مطالعات کمّی در مدیریت، سال چهارم، شماره سوم- پاییز 1392- صص 88-67

شبیه سازی فرآیند برگزاری مناقصات
مطالعه موردی: شرکت گاز استان تهران

محمدرضا زمانیان[1]

تاریخ دریافت: 1392/4/16
تاریخ پذیرش: 1392/6/31

چکیده

هدف از تحقیق حاضر ارائه مدلی مناسب جهت تسهیل فرآیند برگزاری مناقصات در شرکت گاز استان تهران می‌باشد، به گونه‌ای که با کاهش زمان انتظار بسته‌های دریافت کننده خدمت در صف‌ها و افزایش بکارگیری خدمت دهنده‌ها، سیستم بهینه و پویا گردد. دراین تحقیق ابتدا مدل واقعی فرآیند، شبیه سازی و مورد کاوی شده است، سپس شش سناریو مختلف جهت اصلاح فرآیند پیشنهاد شده و نتایج حاصل از اجرای آنها با مدل واقعی مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد. داده‌های فرآیند مورد مطالعه،مربوط به 238 روزتقویمی می‌باشد. ومدل‌های ساخته شده به وسیله نرم افزارشبیه ساز Enterprise Dynamics اجرا گردیده اند. سپس شاخص‌های متوسط زمان انتظار بسته‌ها درصف‌ها و ضریب بکارگیری سیستم برای مقایسه مدل‌ها اندازه‌گیری می‌شوند. و نتایج حاصل شده بر اساس تکنیک تصمیم‌گیری TOPSIS رتبه‌بندی گردیده و بهترین سناریوی پیشنهادی که منطبق با اهداف تحقیق می‌باشد نیز مشخص می‌شود . در برگیری افق زمانی طولانی تر،منحنی یادگیری،زیر سیستم‌های موازی و گسترش سیستم برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: مناقصات، صف، بکارگیری، شبیه سازی، Dynamics Enterprise، TOPSIS

---

1. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، گرایش تحقیق درعملیات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و مسئول مکاتبات Zamanian.2000@yahoo.com

1- مقدمه

امروزه یکی از دغدغه‌های اصلی شرکت‌ها و سازمان‌ها در محیط کسب وکار پیرامونی خود، خرید خدمات،محصولات واجرای پروژه‌های عمرانی جهت رشد و توسعه و بقاء در فضایی رقابتی می‌باشد. موفقیت در فعالیت‌های اقتصادی بستگی بسیار زیادی به نحوه مشارکت در بازار دارد و موسساتی که نتوانند حضور خود رادر بازار تحکیم نمایند، فرصت‌های پیش رو را از دست خواهند داد.از اینرو در عرصه تجارت و کسب وکار بسیاری ازپروژه‌های کوچک و بزرگ و خرید خدمات و محصولات از طریق برگزاری مناقصات[1]واگذار و اجرا می‌شوند و اهمیت این موضوع به حدی است که برگزاری صحیح،دقیق وسریع هرمناقصه‌ای یکی از ارکان تداوم توسعه و همسو در نیل به اهداف سازمانی شرکت‌هامی باشد.

2 - بیان مساله

شرکت گاز استان تهران مسئولیت توزیع گاز و بهره برداری از آن را در سطح استان تهران دارد و به جهت حفظ رسالت سازمانی خود در راستای برقراری و استمرار جریان گاز،نیازمند استفاده از خدمات پیمانکاران در رشته‌ها و تخصص‌های گوناگون ازجمله اجرای پروژه‌های خطوط انتقال،تغذیه،شبکه،انشعابات،ساختمانی،خدماتی و... می‌باشدو نیل به این هدف مستلزم انتخاب پیمانکاران از طریق برگزاری مناقصات می باشد.

امور قراردادهای شرکت گاز استان تهران متولی برگزاری مناقصات آن شرکت می‌باشد و در این پژوهش با مدلسازی فرآیند مناقصات درامور قراردادها،مجموعه فرض‌های مربوط به عملکرد و اهداف سیستم مدل شده، شبیه سازی[2] می‌شوند و رفتار و انجام تغییرات در شرایط گوناگون و تاثیرات آن را در خروجی سیستم بوسیله تکنیک شبیه سازی می‌توان مشاهده نمود.

هدف اصلی این پژوهش ارائه الگوریتمی مناسب جهت تسهیل فرآیند برگزاری مناقصات در امور قراردادهای شرکت گاز استان تهران می‌باشد که مشتمل بر کاهش زمان انتظار صف‌ها و افزایش بکارگیری و بهره وری خدمت دهنده‌ها در امور قراردادها بعنوان یک سیستم مدل شده است.

3- ادبیات پژوهش

شبیه سازی در فرهنگ لغت به معنای وانمود کردن، یا نائل شدن به اصل چیزی بدون واقعیت است.(شانون،1390). تحقیقات شبیه سازی در تصمیم‌گیریهای مدیریتی سعی کرده است آثار به کارگیری شبیه سازی را در تحلیل، اندازه گیری، طراحی، پیش بینی پارامترهای گوناگون مؤثردر فرآیندهای سازمان به طور مستقیم یا غیر مستقیم و تأثیر آن بر فرآیند تصمیم گیری را معرفی کند.(گلزارادبی،2007).شبیه سازی می‌تواند به عنوان یکی از تکنیکهای موثر و پرقدرت مدیران امروزی مورد استفاده قرار گیرد.(کندری،1387).تحقیقات پیشین در خصوص بررسی هزینه‌های صعودی اداره کردن دفتر کار و چگونگی شبیه سازی گسسته پیشامد می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب و موثر برای پیدا کردن راههای بهره وری و مدیریت کردن بکار گرفته شود. با مدل کردن یک کار ستادی و شبیه سازی کامپیوتری آن چگونگی توسعه و پیشرفت بهره وری در محل کار را بوسیله معتدل کردن منابع در دسترس و زمانهای انجام وظایف نشان داده شده و به تفسیر وجوه مختلف مدیریت کردن واصول آن پرداخته می‌شود.(پراکتر،2004).

درتحقیقات به عمل آمده دیگر، نیاز به افزایش بهره وری و کارایی بسیاری از شرکت‌ها برای حداقل کردن زمان تولید درخارج از شبکه، بصورت شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفت.(آهرنس و پاکیو،2002).پژوهشی برای تعیین تعداد پرسنل مورد نیاز در هر سطح، توسط ترکیبی از روش‌های شبیه سازی و سایر روش‌های برنامه ریزی خطی مانند صفحات متقاطع استفاده شد.(آتلسون،2004).در مطالعه دیگری این متد در یک مرکز تماس[3] چند مهارتی با تعداد متعددی صف پیاده سازی شده است. متد صفحات متقاطع و شبیه سازی، همزمان به هر دو زمینه تعیین تعداد پرسنل و زمان‌بندی فعالیت‌ها می‌پردازد و وابستگی بین بازه‌های برنامه ریزی رانیز مد نظر قرار می‌دهد.(سزیک،2008).

