | ۲۲        | ۱۹        | ۲۷        | ۲۴       |

طبق نتایج جدول ۱، در صورتیکه عمل خوشه بندی را روی داده ها انجام ندهیم و کل داده ها را با ساختارهای مختلف شبکه عصبی اجرا کنیم، در مساله ارایه شده، در بهترین حالت ۲۳ درصد خطا خواهیم داشت. در صورتیکه عمل خوشه بندی را بر روی داده ها اعمال نماییم و از رویکرد ارایه شده استفاده کنیم، درصد خطا به طور قابل توجهی کاهش می یابد. در مساله ارایه شده در این مقاله، میانگین درصد خطا برای چهار خوشه با توجه به تعداد نمونه های درون هر خوشه، حدود ۱۴ درصد شد که کاهش ۹ واحدی را نشان می دهد.

## ۵- جمع بندی

یکی از مسائلی که در مطالعات انجام شده بر روی شبکه های عصبی اهمیت زیادی داشته است، بهبود عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی می باشد. در واقع بسیاری از پژوهش های صورت گرفته در این حوزه، سعی در ارزیابی رویکردهایی داشته اند که بتوان با کمک آنها، خطای خروجی شبکه عصبی را کاهش داد. از آنجاییکه شبکه های عصبی مصنوعی کاربرد گسترده ای در مسائل دنیای واقعی دارند، کاهش خطای شبکه عصبی، هر چند کم، می تواند تاثیرات بزرگی در واقعیت داشته باشد. در این پژوهش یک رویکرد ساده مبتنی بر خوشه بندی جهت بهبود عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی ارزیابی شده است. در این پژوهش با استفاده از تکنیک های داده کاوی نظیر خوشه بندی سعی شده است عملکرد شبکه عصبی بهبود داده شود. معیاری که جهت ارزیابی عملکرد شبکه عصبی استفاده شده است میانگین درصد خطای مطلق می باشد. برای انجام اینکار، ابتدا کل داده ها را به چند خوشه تقسیم می نماییم و سپس ساختارهای مختلف را برای هر خوشه اجرا می کنیم و در نهایت جهت ارزیابی عملکرد هر خوشه از ساختار بهینه مربوط به آن خوشه استفاده می نماییم. مراحل رویکرد ارزیابی شده در این پژوهش عبارتند از: آماده سازی داده ها، خوشه بندی داده ها، تعیین مجموعه تست و آموزش، تعیین شاخص های ارزیابی، اجرای شبکه برای هر ساختار، انتخاب بهترین ساختار برای هر خوشه و مقایسه نتایج. جهت بررسی عملکرد رویکرد ارزیابی شده، اینکار بر روی یک مساله عددی انجام شد و نتایج نشان دادند در صورتیکه داده ها خوشه بندی نشوند، در بهترین حالت، میانگین خطا برابر با ۲۳ درصد می باشد، اما، در صورتیکه از رویکرد ارزیابی شده استفاده شود مقدار خطا حدود ۹ درصد کاهش می یابد که رقم قابل توجهی می باشد.

