ارایه و رتبه‌بندی الگوهایی مطلوب به منظور بهبود خط‌مشی سرویس‌دهی به مشتریان با رویکرد شبیه‌سازی سیستم‌های صف و MCDM

محمود مدیری[۱،*]، نورالدین انوری[۲]

[۱]استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

[۲]کارشناس ارشد دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰، اصلاحیه مرداد ۱۳۹۱، پذیرش: آذر ۱۳۹۱

چکیده

امروزه جایگاه شرکت پست در کاهش حجم ترافیک، آلودگی هوا، تسریع در انجام کارها، کاهش هزینه و انرژی بر کسی پوشیده نیست. این سازمان‌ها در دسته‌بندی گروه خدماتی، ارتباط مستقیم با نیروی انسانی و مشتریان دارند. یکی از پدیده‌های روزمره این سازمان‌ها ازدحام جمعیت و ایجاد صف در باجه‌ها می‌باشد.

بررسی سیستم‌های صف و کاهش اثرات نامطلوب انتظار، همواره یکی از موضوعات قابل توجه در ریاضیات کاربردی و تحقیق در عملیات بوده است. تحقیق حاضر پیرامون موضوع بالاست و به منظور رفع مشکل ادارات پست در خدمت‌رسانی به مشتریان صورت گرفته است. در این خصوص پس از تعریف مسأله، کار بررسی و شناخت سیستم صف ادارات مذکور با انتخاب اداره کل پست استان البرز به عنوان مطالعه موردی آغاز گردید و نحوه ارایه خدمت به مشتریان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بیان ساختار سیستم صف اداره مذکور، یک مدل ریاضی برای سیستم ارایه گردید و با نرم افزار شبیه ساز Enterprise Dynamic مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ادامه علاوه بر شناسایی الگوی فعلی سرویس‌دهی به مشتریان با استفاده از نظرات خبرگان ۴ الگو پیشنهاد شد و سه شاخص جهت ارزیابی این مدل‌ها انتخاب گردید. آنگاه با روش آنتروپی شانون اهمیت نسبی شاخص‌ها تعیین و سپس با استفاده از TOPSIS اولویت‌بندی الگوها انجام و یک الگو به عنوان مناسب‌ترین الگو انتخاب شد. در پایان نتایج تحقیق به مدیریت جهت تصمیم‌گیری بر مبنای روش علمی ابلاغ گردید.

واژه‌های کلیدی: خط‌مشی سرویس‌دهی، مشتری، شبیه‌سازی، سیستم صف، آنتروپی، MCDM، TOPSIS

۱- مقدمه

انتظار در صف هر چند بسی ناخوشایند است اما متأسفانه بخشی از واقعیت اجتناب ناپذیر زندگی را تشکیل می‌دهد. انسان‌ها در زندگی روزمره خود با انواع مختلف صف که به از بین رفتن وقت، نیرو و سرمایه آن‌ها می‌انجامد رو به رو می‌شوند. اوقاتی که در صف‌های اتوبوس، نهارخوری و خرید و نظایر آن‌ها به هدر می‌رود نمونه‌های ملموسی از این نوع اتلاف‌ها در زندگی است. در جوامع امروزی صف‌های مهم‌تری وجود دارد که هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی آن‌ها به مراتب بیش از نمونه‌های ساده فوق است. از آن جمله می‌توان صف‌های حاصل از ترافیک شهری و نیز صف‌هایی که در فرودگاه، بنادر، مؤسسات مخابراتی و در پشت فرایندهای تولید تشکیل می‌شود نام برد.

در مجموع، شاید بتوان گفت که انتظار در صف دیگر استثنا نیست و به صورت قاعده درآمده است. اما در محیط رقابتی امروز سازمان‌هایی موفق هستند که تلاش‌هایی در جهت بهبود سازمان خود انجام دهند. تلاش اصلی تمامی مؤسسات تولیدی و خدماتی کسب رضایت مشتری است که در ویژگی‌های موردنظر منعکس می‌شود. یکی از این ویژگی‌ها دسترسی به کالا و خدمات در اسرع وقت است. یعنی زمانی که مشتری درخواست خدمت کرد فوراً خدمت خود را دریافت کند و در صف منتظر دریافت خدمت نگردد. [۱]

۲- بیان مسئله

تمامی ما انتظار در صف را تجربه کرده‌ایم. متأسفانه این پدیده در جامعه شهری ما که به لحاظ تراکم جمعیت و شلوغی رو به افزایش بوده، هر چه بیشتر درحال عادی شدن است. ما در ترافیک، در اتومبیل خود به صورت صف منتظر می‌مانیم، در صف آرایشگاه، در ادارات پست و غیره بدون این که این موارد حد و نهایتی داشته باشند، انتظار می‌کشیم. به طور کلی ما به عنوان مشتری تمایلی به انتظار کشیدن نداریم و مدیران مؤسساتی که ما در آن‌ها به انتظار می‌مانیم، خود نیز مایل به انتظار کشیدن ما نیستند، چرا که این موضوع برایشان گران تمام می‌شود. پس چرا انتظار وجود

* modiri.mahmoud@gmail.com

دارد؟ جواب نسبتاً ساده است. تقاضای بیشتری جهت استفاده از سرویس نسبت به امکانات حاضر برای ارایه سرویس وجود دارد.
از آنجا که مشتریان با دریافت سرویس غیرقابل قبول و در زمان نامطلوب، اعتماد خود را نسبت به سازمان از دست می دهند، بنابراین برای سازمان ها الزامی است که تلاش کنند سرویس های مطمئنی را در زمان های مورد نظر در اختیار مشتریان قرار دهند. با توجه به تلاش انجام شده و توصیه به تضاعف کار و بهبود کمی و کیفی خدمت رسانی به آحاد ملت، اداره کل پست استان البرز درصدد گسترش خدمت رسانی بر مبنای روش علمی به تمامی مراجعین اداره مذکور می باشد.
لذا باید الگویی به منظور بهبود خدمت رسانی ارائه شود، به طوری که بتوان در زمان کوتاه تر، پاسخگوی مراجعین بیشتری بود و از هزینه های ناشی از اتلاف زمان و انرژی جلوگیری کرد.در ضمن نرخ ارائه خدمات توسط سرویس دهندگان را افزایش و میانگین زمان انتظار مشتریان در صف را کاهش دهد. در نتیجه این تحقیق بر آن است که الگوهایی معرفی کند تا بتواند ویژگی های فوق الذکر را تامین نماید و با توجه به نظر مدیران ارشد سازمان، الگویی را به عنوان الگویی اجرایی تعیین کند.