چارچوب نظری این پژوهش مدل سازی سیستم امور قراردادهاو زیر سیستم‌های آن می‌باشد و سوالات مطرح شامل چگونگی شناسایی گلوگاههای احتمالی،کاهش زمان انتظار در صف[4]ها وافزایش بکارگیری[5] و بهره وری خدمت دهنده‌ها می‌باشد وبا توجه به اینکه در این تحقیق به دنبال بهبود فرآیند برگزاری مناقصات می‌باشیم، لذا مدل ارائه شده فرضیه تحقیق می‌باشد.

4- روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی است و هدف از انجام آن ارائه یک الگوریتم مناسب جهت برگزاری مناقصات می‌باشد. لذا جهت نیل به این هدف، باید به دنبال کاهش زمان انتظار در صف‌ها و افزایش بکارگیری و بهره وری خدمت دهنده‌هاباشیم.درابتدا جهت ساختن مدل به امور قراردادهای شرکت گاز استان تهران مراجعه وازطریق مصاحبه با تمامی کارکنان شاغل از جمله کارشناسان وخبره گان آن امور که تعدادشان 7 نفر می‌باشد، روئیت نمودار سازمانی،مراجعه به بایگانی پرونده‌ها و استفاده از زیرساخت نرم افزار اتوماسیون اداری برید، نسبت به شناسایی تمامی مجموعه و جمع آوری کامل داده‌ها و اطلاعات لازم اقدام گردید که نتایج آن در ادامه ذکر می‌گردد.

بسته‌های[۶] وارد شده به امور قراردادها 4 نوع به شرح ذیل می‌باشد.

بسته نوع 1 که مربوط به تعدیل پروژه‌ها می‌باشد.

بسته نوع 2 که مربوط به اضافه کاری یا جداول مقایسه‌ای پروژه‌ها می‌باشد.

بسته نوع 3 که مربوط پروژه‌های یک قلم می‌باشد.

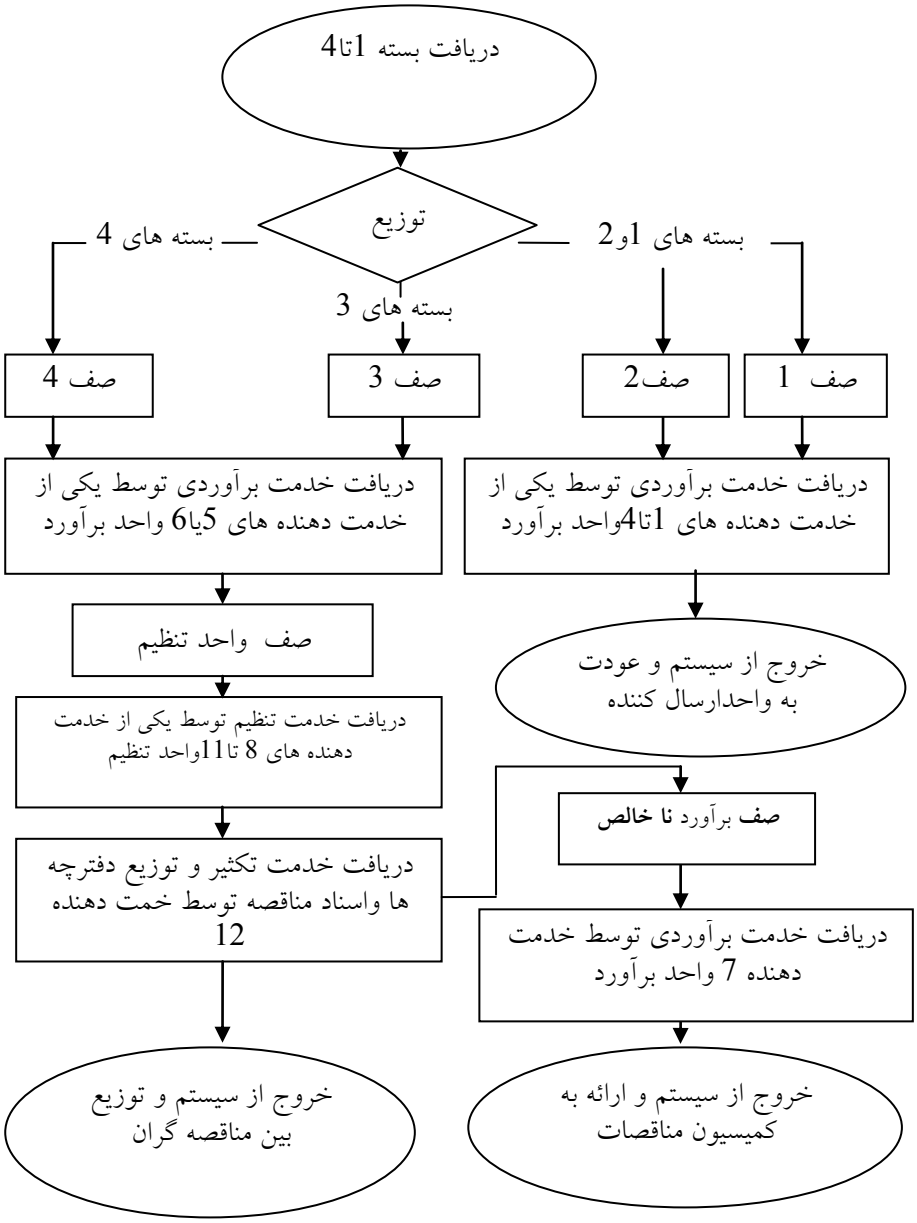
بسته نوع 4 که مربوط به پروژه‌های فهرست بهایی می‌باشد.

امور قراردادها از 2 واحد برآورد و تنظیم قرارداد تشکیل شده است که واحد برآورد آن از سه قسمت برآورد اضافه کاری یا تعدیل، برآورد خالص پروژه‌ها و برآورد ناخالص پروژه‌ها که وظایف آنها انجام محاسبات برآوردی می‌باشد تشکیل شده است.و واحد تنظیم قراردادها نیز از دو قسمت تنظیم و تهیه اسناد، مدارک،نقشه‌ها و دفترچه‌های پیمان و قسمت تکثیر و توزیع تشکیل شده است. تعداد صف‌های مدل 6 مورد است که 4 صف آن مربوط به بسته‌های نوع 1 تا 4، 1 صف مربوط به واحد تنظیم و 1 صف دیگر مربوط به قسمت برآورد نا خالص پروژه‌ها می‌باشد. ترتیب صف‌ها نیز FIFO[۷] می‌باشد.

فرآیند انجام کاردر مدل واقعی بدین صورت است که بسته‌های 1 و 2 پس از ورود به واحد برآورد وقرار گرفتن در صف‌های مربوط به خود، توسط یکی از خدمت دهنده‌های1تا 4 خدمت دریافت نموده و به واحدهای ارسال کننده عودت داده می‌شوند.بسته‌های 3و4 نیز پس از ورود در قسمت برآورد وقرار گرفتن در صف‌های مربوط به خود توسط یکی ازخدمت دهنده‌های 5 یا6 خدمت دریافت نموده و وارد صف واحد تنظیم می‌شوند ودر آنجا نیز پس از

دریافت خدمت وارد قسمت تکثیر و توزیع شده که در آنجا دفترچه‌ها واسناد بین پیمانکاران[۸] توزیع شده ویک نسخه ازآن به قسمت برآورد ناخالص پروژه‌ها فرستاده شده و در آنجا پس از دریافت خدمت به کمیسیون مناقصات فرستاده می‌شود (نمودار1).

