

بهینه‌سازی سیستم صف پرونده‌های اخذ مجوز اصولی و قطعی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد

■ انسیه نیشابوری جامی
کارشناس ارشد مهندسی صنایع
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد بناب
گروه مهندسی صنایع، بناب - ایران
jalalimba@gmail.com

■ مهدی یوسفی‌نژاد عطاری*
کارشناس ارشد مهندسی صنایع
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد بناب
گروه مهندسی صنایع، بناب - ایران
mahdi108108@gmail.com
* نویسنده مسئول مکاتبات

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۲/۲۵

چکیده

بررسی سیستم‌های صف و کاهش اثرات نامطلوب انتظار، همواره یکی از موضوعات قابل توجه در ریاضیات کاربردی و تحقیق در عملیات بوده است. در سیستم‌هایی که صف و انتظار یکی از عناصر و واقعیت‌های آن می‌باشد، هدف از تحلیل سیستم، شامل شناخت رفتار سیستم، شناخت توزیع‌ها، پارامترها، شبیه‌سازی و در نهایت ارائه راهکاری مناسب به منظور تعیین ظرفیت بهینه آن است، به گونه‌ای که اهداف تعیین شده را برآورده سازد. یکی از مشکلاتی که همواره در کشور ما وجود دارد، طولانی شدن روند فعالیت‌های اداری است که دلیل آن وجود صف یا بزرگ بودن نرخ ورودی نسبت به سرویس دهنده‌ها می‌باشد. در این مقاله فرایند اخذ مجوزهای اصولی و قطعی تأسیس پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری که نسبتاً زمان طولانی را به خود اختصاص می‌دهد، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. پس از تجزیه و تحلیل و بررسی حالت‌های مختلف تخصیص کارکنان به پرونده‌ها، این نتیجه حاصل گردید که تخصیص ۳ نفر از کارشناسان جهت رسیدگی پرونده‌های اصولی و ۵ نفر از کارشناسان بر روی پرونده‌های قطعی موجب خواهد شد میانگین مدت زمان انتظار مشتریان در صف (Wq) و متوسط تعداد افراد در صف (Lq) نسبت به دو آلترناتیو دیگر کمتر شود.

واژگان کلیدی

سیستم صف، شبیه‌سازی، دفتر پارک‌ها و مراکز رشد، مجوز اصولی و قطعی.

مقدمه

یکی از مشکلاتی که همواره در کشور ما وجود داشته و دارد، طولانی شدن روند فعالیت‌های اداری است. اداره کل پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری یکی از دفاتر معاونت فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است که در سال ۱۳۸۱ به منظور رشد و توسعه پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری تأسیس گردید، از اهم وظایف این دفتر می‌توان به صدور مجوز اصولی و قطعی تأسیس پارک‌های علم و فناوری، صدور مجوز اصولی و قطعی تأسیس مراکز رشد و نظارت و ارزیابی عملکرد پارک‌ها و مراکز رشد و بنگاه‌های زود بازده اشاره کرد. با توجه به وظایفی که این دفتر برعهده دارد همواره صدور مجوز اصولی و قطعی فرایندی زمان‌بر بوده است و با توجه به حجم زیاد درخواست‌ها برای تأسیس پارک‌ها و مراکز رشد، این فرایند نیز طولانی‌تر گردیده است. از طرف دیگر با توجه به تنوع بالای وظایف در این دفتر فرایند اخذ مجوز به میزان چشم‌گیری طولانی شده است بنابراین به نظر می‌رسد که بررسی موضوع اخذ مجوزها و بهینه‌سازی آن امری ضروری است. در این مقاله سعی شده است با استفاده از مفاهیم تئوری صف و تکنیک شبیه‌سازی ضمن بررسی سیستم صف یک رویکرد بهبود جهت کاهش زمان‌های انتظار و افزایش رضایت مشتریان ارائه گردد. در ادامه این مقاله نخست سیستم مورد مطالعه معرفی شده و در قسمت بعدی مبانی نظری مقاله تشریح می‌گردد. در بخش چهارم تکنیک‌های مطرح شده در سیستم مورد مطالعه اجرا می‌شوند و در نهایت نتایج حاصله بیان می‌شوند.

معرفی سیستم مورد مطالعه

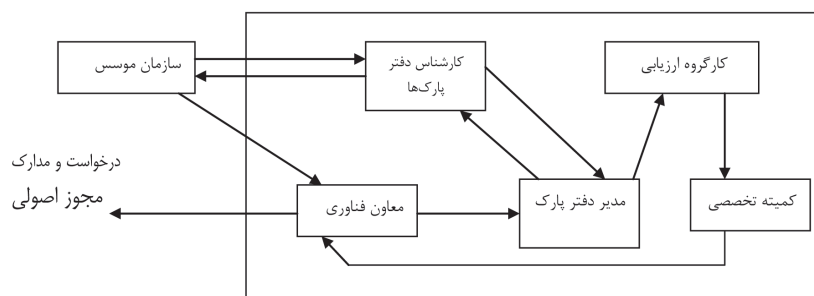
فرایندهای اصلی سیستم

پارک‌های علم و فناوری، سازمان‌هایی هستند که به وسیله متخصصان حرفه‌ای

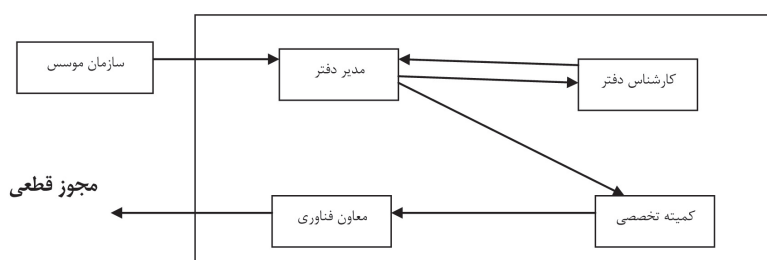
از مفاهیم تئوری صف و تکنیک شبیه‌سازی

پارک‌ها و مراکز رشد و بنگاه‌های زود بازده

بهبودسازی سیستم صف پرونده‌های اخذ مجوز اصولی و قطعی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد مهدی یوسفی‌نژاد عطاری، انسیه نیشابوری جامی



شکل ۱- مراحل اخذ مجوز اصولی



شکل ۲- روند اخذ مجوز قطعی

مدیریت می‌شود و هدف اصلی آن افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقاء فرهنگ نوآوری و رقابت سازنده میان شرکت‌های حاضر در پارک و مؤسسه‌های متکی بر علم و دانش است. جهت حصول این هدف، پارک علمی جریان دانش و فناوری را در میان دانشگاه‌ها، مؤسسه‌های تحقیق و توسعه، شرکت‌های خصوصی و بازار به حرکت انداخته و مدیریت می‌کند و رشد شرکت‌های متکی بر نوآوری را از طریق مراکز رشد و فرایندهای زایشی تسهیل می‌کند. پارک‌ها همچنین خدمات مناسب دیگری به همراه فضاهای کاری و تسهیلات با کیفیت بالا فراهم می‌نمایند.