۳- اهداف تحقیق

هدف کلی از این تحقیق استفاده از ترکیب تکنیک های ریاضی تحقیق در عملیات (تئوری صف) و تصمیم گیری چند شاخصه ای (آنتروپی شانون برای اهمیت نسبی شاخص ها و روش Topsis برای رتبه بندی مدل ها) است تا عوامل موثر بر خط مشی خدمات رسانی به مشتریان که منجر به کاهش میانگین زمان مورد انتظار و همچنین کاهش طول صف و افزایش تعداد مشتریان و در نهایت موجب افزایش بهره وری در صف و سیستم شود را ارزیابی کرده و بهترین مدل ها را بدست آورد و از طریق رتبه بندی مدل ها مناسب ترین ترکیب را بدست آورد که موجب بهبود عملکرد حوزه مورد مطالعه شود.
بنابر این به صورت خلاصه هدف اصلی تحقیق عبارت است از: شناسایی و رتبه بندی الگوهایی مناسب در جهت بهبود خدمت رسانی به مشتریان که بتواند زمان انتظار مشتریان در صفوف را کاهش کارایی سرویس دهندگان و تعداد مشتریان خروجی از سیستم را افزایش دهد.

٤- سؤالات تحقیق

با توجه به عنوان، اهداف و بیان مساله تحقیق، می توان سوالات تحقیق را به صورت زیر بیان نمود:
۱- الگوی سرویس دهی به مشتریان در شرایط کنونی چیست؟
۲- چه الگوهای کاربردی را می توان جهت بکارگیری در سیستم پیشنهاد داد؟
۳- کدام یک از عوامل خط مشی خدمت رسانی به مشتریان (شاخص ها) بر عملکرد حوزه مورد مطالعه با استفاده از تکنیک های ریاضی تحقیق در عملیات (تئوری صف) و تصمیم گیری چند شاخصه تاثیر گذارند؟
۴- کدام یک از الگوها می تواند منافع بیشتری برای سازمان و مشتریان حاصل کند؟

۵- مبانی نظری

تئوری صف با کار تحقیقاتی مهندس دانمارکی به نام ای.کی ارلنگ[1] در سال ۱۹۰۹ آغاز گردید. در آن سال ها او با مطالعه و انجام آزمایشات بر روی میزان افزایش و کاهش تقاضا در سیستم تلفن به بررسی عوامل و روابط موجود در سیستم مورد مطالعه پرداخت. هشت سال بعد او از جزئیات مطالعات صورت پذیرفته اتوماتیک کردن سیستم تلفن و نتایج حاصل از روابط موجود، که پایه و اساس تئوری های صف قرار گرفت کتابی منتشر ساخت. [۱۴]
در ذیل به چند نمونه از تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته و قبل از انجام تحقیق مطالعه شده اند اشاره می شود.

۱. پاردو و دلافیونتی[2] (۲۰۰۸) انتخاب بهینه نرخ خدمت دهی برای یک سیستم صف فازی با منبع ورودی محدود را ارائه نمودند. آن ها توانستند با به کار گیری معیارهای بهینه سازی، تعداد بهینه خدمت دهندگان را تعیین نموده و همچنین هزینه های مورد انتظار در هر واحد زمانی را مینیمم کنند. با توجه به طبیعت مساله مورد نظر با مساله صف تک خدمته با محدودیت زمان انتظار به مشتریان از نوع کلاس های مختلف (اولین ورودی-اولین خدمت) مواجه هستیم. محققان مختلفی ادبیات حوزه مربوط به صف با یک خدمت دهنده و مشتریان مختلف را از چشم اندازهای متفاوت مورد بررسی قرار داده اند. [۱۵]
برای مثال اوت[3] (۱۹۸۷) اطلاعات جامعی که در ادبیات این تحقیق موجود است را ارائه می کند. ساهین و بهات[4] (۱۹۷۱) مدل M1+D/G1,G2/1 را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند.
۲. سینگر و دونوسو[5] (۲۰۰۸) قابلیت به کارگیری تئوری صف و فرمول های آن را برای پشتیبانی تصمیم گیری در کسب و کار آمبولانس نشان دادند. در این تحقیق که در کشور شیلی انجام گردید، فرایند کسب و کار یک آمبولانس مدل سازی شد. [۱۶]
۳. تخمین ماکزیمم طول صف با استفاده از شبیه سازی که در سال ۲۰۰۶ توسط ژاویر، پاستور و اتامندی[6] در یکی از شهرهای بزرگ اسپانیا انجام شد. در این تحقیق بر روی ظرفیت اتوبوس ها که پایان مسیرشان به ایستگاه مترو ختم می شد، میزان تقاضا برای سوار شدن به مترو در ساعات مختلف روز، زمان های انجام عملیات و رفتارهای صف بررسی به عمل آمد.
۴. مارتین سیاس[7] در سال ۲۰۰۵ مقاله ای با عنوان کیفیت خدمت دهی به توریسم از فرودگاه آغاز می شود، به بررسی میانگین زمان مورد انتظار مسافران در صف کنترل بلیط فرودگاه و کارایی خدمت دهندگان پرداخت و نتایج حاصل از تحقیقات خود را با استانداردهای

1 - A.K. Erlang
2 - Pardo and de la Fuente
3 -Ott
4 - Sahin and Bhat
5 -Singer and Donoso
6 - Khavier, Pasttor and Ettamandy
7 - Martin-Cejas

شرکت های بین المللی هواپیمایی مقایسه کرد و برای رفع مشکلات موجود پیشنهاداتی ارائه داد. [۶]

۵. کی[8] (۲۰۰۳) کنترل بهینه یک سیستم صف M/G/1 با دو نوع استراحت سرویس دهندگان و زمان راه اندازی را ارائه کرد. این گونه مدل ها که زمان استراحت و بیکاری سرویس دهنده را در نظر می گیرد، کاربرد وسیعی در زمینه های کامپیوتر، مخابرات، شبکه های صف و محیط های تولیدی دارد. بودن یا نبودن خدمت دهنده در سیستم، جهت کنترل خط مشی های سیستم کاملا وابسته به تعداد مشتریان در سیستم می باشد.

٦. تادج و سارهان[9] (۲۰۰۳) تاثیر توزیع ظرفیت خدمت دهنده بر کنترل بهینه یک سیستم صف با محدودیت در سرویس را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق زمینه رشد و طراحی و کنترل یک سیستم صف فراهم شده است. طراحی بهینه یک سیستم از پارامترهای بهینه سیستم مانند متوسط نرخ سرویس، تعداد بهینه خدمت دهندگان و... تشکیل می شود. [۵]

۷. محمد علی ذولحسنی در سال ۱۳۸۹ پژوهشی با عنوان "ارزیابی مدت زمان انتظار مشتریان در دو سیستم خدمات بانکداری با بهره گیری از تکنیک صف" را در شعبه ممتاز بانک صادرات ناحیه شمال تهران انجام داد و در آن دو سیستم تحویلداری و کارمند تحویلداری را با استفاده از شاخص هایی از قبیل مدت زمان انتظار مشتریان در صف و کارایی سرویس دهندگان با یک دیگر مقایسه نمود.