نمودار1- فرآیند کاری سیستم موجود در امور قراردادها



جدول1- تخصص و مدت زمان خدمت دهی خدمت دهنده‌های واحد برآورد

خدمت دهنده‌های واحد برآورد	تخصص و زمان خدمت دهی به بسته‌ها بر حسب ساعت			
	بسته نوع 1	بسته نوع 2	بسته نوع 3	بسته نوع 4
خدمت دهنده 1	14 -16	32 -40	_	_
خدمت دهنده 2	14 -16	32 -40	_	_
خدمت دهنده 3	12 -14	24 -32	_	_
خدمت دهنده 4	12 -14	24 -32	72 -88	_
خدمت دهنده 5	12 -14	24 -32	48 -56	16 -24
خدمت دهنده 6	12 -14	24 -32	48 -56	16 -24
خدمت دهنده 7	12 -14	24 -32	2 -3	16 -24

جدول2- سطوح دسترسی واحد برآورد به انواع بسته‌ها در در مدل واقعی

خدمت دهنده‌های واحد برآورد	سطوح دسترسی به انواع بسته‌ها در مدل واقعی			
	بسته نوع 1	بسته نوع 2	بسته نوع 3	بسته نوع 4
خدمت دهنده 1	✓	✓	_	_
خدمت دهنده 2	✓	✓	_	_
خدمت دهنده 3	✓	✓	_	_
خدمت دهنده 4	✓	✓	_	_
خدمت دهنده 5	_	_	✓	✓
خدمت دهنده 6	_	_	✓	✓
خدمت دهنده7	_	_	✓	✓

جدول3- تخصص،سطوح دسترسی و زمان خدمت دهی واحد تنظیم در مدل واقعی

خدمت دهنده‌های واحد تنظیم قرارداد	تخصص ،سطوح دسترسی و مدت زمان خدمت دهی به بسته‌ها در مدل واقعی			
	بسته نوع 1	بسته نوع 2	بسته نوع 3	بسته نوع 4
خدمت دهنده 8	_	_	40 -48	40 -48
خدمت دهنده 9	_	_	40 -48	40 -48
خدمت دهنده 10	_	_	24 -32	24 -32
خدمت دهنده 11	_	_	24 -32	24 -32
خدمت دهنده 12	_	_	6 -8	6 -8

1-4- جمع آوری داده‌ها

در این تحقیق برای تعیین پارامترهای جامعه آماری اقدام به جمع آوری داده‌های ورودی و خروجی امور قرارداها در فاصله زمانی 8 صبح 1391/01/05 لغایت 8 صبح 1391/08/27 به مدت 238 روز تقویمی شده است، که با این توصیف اندازه نمونه ما در این تحقیق برابر جامعه آماری می‌باشد.

تمامی ورودی و خروجی‌های سیستم شامل بسته‌های تعدیل،اضافه کاری و جداول مقایسه‌ای ازطریق زیرساخت نرم افزاری اتوماسیون برید موجود در شرکت گاز استان تهران اطلاعات آنها دریافت شده است.و درخصوص بسته‌های پروژه‌های فهرست بهایی و یک قلم نیزاز آنجایی که ازطریق زیر ساخت نرم افزاری اتوماسیون برید وارد سیستم وخارج از آن نشده‌اند، با مراجعه به بایگانی امور قراردادها و رجوع به هر پرونده بصورت جداگانه، زمان ورود به سیستم که همان امور قراردادها می‌باشد،استخراج شده است. و زمان خروج بسته‌های مذکور نیز با رجوع به تاریخ‌های برگزاری کمیسیون مناقصات دریافت شده است.

به علت تعدد خدمت دهنده‌های امور قراردادها ی شرکت گاز استان تهران و وابستگی فعالیت آنها به یکدیگر، امکان زمان سنجی فعالیت‌ها با روش‌های سنتی مانند Stop –Watch عملا" غیر ممکن و دارای خطای بسیار بالایی خواهد بود در نتیجه جهت ثبت مشخصات و زمان سرویس دهی خدمت دهنده‌ها در قسمت‌ها و واحدهای مختلف امور قراردادها از نظرات کارشناسی تمامی خبرگان آن امور وخود خدمت دهنده‌ها استفاده شده است و شاخص‌هایی همچون، تعداد کارهای انجام شده و در حال انجام، سابقه و تجربه ونوع خدمت دهی در تشخیص این بازه زمانی انجام کار که برای خدمت دهنده‌ها مختلف است، موثر بوده است.

با مقایسه تعداد کارهای انجام گرفته و بازه زمانی در نظر گرفته شده برای هر خدمت دهنده، صحت زمان سرویس دهی خدمت دهنده‌ها مورد تایید قرار گرفت و از این داده‌ها در تحقیق موجود استفاده شده است .

مطابق برنامه ریزی موجود در زیر ساخت نرم افزاری سیستم اتوماسیون برید شرکت گاز استان تهران زمان ثبت اطلاعات داده‌های آن شرکت بر اساس تاریخ،ساعت ودقیقه می‌باشد و مطابق همان برنامه ریزی تمامی بسته‌های نوع 1و2 پروژها که بین ساعات 8 تا 10 صبح در سیستم اتوماسیون برید ثبت شده‌اند ساعت 10 صبح،10 تا 12، ساعت 12، 12 تا 14، ساعت 14 و

بعد از ساعت 14 در ساعت 10 صبح روز کاری بعدی به امور قراردادهای گاز استان تهران ارسال می‌شوند.

از آنجایی که بسته‌های نوع3و4 وارد شده به سیستم امور قراردادها فقط دارای تاریخ ثبت شده می‌باشند ، لذا بصورت پیش فرض ساعت ورود بسته‌های مذکور 10 صبح هر روزکاری در نظر گرفته شده است .

تمامی زمان‌های استخراج شده بین دو ورود متوالی داده‌ها بر اساس ثانیه محاسبه شده است، وبا توجه به ماهیت زیر ساخت نرم افزاری موجود هر زمان که دو یا چند بسته توسط سیستم اتوماسیون برید بصورت همزمان به امور قرادادها ارسال شده است فاصله زمانی بین هر دو بسته همزمان یک ثانیه درنظر گرفته شده است و در خصوص بسته‌های نوع 3و4 با توجه به فرآیند سیستم اداری موجود دو ساعت که معادل 7200 ثانیه می‌باشد در نظر گرفته شده است. در ساعت 8 صبح 1391/01/05 هیچ بسته نوع 1و 2 در صف انتظار وجود نداشته است اما17بسته نوع 3 و 12بسته نوع4در صف‌های انتظار وجود داشته‌اند که فاصله زمانی ورود بین آنها را به سیستم، یک ثانیه در نظر گرفته شده است .