## مراجع

1. Azadeh, A., Ghaderi, S., Anvari, M., & Saberi, M. (2007a). Performance assessment of electric power generations using an adaptive neural network algorithm. *Energy Policy* 35, 3155-3166.
2. Azadeh, A., Ghaderi, S.F., Anvari, M., Saberi, M., Izadbakhsh, H., (2007b). An integrated artificial neural network and fuzzy clustering algorithm for performance assessment of decision making units. *Applied Mathematics and Computation* 187, 584-599.
3. Chiang, W.C., Urban, T.L., Baldridge, G.W., (1996). A neural network approach to mutual fund net asset value forecasting. *Omega, The International Journal of Management Science* 24, 205-215.
4. Deng J, Jirutitijaroen. Short-term load forecasting using time series analysis: A case study for Singapore. In: *Proceedings IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS): IEEE; 2010. p. 231-6.*
5. Ghanbari, A., Abbasian-Naghneh, S., & Hadavandi, E. (2011, April). An intelligent load forecasting expert system by integration of ant colony optimization, genetic algorithms and fuzzy logic. In *Computational Intelligence and Data Mining (CIDM), 2011 IEEE Symposium on* (pp. 246-251). IEEE.
6. Hill, T., O'Connor, M., Remus, W., (1996). Neural network models for time series forecasts. *Management Science* 42 (7), 1082-1092.
7. Hwan, K. J., & Kim, G. W. (2001). A short-term load forecasting expert system. In *Science and Technology, 2001. KORUS'01. Proceedings. The Fifth Russian-Korean International Symposium on* (Vol. 1, pp. 112-116). IEEE.
8. Hwang, B.H., (2001). Insights into neural-network forecasting of time series corresponding to ARMA (p;q) structures. *Omega* 29, 273-289.
9. Indro, D.C., Jiang, C.X., Patuwo, B.E., Zhang, G.P., (1999). Predicting mutual fund performance using artificial neural networks. *Omega. The International Journal of Management Science* 27, 373-380.
10. Jain, A., Srinivas, E., & Rauta, R. (2009, December). Short term load forecasting using fuzzy adaptive inference and similarity. In *Nature & Biologically Inspired Computing, 2009. NaBIC 2009. World Congress on* (pp. 1743-1748). IEEE.
11. Jhee, W.C., Lee, J.K., (1993). Performance of neural networks in managerial forecasting. *Intelligent Systems in Accounting Finance and Management* 2, 55-71.
12. Kohzadi, N., Boyd, M.S., Kermanshahi, B., Kaastra, I., (1996). A comparison of artificial neural network and time series models for forecasting commodity prices. *Neurocomputing* 10 (3), 169-181.
13. Khotanzad, A., Zhou, E., & Elragal, H. (2002). A neuro-fuzzy approach to short-term load forecasting in a price-sensitive environment. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 17(4), 1273-1282.

14. Li F, Zhao X-M. The application of genetic algorithm in power short-term load forecasting. In: Proceedings of international conference on image, vision and computing (ICIVC2012); 2012.p.115–23.
15. Mishra, S., & Patra, S. K. (2008, July). Short term load forecasting using neural network trained with genetic algorithm & particle swarm optimization. In Emerging Trends in Engineering and Technology, 2008. ICETET'08. First International Conference on (pp. 606-611). IEEE.
16. Niu, D., Wang, Y., & Wu, D. D. (2010). Power load forecasting using support vector machine and ant colony optimization. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2531-2539.
17. Raza, M. Q., & Khosravi, A. (2015). A review on artificial intelligence based load demand forecasting techniques for smart grid and buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1352-1372.
18. Paparoditis, E., & Sapatinas, T. (2013). Short-term load forecasting: the similar shape functional time-series predictor. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 28(4), 3818-3825.
19. Sfetsos, A. (2003, May). Short-term load forecasting with a hybrid clustering algorithm. In Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings- (Vol. 150, No. 3, pp. 257-262). IET.
20. Senjyu, T., Mandal, P., Uezato, K., & Funabashi, T. (2005). Next day load curve forecasting using hybrid correction method. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 20(1), 102-109.
21. Stern, H.S., (1996). Neural networks in applied statistic. *Technometrics* 38 (3), 205–214.
22. Szoplik, J. (2015). Forecasting of natural gas consumption with artificial neural networks. *Energy*, 85, 208-220.
23. Tang, Z., Almeida, C., Fishwick, P., (1991). A Time series forecasting using neural networks vs. Box–Jenkins methodology. *Simulation* 57 (5), 303–310.
24. Tang, Z., Fishwick, P.A., (1993). Back-propagation neural nets as models for time series forecasting. *ORSA Journal on Computing* 5 (4), 374–385. A.
25. Tripathi, M. M., Upadhyay, K. G., & Singh, S. N. (2008). Short-term load forecasting using generalized regression and probabilistic neural networks in the electricity market. *The Electricity Journal*, 21(9), 24-34.
26. Wu, J., Wang, J., Lu, H., Dong, Y., & Lu, X. (2013). Short term load forecasting technique based on the seasonal exponential adjustment method and the regression model. *Energy Conversion and Management*, 70, 1-9.
27. Yang, K., & Zhao, L. (2009, September). Load forecasting model based on amendment of mamdani fuzzy system. In Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2009. WiCom'09. 5th International Conference on (pp. 1-4). IEEE







## پروژه‌های کاربردی در مهندسی صنایع

**Arien.ir**

نشانی: کرج، بلوار امام خمینی (باغستان)، بین  
خیابان پنجم و ششم، روبروی مجموعه ورزشی  
انقلاب، پلاک ۷۳۵، ساختمان پرند، واحد ۱



۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴ ۸۷



۰۲۶ ۳۴ ۴۳ ۶۹ ۵۹

۰۲۱ ۴۳ ۸۵ ۷۱ ۲۴