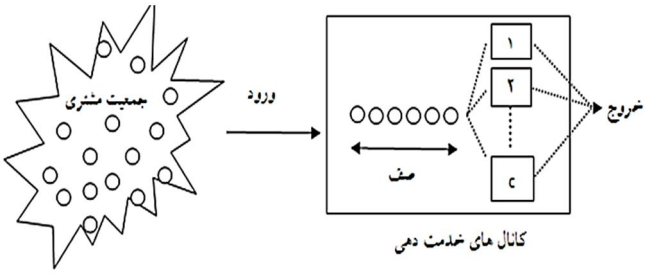
۸. اصغر کریمیان نوکابادی در سال ۱۳۸۲ در پژوهش خود با عنوان "ارائه یک الگوی بهینه سرویس دهی به مشتریان بانک با استفاده از مدل های صف" الگوی بهینه سرویس دهی به مشتریان بانک را با استفاده از مدل های صف ارائه نمود.

در تحقیقات بالا و اکثر تحقیقات از این دست، نقش شبیه سازی کمرنگ دیده می شود، همچنین محققان به ارائه یک مدل برای سیستم بسنده کرده‌اند. در این تحقیق سعی شده علاوه بر شبیه سازی، نظرات خبرگان را جمع آوری و ۴ مدل پیشنهادی ارائه داده شود. سپس با استفاده از روش TOPSIS میان طرح موجود و مدل های پیشنهادی رتبه بندی صورت گیرد.

صف یک خط انتظار است مانند انتظار مشتریان پشت کانترهای سوپرمارکت، تئوری صف یک تئوری ریاضی برای خطوط انتظار می باشد. به طور کلی تئوری صف به دنبال استفاده از مدلسازی ریاضی و تجزیه و تحلیل سیستمی است که بتواند به نحو مطلوب به تقاضاهای تصادفی خدمت رسانی کند.[۷]

یک سیستم صف را چنین می توان تشریح کرد که مشتریان جهت دریافت خدمت به سیستمی مراجعه نموده و پس از انتظار در سیستم جهت دریافت این خدمت به قسمت مربوطه رفته و پس از گذشت مدت زمانی، از سیستم خارج می گردند.

البته کلمه مشتری و خدمت دهنده همیشه نباید به عنوان انسان تلقی گردد. بطور کلی متقاضیانی (اعم از انسان، قطعات یا ...) که برای دریافت خدمت مراجعه می کنند اصطلاحا مشتری نامیده می شوند و خدمت مورد نظر توسط شخص، ماشین آلات و یا امکانات دیگر که خدمت دهنده نامیده می شوند، ارائه می گردد. اگر حداقل یکی از خدمت دهندگان بیکار باشد. مشتری جدید می تواند خدمت مورد نظر را دریافت دارد ولی اگر تمام خدمت دهندگان مشغول کار باشند، مشتری جدید باید در صف منتظر بماند. شمای کلی یک سیستم صف در شکل ۱ نمایش داده شده است:



شکل شماره (۱): شمای کلی از سیستم صف- ایروانی ۱۳۷۲

گرچه هر سیستم صف را می توان به این نحو تصور کرد، آشکار است که نمایاندن دقیق و معقول چنین سیستمی نیاز به تعیین ویژگی های فرآیند مربوطه دارد. [۹]

۵-۱ مشخصه ها و نماد گذاری سیستم های صف

کندال نمادی را به صورت اختصاری برای توصیف دامنه پارامترهای مدل های صف ارایه داده است. این نماد شامل سه کد به صورت $a/b/c$ می باشد. اولین حرف نمایانگر توزیع زمان ورود مشتریان به سیستم، دومین حرف نشان دهنده توزیع زمان خدمت دهی می باشد. برای مثال برای توزیع های عمومی حرف G و برای توزیع نمایی حرف M و برای زمان قطعی حرف D بکار برده می شود. سومین حرف نمایانگر تعداد خدمت دهنده های موجود در سیستم می باشد. از جمله مدل های عمومی مورد استفاده در تئوری های صف عبارتست از:

M/M/1 , M/M/m , M/G/1 , M/D/1

این نمادها می توانند با سایر پارامترهای دیگر جهت پوشش دادن به سایر مدل های صف توسعه پیدا کنند. برای مثال سیستم M/M/m/k نمایانگر مدل صفی است با توزیع زمان ورود و زمان خدمت دهی نمایی با m خدمت دهنده و نیز محدودیت ظرفیت سیستم که برای k مشتری تعریف شده است. [۸]

۵-۲ معیارهای ارزیابی یک سیستم صف

مشخصه های اصلی یک فرآیند صف به صورت زیر است:

الگوی ورود مشتری

الگوی خدمت دهی

تعداد خدمت دهندگان

ظرفیت سیستم

جمعیت مشتری

8- Ke

9 - Tadj and Sarhan

نظام سیستم
مراحل خدمت دهی [۲]

۵-۳ ضریب بهره وری

یکی از معیارهای ارزیابی سیستم درصدی از زمان است که سیستم کار می کند. برای نشان دادن این معیار، از عاملی به نام ضریب بهره وری استفاده می شود که تعریف آن به شرح زیر است:

$$P=\frac{\text{میانگین کل تقاضا برای دریافت خدمت در واحد زمان}}{\text{کل ظرفیت سیستم برای ارائه خدمت در واحد زمان}}$$

$p = \frac{\lambda}{\mu} < 1$ که p ضریب بهره وری است و به صورت درصدی از زمان که سیستم کار می کند تعریف می شود. [۱۱]

در یک سیستم صف با m خدمت دهنده که λ و μ به ترتیب معرف آهنگ ورود و آهنگ خدمت است، ضریب بهره وری از رابطه زیر بدست می آید. [۱۰]

$$P=\frac{\lambda}{m\mu}$$

بدیهی است که $P>1$ بدین معناست که ظرفیت سیستم از تقاضای وارده به آن کمتر است و طول صف مرتب افزایش می یابد تا سرانجام به بینهایت می رسد. ضمنا در بسیاری از حالت ها نشان داده می شود که $P=1$ نیز مربوط به یک سیستم ناپایدار است. بدین ترتیب معمولا موقعی سیستم پایدار است که $P<1$ باشد.

۵-۴ استنتاج لیتل

رابطه های بین معیارهای ارزیابی یک سیستم در دراز مدت، با استفاده از استنتاج لیتل به ترتیب زیر بدست می آید. این رابطه ها که در نظریه صف اهمیت خاصی دارند، در مورد تمام سیستم های صف صادق هستند.