4-2- نرم افزار ED

در این پروژه با استفاده از نرم افزار Enterprise Dynamics 8.2 مدل به زبان کامپیوتری برگردانده می‌شود.این نرم افزار یک ابزار قوی برای شبیه سازی فرایندهای گسسته می‌باشد که متعلق به شرکت Incontrol Enterprise Dynamics هلند می‌باشد. ED نرم افزاری شی گرا برای مدل سازی، شبیه سازی، مشاهده و کنترل فرایندهای پویا می‌باشد.(دارابی محبوب و شاه حیدری،1389).

4-3- عناصر و مراحل ساخت مدل

بارگذاری داده‌های اولیه ورودی به دو زیر سیستم واحد برآورد توسط زیر سیستم بارگذاری داده‌های ورودی فراهم می گردد. این زیر سیستم در هر بار اجرای مدل، داده‌های ورودی را از یک فایل اکسل می خواند.

در صفحه اکسل زمان‌های بین ورود داده‌ها براساس ثانیه وارد شده است که شامل چهار ستون بوده و از چپ به راست به ترتیب داده‌های تعدیل(نوع1) 96 مورد، اضافه کاری‌ها و جداول مقایسه‌ای(نوع2)103 مورد، بسته‌های پروژه‌های فهرست بهایی(نوع3) 59 مورد و یک قلم(نوع4) 36 مورد می‌باشند. و با اجرای فرمان Auto fit مناسبترین توزیع احتمال هر کدام از چهار ستون داده‌های ورودی به سیستم به ترتیب عبارتنداز:

Beta(210600.00,0.40,1.90)
Gamma(182097.09,0.60)
Beta(335349.44,0.30,2.60)
Uniform(-642771.46,1718372.13)

بوسیله اتم‌های Time Schedule Availabilityو Control Availability برنامه زمانبندی خدمت دهی 12 خدمت دهنده سیستم در جدول مربوطه جهت بارگذاری درج شده است. ساعات کاری تعریف شده در جدول مطابق واقعیت میدانی موجود در سیستم می‌باشد.

روزهای کاری خدمت دهنده‌هاشامل پنج روز کاری در هفته از شنبه تا چهارشنبه می‌باشد و در هر روز ساعت شروع کار 8 صبح تا 18 عصر می‌باشد. ساعت هشت صبح تا هشت وسی دقیقه Setup time خدمت دهنده‌ها وساعت دوازده تا سیزده و سی دقیقه نیز وقت نماز و صرف غذا می‌باشد که تمامی خدمت دهنده‌ها در این اوقات غیر قابل دسترس می‌باشند.

جدول 4–بر نامه زمانبندی خدمت دهی خدمت دهنده‌ها در یک هفته

Table of Time Schedule Availability30

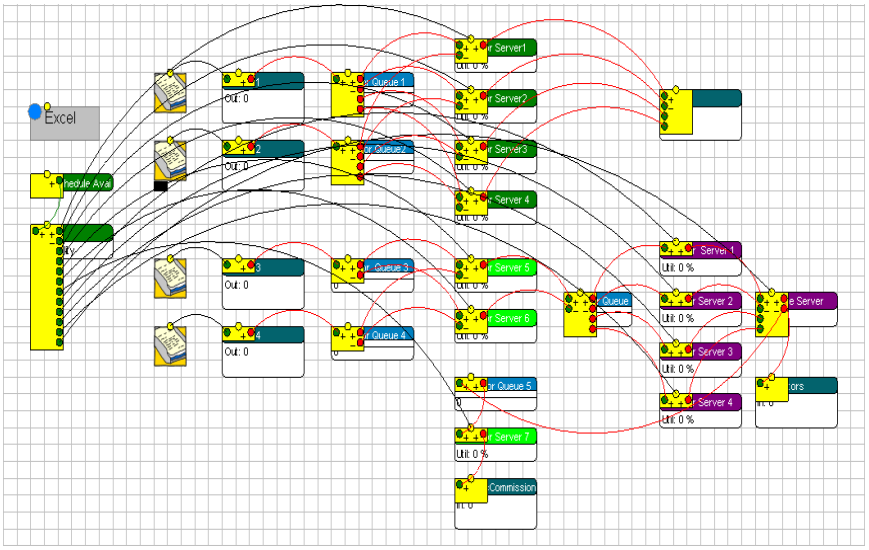
File Edit View

Dimensions

Rows: 22 Columns: 2 Set

	Time	Down=1
1	0	1
2	hr(.5)	0
3	hr(4)	1
4	hr(5.5)	0
5	hr(10)	1
6	hr(24.5)	0
7	hr(28)	1
8	hr(29.5)	0
9	hr(34)	1
10	hr(48.5)	0
11	hr(52)	1
12	hr(53.5)	0
13	hr(58)	1
14	hr(72.5)	0
15	hr(76)	1
16	hr(77.5)	0
17	hr(82)	1
18	hr(96.5)	0
19	hr(100)	1
20	hr(101.5)	0
21	hr(106)	1
22	hr(168)	0

بااستقرار اتم‌های مختلف ED در صفحه و متصل نمودن کانال‌های ارتباطی آنها،اقدام به برنامه نویسی گزینه‌های مختلف پنجره‌های هراتم با توجه به اطلاعات وداده‌های موجود ودستورالعمل‌های مربوطه می‌گردد،قسمت برنامه نویسی در مدل کامپیوتری حساس ترین مرحله شبیه سازی بوسیله نرم افزار ED می‌باشد.



نمودار2- کل سیستم امور قراردادها با نمایش کانال‌های ارتباطی بین آنها

4-4-تعیین اعتبار مدل

یک مدل تنها برای هدف خاصی ایجاد می شود وکفایت و اعتبار آن تنها بر حسب همان هدف مورد ارزیابی قرار می گیرد.در واقع،مرحله تعیین اعتبار مدل بخشی جدایی ناپذیراز ایجاد مدل است.(بنکس وکارسن،2005). هدف ما دراینجا ساخت مدلی است که همان ویژگی‌های رفتاری فرآیند برگزاری مناقصه در شرکت گاز استان تهران را داشته و همان سیستم را شبیه سازی نماید.ارزیابی یک مدل به معنای ارائه یک سطح اطمینان قابل قبولی برای این موضوع است که نتایج حاصل از عملکرد مدل شبیه سازی شده، صحیح بوده و قابل تطبیق با سیستم واقعی باشد.

در این تحقیق با اجرای مدل شبیه سازی شده و بررسی و مقایسه داده‌های خروجی سیستم شبیه سازی شده با سیستم واقعی، صحت عملکرد و اعتبارمدل مورد تایید قرار گرفت ودر هر بار اجرای شبیه سازی نتایج قابل قبولی اخذ می‌گردید.

روشهای روایی سنجی مدل این پژوهش به صورت زیر دسته بندی شده‌اند:

4-4-1- روایی سنجی مدل مفهومی

در این تحقیق برای سنجش روایی مدل مفهومی از خبرگان و کارشناسان سازمان که تعداد آنها 7 نفرمی باشد تطابق مدل مفهومی با سیستم موجود بررسی و مورد تکمیل و تائید قرار گرفت.

4-4-2- روایی سنجی داده‌ها

داده‌ها دارای پتانسیل بالایی از عدم دقت می باشند. و می توانند یک مدل دقیق را تبدیل به یک مدل غیر معتبر نمایند. لذا در این تحقیق نهایت سعی و تلاش جهت اطمینان از صحت و دقت داده‌ها در مدت238 روز تقویمی به عمل آمد.