مراکز رشد مراکزی هستند که تحت مدیریت متخصصان حرفه‌ای که با ارائه خدمات حمایتی از ایجاد و توسعه حرفه‌های جدید توسط کارآفرینی که در قالب واحدهای نوپای فعال در زمینه‌های مختلف منتهی به فناوری متشکل شده‌اند و اهداف اقتصادی مبتنی بر دانش و فن دارند، پشتیبانی می‌کند. این خدمات شامل تأمین محل کار، خدمات کارگاهی، آزمایشگاهی و اطلاع‌رسانی، خدمات مدیریتی، حقوقی، مالی، اعتباری، پروژه‌یابی و بازاریابی، آموزش‌های تخصصی ویژه و مشاوره به صورت اجاره و خدمات مرتبط با توسعه، رشد و ارتقای واحدهای فناوری است.

طبق شکل ۱ جهت اخذ موافقت اصولی ابتدا بایستی سازمان مؤسس درخواست خود را برای معاونت فناوری ارسال نماید. پس از بررسی معاونت فناوری و تأیید ایشان درخواست به دفتر پارک‌ها ارجاع داده می‌شود. سپس مدیر دفتر پارک‌ها و تأیید ایشان، درخواست

کامل می‌شود. پس از تکمیل گزارش، مدیر دفتر بر اساس گزارش تدوین شده توسط کارشناس دفتر و بازدید صورت گرفته، نظر خود را اعلام می‌نماید، در صورت تأیید ایشان پرونده برای بررسی بیشتر به کارگروه تخصصی ارجاع می‌شود (این کارگروه از چند داور و صاحب نظر به فراخور مورد تشکیل شده است). در صورت تأیید در کارگروه تخصصی، پرونده به کمیته تخصصی ارجاع داده می‌شود (در صورت عدم تأیید در کارگروه تخصصی نامه‌ای به سازمان مؤسس جهت ارسال نواقص ارسال می‌شود). و در نهایت در صورت تأیید در کمیته تخصصی، مجوز تأسیس توسط معاونت فناوری به مدت سه سال صادر می‌گردد.

را برای بررسی بیشتر به یکی از کارشناسان دفتر ارجاع می‌دهند. کارشناس دفتر به محض دریافت درخواست، کلیه آیین‌نامه‌ها، فرم‌ها و قوانین و مقررات تأسیس را به سازمان مؤسس ارسال می‌نماید (بسته به این که درخواست برای پارک بوده است یا مرکز رشد، آیین‌نامه‌ها و قوانین مربوطه به آن را ارسال می‌نماید). پس از تکمیل فرم‌های مربوطه توسط سازمان مؤسس و ارسال آنها به دفتر، کارشناس مربوطه بایستی این فرم‌ها را به دقت بررسی کرده و یک گزارش اولیه تدوین نماید. بعد از تدوین گزارش، بر اساس قوانین و مقررات تأسیس بایستی بازدیدی از محل تأسیس انجام شود. پس از بازدید، گزارش تدوین شده اصلاح گردیده و در صورت نیاز

نحوه ارائه خدمت توسط هر یک از خدمات دهنده‌ها

۱- **معاون فناوری:** یکی از خدمات دهنده‌های اصلی، معاون فناوری است که در چند مرحله بر فرایند صدور مجوز نظارت دارد. نظارت بر فرایند به صورت فردی و یا گروهی انجام می‌گیرد. در مرحله اول و همچنین آخرین مرحله (صدور مجوز) ایشان به صورت فردی بر روی مراحل صدور مجوز نظارت دارد و در کارگروه ارزیابی و کمیته تخصصی به صورت گروهی با متخصصان دیگر بر این فعالیت‌ها نظارت دارند. در مرحله آخر نیز بعد از تأیید در کمیته تخصصی در اولین فرصت مجوز را صادر می‌نمایند. بنابراین همان طور که از مطالب ذکر شده بر می‌آید به نظر می‌رسد هم مدت زمان انتظار یک درخواست، هم مدت زمان انتظار برای صدور مجوز و هم طول مدت بررسی کاملاً تصادفی می‌باشد.

۲- **مدیر دفتر پارک‌ها و مراکز رشد:** نظارت ایشان نیز بر فرایند اخذ مجوز هم به صورت فردی است و هم به صورت گروهی و هم به صورت نظارت بر عملکرد خدمت‌رسانان دیگر (کارشناسان). بعد از بررسی درخواست توسط معاون فناوری نامه درخواست برای بررسی بیشتر به ایشان ارجاع داده می‌شود که بعد از بررسی برای تدوین گزارش به یکی از کارشناسان دفتر ارجاع می‌شود و در طی تدوین گزارش بر فعالیت‌های کارشناس مربوطه نظارت دارند. این فعالیت یکی از مهمترین وظایف فردی و نظارت بر سرویس دهنده دیگر است

بنابراین می‌توان مشتریان را به دسته‌های زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱- **پارک‌ها:** پارک‌های علم و فناوری بعد از اخذ مجوز برای تأسیس توسط سازمان مؤسس خود، اغلب برای تأسیس یک مرکز رشد زیر مجموعه خود، اقدام می‌نمایند.

۲- **دانشگاه‌ها:** یکی از مهمترین مشتریان این خدمات دانشگاه‌ها می‌باشند، با توجه به آشنایی دانشگاه‌ها با عملکرد پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری اقدام به تأسیس یک پارک علم و فناوری و یا مرکز رشد می‌نمایند تا حداقل امکان از فارغ‌التحصیلان کارآفرین خود حمایت نمایند.