$L=\lambda W$
$Lq=\lambda Wq$
$W=Wq + 1/\mu$

در رابطه فوق λ معرف آهنگ مراجعه مشتری یا میانگین تعداد بالقوه مشتریانی است که در واحد زمان وارد سیستم می شوند و μ آهنگ سرویس دهی به مشتریان می باشد. همچنین L و Lq و W عبارتند از:

L = متوسط تعداد افراد داخل سیستم در دراز مدت
Lq = متوسط تعداد مشتریان در صف در دراز مدت
W = متوسط زمان انتظار مشتری در سیستم در دراز مدت
Wq = متوسط زمان انتظار هر مشتری در صف در دراز مدت [۶]

۵-۵ روش آنتروپی

آنتروپی کمیتی است که میزان بی نظمی مشخصه (شاخص ها) را تعیین می کند. آنتروپی یک مفهوم اصلی در علوم فیزیکی و تئوری اطلاعات است، به طوری که نشان دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است. به لفظ دیگر، آنتروپی در تئوری اطلاعات معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده توسط یک تابع توزیع احتمال گسسته (p_i) به طوری که این عدم اطمینان، در صورت پخش بودن[10] توزیع، بیشتر از موردی است که توزیع فراوانی تیزتر باشد. این عدم اطمینان به صورت ذیل تشریح می شود (ابتدا ارزشی را با نماد E محاسبه می کنیم): [۳]

$$E_{j=} - k\sum_{j=1}^{m}[p_{ij}.\ln p_{ij}]$$

به طوری که K یک عدد ثابت مثبت است به منظور تامین $0 \le E \le 1$ و مقدار آن برابر است با :

$$k=\frac{1}{\ln m}$$

همچنین P_{ij} را به صورت ذیل محاسبه می کنیم:

$$P_{ij}=\frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}}$$

اینک عدم اطمینان یا درجه انحراف (d_j) از اطلاعات ایجاد شده به ازای شاخص j ام بدین قرار است:

$$dj = 1 - Ej$$

و سر انجام برای اوزان (w_j) از شاخص های موجود خواهیم داشت:

$$w_j=\frac{d_j}{\sum d_j}$$

چنانچه تصمیم گیرنده از قبل دارای یک قضاوت ذهنی (λ_j) به عنوان اهمیت نسبی برای شاخص j ام باشد آنگاه می توان w_j محاسبه شده از طریق آنتروپی را به صورت زیر تعدیل کرد:

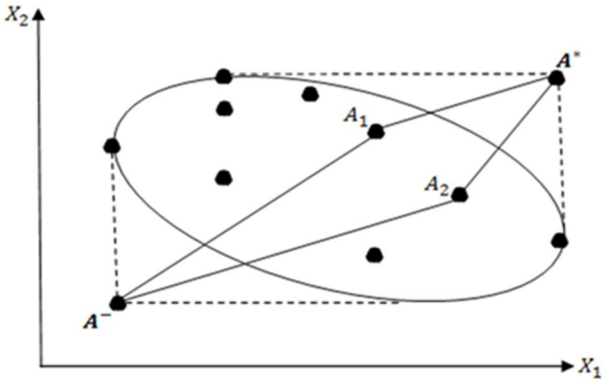
$$w'_j=\frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^{m}\lambda_j w_j}$$

۵-۶ روش TOPSIS

این روش در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون[11] ارائه گردید. بر اساس این روش هر مساله از نوع MADM با m گزینه که به وسیله n شاخص تصمیم مورد ارزیابی قرار گیرد را می توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در فضای n بعدی در نظر گرفت. [۱۲]

در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه Ai از نقطه ایده آل، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی باشد. اطلاعات ورودی به روش TOPSIS شامل بردار اوزان (W) برای شاخص ها بوده و خروجی آن به صورت رتبه بندی برای گزینه ها می باشد. [۱۳]

10 - broad
11 - Hwang and Yoon



شکل شماره (۲): فاصله های اقلیدسی راه حل ایده آل و راه حل ایده آل منفی در فضای دوبعدی [۱۲]

۵-۷ مزایای روش TOPSIS

مهم ترین مزایای این روش به طور خلاصه عبارتند از:

۱. معیارهای کمی و کیفی در ارزیابی به صورت همزمان دخالت دارند.

۲. تعداد قابل توجهی معیار در نظر گرفته می شود.

۳. روش TOPSIS به سادگی و با سرعت مناسب اعمال می گردد.

۴. عملکرد سیستم به صورت مطلوب و قابل قبول است.

۵. مطلوبیت شاخص های مورد نظر در حل مساله، به طور یکنواخت افزایشی (کاهشی) می باشد.

۶. اطلاعات ورودی را می توان تغییر داد و نحوه پاسخ گویی سیستم را براساس این تغییرات بررسی کرد. [۳]

٦- روش تحقیق

روش تحقیق از حیث نحوه اجرا یک مطالعه موردی است و از حیث هدف، یک تحقیق کاربردی است. همچنین از حیث چارچوب یک مطالعه توصیفی و بر اساس مطالعات میدانی و کتابخانه ای شکل گرفته است.

۷- روش گردآوری اطلاعات

گردآوری اطلاعات به روش میدانی است و محقق با حضور در موقعیت، اقدام به توزیع و گردآوری اطلاعات نموده است. برای بدست آوردن اوزان تعدیل شده و چگونگی نمونه گیری از پرسش نامه استفاده کردیم. همچنین در این تحقیق از روش کتابخانه ای (آرشیو اسناد و مدارک) استفاده شده است.

۸- بیان شرح کلی از سیستم

سیستم مورد بررسی ما اداره کل پست استان البرز- شعبه مرکزی است. این اداره دارای ۱۰ باجه است. این باجه ها خدمات مختلفی را ارائه می دهند که برخی از آنها دائمی و برخی دیگر موقتی و فصلی اند و از طریق قرار داد با سازمان های دیگر ایجاد می شوند. از قبیل خدمات کارت سوخت، دفترچه دانشگاه و... در ذیل به معرفی هر یک از باجه های مربوطه در اداره مذکور می پردازیم.

باجه شماره ۱- در این باجه خدمات کد پستی ۱۰ رقمی برای مراجعه کنندگان ارائه می شود.

باجه شماره ۲- در این باجه خدماتی از قبیل پست پیشتاز، ویژه و DHL ارائه می شود.

باجه شماره ۳- این باجه وظایف مختلفی از قبیل قبول مرسولات سفارشی (داخلی و خارجی)، گواهینامه المثنی، تمبر شخصی و یادگاری را بر عهده دارد.

باجه شماره ۴- خدمات ارائه شده در این باجه عبارتند از: نظام وظیفه (فروش دفترچه، پست دفترچه) و تائیدیه تحصیلی، قبول مدارک کارت ایثار و پوشه گذرنامه می باشد.

باجه شماره ۵- این باجه اختصاص به پست یافته ها دارد.

باجه شماره ۶- خدماتی که در این باجه ارائه می شوند شامل: قبول امانات داخلی و خارجه می باشد.

باجه شماره ۷- در این باجه فروش دفترچه دانشگاه انجام می شود لازم به ذکر است که در ۸۰ درصد از ایام سال این باجه مشغول به ارائه خدمت به مشتریان می باشد و در مابقی ایام تعطیل می باشد.

باجه شماره ۸- در این باجه تعویض کوپن انجام می شود.

باجه شاره ۹- این باجه مخصوص خدمات اینترنتی برای مشتریان می باشد.