4-4-3- سنجش پایایی و روایی سنجی جعبه سفید

روایی سنجی جعبه سفید نیز به بررسی تطابق مدل ساخته شده با دنیای واقعی می پردازد. در این تحقیق سنجش پایایی با مقایسه جزئیات مدل ساخته شده و مدل مفهومی انجام گرفت. و برای سنجش روایی جعبه سفید نیز از 7 نفراز خبرگان و کارشناسان سازمان خواسته شد تطابق مدل را با سیستم واقعی بررسی نمایند که موردتائید آنها قرارگرفت.در این مرحله معیارهای متعددی مورد بررسی قرار گرفتند که می توان به موارد زیر اشاره نمود :

- ✓ زمان بندی‌هایی مانند نرخ ورود بسته‌ها و زمان‌های خدمت دهی
- ✓ کنترل مسیر حرکت بسته‌ها
- ✓ کنترل منطقی زمان بندی‌ها
- ✓ بررسی کدهای استفاده شده در مدل که صحت آنها مورد بررسی و تائید قرار گرفت.
- ✓ بررسی ظاهری مدل: با اجرای مدل ومشاهده رفتار اجزای سازنده آن منطق مدل کنترل شده و تطابق مدل با سیستم واقعی مورد بررسی و تائید قرار گرفت.

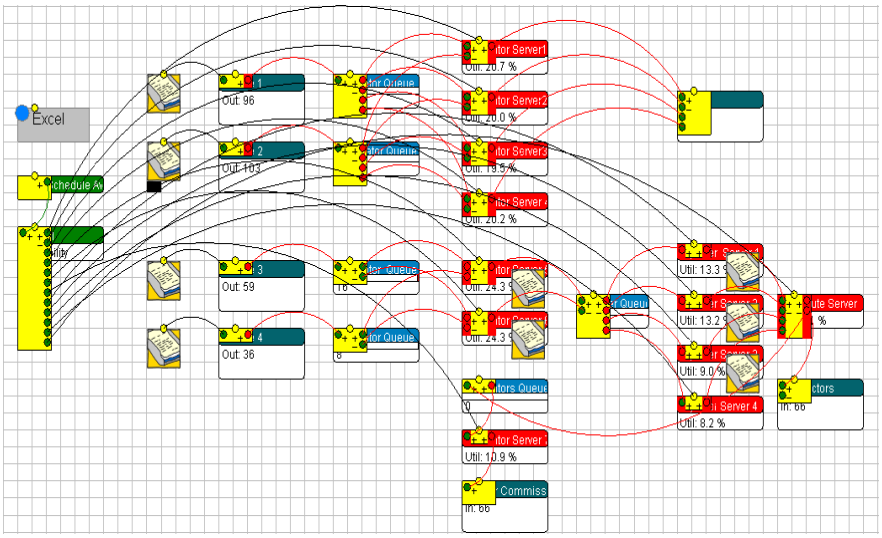
در این تحقیق از روشهای ذیل برای این منظور استفاده شده است :

- ➢ مدل شبیه سازی شده مرحله به مرحله مورد بررسی و تائید قرار گرفته است.

- شرایط حدی مدل مورد ارزیابی قرار گرفته شد. برای این منظور نرخ ورود به سیستم بالا برده شد و عملکرد صف‌ها و خدمت دهنده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.که به صورت منطقی انتظار می رفت که ظرفیت صف‌ها و میزان بهره وری خدمت دهنده‌ها به بیشترین حد ممکن برسند که نتایج حاصله مؤید این موضوع بود.
- مدل شبیه سازی شده برای خبرگان وکارشناسان سیستم واقعی اجرا شده و نقطه نظرات آنها در مدل لحاظ شد و مورد تائید آنها قرار گرفت.
- حرکت بین انواع اتم‌ها در مدل مورد بررسی و تائید قرار گرفت.

4-4-4- روایی سنجی جعبه ی سیاه

جهت حصول روایی سنجی جعبه سیاه باید یک یا چند معیار جهت مقایسه میان مدل شبیه سازی شده و سیستم واقعی تعریف نمود،که هم به وسیله مدل شبیه سازی شده و هم در سیستم واقعی قابل اندازه گیری باشند و در ضمن بررسی آنها به لحاظ آماری دلیلی برای تطابق مدل شبیه سازی با سیستم واقعی باشد. این معیارها شامل تعداد انواع چهارگانه بسته‌های ورودی، خروجی و منتظر در صف‌ها می‌باشد. پس از تعیین معیارها،در مرحله بعدی آنها را توسط مدل شبیه سازی و نیز سیستم واقعی اندازه گیری و تطابق آنها مورد ارزیابی و تایید قرار گرفت.



نمودار3- اجرای مدل با نشان دادن کانال‌های ارتباطی

5- پیشنهاد اصلاح مدل

الگوریتم مورد استفاده در امور قراردادهای شرکت گاز استان تهران، الگوریتمی ایستا[9] بوده که با گروه‌بندی خدمت دهنده‌ها در واحدها و قسمت‌های مختلف، بسته‌های متفاوت را با توجه به سطوح تخصصی به گروه در نظر گرفته شده ارجاع می‌دهند. با توجه به نرخ ورود متفاوت انواع بسته‌ها در مدت زمان شبیه سازی، طول صف‌ها و مدت زمان انتظار نا متعادل و بکارگیری خدمت دهنده‌ها نیز متفاوت می‌باشند.

باتوجه به تحقیقات بعمل آمده و نظرات خبرگان و کارشناسان ذیربط ،اولویت‌بندی انجام بسته‌های وارد شده به سیستم بدین شرح است :

اولویت اول : بسته‌های نوع 3 و 4

اولویت دوم : بسته‌های نوع 1

اولویت سوم : بسته‌های نوع 2

با توجه به اطلاعات به دست آمده و محدودیت‌های موجود، سناریوهای ذیل مورد بررسی قرار می‌گیرند:

5-1-پیاده سازی سناریوی[10] اول

جهت پیاده سازی این الگوریتم تغییرات زیرنسبت به مدل واقعی داده می‌شود :

- خدمت دهنده 4 به طور کامل از زیر سیستم برآورد تعدیل واضافه کاری منفک گردیده و به زیر سیستم برآورد مقایسه‌ای اضافه می‌شود.
- Input Strategy هر سه خدمت دهنده زیر سیستم برآورد تعدیل و اضافه کاری به Longest Waiting تغییر می‌کند.

5-2- پیاده سازی سناریوی دوم

جهت پیاده سازی این الگوریتم تغییرات زیرنسبت به سناریوی 1 داده می‌شود :

- در مدار Trigger on creation تمامی اتم‌های Source بر چسب‌هایی جهت شناسایی چسبانده می‌شود.در مدار Trigger on exit اتم Source 2 نیز برچسب چسبانده می‌شود.
- در cycle time تمامی خدمت دهنده‌های 1 تا 4 و 7 کد نویسی می‌شود.