۳- **پژوهشگاه‌ها:** اغلب پژوهشگاه‌ها برای ایجاد یک مرکز تخصصی یا تخصص پژوهشگاه خود مایل به تأسیس یک مرکز رشد هستند. از پژوهشگاه‌هایی که موفق به تأسیس مرکز رشد شدند می‌توان به پژوهشگاه پلیمر و پژوهشگاه رنگ اشاره کرد.

۴- **استانداری‌ها:** در برخی موارد مشاهده شده است که استانداری‌ها نیز برای تأسیس یک پارک یا مرکز رشد زیر مجموعه خود به معاونت فناوری درخواست می‌دهند، بنابراین یکی دیگر از مشتریان این دفتر استانداری‌ها می‌باشند.

۵- **مراکز خصوصی:** هیچ محدودیتی برای این دفتر وجود ندارد که به مراکز خصوصی نیز مجوز تأسیس پارک یا مرکز رشد بدهد، بنابراین یکی دیگر از مشتریان اصلی این دفتر مؤسسات خصوصی هستند که از این موارد می‌توان به مرکز رشد کالبدی اشاره کرد.

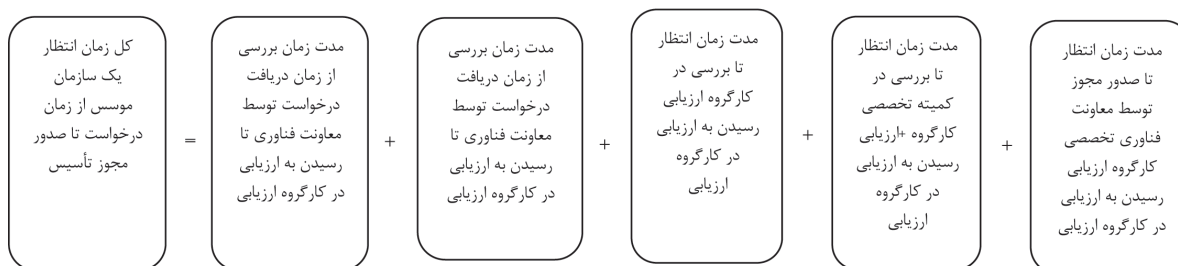
جهت اخذ موافقت قطعی پس از گذشت سه سال از دریافت موافقت اصولی توسط سازمان مؤسس برای تأسیس پارک یا مرکز رشد، نامه‌ای از طرف معاونت فناوری به درخواست مدیر دفتر پارک‌ها و مراکز رشد مبنی بر اتمام دوره موافقت اصولی ارسال می‌گردد. سازمان مؤسس پس از دریافت نامه مدارک لازم را جهت دریافت موافقت قطعی به دفتر ارسال می‌نماید. پس از دریافت مدارک، کارشناس دفتر بایستی مدارک را بررسی نموده و گزارشی از آن تهیه نماید و نظر خود را اعلام نماید. با اتمام تدوین گزارش، مدیر دفتر مدارک، سوابق و گزارش تدوین شده را بررسی نموده و پس از تأیید به کمیته تخصصی فناوری ارجاع می‌دهد و پس از بررسی در کمیته تخصصی و تأیید در این کمیته، مجوز قطعی توسط معاونت فناوری صادر می‌گردد. (شکل ۲)

مشتریان سیستم مورد مطالعه

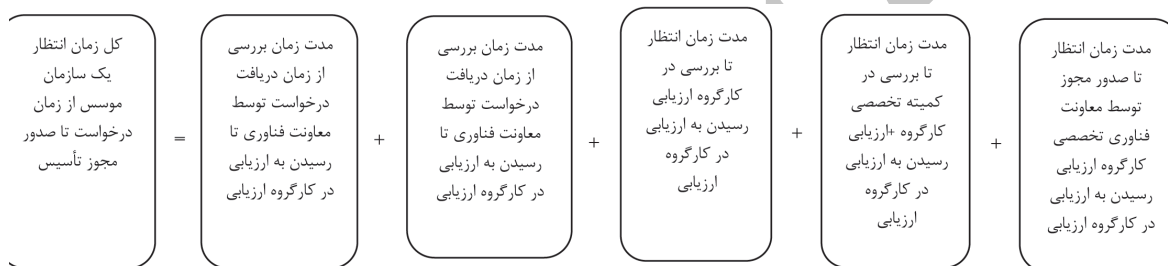
جهت بررسی سیستم صف سیستم مورد نظر لازم است مشتریان سیستم را شناخته تا بتوانیم فرایندی که روی آن صورت می‌گیرد را به راحتی بشناسیم.

در این مقاله اگرچه مشتری اصلی دفتر سازمان مؤسس متقاضی اخذ موافقت اصولی یا قطعی می‌باشد اما برای سیستم صفی که می‌خواهیم بررسی نماییم مشتری عبارت است از درخواست و مدارکی که از طرف سازمان مؤسس ارائه شده است و فرایند روی این درخواست و مدارک صورت می‌گیرد تا تبدیل به مجوز اصولی یا قطعی گردد.

بهبوده‌سازی سیستم صف پرونده‌های اخذ مجوز اصولی و قطعی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد مهدی یوسفی‌نژاد عطاری، انسیه نیشابوری جامی



شکل ۳- نحوه مراجعه مشتریان برای اخذ موافقت اصولی



شکل ۴- نحوه مراجعه مشتریان برای اخذ موافقت قطعی

برای تعداد سه درخواستی که تا این مرحله را طی کرده‌اند تشکیل می‌گردد.

۵- **کارشناسان دفتر:** مدیر دفتر کارشناس مورد نظر خود را برای بررسی هر یک از پرونده‌ها انتخاب می‌کند. پس از انتخاب کارشناس مربوطه، او مشغول تدوین گزارش و بررسی پرونده می‌شود. مدت زمان برای رسیدن پرونده به دست یک کارشناس و مدت زمان بررسی توسط کارشناس مربوطه کاملاً تصادفی است زیرا کاملاً به مدارک ارسالی از طرف سازمان مؤسس بستگی دارد که چه میزان این مدارک ارسالی کامل است.

نحوه مراجعه مشتریان برای اخذ موافقت اصولی و قطعی

مشتری متقاضی برای اخذ موافقت اصولی

که به این مرحله رسیده‌اند تعیین می‌گردد. تعداد درخواست‌هایی که باید در این جلسه بررسی گردد نیز متغیر است اما اغلب اوقات بین دو تا چهار درخواست می‌باشد که این تعداد اغلب با توجه به زمانی که برای بررسی در جلسه نیاز دارند تعیین می‌گردد. ۴- **کمیته تخصصی:** همان طور که در قسمت بالا نیز اشاره گردید در این گروه معاون فناوری، مدیر دفتر پارک‌ها و مراکز رشد، چند متخصص و صاحب‌نظر (برحسب شرایط انتخاب می‌شوند) و یک نماینده از طرف سازمان مؤسس حضور دارند. این کمیته نیز مانند کارگروه ارزیابی است یعنی زمان تشکیل این کمیته با توجه به تعداد درخواست‌هایی که باید در کمیته بررسی گردند تعیین می‌شود. اغلب این جلسات

(نحوه ارائه خدمت به صورت گروهی در کارگروه ارزیابی و کمیته تخصصی ذکر خواهد گردید) و غیر از این وظایف، وظایف دیگری نیز دارند که در بالا ذکر گردید. با توجه به وظایف متفاوتی که ایشان برعهده دارند به نظر می‌رسد که مدت زمان انتظار یک درخواست برای بررسی توسط ایشان و زمانی که برای بررسی در دست ایشان است کاملاً تصادفی است. ۳- **کارگروه ارزیابی:** همان طور که در قسمت بالا نیز اشاره گردید در این گروه معاون فناوری، مدیر دفتر پارک‌ها و مراکز رشد، چند متخصص و صاحب‌نظر - برحسب شرایط انتخاب می‌شوند - و یک نماینده از طرف سازمان مؤسس حضور دارند. زمان تشکیل این گروه با توجه به درخواست‌هایی

[۱۱] در ساده‌ترین شکل سیستم صف باید یک کانال ورودی برای ورود مشتریان و یک خدمت دهنده برای دریافت سرویس وجود داشته باشد. در آن صورت سیستم تک کاناله و تک خدمت شناخته می‌شود. اما در پیچیده‌ترین حالت سیستم صف، چندین کانال ورودی برای دریافت سرویس و چندین سرویس دهنده برای ارائه سرویس وجود دارند که به چنین سیستمی چند کاناله^۳ و خدمت دهنده چندگانه^۴ گفته می‌شود.

مدل‌های صف و نمادسازی کندال^۵

در سیستم‌های صف قوانینی برای توصیف مدل به کار می‌روند که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: [۱۲]

- نرخ فرایند ورود مشتریان به سیستم^۶:
عموماً فرض می‌شود که زمان ورود مشتریان به صف مستقل از هم است و تابع توزیع ورود عمومی هستند که در اکثر مواقع توزیع پواسن یا توزیع نمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- رفتار مشتریان^۷: مشتریان ممکن است در درازمدت رفتارهای متنوعی از خود نشان دهند. ممکن است طول صف مطلوبیت لازم برای ورود فرد به سیستم صف را نداشته باشد و فرد از ورود به سیستم انصراف دهد و یا اینکه در مواردی فرد در حین انتظار در صف سیستم را ترک کند.

- زمان خدمت‌رسانی^۸: معمولاً زمان خدمت‌رسانی را نیز مستقل در نظر گرفته و می‌تواند به طول صف نیز وابسته باشد.

خویش را روی افزایش و کاهش میزان تقاضا در سیستم تلفن جهت بررسی روابط موجود در سامانه مورد مطالعه انجام داد. [۵] تجزیه و تحلیل سیستم‌های صف و کاهش اثرات نامطلوب انتظار، یکی از موضوعات قابل توجه در ریاضیات کاربردی و تحقیق در عملیات است. در سیستم‌هایی که صف و انتظار یکی از عناصر و واقعیت‌ها به شمار می‌آید، هدف از تحلیل سیستم عبارت است از شناخت رفتار سیستم، شناخت توزیع‌ها، پارامترها و در نهایت ارائه راهکاری مناسب به منظور تعیین ظرفیت بهینه آن به گونه‌ای که اهداف تعیین شده را برآورده سازد. در این خصوص مطالعات زیادی روی سیستم‌های صف انجام شده است که می‌توان به مطالعات گراس، یاو و شچنر، تی‌سنگ و هیسانو، فاطمی قمی و آذرون اشاره نمود که همگی سعی در ارائه مدل‌های صف برای ارائه راهبرد مناسب بوده‌اند. در تعدادی از مقالات نیز سیستم صف برای حل مشکلات ترافیک تلفن، موبایل و سیستم‌های موجودی به کارگرفته شده است [۱]، [۲]، [۳]، [۴]، [۵]، [۶]، [۷]. رویکرد تحلیلی هایت مدل‌های کوتاه سیستم صف را نشان می‌دهد. [۸] فلاتو و امسکین نیز معادلات صف را برای بررسی هبستگی دو متغیر تحلیل کردند. [۹]، [۱۰]

انواع سیستم‌های صف بر حسب چیدمان

فیزیکی

در این تقسیم‌بندی سیستم‌های صف بر اساس دو عامل نوع کانال ورودی^۱ و کانال خدمت دهنده^۲ مورد بررسی قرار می‌گیرند.

ابتدا تقاضای خود را برای معاونت فناوری ارسال می‌نماید، بعد از ارسال بایستی مراحل متعددی برای بررسی و تأیید تا مرحله تشکیل کارگروه ارزیابی و کمیته تخصصی طی گردد که کلیه این مراحل در قسمت بالا ذکر شده‌اند و فرض می‌شود کلیه این مراحل یک مرحله هستند.

پس از تشکیل کارگروه ارزیابی و کمیته تخصصی و تأیید در این مراحل، یک مرحله دیگر نیز وجود دارد که آن مرحله صدور مجوز است، پس می‌توان مجموعه زمانی را که یک درخواست طی می‌کند تا به صدور مجوز بیانجامد را به صورت شکل ۳ نشان داد. پس از گذشت سه سال از اخذ مجوز اصولی توسط یک مشتری بایستی برای اخذ موافقت قطعی اقدام نماید اما بر خلاف همه سیستم‌های صفی که تاکنون دیده‌ایم در این سیستم نامه مشتری که فرایند روی آن صورت می‌گیرد - از طرف سرویس دهنده به سازمان مؤسس ارسال می‌گردد.

بعد از ارسال مدارک لازم توسط سازمان مؤسس، مدارک بررسی می‌شود و پس از تدوین گزارش، مدارک برای ارزیابی به کمیته تخصصی ارجاع داده می‌شود که پس از تأیید در این کمیته، مجوز توسط معاون فناوری صادر می‌گردد. (شکل ۴)

مبانی نظری تئوری صف

نظریه صف با پژوهش‌های تحقیقاتی مهندس دانمارکی به نام ای. کی. ارلنگ در سال ۱۹۰۹ شروع شد. وی مطالعات اولیه

1. Terms Chanael
2. Server Channel
3. Multi- Channel

4. Mullti- Server
5. Kendall
6. The Arrival Process of Customers

7. The Behavior of Customers
8. The Server Time

بهبودسازی سیستم صف پرونده‌های اخذ مجوز اصولی و قطعی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد مهدی یوسفی‌نژاد عطاری، انسیه نیشابوری جامی

احتمال وجود k نفر در سیستم در درازمدت به شکل زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$P_k = P(L = k) = \lim_{t \rightarrow \infty} P(L(t) = k)$$

بقیه علائم و روابط قابل کاربرد در مقاله بدین شرح می‌باشند:

$Fs(X)$ احتمال اینکه زمان انتظار یک مشتری دلخواه در سیستم کوچک‌تر از واحد زمانی باشد. $E(L)$ میانگین تعداد مشتریان موجود در سیستم در یک بازه زمانی و $E(S)$ میانگین زمان خدمت‌رسانی در بلندمدت می‌باشد. اگر λ را میانگین تعداد مشتریانی که در واحد زمان وارد سیستم صف می‌شوند تعریف نماییم، رابطه بین $E(S)$ و $E(L)$ را می‌توان به این شکل نوشت: $E(L) = \lambda E(S)$

شبیه‌سازی

"شبیه‌سازی عبارت از فرایند طراحی مدلی از سیستم واقعی و انجام آزمایش‌هایی با این مدل است که با هدف پی‌بردن به رفتار سیستم یا ارزیابی راهبردهای گوناگون برای عملیات سیستم صورت می‌گیرد" این تعریف

جدول ۱- مدت زمان انتظار متوسط کارشناسان در فصول مختلف

فصل	متوسط تعداد کارشناسان در دست	مدت زمان انتظار
بهار	۶	۱۲
تابستان	۸	۱۰
پاییز	۷	۱۱
زمستان	۸	۱۱

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

$$r = \frac{4 \times 317 - 29 \times 44}{\sqrt{4 \times 213 - (29)^2} \cdot \sqrt{4 \times 486 - (44)^2}} = -0.85$$

1. Service Discipline
2. Fifo
3. Mean Waiting Time

مدت زمانی که مشتری n ام در سیستم منتظر است برابر خواهد بود با مجموع مدت زمانی که در انتظار خدمت است و مدت زمانی که سرویس او به طول خواهد انجامید:

$$T_s^{(n)} = T_l^{(n)} + S_n$$

در رابطه بالا S_n زمان انتظار n مشتری در سیستم را نشان می‌دهد.

- توزیع تعداد مشتریان موجود در سیستم به همراه تعداد افراد در حال خدمت گرفتن در سیستم؛

- تخمین توزیع مدت زمان خدمت‌دهی که مجموع زمان سرویس و زمان باقی مانده مشتریان در صف انتظار می‌باشد. با توجه به پارامترهای معرفی شده و با استفاده از میانگین زمان انتظار^۷ و میانگین زمان خدمت‌رسانی^۸ می‌توان عملکرد سیستم را محاسبه نمود. اگر متغیر تصادفی $L(t)$ نشان‌دهنده تعداد مشتریان موجود در سیستم در زمان t باشد، با فرض ضریب بهره‌وری $\rho < 1$ و $n \rightarrow \infty, t \rightarrow \infty$ می‌توان نشان داد متغیر تصادفی $L(t)$ یک توزیع حدی دارد و P_k

- **توالی خدمت‌رسانی**^۱: مشتریان می‌توانند به وسیله یک یا چند خدمت دهنده سرویس‌دهی شوند که می‌توان به دریافت اولین خدمت به نخستین ورود^۲، اولین سرویس به آخرین ورود سیستم^۳، بر اساس فرایند تصادفی^۴، بر اساس اولویت مشتریان و بر اساس تقسیم انشعاب صورت گیرد. - **ظرفیت سیستم**^۵: خدمات مورد نظر می‌تواند به صورت تک خدمتی یا گروهی انجام شود.

نرخ کارکردی سیستم

در یک سیستم تک خدمته $G/G/1$ با نرخ ورود λ و میانگین زمان $E(B)$ میزان کار وارد شده در واحد زمان برابر $\lambda E(B)$ می‌باشد. در صورتی که نرخ ورود مشتریان به سیستم بزرگ‌تر از نرخ خدمت‌دهی باشد یعنی $\lambda E(B) > 1$ در آن صورت سیستم جوابگوی کل تقاضا برای دریافت خدمت نبوده و صف در زمان‌های بعدی طولانی‌تر می‌شود و در نهایت طول صف به بی‌نهایت میل می‌کند. [۱۳] می‌توان نرخ کارکردی^۶ یا ضریب بهره‌وری سیستم را به صورت زیر تعریف نمود که:

$$\rho = \lambda E(B)$$

این رابطه عملاً برابر نرخ ورود کار به داخل سیستم نسبت به افزایش ظرفیتی است که سیستم می‌تواند کار انجام دهد.

معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم‌های صف

برای ارزیابی نحوه عملکرد سیستم‌های صف از معیارهای زیر بهره گرفته می‌شود:

- توزیع مدت زمان ورود افراد به سیستم صف و مدت زمان انتظار مشتری در سیستم؛

4. Mean Sojourn Time
5. Lifo
6. Random
7. Service Capacity
8. Occupation Rate

عوامل تأثیرگذار بیرونی بر سیستم صف جهت امد موافقت اصولی و قطعی

برای شروع عمل زمان‌سنجی و تهیه نمونه‌هایی به منظور محاسبه مدت زمان انتظار در صف پارامترهایی دخیل می‌باشند که باید برای شروع زمان سنجی تأثیرات آنها بررسی گردد. در واقع این عوامل بر تشکیل صف‌های انتظار و مدت زمان انتظار در صف تأثیر مستقیم خواهد داشت.

عامل اول: بازدهی ادواری

به منظور بررسی عملکرد پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری لازم بود که هر سال عملکرد سال‌های گذشته و مخصوصاً سال قبل از ارزیابی بررسی گردد. به همین منظور در بازه‌ای از سال کارشناسان به همراه مدیر دفتر طی برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته در پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری حضور یافته و عملکرد آنها بررسی و مدارک لازم اخذ خواهد شد. پس از بازدید صورت گرفته گزارش مفصلی از عملکرد آنها تهیه خواهد شد. بنابراین با توجه به تعداد بازدیدها حداقل دو ماه کارشناسان مشغول بازدید و تهیه گزارش خواهند بود. بنابراین اگر عامل مدت زمان انتظار در صف در فصل‌های سال را با x_i نشان دهیم i به فصل‌های بازدید ($i=1$) و فصل‌های غیر بازدید ($i=2$) تقسیم می‌شوند.

عامل دوم: تهیه گزارش‌های عملکرد

سالانه پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری توسط کارشناسان از جمله وظایفی که می‌توان برای دفتر

انتظار را بر حسب ماه نشان می‌دهد. چون $r > 0$ -1 است، بین دو متغیر تعداد کارشناسان و مدت زمان انتظار همبستگی خطی منفی است و برای محاسبه میزان وابستگی موجود بین این دو متغیر طبق رابطه زیر داریم:

$$R^2=r^2=0.73$$

علی‌رغم اینکه انتظار داشتیم رابطه بسیار شدیدتری بین تعداد کارشناسان و مدت زمان انتظار وجود داشته باشد، براساس محاسبات فوق مشاهده گردید که فقط ۷۳ درصد تأثیرگذار است و ۲۷ درصد از تغییرات آن به سایر عوامل بستگی دارد. با بررسی‌های صورت گرفته، سایر عوامل تأثیرگذار بر مدت زمان انتظار به شرح ذیل می‌باشند:

- بازدهی ادواری و دوره‌ای از پارک‌ها و مراکز رشد؛
 - تهیه گزارش‌های مربوط به بازدیدها و عملکرد پارک‌ها و مراکز رشد؛
 - تدوین گزارش‌های عملکرد سالانه توسط کارشناسان؛
 - مصوبات سفرهای استانی؛
 - کارهای مرتبط با تشکیل هیأت امناء و هماهنگی‌های لازم و تهیه گزارش‌های مربوط به جلسه.
- با توجه به موارد ذکر شده هدف در این تحقیق ارائه زمان‌بندی مناسب جهت فعالیت‌های بالا است. به گونه‌ای که تأثیر این زمان‌بندی بر موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:
- کارایی دفتر و ضریب بهره‌وری؛
 - رضایت‌مندی متقاضیان؛
 - مدت زمان ارائه درخواست تا کسب مجوز و متوسط زمان بررسی.

جامع‌ترین تعریف از شبیه‌سازی است که تاکنون توسط شانون ارائه شده است. با توجه به این تعریف مشخص می‌گردد که فرایند شبیه‌سازی، شامل ساخت مدل و استفاده تحلیلی از آن برای مطالعه یک مسأله است. اگر اطلاعات مسأله کاملاً واضح و روشن باشد، نیازی به استفاده از شبیه‌سازی نیست اما در صورتی که یک یا چند شرط زیر در مسأله وجود داشته باشد، تحلیل‌گر باید از شبیه‌سازی استفاده نماید:

- نتوان مسأله را به صورت کامل مدل ریاضی نمود یا برای حل مدل ریاضی روش‌های تحلیلی وجود نداشته باشد.
- روش‌های تحلیلی وجود دارند اما شیوه‌های ریاضی آنقدر پیچیده و سخت می‌باشند که شبیه‌سازی روشی ساده برای حل مسأله به حساب می‌آید.
- علاوه بر برآورد پارامترهای خاص، اطلاعات گذشته نیز در دسترس باشد.
- به دلیل وجود مشکلات موجود در انجام آزمایش‌ها و مشاهده پدیده‌ها در محیط واقعی، شبیه‌سازی تنها راه ممکن باشد.

بیان مسأله پژوهش

در گام نخست برای بررسی میزان ارتباط مدت زمان بررسی پرونده‌ها جهت اخذ موافقت اصولی یا قطعی با تعداد کارشناسان موجود در دفتر پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری وزارت علوم (جامعه آماری) نمونه‌هایی جهت تحلیل به شرح جدول ۱ گردآوری شده است. ستون دوم متوسط تعداد کارشناسان در دست را در هر فصل نشان می‌دهد، ستون سوم نیز مدت

پهنه‌سازی سیستم صف پرونده‌های اخذ مجوز اصولی و قطعی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد مهدی یوسفی‌نژاد عطاری، انسیه نیشابوری جامی

پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری و کارشناسان آن در نظر گرفت، تهیه گزارش‌هایی است که حسب مورد تهیه شده و در اختیار نهادهای متقاضی قرار می‌گیرد. از جمله گزارش‌هایی که هر ساله تهیه می‌گردد، گزارش عملکرد پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری است که در سال‌های گذشته و مخصوصاً سال گذشته انجام گرفته است. این گزارش باید به وزیر، ریاست جمهوری و نهادهای مربوطه دیگر ارائه گردد. بنابراین در بازه‌ای از زمان کارشناسان و مدیر به امر تهیه و تدوین این گزارش‌ها مشغول هستند. اگر عامل مدت زمان انتظار در صف در فصل‌های سال را با X_i نشان دهیم، i به فصل‌هایی که بازه‌ای از آن به تهیه گزارش اشتغال یافته ($i=1$) و فصل‌هایی که گزارشی تهیه نمی‌گردد ($i=2$) تقسیم می‌شوند.

عامل سوم: تشکیل جلسات هیأت امناء و

کمیته تخصصی

یکی دیگر از وظایف اصلی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری تشکیل جلسات هیأت امناء و کمیته تخصصی می‌باشد. همان‌طور که در بالا ذکر گردید این جلسات به منظور بررسی عملکرد پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری و ارائه مجوز اصولی و قطعی تشکیل می‌گردد که خود شامل مقدمات و تهیه گزارش‌های خاص این جلسات می‌باشد. به طور متوسط سالی ۲ تا ۳ بار جلسه هیأت امناء و ۴ تا ۶ بار کمیته تخصصی برگزار می‌گردد. بنابراین اگر عامل مدت زمان انتظار در صف در فصل‌های سال را با X_i نشان دهیم i به فصل‌هایی که جلسه‌ای در آن تشکیل می‌شود ($i=1$) و فصل‌هایی که

جدول ۳- تخمین توابع توزیع خدمت دهی

Function	Sq Error
Normal	۰.۰۰۸۲
Poisson	۰.۰۰۹۷
Weibull	۰.۰۰۸۹
Erlang	۰.۰۰۹۳
Gamma	۰.۰۰۸۷
Lognormal	۰.۰۰۰۹
Exponential	۰.۰۰۱۳

جدول ۲- تخمین توابع توزیع ورود

Function	Sq Error
Normal	۰.۰۰۵۶۱
Poisson	۰.۰۰۷۸
Weibull	۰.۰۰۱۲
Erlang	۰.۰۰۸۴
Gamma	۰.۰۰۰۸
Lognormal	۰.۰۰۱۲
Exponential	۰.۰۰۶۵

جدول ۴- اطلاعات مربوط به آلترناتیوهای پیشنهادی

آلترناتیو	تشریح	پارامترهای پایه	پارامترهای مجوز قطعی	پارامترهای مجوز اصولی
اول	۴ تا از کارشناسان بر روی پرونده‌های اصولی کار کنند و ۴ کارشناس دیگر بر روی پرونده‌های قطعی کار نمایند.	$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \left(\frac{c\mu}{c\mu - \lambda} \right) \right]^{-1}$	$p_0 = 0.677$ $L_q = 4.68$ $w_q = 7.8$	$p_0 = 0.558$ $L_q = 4.57$ $w_q = 5.03$
دوم	۳ تا از کارشناسان بر روی پرونده‌های اصولی کار کنند و ۵ کارشناس دیگر بر روی پرونده‌های قطعی کار نمایند.	$L_q = \left[\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \mu \lambda}{(c-1)(c\mu - \lambda)^2} \right] P_0$	$p_0 = 0.677$ $L_q = 2.47$ $w_q = 5.67$	$p_0 = 0.56$ $L_q = 2.3$ $w_q = 3.1$
سوم	۵ تا از کارشناسان بر روی پرونده‌های اصولی کار کنند و ۳ کارشناس دیگر بر روی پرونده‌های قطعی کار نمایند.	$w_q = \frac{L_q}{\lambda}$	$p_0 = 0.677$ $L_q = 5.4$ $w_q = 1.8$	$p_0 = 0.558$ $L_q = 3.54$ $w_q = 3.89$

در آن اصلاً جلسه‌ای تشکیل نمی‌گردد ($i=2$) پس با توجه به برآورد زمانی تخمین زده شده، آزمون فرض را به شکل زیر تعریف می‌نماییم:

H_0 میانگین زمان انتظار ۱۰ ماه است:

H_1 میانگین زمان انتظار ۷ ماه است:

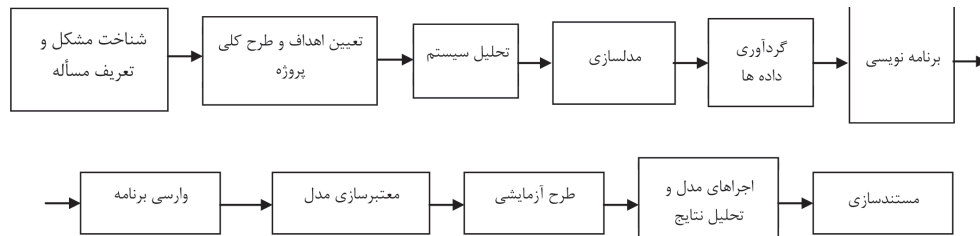
حال با توجه به آزمون فرض فوق می‌خواهیم ادعای خود را در سطح اطمینان ۹۵٪ ($\alpha=0.05$) و توان ۹۷۵٪ ($\beta=0.025$) آزمون کنیم. برای محاسبه حجم نمونه از رابطه زیر استفاده می‌نماییم:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \delta^2}{(\mu_1 - \mu_0)^2}$$

$$n = \frac{(1.96 + 1.96)^2 \times 4}{(10 - 6)^2} \approx 4$$

حال با توجه به داده‌های مسأله داریم:

برای شروع نمونه‌گیری با توجه به این که ۳ عامل داریم و هر عامل دو سطحی می‌باشد بایستی ۸ اجرا برای نمونه‌گیری انجام دهیم: $2 \times 2 \times 2 = 8$ برای محاسبه حجم نمونه از آزمون فرض دیگری استفاده می‌نماییم. در حال حاضر با توجه به داده‌ها میانگین زمان انتظار پرونده‌ها برای رسیدگی و اخذ مجوز حدود ۱۰ ماه و انحراف معیار ۲ ماه می‌باشد. حال می‌خواهیم با ارائه طرحی میانگین زمان انتظار را به ۶ ماه برسانیم.



شکل ۵- فرایند شبیه‌سازی

گرفت بدین ترتیب بود که پس از بیان مشکل توسط سازمان و تعریف مسأله، کار بررسی و شناخت سیستم صف اخذ مجوز اصولی و قطعی دفتر پارک‌ها و مراکز رشد وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به عنوان مطالعه موردی آغاز گردید. در این رابطه پس از آشنایی با ساختار دفتر و بررسی پرونده‌های ارجاعی به این دفتر و همچنین شناخت مشتریان آن، نحوه ارائه خدمت به مشتریان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با بررسی خصوصیات و ویژگی‌های مدل، این نتیجه حاصل شد که حل آن به روش تحلیلی ممکن نبوده و باید از شبیه‌سازی استفاده شود. برای تدوین و اجرای مدل شبیه‌سازی لازم بود که ابتدا اطلاعات مورد نیاز تهیه شود.

در این ارتباط پاره‌ای از مشخصه‌ها، توزیع‌ها و پارامترها از طرق مختلف نظیر مشاهده مستقیم، نمونه‌گیری و... تعیین شده و مابقی اطلاعات مورد نیاز، به صورت فرضی در نظر گرفته شد. در مجموع اگر گام‌های اساسی در بحث شبیه‌سازی و تحلیل سیستم را به صورت آنچه که در شکل ۵ نشان داده شده است، فرض نماییم، در این تحقیق تنها امکان انجام پنج مرحله اول آن به طور کامل و دو مرحله بعدی آن البته نه به صورت کامل

داده‌ها در جدول ۲ و ۳ آورده شده است. **تحلیل وضعیت موجود سیستم بررسی پرونده‌ها و ارائه وضعیت پیشنهادی**

در مطالب گذشته روند بررسی پرونده‌ها توضیح داده شد. با توجه به وضعیت موجود، تعداد کارشناسانی که در هر بازه زمانی روی پرونده‌ها کار می‌کنند به دلایل مختلفی مانند بازدیدهای دوره‌ای، جلسات هیأت امناء و ... متغیر می‌باشد. برای این منظور فرض می‌کنیم که تعداد کل کارشناسان ثابت بوده و در کل سال برابر ۸ نفر می‌باشد. حال با ارائه سه آلترناتیو که در جدول ۴ آمده است بررسی می‌نماییم که کدام آلترناتیو دارای فاکتورهای مناسب و رضایت بخش‌تری می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل شده در جدول ۴، آلترناتیو دوم در مجموع به دلیل کم بودن میانگین مدت‌زمان انتظار مشتریان در صف W_q و متوسط تعداد افراد در صف L_p نسبت به دو آلترناتیو دیگر بهتر بوده در نتیجه پیشنهاد می‌گردد با توجه به تقاضاهای حاصله به دفتر سه کارشناس روی پرونده‌های اصولی و پنج کارشناس روی پرونده‌های قطعی کار نمایند.

جمع‌بندی

به طور خلاصه آنچه در این پژوهش صورت

یعنی برای هر اجرا باید ۴ نمونه تهیه شود و طبق مباحث بالا تعداد اجراها برابر ۸ می‌باشد پس در کل به ۳۲ نمونه نیاز داریم.

گردآوری داده‌ها و تخمین تقاضا

جهت تخمین تابع توزیع ورود پرونده‌ها به سیستم صف از نرم‌افزار تخصصی تحلیل‌گر داده‌ها استفاده شده است. با توجه به پارامتر کمترین مجذور مربعات خطا، تابع توزیع ورود پرونده‌ها مطابق نرمال با میانگین ۵/۴ ماه و انحراف معیار ۱/۳ ماه تخمین زده می‌شود.

تخمین تابع توزیع مدت‌زمان خدمت‌دهی

برای تخمین تابع توزیع ورود پرونده‌ها و مدت زمان خدمت‌دهی از نرم‌افزار تخصصی تحلیل‌گر داده‌ها استفاده شده است که اطلاعات موجود با توابع مختلف برازش داده شده است و مناسب‌ترین تابع منطبق بر داده‌ها تابع توزیع نرمال می‌باشد که با توجه به پارامتر کمترین مجذور مربعات خطا، تابع توزیع ورود پرونده‌ها مطابق نرمال با میانگین ۵/۴ ماه و انحراف معیار ۱/۳ ماه تخمین زده می‌شود و تابع توزیع مدت زمان خدمت‌دهی نرمال با میانگین ۳/۶ ماه و انحراف معیار ۲/۱ ماه تخمین زده می‌شود. اطلاعات مربوط به برازش

References

1. A.S. Alfa, K.S. Isotupa, An M/PH/k retrial queue with finite number of sources, *Computers and Operations Research* 31 (2004) 1455–1464.
2. A.S. Alfa, W. Li, PCS networks with correlated arrival process and retrial phenomenon, *IEEE Transactions on Wireless Communications* 1 (4) (2002) 630–637.
3. K. Avrachenkov, U. Yechiali, Retrial networks with finite buffers and their application to internet data traffic, *Probability in the Engineering and Informational Sciences* 22 (2008) 519–536.
4. J.W. Cohen, Basic problems of telephone traffic theory and the influence of repeated calls, *Philips Telecommunication Review* 18 (2) (1957) 49–100.
5. M.A. Marsan, G. De Carolis, E. Leonardi, R. Lo Cigno, M. Meo, Efficient estimation of call blocking probabilities in cellular mobile telephony networks with customer retrials, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 19 (2) (2001) 332–346.

6. B. Sivakumar, A perishable inventory system with retrial demands and a finite population, *Computational and Applied Mathematics* 224 (1) (2008) 29–38.
7. P. Tran-Gia, M. Mandjes, Modeling of customer retrial phenomenon in cellular mobile networks, *IEEE Journal of Selected Areas in Communications* 15 (1997) 1406–1414.
8. F.A. Haight, Two queues in parallel, *Biometrika* 45 (1958) 401–410.
9. J.F.C. Kingman, Two similar queues in parallel, *Ann. Math. Stat.* 32 (1961) 1314–1323.
10. L. Flatto, H.P. McKean, Two queues in parallel, *Comm. Pure. Appl. Math.* 30 (1977) 255, 263.
11. Gupta, M. B. & Khanna, R. B., (2006), *Quantitative Techniques for Decision Making*, 2nd Edition, New Delhi: Prentice Hall of India.
12. L. Kleinrock, *Queueing Systems*, (1975), Vol. I: Theory. Wiley, New York.
13. Ivo & J. Resing. *Queueing Theory*, (2001), Eindhoven University of Technology, Netherlands.

فراهم گردید.

البته یکی از دلایل عدم امکان تعیین اعتبار مدل طراحی شده، فرضی بودن برخی اطلاعات استفاده شده در مدل می‌باشد. مدل تصویری است که از چگونگی رفتار مشتریان و همچنین کنش‌ها و واکنش‌های عوامل تأثیرگذار در عملکرد دفتر. به عبارت دیگر مدل نشان‌دهنده میزان شناخت مدیران و تحلیل‌گران از وضعیت دفتر می‌باشد. بنابراین عدم تطابق خروجی مدل با واقعیت موجود، بدین معنی است که آنچه در مورد دفتر تصور می‌شود اشتباه بوده و یا اینکه در رفتار مشتریان و یا وضعیت سیستم، تغییراتی رخ داده است.

مدل وسیله‌ای است برای تحلیل و بهبود وضعیت موجود.

تعداد بهینه کارشناسان کدام است؟ آیا تغییر سیاست‌ها واقعاً بر عملکرد دفتر تأثیر دارد؟ و ...

استفاده از مدل برای آزمایش کردن نظرات و پیشنهادات جدید.

در صورت وجود یک مدل خوب شبیه‌سازی، می‌توان بدون متحمل شدن هزینه و خسارت ناشی از آزمایش مستقیم، اثر روش‌ها و امکانات جدید سرویس‌دهی، تغییر سیاست‌ها و ... بر عملکرد دفتر را بررسی نمود.