باجه شماره ۱۰- این باجه به ارائه خدمات بانکی می پردازد و به دلیل حجم کار بالای سازمان، جهت سهولت در دریافت ها و پرداخت ها و انجام عملیات بانکی ایجاد شده است.

به دلیل اینکه وظایف برخی از باجه ها مانند باجه شماره ۱۰ مربوط به اداره مذکور نمی باشد و یا برخی از باجه ها حجم کار کمی دارند و وظایف آن ها به گونه ای است که در ایامی از سال به کارهای دیگر مبادرت می ورزند لذا از بررسی تمامی باجه ها صرف نظر می کنیم و طبق درخواست مدیریت به تحقیق و بررسی در باجه های ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ و ۶ می پردازیم.

۹- محاسبه تعداد حجم نمونه در هر باجه

به دلیل این که هر یک از باجه ها خدمت و یا خدماتی مخصوص به خود را ارائه می کنند و از نوع خدمت درخواستی مشتریان تا زمانی که وارد صف مربوطه خود نشده اند اطلاعی نداریم، بنابراین برای بدست آوردن نرخ ورود مشتریان و زمان سرویس دهی، هر باجه را به صورت مجزا در نظر گرفتیم. چون از توزیع حاکم بر باجه ها اطلاعی در دست نداریم، در ابتدا نمونه ای ۳۰ تایی از هر باجه به صورت تصادفی در نظر گرفتیم و زمان بین ورود مشتریان و زمان صرف شده برای خدمت دهی به آن ها را با استفاده از فرم های زمان سنجی ثبت کردیم. انحراف استاندارد هر یک از نمونه های ۳۰ تایی در هر باجه را با استفاده از نرم افزار آماری Spss محاسبه نمودیم. با استفاده از فرمول زیر به محاسبه حجم نمونه در هر باجه پرداختیم:

$$n = \frac{s^2 t^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}}{\varepsilon^2}$$

در این رابطه s انحراف استاندارد نمونه ۳۰ تایی از هر باجه، α=0.5 و مقدار $t_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}$ را با استفاده از جداول آماری و میزان خطا را هم ε=0.1 در نظر گرفتیم.

در ذیل نتایج تجزیه تحلیل آماری برای نمونه گیری اولیه توسط نرم افزار Spss برای باجه ها آورده شده است. سپس برای هر یک از باجه ها با استفاده از فرمول مذکور حجم نمونه گیری محاسبه شده است.

باجه شماره یک:

$$n=\frac{s^2t^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}}{\varepsilon^2}=\frac{0.543\times(2.045)^2}{0.1^2}=227.8\approx 228$$

جدول شماره (۱): نتایج نمونه گیری مقدماتی ۳۰ تایی از باجه یک

N	Valid	30
	Missing	0
Mean		.4215
Std. Deviation		.73688
Variance		.543
Minimum		.022
Maximum		3.25

نتایج عملیات محاسبه حجم نمونه برای باجه های ۲ الی ۶ در ذیل آورده شده است.

جدول شماره (۲)

باجه شماره ۲	باجه شماره ۳	باجه شماره ٤	باجه شماره ٥	باجه شماره ٦
٢١٤	٢٠٩	٢٦٥	١٧٧	١٨٣

۱۰- زمان سنجی

پس از اینکه تعداد نمونه های مورد نیاز برای هر باجه تعیین شد، با استفاده از فرم های زمان سنجی به صورت تصادفی با توجه به جداول نمونه گیری زمان های بین ورود و خدمت دهی، از مورخ ۸۹/۱۱/۵ لغایت ۹۰/۲/۵ زمانسنجی صورت پذیرفت. زمان های بین ورود های متوالی و همچنین زمان های سرویس دهی ثبت شد. و با استفاده از جداول فراوانی داده های جمع آوری شده مرتب و سپس هیستوگرام آن ها رسم شد.

۱۱- محاسبه پارامترهای نرخ ورود و سرویس دهی به مشتریان

پس از انجام زمانسنجی، داده های حاصل را به کمک نرم افزار Spss مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم و با استفاده از آزمون K-S فرض نمایی بودن آن ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم. در ذیل به بررسی باجه های ۱ الی ۶ می پردازیم.

H_0: زمان بین ورود مشتریان در باجه یک از توزیع نمایی پیروی نمی کند.

H_1: زمان بین ورود مشتریان در باجه یک از توزیع نمایی تبعیت می کند.

این فرض را با استفاده از آزمون کالموگروف اسمیرنف با سطح معنا داری α=0.5 مورد بررسی قرار می دهیم. برای این کار از نرم افزار Spss استفاده می کنیم.

با انجام آزمون K-S توسط نرم افزار Spss خروجی جدول ۳ حاصل شد. این جدول نشان دهنده اثبات فرض نمایی بودن زمان بین دو ورود است. بدلیل اینکه در آزمون K-S مقدار sig=.077 شده است که از مقدار α=.05 بیشتر است بنابراین فرض صفر رد می شود و نمایی بودن زمان های بین ورود مشتریان در باجه اول پذیرفته می شود.

جدول شماره (۳): نتیجه آزمون نیکویی برازش K-S زمان بین دو ورود متوالی در باجه یک

		Frequency
N		228
Exponential parameter.[a,b]	Mean	2.06
Most Extreme Differences	Absolute	.105
	Positive	.354
	Negative	-.105
Kolmogorov-Smirnov Z		1.276
Asymp. Sig. (2-tailed)		.077

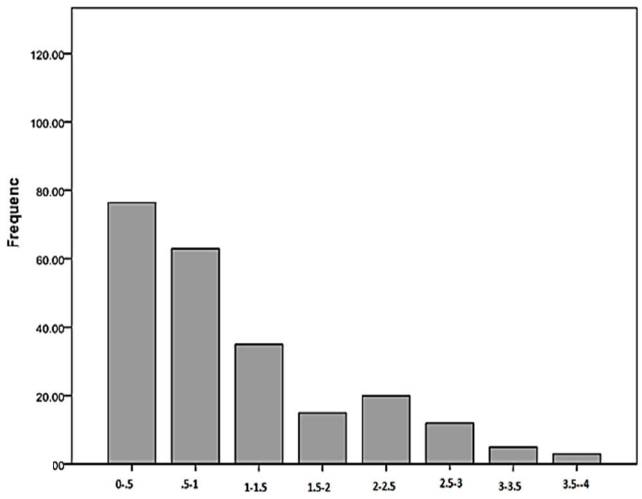
a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

حال که دریافتیم زمان بین ورود مشتریان باجه یک نمایی است از روابط ریاضی توزیع نمایی برای بدست آوردن نرخ ورود مشتریان استفاده می کنیم.

$$\lambda=\frac{1}{E(X)}=\frac{1}{2.06}=0.49 \text{ نفر در دقیقه}$$

عملیات فوق را برای بدست آوردن نرخ سرویس دهی به مشتریان نیز ادامه می دهیم.



شکل شماره (۳). هیستوگرام زمان‌های سرویس‌دهی به مشتریان در باجه شماره یک

حال فرض مربوط به نمایی بودن زمان سرویس دهی به مشتریان را در باجه یک مورد بررسی قرار می دهیم.

H_0: زمان سرویس دهی به مشتریان در باجه یک از توزیع نمایی پیروی نمی کند.

H_1: زمان سرویس دهی به مشتریان در باجه یک از توزیع نمایی تبعیت می کند.

جدول شماره (٤). نتیجه آزمون نیکویی برازش K-S زمان سرویس دهی در باجه یک

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Frequency
N		228
Exponential parameter.[a,b]	Mean	1.85
Most Extreme Differences	Absolute	.090
	Positive	.057
	Negative	-.90
Kolmogorov-Smirnov Z		1.376
Asymp. Sig. (2-tailed)		.062

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

با توجه به آزمون فوق و این که مقدار sig=0.62 گردید بنابراین فرض صفر رد می شود. بنابراین زمان های سرویس دهی در باجه یک از توزیع نمایی پیروی می کنند.

$$\mu = \frac{1}{E(X)} = \frac{1}{1.85} = 0.54$$ نفر در دقیقه

برای محاسبه نرخ ورود مشتریان و نرخ سرویس دهی به آن ها در باجه های ۲ الی ۶ همانند باجه یک عمل کردیم. نتایج این محاسبات به صورت خلاصه در جدول ۵ آورده شده اند.

جدول شماره (٥): نرخ ورود و سرویس‌دهی مشتریان برای باجه‌های ۲ الی ٦

شماره باجه	باجه شماره ۲	باجه شماره ۳	باجه شماره ٤	باجه شماره ٥	باجه شماره ٦
نرخ ورود مشتریان	۰.۳۷	۰.٤٥	۰.٤۷	۰.۳٥	۰.۳٦
نرخ سرویس دهی	۰.٤٦	۰.٥۷	۰.٦۳	۰.٤٤	۰.٤۷

۱۲- شبیه سازی سیستم

پس از تحلیل سیستم و محاسبه نرخ ورود مشتریان و نرخ سرویس دهی هر باجه، از طریق شبیه سازی وضعیت موجود را بررسی می کنیم. این امر با استفاده از نرم افزار شبیه سازی ED انجام می شود.

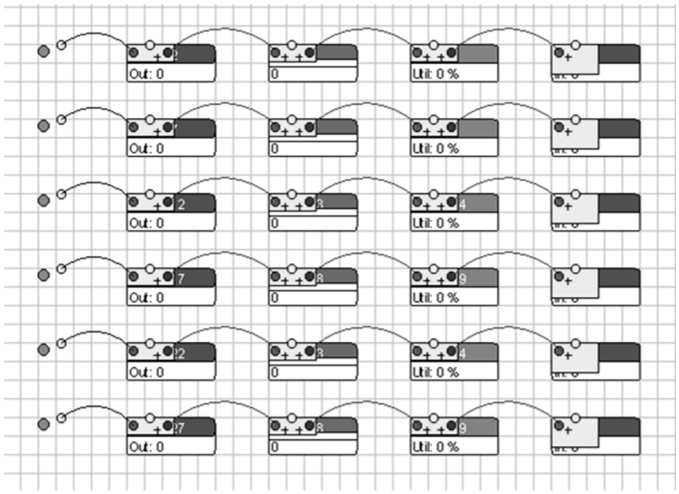
سیستم موجود در این اداره به گونه ای است که ۶ باجه مورد مطالعه وظایف متفاوتی از یک دیگر انجام می دهند. بنابراین فرد پس از ورود به اداره پست با توجه به خدمت درخواستی خود به یکی از باجه ها ملحق می شود. اگر کسی در صف وجود نداشته باشد و نیز کسی در حال دریافت خدمت از آن باجه نباشد، فرد شروع به دریافت خدمت از سرویس دهنده می کند اما چنانچه کسی در صف وجود داشته باشد و یا فردی در حال گرفتن خدمت از سرویس دهنده باشد، شخص باید در صف انتظار قرار گیرد.

برای ساخت این مدل باید میانگین زمان های بین ورود مشتریان و همچنین نوع توزیع ورود مشتریان را در قسمت source وارد کنیم. سپس نرخ سرویس دهی و توزیع احتمال آن را در قسمت server وارد کنیم.

همچنین باید معین کنیم که زمان شبیه سازی چقدر به طول می انجامد. در این تحقیق با توجه به این که طی سال در حدود ۲۹۰ روز کاری وجود دارد و معمولا از ساعت ۷:۳۰-۱۴:۳۰ در باجه ها صف تشکیل می شود بنابراین تعداد ساعات کاری را برای یک سال محاسبه نمودیم.

۲۰۳۰=۷×۲۹۰= ساعات کاری در یک سال

شاخص هایی مانند کارایی سرویس دهندگان، تعداد افرادی که از سیستم سرویس دریافت کرده اند و میانگین زمان انتظار مشتریان در صف را محاسبه می کنیم.



شکل شماره (٤): شبیه سازی مدل موجود با استفاده از نرم افزار ED

سیستم مورد بررسی در شرایط فعلی که با ۶ خدمت کننده مشغول به فعالیت است نمایانگر ۶ مدل M/M/1 می باشد. یعنی زمان بین ورود نمایی و زمان سرویس دهی نمایی و تنها یک سرویس دهنده وجود دارد. بنابر این پارامترهای هر یک از صفوف از قبیل تعداد مشتریانی که سرویس دریافت می کنند، کارایی سرویس دهنده ها و میانگین زمان انتظار مشتریان در صف به طور مجزا برای هر یک از صفوف اندازه گیری می شود.

۱۲-۱ *مدل اصلاحی شماره ۱*

در این مدل تمام باجه ها قادرند تمامی خدمات را ارائه دهند. که این امر ممکن است میزان خطای کار سرویس دهندگان را بالا برد اما مزایایی از قبیل عدم تبعیض کار محول شده به سرویس دهندگان و افزایش رضایت شغلی به دلیل انجام کارهای غیر تکراری، همچنین موجب ایجاد یک

سیستم جامع می شود که در آن از طریق ایجاد سیستم نوبت دهی به مشتریان صورت می گیرد.

در سیستم جامع به جای ۶ مدل مجزای M/M/1 یک سیستم یکپارچه M/M/6 داریم.

در این مدل برای محاسبه نرخ ورود، λ های تک تک باجه های حالت قبل را با هم جمع کردیم و همچنین برای محاسبه نرخ سرویس دهی، میانگین حسابی μ های ۶ باجه را محاسبه نمودیم.

$\lambda_T=\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda\lambda_6=0.42+0.37+0.45+0.47+0.35+0.36=2.42$

$$\mu_T=\frac{\sum \mu_i}{6}=\frac{0.54+0.46+0.57+0.63+0.44+0.47}{6}=0.52$$

۱۲-۲ مدل اصلاحی شماره ۲

در این طرح خدمات ارائه شده در باجه ها با باجه دیگری ادغام می شود. برای مثال باجه شماره یک خدمت کدپستی ۱۰ رقمی را ارائه می داد و باجه شماره پنج پست یافته ها، در این مدل هر دو باجه یک و پنج می توانند هم کدپستی ۱۰ رقمی را ارائه دهند و هم خدمت پست یافته ها را به انجام برسانند. به این گونه پس از بررسی های انجام شده و گرفتن نظرات مدیران و کارشناسان مربوطه طرح ادقام باجه ها به صورت دو به دو انجام شد که نتایج آن به شرح زیر می باشد.

باجه شماره یک و باجه شماره پنج ادغام شوند.

باجه شماره ۲ و باجه شماره ۶ ادغام شوند.

باجه شماره ۳ و باجه شماره ۴ ادغام شدند.

در این الگو به جای ۶ مدل M/M/1 مجزا سه مدل M/M/2 خواهیم داشت.

۱۲-۳ مدل اصلاحی شماره ۳

در این طرح وظایف باجه های ۱ و ۲ و ۶ با یک دیگر و وظایف باجه های ۳ و ۴ و ۵ با هم ادغام می شوند. بنابر این دو مدل M/M/3 حاصل می شوند.

۱۲-۴ مدل اصلاحی شماره ۴

در این مدل وظایف باجه های ۲ و ۶ با یکدیگر و وظایف باجه های ۱ و ۳ و ۴ و ۵ با یکدیگر ادغام می شوند. در نتیجه دو باجه وجود دارند که وظایف پست پیشتاز، ویژه و DHL و امانات داخلی و خارجی را انجام می دهند و مابقی ۴ باجه باقی مانده خدمات دیگر را ارائه می دهند. این طرح از یک مدل M/M/2 و یک مدل M/M/4 تشکیل شده است.

۱۳- تجزیه و تحلیل مدل ها

پس از این که نتایج خواسته شده از مدل های مختلف به دست آمد، نوبت به آن می رسد که این ۵ مدل با هم مقایسه شوند و رتبه بندی بین آن ها صورت پذیرد. به این منظور از روش تاپسیس گروهی برای رتبه بندی مدل ها استفاده کردیم.

همانطور که در جول زیر مشاهده می شود مدل اصلاحی ۱ با بالاترین توانایی سرویس دهی به ۳۸۱۳۰۶ مشتری در مقایسه با سایر مدل ها وضعیت مطلوب تری دارد و همچنین در شاخص میانگین زمان انتظار مشتریان در صف با ۱۱۵/۲ ثانیه کمترین میزان انتظار را دارست اما ضریب بهره وری یا زمان کارکرد سرویس دهندگان از مدل های دیگر کمتر است به همین ترتیب مدل اصلاحی شماره ۳ توانایی سرویس دهی به ۳۳۴۱۱۴ نفر در سال را دارد و ضریب بهره وری بیشتری نسبت به سایر مدل ها دارد اما زمان انتظار مشتریان در آن از مدل اصلاحی ۱ بیشتر است.

جدول شماره (٦)

شاخص ها / مدل	تعداد مشتریان سرویس گرفته در سال (نفر)	ضریب بهره وری (درصد)	میانگین زمان انتظار مشتریان در صف (ثانیه)
(مدل موجود) A_1	۲۹۳۷۷۳	۷۸	۲۵۲
(مدل اصلاحی ۱) A_2	۳۸۱۳۰٦	٦٤/٥	۱۱٥/۲
(مدل اصلاحی ۲) A_3	۲٦۰۹۱۸	۷٦/٤	۱٥٤/۱
(مدل اصلاحی ۳) A_4	۳۳٤۱۱٤	۸۰/۸	۱۲۷/۸
(مدل اصلاحی ٤) A_5	۲۹٤٥۳۱	۷۹	۱۳۱/۷

با استفاده از روش آنتروپی شانون وزن شاخص های تعداد مشتریان خروجی از سیستم، ضریب بهره وری و میانگین زمان انتظار مشتریان در صف را محاسبه نمودیم سپس با دخالت دادن نظرات خبرگان اوزان تعدیل شده را محاسبه کردیم. که این اوزان به صورت زیر می باشند.

$$W'=(W'_1, W'_2, W'_3)=(0.281, 0.078, 0.641)$$

پس از اینکه اوزان نهایی مشخص شد می توان از روش تاپسیس استفاده کرد.

ماتریس نرمالیزه شده مساله به صورت زیر در خواهد آمد:

$$N_D=\begin{bmatrix}0.416 & 0.460 & 0.688\\ 0.540 & 0.380 & 0.314\\ 0.370 & 0.450 & 0.421\\ 0.473 & 0.476 & 0.349\\ 0.417 & 0.465 & 0.359\end{bmatrix}$$

برای محاسبه ماتریس تصمیم (بی مقیاس موزون) V داریم:

$$V=N_D.w'_{6\times 6}$$

$$=\begin{bmatrix}0.416 & 0.460 & 0.688\\ 0.540 & 0.380 & 0.314\\ 0.370 & 0.450 & 0.421\\ 0.473 & 0.476 & 0.349\\ 0.417 & 0.465 & 0.359\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0.281 & 0 & 0\\ 0 & 0.078 & 0\\ 0 & 0 & 0.641\end{bmatrix}$$

$$V=\begin{bmatrix}0.117 & 0.036 & 0.440\\ 0.152 & 0.030 & 0.202\\ 0.104 & 0.035 & 0.270\\ 0.113 & 0.037 & 0.224\\ 0.117 & 0.036 & 0.230\end{bmatrix}$$

در مرحله بعد راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی را تعیین می کنیم و مینیمم و ماکزیمم هر شاخص را بدست می آوریم.

$$A^+=\{(MAX\ V_{i1}), (MAX\ V_{i2}), (MIN\ V_{i3})\}$$
$$A^+=\{0.152, 0.037, 0.202\}$$
$$A^-=\{(MIN\ V_{i1}), (MIN\ V_{i2}), (MAX\ V_{i3})\}$$
$$A^-=\{0.104, 0.030, 0.440\}$$

حال اندازه فاصله ها را برحسب فرم اقلیدسی به ازای راه حل ایده آل مثبت و منفی محاسبه می کنیم:

جدول شماره (۷)

$d_{i^+} = \{\sum_{j=1}^{3}(v_{ij} - v_{j^+})^2\}^{\frac{1}{2}}$	$d_{i^-} = \{\sum_{j=1}^{3}(v_{ij} - v_{j^-})^2\}^{\frac{1}{2}}$
$d_{1^+} = 0.242$ $d_{2^+} = 0.007$ $d_{3^+} = 0.083$ $d_{4^+} = 0.029$ $d_{5^+} = 0.045$	$d_{1^-} = 0.014$ $d_{2^-} = 0.244$ $d_{3^-} = 0.171$ $d_{4^-} = 0.219$ $d_{5^-} = 0.211$

نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mathbf{cl_{i^+}} = \frac{\mathbf{d_{i^-}}}{(\mathbf{d_{i^+}} + \mathbf{d_{i^-}})} \quad , \mathbf{i = 1, 2, 3, 4, 5}$$

$$cl_{1^+} = \frac{d_{1^-}}{(d_{1^+} + d_{1^-})} = \frac{0.014}{0.242 + 0.014} = 0.056$$

$$cl_{2^+} = \frac{d_{2^-}}{(d_{2^+} + d_{2^-})} = \frac{0.244}{0.007 + 0.244} = 0.970$$

$$cl_{3^+} = \frac{d_{3^-}}{(d_{3^+} + d_{3^-})} = \frac{0.171}{0.083 + 0.171} = 0.673$$

$$cl_{4^+} = \frac{d_{4^-}}{(d_{4^+} + d_{4^-})} = \frac{0.219}{0.029 + 0.219} = 0.883$$

$$cl_{5^+} = \frac{d_{5^-}}{(d_{5^+} + d_{5^-})} = \frac{0.211}{0.045 + 0.211} = 0.824$$

رتبه بندی گزینه ها به ترتیب ارجحیت به دست آمده عبارتند از:

$$A_2 > A_4 > A_5 > A_3 > A_1$$

۱۴- نتیجه گیری

پس از مطالعه و تحقیقات انجام شده و بررسی سیستم، مدل فعلی سیستم تعیین و سپس با استفاده از نظرات خبرگان و بررسی وظایف باجه ها، ترکیب هایی از وظایف برای هر باجه تعیین گردید که بر اساس آنها الگوهای اصلاحی پیشنهاد شده تعیین گردید و سپس سه شاخص کلیدی در سیستم های صف با توجه به نظرات خبرگان و استفاده از کتب و مقالات تعیین، و با استفاده از شبیه سازی توسط کامپیوتر وضعیت هر شاخص در هر یک از الگوها بررسی شدند. آنگاه توسط روش آنتروپی شانون وزن هر شاخص تعیین شد و رتبه بندی با استفاده از روش تاپسیس انجام شد. نتایج تحقیق نشان می هد مدل شماره ۲ بهترین روش برای اجرا در اداره کل پست استان البرز می باشد و مدل اجرایی که در حال حاضر در سیستم وجود دارد نامطلوب ترین مدل از میان پنج مدل مورد بررسی می باشد. در مدل شماره ۲ که به عنوان مطلوب ترین مدل انتخاب شده است تعداد مشتریان سرویس گرفته از ۲۹۳۷۷۳ به ۳۸۱۳۰۶ نفر در سال ارتقا می یابد همچنین میانگین زمان انتظار مشتریان در صف را از از ۴.۲ دقیقه به به حدود ۲ دقیقه کاهش می دهد، همچنین ضریب بهره وری سرویس دهندگان را ۱۳.۵ درصد کاهش می دهد. مدل شماره ۴ به عنوان دومین مدل مطلوب معرفی می شود. این مدل قابلیت سرویس دهی به ۳۳۴۱۱۴ مشتری در سال را با ضریب بهره وری ۸۰/۸ و میانگین زمان انتظار در صف ۱۲۷/۸ثانیه دارد. رتبه سوم و چهارم به ترتیب متعلق به مدل های پنجم و سوم می باشند، همچنین این رتبه بندی نشان می دهد که مدل اجرایی فعلی (مدل شماره ۱) مدل مطلوبی جهت استقرار نمی باشد زیرا نسبت به مدل های دیگر قابلیت کمتری جهت پاسخگویی به نیازهای مشتریان و مدیران سیستم دارد و باید در جهت اصلاح و یا تغییر مدل فعلی اقداماتی صورت پذیرد.

۱۵-پیشنهادات

در تحقیقات آتی می توان در افق های زمانی خاصی مدل های مطرح شده را اجرا نمود و نتایج واقعی عملکرد این مدل ها را با وضعیت موجود مقایسه نمود. استفاده از الگوریتم های بهینه سازی ژنتیک و شبکه های عصبی نیز می تواند کمک زیادی به نتایج بهبود وضعیت موجود کند. همچنین می توان شاخص های بیشتری را با استفاده از نظر خبرگان مطرح نمود و نتایج حاصل را مورد بررسی دقیق تر قرار داد. همچنین می توان یکسری شاخص های کیفی را نیز از روش های مناسب دیگر معرفی نمود و با نتایج حاصل از شبیه سازی در هم آمیخت، به این گونه می توان ابعاد بیشتری را مورد توجه قرار داد و به نتایج دقیق تری دست یافت.

۱۶- منابع و مآخذ

[۱] گراس، دونالد، هاریس، کارل ام، (۱۳۸۰)، **مبانی و اصول نظریه صف**، سید محمد تقی فاطمی قمی، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)

[۲] ورسینگ، آیو آدن،(۱۳۸۸)، **آموزش تئوری صف**، ناصرحمیدی، صادق عابدی، مسعود رفعتی، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

[۳] اصغر پور، محمد جواد،(۱۳۸۸)، **تصمیم گیری های چند معیاره**، موسسه انتشارات دانشگاه تهران

[٤] ایروانی، محمد رضا، (۱۳۷۲)، **سیستم های صف، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران**، جلد اول

[5] Tadj, Lotfi, Sarhan, Ammar.(2003) Effect of the server capacity distribution on the optimal control of a bulk service queueing system, Chaos, Solitons & Fractals, Volume I8, pp 1101-1110

[6] Martin-Cejas, Roberto Renderio,(2006) Tourism service quality begins at the airport, Tourism management, pp 874-877

[7] Seki, Yoichi, Hoshino, Naoto,(2009) Transient behavior of a single-stage kanban system based on the queueing model, Int. J. Production Economics, pp 369-374

[8] Bobbio, Andrea, (2000)Birth Death processes and Queueing systems, Anro Accademico, 2000, pp 227-238

[9] B. Cooper, Robert, Queueing Theory, Encyclopedia of Computer Science, Fourth Edition

[10] Helms, Marilyn,(2006), Encyclopedia of Management, Fifth Edition

[11] Willing, Andrea,(1999) A short introduction to queuing Theory, Germany, Technical University Berlin, 1999

[12] Hwang C.L,and Yoon, K(1995). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Berlin, Springer, 128-140,

[13] Kaplan,Robert. S.,Francisco de Asis Martinez-Jerez, and Bjarne Rugelsjoen, Managing Strategy with External Partners, Balanced Scorecard Report 11, no.1, pp 1-6

[14] Kleinrock, Leonard,(1975), Queueing Systems, A Wiley-Interscience Publication, Volume I

[15] Pardo, Maria Jose, Fuente, David de la(,2008) Optimal selection of the service rate for a finite input source fuzzy queuing system, Fuzzy Sets and Systems, Volum 159, pp 325-342

[16] Singer, Marcos, Donoso, Patricio,(2008) Assessing an ambulance service with queuing theory, Computers & Operations Research, Volume 35, pp 2549-2560