- در قسمت Send to اتم خدمت دهنده 4 کدنویسی می‌شود.
- Input Strategy اتم خدمت دهنده 4 به Longest Waiting تغییر می‌کند.
- دو کانال ورودی اتم خدمت دهنده 4 به اتم‌های صف 3 و 4 و دو کانال خروجی آن به اتم‌های Sink و صف تنظیم متصل می‌شود. با این توصیف خدمت دهنده یاد شده در هر دو زیر سیستم برآورد تعدیل و اضافه کاری و برآورد مقایسه‌ای خالص پروژه‌ها خدمت دهی می‌نماید.

3 -5- پیاده سازی سناریوی سوم

جهت پیاده سازی این الگوریتم تغییر زیرنسبت به سناریوی 2 داده می‌شود :

- یکی از خدمت دهنده‌های زیر سیستم تنظیم قراردادها با زمان خدمت دهی یکنواخت بین 86400 تا 115200 ثانیه حذف می‌شود.

4-5- پیاده سازی سناریوی چهارم

جهت پیاده سازی این الگوریتم تغییرات زیرنسبت به سناریوی 3 داده می‌شود :

- برچسب مدار Trigger on exit اتم Source 2 حذف می‌شود.
- در cycle time تمامی خدمت دهنده‌های برآورد 1 تا 4 مدت زمان خدمت دهی با توجه به بسته ارجاع داده شده به آن نوشته می‌شود.
- در قسمت Send to اتم خدمت دهنده 4 برآورد دستور نوشته شده حذف و کد 1 نوشته می‌شود.
- تنها کانال ورودی اتم خدمت دهنده 1 برآورد به تنها کانال خروجی اتم صف بسته 1 و تنها کانال‌های ورودی اتم‌های خدمت دهنده‌های برآورد 2و3به دو کانال خروجی اتم صف بسته 2 وتنها کانال ورودی خدمت دهنده 4 برآورد به یکی از خروجی‌های صف بسته 3 متصل می‌باشد. در این مدل جهت بسته نوع 1،یک خدمت دهنده، جهت نوع 2، دو خدمت دهنده و برای نوع 3و 4 سه خدمت دهنده در نظر گرفته شده است.

5-5- پیاده سازی سناریوی پنجم

جهت پیاده سازی این الگوریتم تغییرات زیرنسبت به سناریوی 1 داده می‌شود :

- صف بسته‌های نوع 1 و2 با یکدیگر ادغام شده و یک صف را تشکیل می‌دهند و Queue discipline صف ادغام شده ازFIFO به AscendingSort by Label تغییر می‌کند.
- یکی از خدمت دهنده‌های زیر سیستم تنظیم قراردادها با زمان خدمت دهی یکنواخت بین 86400 تا 115200 ثانیه حذف می‌شود.
- در مدار Trigger on exit اتم‌های Source 1 و Source 2 برچسب الصاق می‌شود.

5-6- پیاده سازی سناریوی ششم

این الگوریتم شباهت زیادی به ترکیب دو سناریوی 3 و 5 دارد و کدها و دستور العملهای به کار رفته در آن بدین شرح است :

- کدهایی در مدارهای Trigger on creationو Trigger on exitاتم‌های Source 1 تا Source 4 نوشته می‌شود.
- صف بسته‌های نوع 1و 2 با یکدیگر ادغام شده و یک صف را تشکیل می‌دهند. و Queue disciplineصف ادغام شده ازFIFO به Sort by Label Ascending تغییر می‌کند.
- دو زیر سیستم برآورد تعدیل و اضافه کاری و برآورد مقایسه‌ای خالص با یکدیگر ادغام شده و با توجه به سطوح تخصصی خدمت دهنده‌ها، سطوح دسترسی آنها به بسته‌ها مشخص می‌شود. با این توصیف تمامی بسته های صف‌های 1 و2 برای شش خدمت دهنده دو زیر سیستم ادغام شده قابل دسترس بوده و کانال خروجی صف‌های مذکور به خدمت دهنده‌های یاد شده متصل می‌شود. خدمت دهنده 4 برآورد به صف بسته 3وخدمت دهنده‌های 5و6 برآورد به صف بسته‌های 3و4 نیز دسترسی داشته وکانال‌های آنها به یکدیگر مرتبط است.
- در cycle time تمامی خدمت دهنده‌های 1 تا 7 کد نویسی می‌شود.
- Input Strategy اتم‌های خدمت دهنده‌های4 ،5 و6 به Longest Waiting تغییر می‌کند.
- در قسمت Send to اتم‌های خدمت دهنده‌های برآورد4، 5و6 کد نویسی می‌شود.

- کانال‌های خروجی اتم‌های خدمت دهنده‌های برآورد 5،4 و6 علاوه بر اتصال با اتم صف تنظیم به اتم Sink هم متصل هستند.
- یکی ازخدمت دهنده‌های زیرسیستم تنظیم قراردادها با زمان خدمت دهی یکنواخت بین 86400 تا 115200 ثانیه حذف می‌شود.

۶- آزمایش[۱۱] مدل واقعی و شش سناریوی پیشنهادی

نتایج حاصل از مجموع یکصد مرتبه اجراهای جداگانه[۱۲]، مدل واقعی و شش سناریو که معادل 571000 ساعت(2055600000 ثانیه) شبیه سازی برای هرکدام می‌باشد، پس از ساخته شدن هر مدل، با پارامترهای مشخص شده در صف‌های آن اندازه‌گیری می‌شود.

6-1- انتخاب شاخص‌ها

برای سنجش مدل اجرا شده واقعی و مدل‌های پیشنهادی،شاخص‌هایی تعیین گردیده است وبا در نظر گرفتن این شاخص‌ها امکان مقایسه سناریوهای مختلف فراهم می‌شود. این شاخص‌ها عبارتند از:

- شاخص متوسط زمان انتظار بسته‌ها در صف‌های سیستم.
- شاخص متوسط بکارگیری سیستم.

شاخص متوسط زمان انتظار، مهمترین شاخص مورد سنجش در این پژوهش می‌باشد و هدف کاهش این شاخص است. این شاخص مربوط به مدت زمان بین ورود تا خروج بسته‌ها در صف‌های سیستم است.

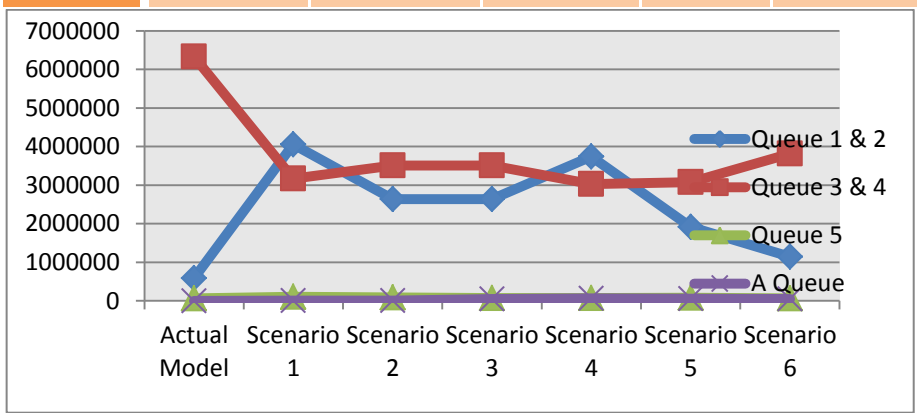
ضریب بکارگیری در حقیقت نسبت نرخ ورود بسته‌ها به نرخ خدمت دهنده‌ها می‌باشد. مقدار این ضریب هر چه بزرگتر باشد به این معنی است که در سیستم کار بیشتری انجام می‌شود. پس از اجرای مدل‌ها این ضریب بر روی اتم تمامی خدمت دهنده‌ها وجود دارد و زمانی که بخواهیم متوسط ضریب کل سیستم را محاسبه کنیم از میانگین حسابی استفاده می‌کنیم یعنی جمع ضرائب تقسیم بر تعداد خدمت دهنده‌ها می‌شود. این شاخص عددی بین صفر و یک است و هر چه به یک نزدیکتر باشد میزان مشغول بودن خدمت دهنده‌ها بیشتر است و مطلوبتر می‌باشد.

6-2- بررسی نتایج مدل واقعی و سناریوهای پیشنهادی شش گانه

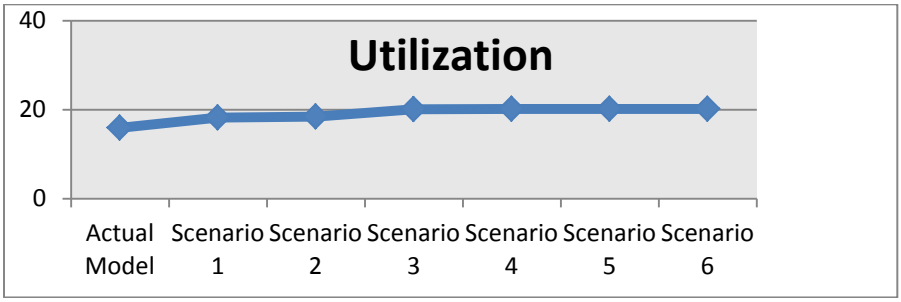
مدل واقعی و سناریوهای شش گانه، هر کدام یکصد مرتبه برای مدت زمان 238 روز تقویمی (معادل 5710 ساعت یا 20556000 ثانیه)اجرا گردیدند. میانگین مدت زمان انتظار در صف و بکارگیری خدمت دهندهها که نتایج شبیه سازی 23800 روز تقویمی(معادل 571000 ساعت یا 2055600000 ثانیه)است در ادامه مورد بررسی و تجزیه وتحلیل قرار می‌گیرند. میانگین مدت زمان انتظار درون صف‌ها و میزان بکارگیری خدمت دهندهها در مدل واقعی و سناریوهای شش گانه به قرار ذیل است.(جدول 5) :

جدول5- میانگین مدت زمان انتظار درون صف‌ها و بکارگیری خدمت دهندهها

	Queue 1&2	*Queue 3&4*	*Queue 5*	*6Queue*	*Utilization*
Actual Model	**592757.91**	**6334021.25**	**70008.75**	**1297.18**	**15.975**
Scenario1	**4057719.14**	**3166084.68**	**105314.95**	**5613.08**	**18.25**
Scenario2	**2642474.39**	**3509458.28**	**93147.46**	**4295.83**	**18.466**
Scenario3	**2642474.39**	**3509458.28**	**72173.26**	**51207.79**	**20.109**
Scenario4	**3738050.05**	**3030214.62**	**72235.77**	**66312.25**	**20.154**
Scenario5	**1918114.03**	**3078263.23**	**85212.19**	**61860.29**	**20.172**
Scenario6	**1147013.43**	**3818560.88**	**64367.82**	**48401.28**	**20.191**



نمودار4- میانگین مدت زمان انتظار درون صف‌ها درمدل واقعی و سناریوهای شش گانه



نمودار5- میانگین حسابی بکارگیری خدمت دهنده‌ها درمدل واقعی و سناریوهای شش گانه

7- مقایسه مدل واقعی و سناریوهای شش گانه با تکنیک TOPSIS [۱۳]

گام اول: نرمالیزه کردن ماتریس 5*7 میانگین مدت زمان انتظار درون صف‌ها و بکارگیری سیستم در مدل واقعی و سناریوها.(جدول 6) :

جدول 6- نرمالیزه کردن

	Queue 1&2	Queue 3&4	Queue 5	6Queue	Utilization
Actual Model	0.0354	0.2395	0.1245	0.0054	0.1198
Scenario1	0.2424	0.1197	0.1873	0.0235	0.1369
Scenario2	0.1579	0.1327	0.1656	0.018	0.1385
Scenario3	0.1579	0.1327	0.1283	0.2143	0.1508
Scenario4	0.2233	0.1146	0.1284	0.2775	0.1512
Scenario5	0.1146	0.1164	0.1515	0.2588	0.1513
Scenario6	0.0685	0.1444	0.1144	0.2025	0.1515

گام دوم : بی مقیاس کردن اقلیدسی ماتریس 5*7.(جدول7) :

جدول7- بی مقیاس کردن اقلیدسی

	Queue1&2	*Queue3&4*	*Queue5*	*6Queue*	*Utilization*
Actual Model	0.084	0.6094	0.3247	0.0112	0.316
Scenario1	0.5752	0.3046	0.4885	0.0488	0.3611
Scenario2	0.3747	0.3377	0.4319	0.0374	0.3653
Scenario3	0.3747	0.3377	0.3346	0.4451	0.3978
Scenario4	0.5299	0.2916	0.3349	0.5763	0.3988
Scenario5	0.272	0.2962	0.3951	0.5375	0.3991
Scenario 6	0.1626	0.3674	0.2984	0.4206	0.3996

گام سوم : با توجه به درجه اهمیت وارجحیت صف‌ها و بکارگیری سیستم و با اطلاعات به دست آمده از نظرات کارشناسان و خبرگان امور قراردادهای شرکت گاز استان تهران اقدام به ایجاد ماتریس 5*5 مقایسه‌ای زوجی سازگار می‌نماییم.(جدول8) :

جدول8- ایجاد ماتریس 5*5 مقایسه‌ای زوجی سازگار

	Queue 1&2	Queue 3&4	Queue 5	6 Queue	Utilizatio n
Queue 1&2	1	5/9	5/2	5	5/4
Queue 3&4	9/5	1	9/2	9	9/4
Queue 5	2/5	2/9	1	2	1/2
6Queue	1/5	1/9	1/2	1	1/4
Utilization	4/5	4/9	2	4	1

گام چهارم : ماتریس مقایسه‌ای زوجی را نرمالیزه می‌کنیم.(جدول9) :

جدول9- ماتریس مقایسه‌ای زوجی نرمالیزه

	Queue 1&2	Queue 3&4	Queue 5	6 Queue	Utilization
Queue 1&2	0.2381	0.2381	0.2381	0.2381	0.2381
Queue 3&4	0.4286	0.4286	0.4286	0.4286	0.4286
Queue 5	0.0952	0.0952	0.0952	0.0952	0.0952
6Queue	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476
Utilization	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905

گام پنجم: محاسبه اوزان معیارهای مدنظر.(جدول10):

جدول10- اوزان معیارها

Queue 1&2	Queue 3&4	Queue 5	6 Queue	Utilization
0.2381	0.4286	0.0952	0.0476	0.1905

گام ششم: ایجاد ماتریس بی مقیاس اقلیدسی وزین.(جدول11) :

جدول11- ماتریس بی مقیاس اقلیدسی وزین

	Queue1&2	Queue 3&4	Queue 5	6Queue	Utilization
Actual Model	0.02	0.2612	0.0309	0.0005	0.0602
Scenario1	0.137	0.1306	0.0465	0.0023	0.0688
Scenario2	0.0892	0.1447	0.0411	0.0018	0.0696
Scenario3	0.0892	0.1447	0.0319	0.0212	0.0758
Scenario4	0.1262	0.125	0.0319	0.0274	0.076
Scenario5	0.0648	0.127	0.0376	0.0256	0.076
Scenario6	0.0387	0.1575	0.0284	0.02	0.0761
Wj	0.2381	0.4286	0.0952	0.0476	0.1905

گام هفتم : مشخص نمودن نقاط ایده آل و ضد ایده آل.(جدول12) :

جدول12- نقاط ایده آل و ضد ایده آل

***A*+=**	0.02	0.125	0.0284	0.0005	0.0761
***A*-=**	0.137	0.2612	0.0465	0.0274	0.0602

گام هشتم : محاسبه فواصل مدل واقعی و سناریوها از نقاط ایده آل و ضد ایده آل ودر نهایت محاسبه فاصله‌های نسبی از نقطه ایده آل.(جدول13) :

جدول13- محاسبه فواصل مدل واقعی و سناریوها از نقاط ایده آل و ضد ایده آل

dM+=	0.1371	dM-=	0.1211	CLM+=	0.469
d1+=	0.1188	d1-=	0.1333	CL1+=	0.5288
d2+=	0.0734	d2-=	0.129	CL2+=	0.6374
d3+=	0.075	d3-=	0.1279	CL3+=	0.6304
d4+=	0.1096	d4-=	0.1383	CL4+=	0.5579
d5+=	0.0522	d5-=	0.1535	CL5+=	0.7462
d6+=	0.0423	d6-=	0.1451	CL6+=	0.7743

گام نهم : مقایسه و رتبه‌بندی گزینه‌ها.(جدول14) :

جدول14- مقایسه و رتبه‌بندی گزینه‌ها

رتبه	1	2	3	4	5	6	7
سناریو	6	5	2	3	4	1	واقعی
امتیاز	0.7743	0.7462	0.6374	0.6304	0.5579	0.5288	0.4690

8- نتیجه‌گیری

دراین تحقیق ابتدا مدل واقعی فرآیند برگزاری مناقصات در شرکت گاز استان تهران را ساخته و سپس بوسیله نرم افزار شبیه سازED به مدل کامپیوتری برگردانده و اجرا می‌شود.و در ادامه شش سناریو مختلف جهت اصلاح فرآیند پیشنهاد و ارائه شده و نتایج حاصل از اجرای آنها با مدل واقعی مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد.

الگوریتم مورد استفاده در مدل واقعی، الگوریتمی ایستا بوده که با گروه‌بندی خدمت دهنده‌ها در واحدها و قسمت‌های مختلف، بسته‌های متفاوت را با توجه به سطوح تخصصی خدمت دهنده‌ها به گروه در نظر گرفته شده ارجاع می‌دهد. و با توجه به نرخ ورود متفاوت انواع بسته‌ها در مدت زمان شبیه سازی، طول صف‌ها و مدت زمان انتظار نا متعادل بوده و بهره وری خدمت دهنده‌ها نیز متفاوت می‌باشد. لذا با توجه به اولویت‌بندی خدمت دهی به بسته‌ها،اهمیت متفاوت صف‌ها و

سطوح مختلف تخصصی خدمت دهنده‌ها، بهترین گزینه ارائه شده سناریوی 6 می‌باشد. این الگوریتم پیشنهادی برخلاف مدل واقعی مورد استفاده پویا می‌باشد.

در این الگوریتم پیشنهادی با ادغام دو زیر سیستم و افزایش سطوح دسترسی خدمت دهنده‌های آن، شاهد کاهش متوسط زمان انتظار بسته‌ها در صف‌ها می‌باشیم و با کاهش یکی از خدمت دهنده‌ها، افزایش بکارگیری و بهره وری خدمت دهنده‌ها نیزمشاهده می‌شود.

نتایج حاصل از این پژوهش که همانا کاهش مدت زمان انتظار درصف‌ها و افزایش بکارگیری و بهره وری خدمت دهنده‌هامی باشد، مشابه دیگر نتایج تحقیقات پیشین می‌باشد و یکی از نقاط قوت تکنیک شبیه سازی سرعت بالای اجرا وبه تبع آن شناسایی نقاط ضعف و گلوگاههای مدل می‌باشد، لذا با استفاده از این خصیصه می‌توان پس از اصلاح، مدل‌های مناسبی راارائه نمود.

جهت پژوهشهای آتی بررسی سیستم بادر نظر گرفتن منحنی یادگیری و افزایش سطح مهارت خدمت دهنده‌های قسمت‌های مختلف در طول زمان، بررسی مدل سیستم‌هایی که زیر سیستم‌های آنها به صورت مواز ی نیز قابلیت اجرا وانجام امور محوله را دارندو گسترش مدل پیشنهاد می‌شود.

9- منابع و مآخذ

1.بنکس، جری، کارسن، جان، شبیه سازی سیستم‌های گسسته- پیشامد،ترجمه محلوجی، هاشم، چاپ نهم، تهران، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، 1389.

2.دارابی محبوب،هادی، شاه حیدری، نسرین، راهنمای نرم افزار Enterprise Dynamicsچاپ اول، تهران، انتشارات کیان رایانه، 1389.

3. شانون، رابرت، علم وهنر شبیه سازی سیستم‌ها، ترجمه دکتر عرب مازار، علی اکبر، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، 1390.

4. کندری، اسمعیل، ماهنامه تدبیر، سال نوزدهم، 1387، شماره 199.

5. گلزار ادبی، رامین، ماهنامه تدبیر، سال هجدهم،۱۳۸۶، شماره ۱۷۷.

6.Ahrens,Greg.Paqeau,Gord.Trends in the Robotic Simulation Industry, Assembly Automation , Vol . 22 , 2002.

7. Atlason,J.Empelman,M.and Henderson,S.,"Optimizing call center staffing using simulation and analytic center cutting plane method " , Managment science,vol.54,No. 2 ,P. 295-309, 2004.

8. Banks,J.S.Carson II, B. L.Nelson, and D.M.Nicol. Discrete-event system simulation. Pearson Education International, 2005.

9. Cezic,M.and L" Ecuyer ,P " Staffing multi skill call centers via linear programming and simulation " ,Management Science,vol. 54,No.2,P.310-323,2008.
10. Proctor,Tony.Simulation in the Office,Work Study ,Vol.46, 1997.
11. www.incontrolsim.com
12.www.simaron.com

یادداشت

1. Tenders
2. Simulation
3. Call Center
4. Queues
5. Utilization
6. Packages
7. First in-First out
8. Contractors .
9. Static
10. Scenario
11. Experimantation
12. Separate runs
13. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution