

به نام خدا

نام: مهدی

نام خانوادگی: حق بیان

استاد رهنما: دکتر بهروز کریمی

شماره دانشجویی: ۹۷۱۲۵۰۳۵

پروژه درس شبیه سازی سیستم های لجستیکی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر



فهرست

۱-مقدمه و اهمیت مسئله.....	۳
۲-سابقه علمی.....	۴
۳-مدل سازی.....	۷
۴- اعتبار سنجی مدل.....	۲۰
۵- تعیین سناریوها و انتخاب بهترین سناریو.....	۲۱
۶-تحلیل و ارزیابی سناریو ها.....	۲۶
۷-منابع.....	۲۸

۱-مقدمه و اهمیت مسئله

مراکز ارتباط با مشتری روز به روز به دلیل تنوع محصولات و خدمات و همچنین افزوده شدن تجهیزات جدید تلفنی، مانند سیستم صدای پاسخگو خودکار به مشتری^۱ (IVR) و شماره گر پیشگو^۲، بر پیچیدگی این مراکز افزوده است. سیستم پاسخگو خودکار به مشتری، یک فن آوری خودکار سیستم تلفنی است که با تماس گیرنده ها در تعامل است، اطلاعات مورد نیاز را جمع آوری کرده و تماس ها را به گیرنده مناسب خاص هدایت می کند. همچنین سیستم شماره گر پیشگو برای تماس های خروجی^۳ مرکز ارتباط است و این سیستم قبل از اینکه اپراتور تصمیم به تماس با مشتری را بگیرد، به طور خودکار خود با مشتری تماس می گیرد تا به یک تماس موفق منجر شود و در زمان اپراتور صرفه جویی شود. مدیران بخش مراکز ارتباطات روزانه با چالش هایی از قبیل موارد زیر رو برو هستند:

- انواع تماس های در یافتی^۴ و ارتباط انها با یکدیگر
- تصادفی بودن طول زمان انجام فرایند
- اثر تجهیزات جدید تلفنی (VRI) بر زمان تکمیل فرایند تماس
- زمان بندی شیفت های کاری
- تعداد اپراتور مناسب برای تماس های ورودی و خروجی
- تعداد اپراتور مناسب در دسته های مهارتی مختلف
- هزینه های مرکز (حقوق اپراتور، هزینه عملیاتی تجهیزات تلفنی، هزینه ترک مشتری)
- نرخ ورود تماس های ورودی
- تعداد تماس های موفق به مشتری مورد نظر
- سرعت پاسخ دهی اپراتور
- ظرفیت های قابل ارتقا در مرکز ارتباط

ما در این پروژه قصد داریم با توجه به اینکه صنعت بیمه، یک صنعت مبتنی بر خدمات است و پی شرفت و ارتقای آن وابسته به رضایت و وفادری بیمه گزار است و از جمله بخش هایی که می تواند بر روی رضایت بیمه گزار بسیار اثر گذار باشد، بخش مرکز ارتباطات آن است، مطالعه موردی بر مرکز ارتباط با مشتری بیمه دی انجام دهیم. در این مطالعه می خواهیم دریابیم، آیا تعداد اپراتورهای تماس های داخلی و خروجی با توجه به

^۱ Interactive Voice Response

^۲ Predictive dialer

^۳ outbound

^۴ inbound

حقوق و دستمزد شان و نرخ ترک تماس کافی می باشد؟ آیا جدا کردن بخش تماس های داخلی و خروجی بر روی هزینه ها و نرخ ترک تماس اثر گذار است؟ در ادامه به این سوال ها پاسخ خواهیم داد.

۲- سابقه علمی

در سال ۲۰۰۳، ویژی و همکارش برای مدل مرکز ارتباط خود، علاوه بر تماس های ورودی، تماس های خروجی را در مدل خود در نظر گرفتند. آنها علاوه بر شاخص های سرعت پاسخگویی^۵ (ASA)، سطح خدمت^۶ و شاخص نرخ ترک^۷ مشتری، شاخص درصد تماس ها خارجی که پاسخ داده شده است (RPCs)، در نظر گرفته شده است. در این مدل کارکنان این بخش به سه گروه تقسیم شده اند. گروه اول مربوط به تماس های داخلی، گروه دوم مربوط به تماس های خارجی و گروه سوم مربوط به کارکنانی می باشد که وظیفه اصلیشان پاسخ به تماس های خارجی می باشد، اما در صورت مشغول بودن گروه اول، گروه سوم پاسخ می دهند. در این مطالعه، آن ها در مرحله اول با استفاده از شبیه سازی، تعداد افراد مناسب را در گروه دوم را با استفاده از شاخص های عملکردی که در پژوهش ذکر شده است، بدست آوردند. در مرحله دوم زمان انتظار مشتری تا وصل شدن به گروه دوم را به طوری که شاخص نرخ ترک مشتری حداقل باشد را تعیین کردند [۱].

در سال ۲۰۰۴، لم و رو سه مرکز ارتباط موجود در یک شرکت فنی هونگ کونگی را مجدد ساختار بندی کردند. در بخش مرکز ارتباط خدمات ما شین های تجاری این پژوهش، ۱۸ خط تلفن وجود دارد که توسط ۶ اپراتور پاسخ داده می شوند. در این مرکز ۱۰۴۸ تماس در روزهای عادی و ۲۳۲ تماس در روز شنبه گرفته می شود. علاوه بر این، حدود ۳ الی ۵ درصد این تماس ها به اشتباه با این بخش گرفته می شود که مربوط به بخش خدمات کامپیوتری می باشد. در بخش خدمات کامپیوتری دو دسته خطوط وجود دارد که یک دسته مربوط به مشتریان عادی و یک دسته مربوط به مشتریان خاص اختصاص داده شده است. تعداد خطوط مشتریان عادی در این پژوهش، ۵ خط می باشد که توسط ۵ اپراتور پاسخ داده می شود. تعداد تماس های مشتریان عادی در روزهای عادی ۴۳۹ تماس و در روزهای شنبه و یک شنبه، در هر روز ۱۱۷ تماس گرفته می شود. تعداد خطوط مشتریان عادی، ۴ خط می باشد که توسط ۴ اپراتور پاسخ داده می شوند. همچنین تعداد تماس های خاص به طور میانگین به ۵۰ تماس در روز می رسد. بخش سوم مربوط به خدمات محصول می باشد که دارای ۴ خط تلفن می باشد که توسط ۲ اپراتور پاسخ داده می شود. همچنین در صورت مشغول بودن این دو اپراتور، دو اپراتور دیگر از این بخش پشتیبانی می کنند. تعداد تماس های دریافتی به این بخش در روزهای عادی ۱۶۲ تماس و در روز شنبه ۳۳ تماس می باشد. در این پژوهش برای ارزیابی این مراکز ارتباط از ۶

^۵ Average speed of answer

^۶ Service level

^۷ Abandon rate

شاخص عملکرد استفاده کردند. این شاخص ها شامل سطح سرویس تلفن، میانگین سرعت پاسخگویی، نرخ ترک تماس از مرکز تلفن، احتمال بودن تمامی خطوط و بهروری اپراتورها می باشد. این مراکز ارتباط با استفاده از نرم افزار **service model** شبیه سازی شده است. تماس های ورودی هر یک از این مراکز فرض شده است از تابع توزیع پواسن غیر همگن پیروی می کند. در این پژوهش همچنین سه سناریو بررسی شده است. در سناریو اول مراکز تلفن صرفا به تماس های مشتریان پاسخ می دهد. سناریو دوم تمام مجموعه خطوط به طور یکسان در تمامی مراکز استفاده می شود و در نهایت در سناریو سوم این مراکز یکپارچه می شوند و کارهای فنی به بخش مرکز توزیع امکانات^۸ سپرده می شود. در این پژوهش نرخ رشد تماس های دریافتی در نظر گرفته شده است تا در این راستا، تعداد اپراتور و خطوط لازم را بدست آورند [۲].

در سال ۲۰۰۵، سومئون و تاکاکو مطالعه موردی در مورد مرکز ارتباط با مشتری گاز شهری انجام داده اند. در این مطالعه هدف تعیین تعداد اپراتورهای مناسب برای شیفیت های مختلف کاری در روز، به طوری که هزینه حقوق اپراتورها حداقل شود و حداقل ۹۵ درصد تماس ها در ۶۰ ثانیه پاسخ داده شوند. در این مطالعه سطح مهارت اپراتورها برای پاسخگویی به انواع تماس ها، در نظر گرفته شده است. همچنین برای محاسبه تعداد اپراتورهای مناسب با استفاده از برنامه ریزی عدد صحیح، مقدار اولیه شدنی را پیدا کردند و همچنین هزینه این جواب شدنی محاسبه کردند. در مراحل بعدی جواب های شدنی بهتری را پیدا کردند و برای هر جواب، شاخص سطح پاسخگویی را بدست آوردند. در نهایت بهترین سناریو را با هزینه کمتر با سطح سرویس حداقل ۹۵ درصد در ۶۰ ثانیه انتخاب کردند [۳].

در سال ۲۰۰۷، اردم یک مرکز تلفن بانک ترکی را مورد مطالعه قرار داد. هدف از این مطالعه کاهش هزینه های مرکز، کاهش میانگین سرعت پاسخگویی و کاهش نرخ ترک مشتری می باشد و در عوض سطح سرویس با تعداد محدودی اپراتور افزایش یابد. با استفاده از شبیه سازی و نرم افزار ارنو دو سناریو مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. برای سناریو اول پیشنهاد تماس مجدد برای سیستم خودکار پاسخگو (VIR) بررسی شد و برای سناریو دوم افزایش تعداد اپراتور در نظر گرفته شد. در سناریو اول هزینه عملیاتی VIR افزایش یافت که با افزایش هزینه ترک مشتری از بانک، این سناریو توجیه پذیر شد. در سناریو دوم با افزایش تعداد اپراتورها، هزینه حقوق اپراتورها افزایش یافت. مجدد با افزایش هزینه ترک مشتری این سناریو معنا پذیر شد. در این مطالعه تماس های ورودی همگن در نظر گرفته شده است. بعلاوه در این مطالعه برای بررسی سناریوها از شاخص های میانگین سرعت پاسخ، سطح سرویس، نرخ ترک مشتری و بهره وری اپراتور در نظر گرفته شده است [۴].

^۸ Dispatch center

در سال ۲۰۰۸، چانک و وایت یک مرکز تلفن مربوط به فروش تجهیزات الکتریکی را شبیه سازی کردند. در این مطالعه، هدف تعیین تعداد اپراتورهای ماهر برای هر محصول و تعداد بهینه ی افراد چند مهارته برای محصول های مختلف می باشد، به طوری که سود سازمان حدکثر شود. در این پژوهش، مدل توسط نرم افزار ارنا شبیه سازی شده است. در این مطالعه بیان می شود، اگر تمام اپراتورها تک مهارته باشند، کیفیت خدمات افزایش می یابد و مدت زمان سرویس دهی کاهش می یابد و اگر تمام اپراتورها چند مهارته باشند و تمام مشتریان در یک صف قرار گیرند، زمان انتظار مشتریان در صف کاهش می یابد و بهره وری اپراتورها حداکثر می گردد و چون تمامی این شاخص ها برای مرکز ارتباط هائز اهمیت می باشد، ترکیب این دو سیستم را پیشنهاد کردند. در این پژوهش ۸۱ سناریو بررسی شد و بهترین سناریو از نظر سطح خدمت و سود شرکت انتخاب شد [۵].

در سال ۲۰۱۱، سالون تیکا و همکارانش مطالعه موردی در مورد مرکز ارتباط حمل و نقل شهری پایتخت انجام دادند. در این مطالعه، هدف تعیین تعداد بهینه اپراتورها در شیفت ها و روزهای کاری مختلف می باشد به طوری که هزینه سازمان حداقل شود. در این پژوهش برای تعیین تعداد اپراتورها، از مدل برنامه ریزی پویا دو مرحله ای استفاده شده است. در این مدل برای اپراتورهای اضافی و تماس های از دست رفته، هزینه در نظر گرفته شده است. همچنین فرض شده است که یک نوع تماس صورت می گیرد و اپراتورها تک مهارته هستند [۶].

در سال ۲۰۱۵، دوید و همکاراش، یک مرکز تلفن در جنوب امریکا که دارای چهار شیفت و ۶۴۵ اپراتور می باشد، مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه هدف به حداقل رساندن هزینه مرکز به طوری که حداقل سطح خدمت ۸۵ درصد برآورده شود. برای تحقق این هدف، ابتدا سیستم را شبیه سازی کردند و تعداد بهینه اپراتورها را محاسبه کردند. سپس تحت سناریوهای مختلف تعداد اپراتورهای تک مهارته، دو مهارته و چند مهارته را تعیین کردند و هزینه هریک از سناریو ها محاسبه کردند. از سناریو های موجود، سناریو اپراتورهای دو مهارته انتخاب شد که کمترین هزینه را دربر داشت. در این مطالعه، نرخ ورودی تماس ها، ثابت در نظر گرفته شده است [۷].

در سال ۲۰۱۶، کونور و جاستیس مرکز ارتباط یک شرکت بیمه اتکایی را مورد مطالعه قرار دادند. هدف در این مطالعه، تعیین تعداد اپراتورهای مورد نیاز برای چهار نوع تماس، در کوتاه مدت (روزانه) و بلند مدت (سالانه) می باشد. برای تعیین تعداد اپراتورهای بهینه، اطلاعات ورودی را وارد شبیه سازی مونت کارلو کردند و تعداد بهینه اپراتورها را به طوری که ۸۰ درصد تماس ها در ۳۰ ثانیه پاسخ داده شود، بدست آوردند. در این مطالعه، مهارت اپراتورها در نظر گرفته نشده است [۸].

۳-مدل سازی

مدل ما به شش بخش تقسیم می شود که شامل بخش های زیر می باشد:

۱- ورودی تماس های داخلی و تقسیم این ورودی ها به سه بخش مرکز بیمه، مرکز ارتباط با مشتری و

پیام گیر صوتی

۲- مدلی منطقی برای تعیین روز های هفته و روز های غیر عادی مرکز ارتباط مانند خرابی سیستم ها در

یک روز کاری

۳- مرکز ارتباط بخش تماس های داخلی

۴- پیامگیر صوتی

۵- مرکز ارتباط بخش تماس های خروجی

۶- مدلی منطقی برای غیبت اپراتورها

که یک به یک این بخش ها توضیح داده خواهد شد.

تماس های ورودی از مخابرات به خط سیپترانک منتقل می شود و به مرکز ارتباط وصل می شود. این خط شامل ۳۰ کانال ورودی و خروجی می باشد. ما اطلاعات این تماس ها را از سیستم ویپ (VOIP) استخراج کردیم. بعد از استخراج اطلاعات متوجه شدیم که تمامی اطلاعات ورودی و خروجی که از قبیل تماس های داخلی به مرکز و ستاد، تماس های خروجی از مرکز و پیام های صوتی تشکیل شده است. این اطلاعات مربوط به دی ماه بود که به ترتیب زیر دسته بندی شد:

۱- اطلاعات تماس براساس کدهای داخلی به سه بخش مرکز ارتباط، ستاد و پیغام های صوتی تقسیم بندی شد.

۲- اطلاعات هر بخش براساس تاریخ به صورت هفتگی جداسازی شد.

۳- تماس های خروجی، ورودی و مرکز به مرکز در فایل اکسل جدا سازی گردید.

۴- تمامی اطلاعات ورودی مربوط به مرکز ارتباط و ستاد را به صورت روزانه در شیت دوم فایل های مرکز ارتباط به صورت هفتگی قرارداد شد.

۵- زمان بین تماس های ورودی در شیت دوم محاسبه گردید و این فواصل در فایل اکسل جدا گانه ای به صورت روزانه در شیت های جدا گانه در فایلی به نام arrival ریخته شد.

۶- چون تعداد تماس ها به صورت ساعتی تغییر می کرد ما تماس ها را یک توزیع ناهمگن پواسن در نظر گرفتیم. بنابراین برای محاسبه نرخ تماس ها از کد دستوری زیر استفاده کردیم و در متلب اجرا کردیم که به ترتیب زیر می باشد:

```
s1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',1);  
s2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',2);
```

```

s3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',3);
s4=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',4);
sun1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',5);
sun2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',6);
sun3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',7);
sun4=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',8);
sun5=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',9);
mo1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',10);
mo2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',11);
mo3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',12);
mo4=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',13);
tu1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',14);
tu2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',15);
tu3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',16);
w1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',17);
w2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',18);
w3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',19);
w4=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',20);
th1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',21);
th2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',22);
th3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',23);
th4=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',24);
fr1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',25);
fr2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',26);
fr3=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',27);
fr4=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',28);
sp1=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',29);
sp2=xlsread('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',30);

save('arrival')
load('arrival')

d={s1;s2;s3;s4;sun1;sun2;sun3;sun4;sun5;mo1;mo2;mo3;mo4;tu1
;tu2;tu3;w1;w2;w3;w4;th1;th2;th3;th4;fr1;fr2;fr3;fr4;sp1;sp
2};
j=0;
count=0;
index=0;
sum=0;
for i=1:30
    data =d{i};
    while j~=size(data,1)
        j=j+1;
        if data(j)+sum<3600

```



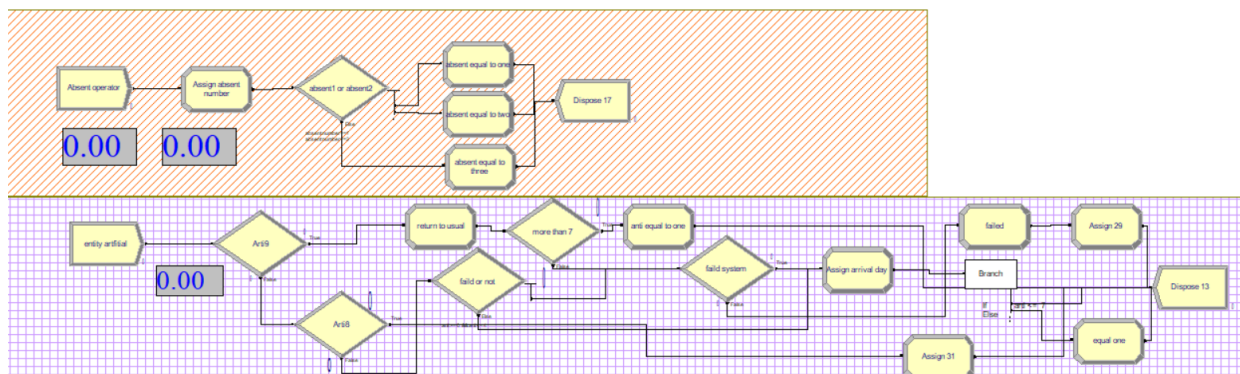
```

sum=data(j)+sum;
count=count+1;
if j~=size(data,1)
    continue;
end
elseif data(j)+sum>3600
    data(j)=data(j)+sum-3600;
    j=j-1;
end
index=index+1;
landa(index,i)=count;
count=0;
sum=0 ;
end
sum=0;
index=0;
j=0;
end
xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\Arrival.xlsx',landa,32)

```

۷- در انتها اجرا این کد نتیجه را در داخل شیت دوم قرار دادیم. همچنین ما اطلاعات ورودی تماس ها در روز های خرابی سیستم با نام **sp1** و **sp2** جداگانه بررسی کردیم.

۸- چون تعداد تماس های ما علاوه بر اینکه به صورت ساعتی تغییر می کردند، به صورت روزانه هم تغییر در حال تغییر بودند، تماس های ورودی هم به صورت روزانه هم غیر همگن در نظر گرفتیم. بنابراین ما از ماژول بلاک **create** استفاده کردیم و دستور **NSEexpo** اعمال شد. همچنین ما با ایجاد یک متغیر **arti** که از ۱ تا ۹ در حال تغییر است در منطقی به صورت زیر اعمال کردیم تا ورودی های ما به صورت روزانه هم تغییر بکند. **Arti** اگر مقدار ۸ و ۹ به خود بگیرد به معنای خرابی سیستم خواهد بود که ابتدا سیستم خراب و در روز بعد فشار تماس وارد خواهد شد.



۱- مدل منطقی ورودی روز های هفته و غیبت اپراتورها

۹- ما تماس های ورودی روزانه را هم در advance set با نام arrival week اعمال کردیم.

بعد از اینکه تماس ها وارد سیستم می شوند یک کانال از ۳۰ کانال را اشغال می کنند و وارد سیستم پاسخ خودکار (IVR) می شود. لازم به ذکر است اگر تماس ها بیش از ۳۰ کانال باشند، تماس از خود مخابرات وارد سیستم نمی شود، در نتیجه ما تنها متغیری به نام line را تعریف کردیم و زمان های که کانال ما به ۳۰ می رسد توسط مازول readwrite ثبت می شود. همینطور در مازول statistic در صد زمان های که کانال بین (0,5), (6,10), (11,15), (16,20), (21, 25), (26, 30) ثبت کردیم.

وقتی تماس وارد سیستم خودکار می شود، طبق نظر خبره زمانی حدود ۵ الی ۳۰ ثانیه طول می کشد تا تماس هدایت شود. که ما به صورت توزیع $uniform(5,30)$ در نظر گرفتیم. بعد از آن تماس با توجه به ساعت کاری هفته یا روز هفته باید به سمت مرکز ارتباط و ستاد روانه شود یا مستقیم به سمت سیستم پیام گیر برود. اگر arti برابر ۷ باشد تماس به سمت سیستم پیام گیر می رود. همچنین اگر تماس کاری بین ساعت ۸ صبح تا ۱۸ بعد از ظهر در روز های شنبه تا چهارشنبه نباشد و در روز پنجشنبه بین ۸ صبح تا ۱۳ ظهر قرار نگیرد، مجدداً وارد سیستم پیام گیر می شود. اگر تماس در بین بازه زمانی کاری قرار بگیرد، حال تماس یا باید به سمت ستاد یا به سمت مرکز ارتباط با مشتری برود. طبق محاسبات که در فایل اکسل ratio موجود می باشد، ۰,۸۵ تماس ها به ستاد و ۰,۱۷ تماس ها به مرکز ارتباط می رود. چون داخلی ها بخش ستاد تعداد زیادی داشتند، ما بخش ستاد را با استفاده از الگوریتم Kmeans به سه بخش تقسیم کردیم. ما در فایل اکسل kharej در شیت تمام داخلی های ستاد را جمع اوری کردیم و برای هر داخلی ۶ ویژگی در نظر گرفتیم. ویژگی هایی از قبیل تعداد تماس، تعداد پاسخ، تعداد مشغول بودن تماس، تعداد عدم پاسخ، میانگین مدت زمان پاسخگویی و میانگین مدت زمان عدم پاسخگویی در نظر گرفته شد. نتیجه خوشه بندی در فایل اکسل dis در شیت سوم ذخیره شده است. زمان های پاسخگویی و عدم پاسخگویی سه کلاستر توسط کد زیر دسته بندی شده است و در شیت سه تا نه فایل kharej ثبت شده است.

کد:

```
data_1=xlsread("C:\Users\Asus\Desktop\dis.xlsx",1);
data_2=xlsread("C:\Users\Asus\Desktop\dis.xlsx",2);
data_3=xlsread("C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx",2);
idx=kmeans(data_3(:,2:7),3);
data_3=[data_3 idx];
cluster=data_3(:,[1 8]);

num_1=0;
num_2=0;
num_3=0;
% answer
```

```

for i=1:size(data_1,1)
    for j=1:size(cluster,1)
        if data_1(i,1)==cluster(j,1)
            if cluster(j,2)==1
                num_1=num_1+1;
                time_answer_cluster_1(num_1,1)=data_1(i,2);
            elseif cluster(j,2)==2
                num_2=num_2+1;
                time_answer_cluster_2(num_2,1)=data_1(i,2);
            elseif cluster(j,2)==3
                num_3=num_3+1;
                time_answer_cluster_3(num_3,1)=data_1(i,2);
            end
        end
    end
end

end
num_N_1=0;
num_N_2=0;
num_N_3=0;
for i=1:size(data_2,1)
    for j=1:size(cluster,1)
        if data_2(i,1)==cluster(j,1)
            if cluster(j,2)==1
                num_N_1=num_N_1+1;
                time_noanswer_cluster_1(num_N_1,1)=data_1(i,2);
            elseif cluster(j,2)==2
                num_N_2=num_N_2+1;
                time_noanswer_cluster_2(num_N_2,1)=data_1(i,2);
            elseif cluster(j,2)==3
                num_N_3=num_N_3+1;
                time_noanswer_cluster_3(num_N_3,1)=data_1(i,2);
            end
        end
    end
end

end
xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx',
time_answer_cluster_1,3)
xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx',
time_answer_cluster_2,4)
xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx',
time_answer_cluster_3,5)

```

```

xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx',
time_noanswer_cluster_1,6)
xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx',
time_noanswer_cluster_2,7)
xlswrite('C:\Users\Asus\Desktop\kharej.xlsx',
time_noanswer_cluster_3,8)

```

تمامی اطلاعات این قسمت را وارد فایل‌های نوت‌پد به صورت جداگانه قرار دادیم و برای فیت کردن یک تابع توزیع ان را وارد input analyzer arena کردیم. که تابع توزیع‌ها را برای هر خوشه به شکل زیر در expression قرار دادیم و هر یک به شکل زیر می‌باشند:

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Expression' dialog box in the Arena software, used for configuring probability distributions for different clusters.

Left Dialog (Exp_cluster1):

- Name:** Exp_cluster1
- Rows:** 3
- Columns:** (empty)
- Data Type:** Native
- File Name:** (empty)
- Expression Values:**
 - 0.001 + EXPD(94.9)
 - 0
 - 0.001 + 3.72e+003 * BETA(1.8)
 - <End of list>

Right Dialog (Exp_cluster2):

- Name:** Exp_cluster2
- Rows:** 3
- Columns:** (empty)
- Data Type:** Native
- File Name:** (empty)
- Expression Values:**
 - 0.001 + EXPD(16.2)
 - 0
 - 0.001 + 3.72e+003 * BETA(9.4)
 - <End of list>

Expression

Name:

Rows: Columns:

Data Type:

File Name:

Expression Values:

-0.001 + EXP(56.9)
0.0
-0.001 + EXP(41.3)
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

۲- طول زمان پاسخگویی و عدم پاسخگویی ستاد در خوشه های یک، دو و سه

در یک ماژول assign نسبت پاسخ ها و بی پاسخ ها و همینطور مشغول بودن خط تعیین شده است. محاسبات آن به شرح زیر می باشد.

تعداد خوشه	
یک	23764
تعداد خوشه	
دو	9585
تعداد خوشه	
سه	20775
تعداد کل	54124

نسبت خوشه	
یک	0.439066
نسبت خوشه	
دو	0.177093
نسبت خوشه	
سه	0.383841

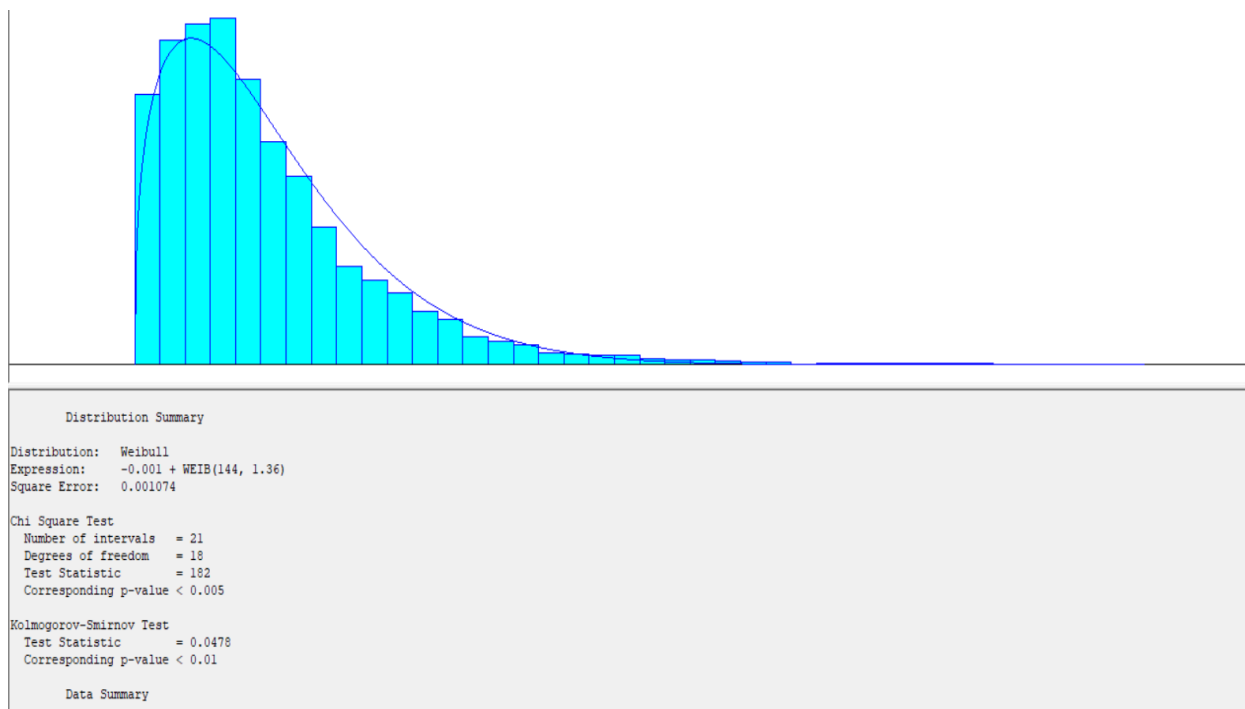
خوشه یک	نسبت
answer	14206
	0.597795

no answer	5639	0.237292
busy	4278	0.18002
total	23764	

خوشه دو	نسبت	
answer	5025	0.524257
no answer	1807	0.188524
busy	2887	0.3012
total	9585	

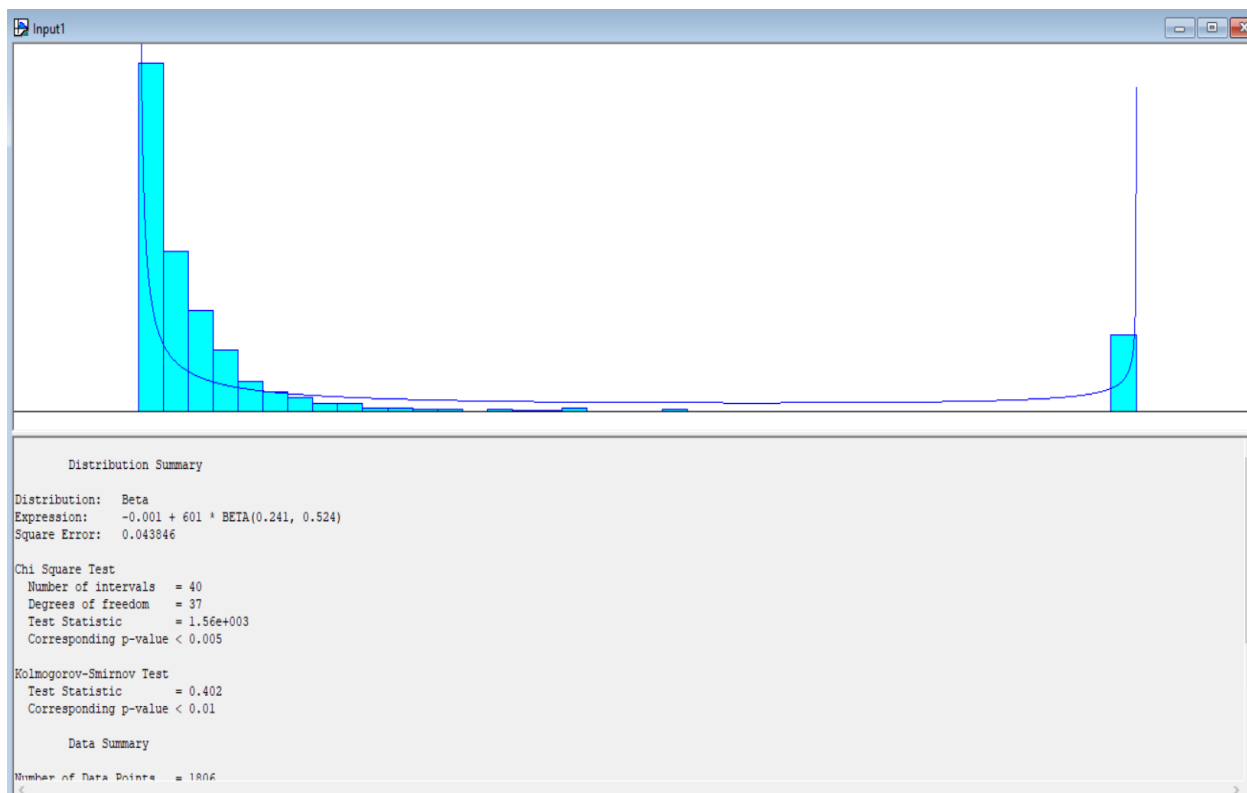
خوشه سه	نسبت	
answer	11625	0.559567
no answer	4769	0.229555
busy	4825	0.23225
total	20775	

تماس هایی که وارد مرکز ارتباط می شوند با احتمال ۰,۰۱ در صد وارد پیغامگیر صوتی می شوند که این موضوع با ماژول **decide** انجام شده است. بعد از آن، تماس در صورت آزاد بودن اپراتور یک اپراتور اشغال می گردد. در این مدل منابع به صورت روزانه می باشند که نمادی همچون **resource op sat**، **resource op sun** و... نشان داده شده است. برای هر یک از این منابع ۳ یا ۴ شیفت کاری با تعداد اپراتورهای مختلف که با نام های **opt1**، **opt2**، **opt3** و **opt4** تحت عنوان متغیر تعریف کردیم که به ترتیب به مقدارهای ۴، ۵، ۴، ۰ قرار دادیم. همچنین در مدل ماژول **remove** قرار دادیم که چنانچه صف تماس بیشتر از ۵ نفر قرار گرفت مشتری صف را ترک کند. علاوه برای این ماژول **read write** قرار دادیم تا لحظاتی که صف بید شتر از ۵ نفر می شود را ثبت کند. برای مدت زمان پا سخگویی اپراتور به تماس از تابع توزیع زیر استفاده گردیده شد:



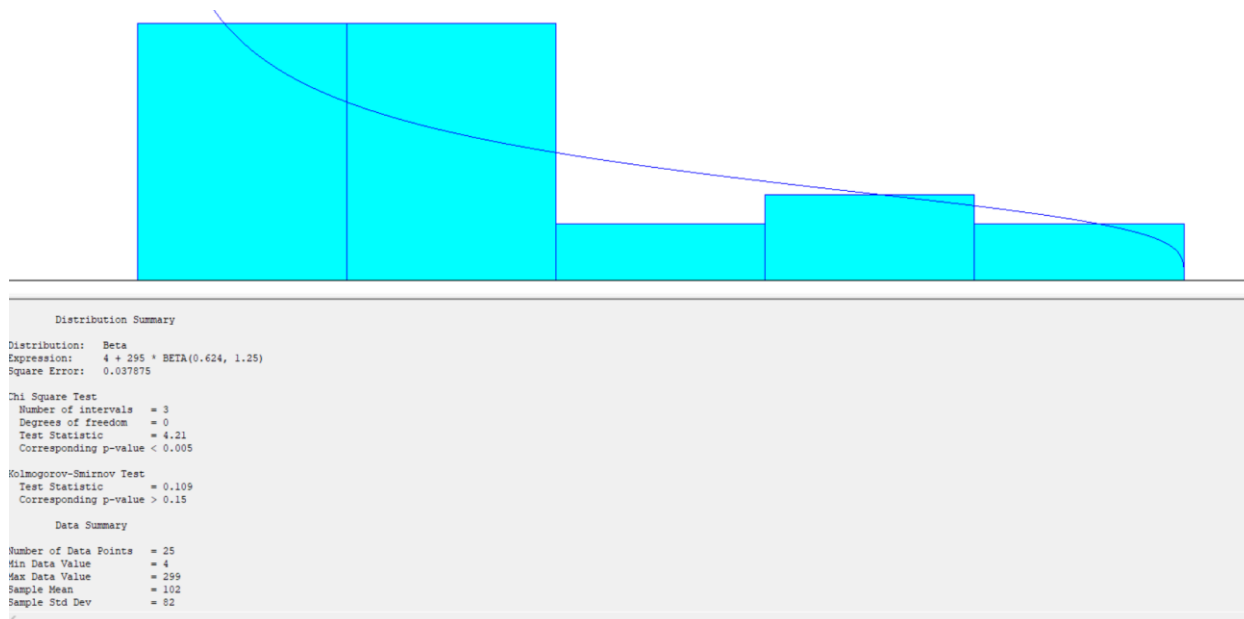
۳-تابع توزیع زمان پاسخگویی اپراتور در بخش ورودی

تماس هایی که وارد پیغام گیر صوتی می شوند، دارای یک مدت زمان پیغام صوتی می باشند. ما این مدت زمان را یک بار برای مدت زمان اشغال کانال و یک بار برای ثبت شکایت اپراتور در نظر گرفتیم. شیفت کاری که برای اپراتوری که پیغام های صوتی ثبت می کند، از ۸ صبح تا ۱ بعد از ظهر در نظر گرفته شده است. طول زمان پیغام های صوتی از تابع توزیع زیر پیروی می کند:



۴- تابع توزیع پیغام های صوتی

انتهای مدل ما، مربوط به تماس های خروجی مرکز ارتباط است که روند خاصی در زمان برقراری تماس ها دیده نمی شد. در نتیجه با تعداد تماس های هر روز را جمع کردیم و بر تعداد این تماس ها یک تابع توزیع برازش کردیم به شکل زیر می باشد:



۵-تابع توزیع تعداد تماس های خروجی در یک روز

سپس وقتی تعداد تماس ها در هر روز تو سطر مازول create ایجاد گردید این تماس های ارزیابی از رضایت مشتری پشت یک منبع مصنوعی ذخیره می شوند تا ساعت کاری آغاز گردد و به صورت ثابت از آن خارج می شوند. در اینجا دو منبع مصنوعی داریم که یکی برای روزهای پنجشنبه و یکی برای روزهای دیگر هفته می باشد. همچنین اگر مرکز ارتباط دچار مشکل شود، مازول create در روز خرابی سیستم، تماسی وارد نمی کند، اما در روز بعد، از مجموع دو تابع توزیع فوق، تماس ایجاد می کند که این موضوع را با استفاده از متغیر arti و expression حل کردیم. تماس خروجی اگر تماس ورودی نباشد، توسط اپراتور، تماس گرفته می شود. در تماس های خروجی اپراتور ممکن است بعد از یک تا چهار بار تماس به مشتری، تماس را رها کند و یا تا یک تماس موفقیت آمیز حداکثر تا پنج تماس، به تماس خود ادامه دهد. لازم به ذکر است که مواردی وجود داشت که تا ۹ بار تماس ادامه داشته است که چون این موارد محدود بودند، این داده حذف گردیده شد. روند انجام محاسبات آن در فایل اکسل احتمالات پاسخ موجود است و قسمتی از آن به شرح زیر می باشد:

تعداد تماس های بی پاسخ با یک تماس	687	
تعداد تماس های بی پاسخ با دو تماس	70	
تعداد تماس های بی پاسخ با سه تماس	16	
تعداد تماس های بی پاسخ با چهار تماس	3	
پاسخ	1704	1698
تعداد کل تماس	2480	2474

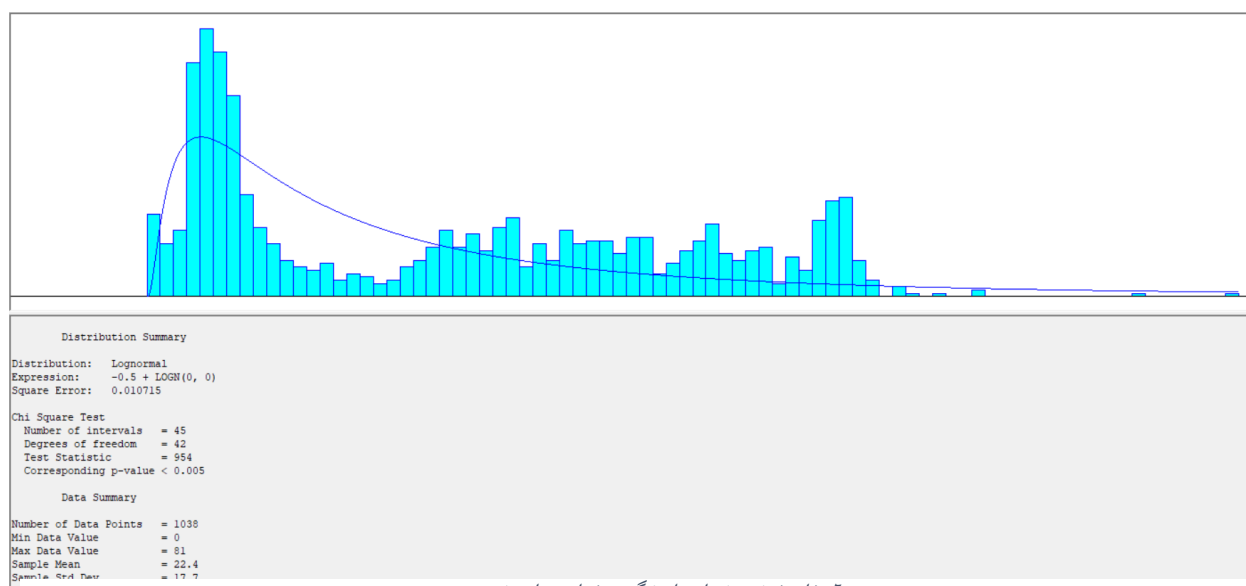
پاسخ

در تماس اول	1495
در تماس دوم	155
در تماس سوم	32
در تماس چهارم	9
در تماس پنجم	7

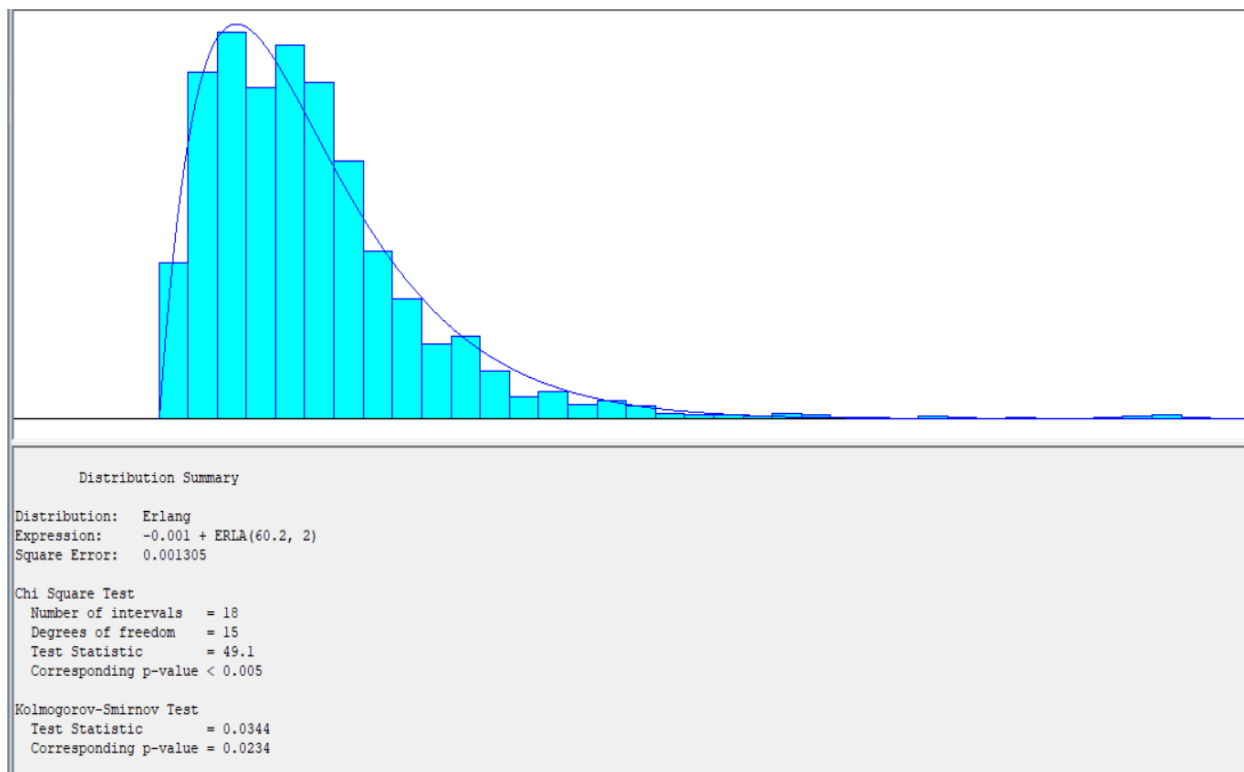
احتمال تماس های بی پاسخ با یک تماس	0.277688
احتمال تماس های بی پاسخ با دو تماس	0.028294
احتمال تماس های بی پاسخ با سه تماس	0.006467
احتمال تماس های بی پاسخ با چهار تماس	0.001213
احتمال پاسخ	0.686338

احتمال پاسخ در تماس اول	0.880448
احتمال پاسخ در تماس دوم	0.091284
احتمال پاسخ در تماس سوم	0.018846
احتمال پاسخ در تماس چهارم	0.0053
احتمال پاسخ در تماس پنجم	0.004122

همچنین برای زمان های پاسخگویی و عدم پاسخگویی توابع توزیع را به ترتیب زیر برازش کردیم که به شرح زیر می باشد:



۶- تابع توزیع زمان پاسخگویی تماس های خروجی



۷- تابع توزیع زمان عدم پاسخگویی تماس های خروجی

و در نهایت مدل اصلی مطابق شکل زیر می باشد.

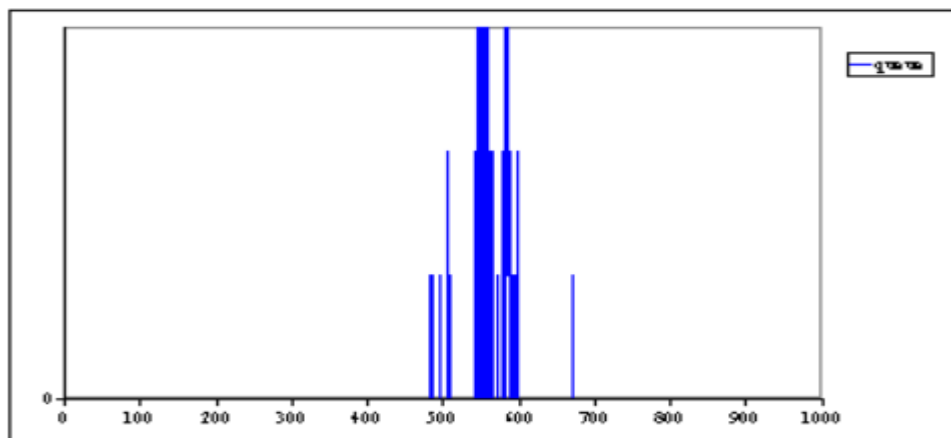
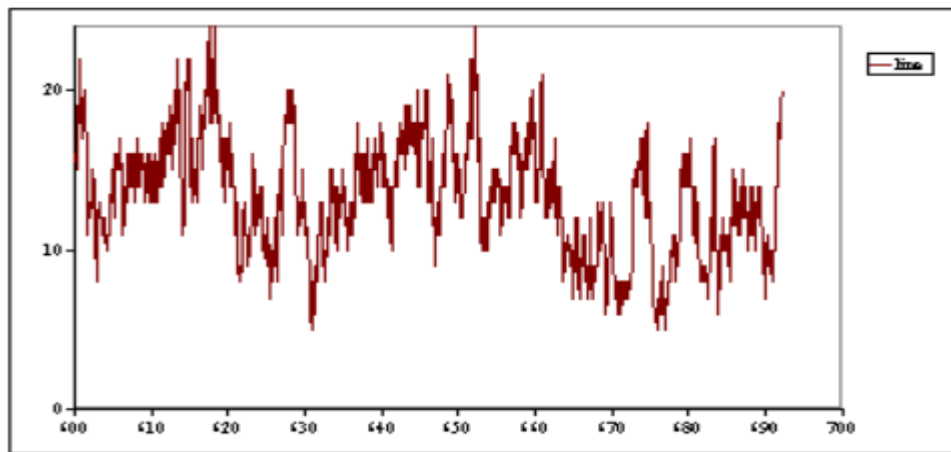
جدول ۱. جدول اطلاعاتی تعداد بار اشغال بودن کانال در بازه های مختلف

Replication 98 Start Time: 10,080.00 Stop Time: 20,160.00 Time Units: Minutes

line complete	Number Obs	Average Time	Standard Percent	Restricted Percent
OUT OF RANGE	6,831	1.0941	74.14	--
Range(1,5)	1,062	0.9353	9.85	38.11
Range(11,15)	2,412	0.2490	5.96	23.04
Range(16,20)	639	0.1695	1.07	4.16
Range(21,25)	52	0.1261	0.07	0.25
Range(26,30)	1	0.01282223	0.00	0.00
Range(6,10)	2,670	0.3362	8.90	34.44

Replication 99 Start Time: 10,080.00 Stop Time: 20,160.00 Time Units: Minutes

line complete	Number Obs	Average Time	Standard Percent	Restricted Percent
OUT OF RANGE	6,608	1.1205	73.45	--
Range(1,5)	1,161	0.9125	10.51	39.59
Range(11,15)	2,147	0.2621	5.58	21.03
Range(16,20)	746	0.1963	1.45	5.47
Range(21,25)	141	0.2546	0.36	1.34
Range(26,30)	22	0.3592	0.08	0.30
Range(31,35)	3	0.3350	0.01	0.04
Range(6,10)	2,403	0.3589	8.56	32.23

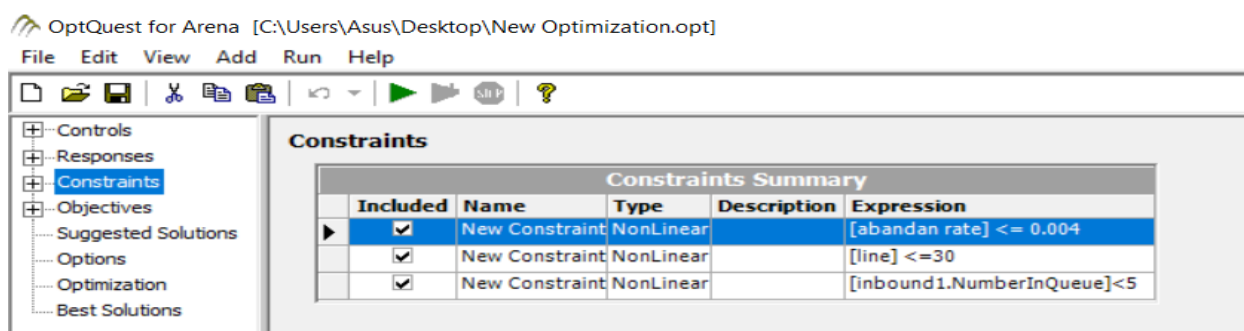


۹- تعداد خطوط اشغالی در هر لحظه و تعداد نفرات در صف تماس در هر لحظه

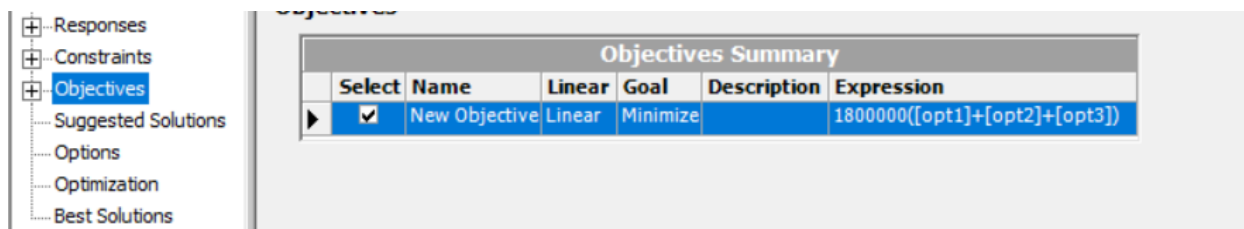
۵- تعیین سناریوها و انتخاب بهترین سناریو

ابتدا ما برای اینکه بفهمیم جدا کردن خطوط ورود خروج اثر گذار است یا خیر، ما تعداد بهینه اپراتورهای فعلی را در شیفت های مختلف با شرایط نرخ ترک ۰,۰۰۴ و تعداد ۳۰ کانال ورود و خروج و حداکثر ۵ نفره، با استفاده از نرم افزار optquest بدست آوردیم که نتایج آن به شرح زیر می باشد. تعداد بهینه اپراتور به ترتیب در شیفت اول، دوم و سوم به ترتیب برابر ۶، ۳، ۳ می باشد. لازم به ذکر هست که حقوق کارمندان را ماهان ۱۸۰۰۰۰ در نظر گرفتیم که در تابع هدف ما ذکر شده است. همچنین منظور از شیفت اول ساعت ۸ الی یک بعد از ظهر، شیفت دوم از ساعت ۱۰ الی ۱۵ بعد از ظهر و شیفت سوم از ساعت ۱۳ الی ۱۸ بعد از ظهر می باشد.

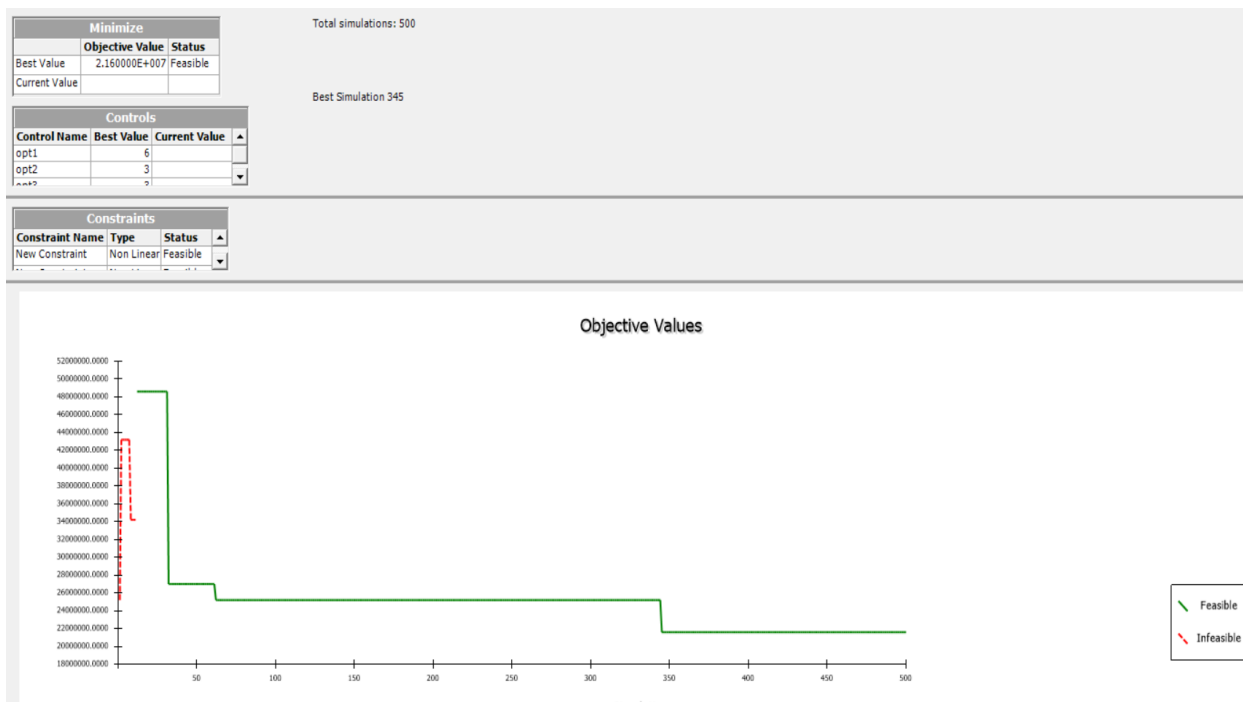
محدودیت:



تابع هدف:

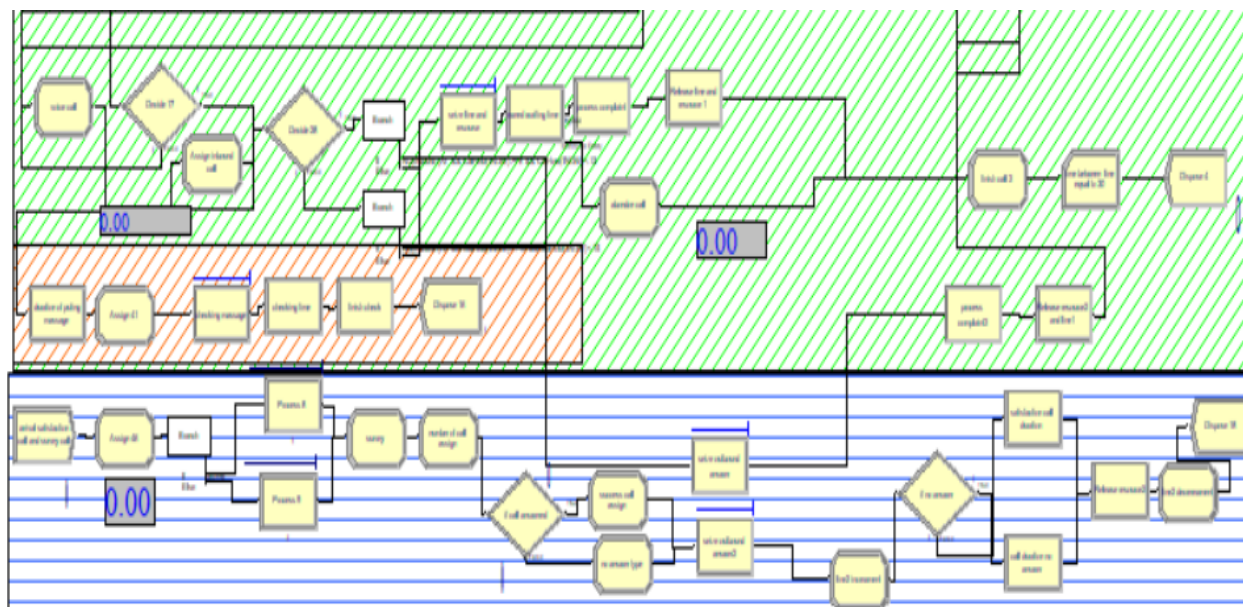


جواب بهینه:



۱۰- اجرای بهینه سازی *optquest* در مدل اصلی

در مرحله بعد، مدل را به دو خط ورود و خروج جداگانه تبدیل کردیم و برای کانال های خروجی، اپراتورهای مجزا، با شیفتهای کاری ۱۰ الی ۱۵ بعد از ظهر، به تعداد ۹ نفر طبق نظر خبره در نظر گرفته شد. همچنین در مدل در نظر گرفته شد که در زمانی که تماس های ورودی دارای صفی بیش تر از ۲ نفر شدند، وارد بخش خروجی بشوند و اپراتورهای خروجی پا سخگو با شند. در واقع اپراتور های خروجی هم وظیفه نظر سنجی از بیمه گذار و هم پاسخگو به تماس های ورودی در شرایط حساس می باشند. ما در مدل جدید دو ماژول branch در شاخه ورودی ایجاد کردیم که یکی برای زمانی که در روز پنجشنبه قرار داریم و دیگری زمانی که در روز های عادی قرار داریم و همچنین در هر یک شرط کردیم که اگر صف بیش از دو نفر گردید، به قسمت خروجی برود و اپراتور خروجی با درجه اولویت بالا پاسخ بدهد. تغییرات مدل به شکل زیر می باشد.



۱۱- تغییر مدل اصلی به دو کاناله

مجدد برای مدل تغییر یافته هم تعداد اپراتورهای بهینه را بدست می آوریم با این تفاوت که در اینجا اپراتورهای بخش خروجی هم اضافه شده است و به عنوان opt4 تعریف شده است.

محدودیت:

Constraints

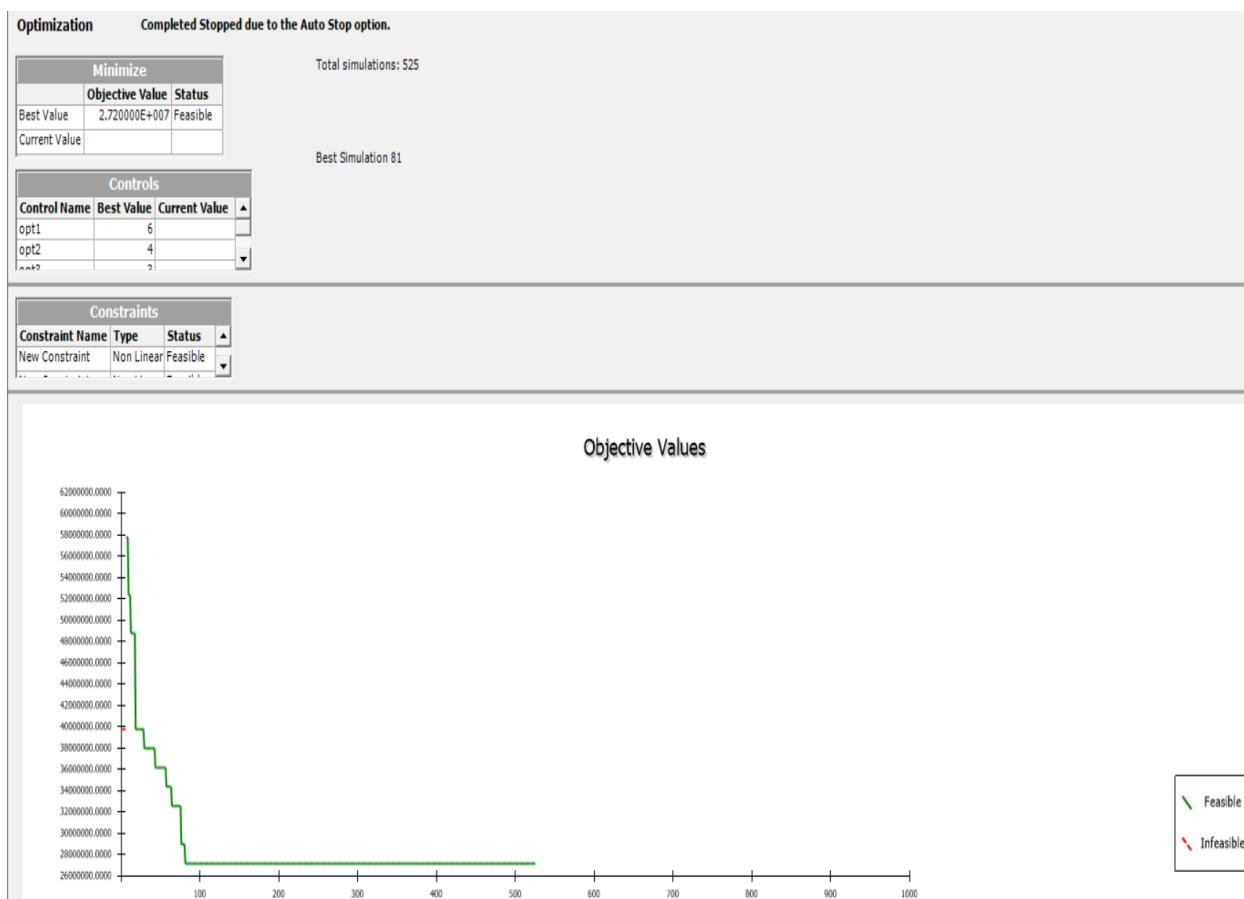
Constraints Summary				
	Included	Name	Type	Description Expression
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	New Constraint	NonLinear	[line] <= 30
	<input checked="" type="checkbox"/>	New Constraint	NonLinear	[inbound1.NumberInQueue]<5
	<input checked="" type="checkbox"/>	New Constraint	NonLinear	[abandon rate]<0.004
	<input checked="" type="checkbox"/>	New Constraint	NonLinear	[line2] <= 30

هدف:

Objectives

Objectives Summary						
	Select	Name	Linear	Goal	Description	Expression
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	New Objective	Linear	Minimize		1800000([opt1]+[opt2]+[opt3]+[opt4])+200000

جواب:



۱۲-بهینه سازی مدل دو کاناله در optquest

تعداد اپراتورهای بهینه در شیفت کاری اول و دوم و سوم به ترتیب برابر ۶، ۴، ۳ می باشد و برای بخش خروجی ۲ اپراتور می باشد. لازم بذکر است شیفت کاری بخش خروجی از ساعت ۱۰ الی ۱۵ بعد از ظهر می باشد.

به غیر از پیشنهاد سناریو خبره، چون فشار تماس در ساعات ۹ صبح دیده می شود، سناریو خبره را کمی تغییر دادیم و شیفت کاری اپراتورهای بخش خروجی را از ساعت ۹ صبح تا ۱۴ بعد از ظهر در نظر گرفتیم. سپس مجدد تعداد اپراتورهای بهینه را در شیفت های کاری مختلف با استفاده از نرم افزار optquest بدست آوردیم. تعداد اپراتورهای بهینه در شیفت های کاری اول، دوم، سوم به ترتیب برابر ۳، ۲، ۵ می باشد و برای بخش خروجی تعداد ۳ اپراتور می باشد. محدودیت ها و تابع هدف مانند سناریو قبل می باشد.

۶- تحلیل و ارزیابی سناریو ها

در این بخش به ترتیب، به تحلیل هر یک از سناریو های موجود می پردازیم که به ترتیب شامل موارد زیر می باشند:

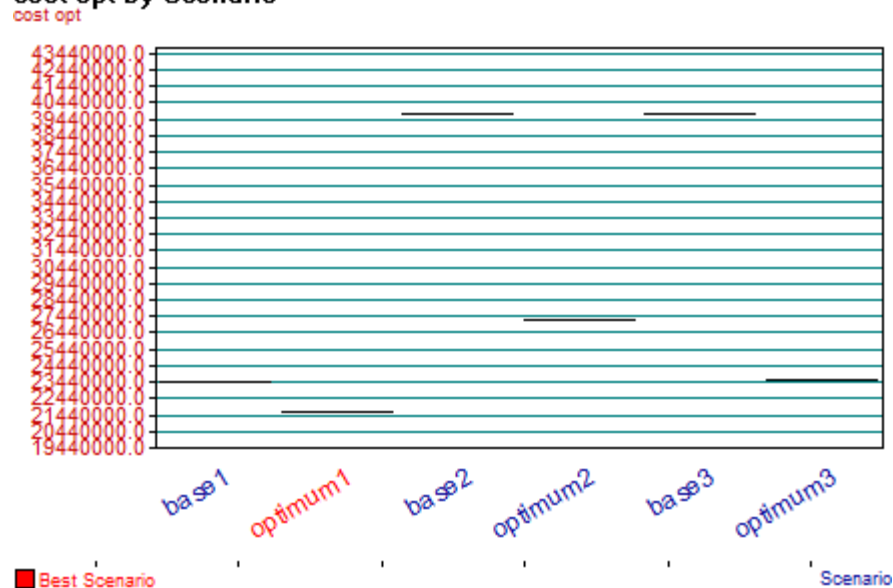
- ۱- مدل اصلی بدون در نظر گرفتن تعداد اپراتور های بهینه و نرخ ترک تعیینی خاص
- ۲- مدل اصلی با توجه به تعداد بهینه اپراتورها و نرخ ترک مشتری ۰,۰۰۴
- ۳- تغییر مدل به دو کانال خروجی و ورودی طبق نظر خبره که در بخش ورودی در شیفت اول ۴ اپراتور، در شیفت دوم ۵ اپراتور، در شیفت سوم ۴ اپراتور، بخش خروجی ۹ اپراتور
- ۴- مدل تغییر یافته با توجه به تعداد اپراتور های بهینه و نرخ ترک ۰,۰۰۴
- ۵- مدل تغییر یافته طبق نظر خبره ولی با تغییر شیفت کاری بخش خروجی از ساعت ۹ الی ۱۴ ظهر با همان تعداد اپراتور نظر خبره
- ۶- مدل تغییر یافته طبق نظر خبره ولی با تغییر شیفت کاری بخش خروجی از ساعت ۹ الی ۱۴ ظهر با تعداد اپراتور بهینه در هر بخش و شیفت کاری و با نرخ ترک ۰,۰۰۴

برای ارزیابی هریک از سناریو ها از نرم افزار process analyzer arena استفاده کردیم و کنترل های ما در این نرم افزار تعداد اپراتورها در شیفت های کاری مختلف و همچنین در بخش های مختلف می باشد. Opt1, opt2, opt3 شیفت های کاری مختلف در بخش ورودی و opt4 برای بخش خروجی می باشد. نتایج تحلیل به شرح زیر می باشد:

Scenario Properties				Controls				Responses	
S	Name	Program File	Reps	opt1	opt2	opt3	opt4	abandan rate	cost opt
1	base1	521 : project3	100	4.0000	5.0000	4.0000	0.0000	0.009	23400000.00
2	optimum1	521 :	100	6.0000	3.0000	3.0000	0.0000	0.004	21600000.00
3	base2	545 : project4	100	4.0000	5.0000	4.0000	9.0000	0.008	39800000.00
4	optimum2	545 : project4	100	6.0000	4.0000	3.0000	2.0000	0.003	27200000.00
5	base3	478 : project5	100	4.0000	5.0000	4.0000	9.0000	0.000	39800000.00
6	optimum3	478 : project5	100	3.0000	2.0000	5.0000	3.0000	0.002	23600000.00

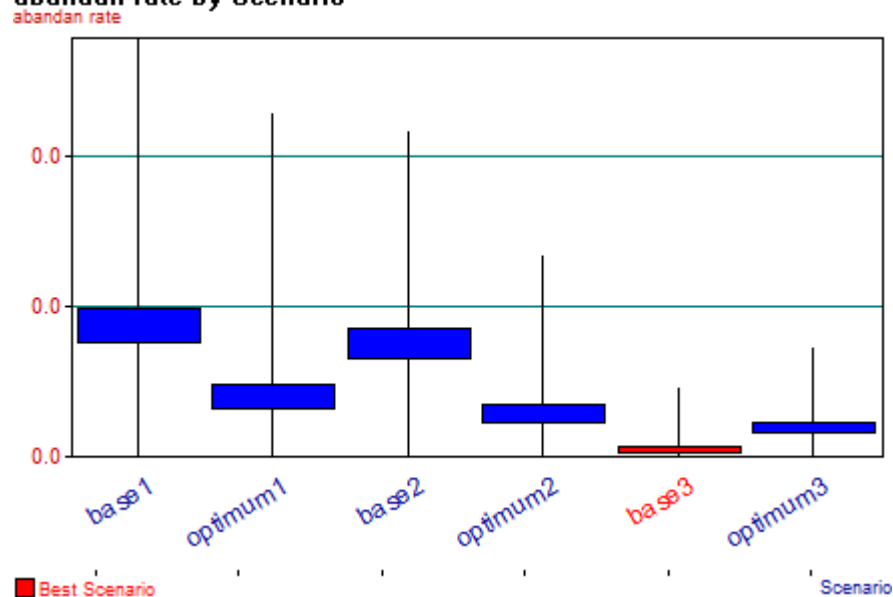
۱۳-تحلیل سناریوها در process analyzer

cost opt by Scenario



۱۴- مقایسه سناریوها در هزینه حقوق اپراتورها و هزینه جداسازی خطوط

abandan rate by Scenario



۱۵- مقایسه سناریوها در نرخ ترک مشتری

همانطور که می شود سناریو دوم از نظر هزینه حقوق اپراتور کمترین هزینه را دارد و همچنین هزینه اضافی برای جدا سازی خط پرداخت نمی شود. همینطور نرخ ترک ۰,۰۰۴ را ارضا کرده است. اما در سناریو پنجم نرخ ترک به مقدار صفر نزدیک شده است اما دارای هزینه اضافی اپراتور و هزینه اضافی جداسازی خطوط خروجی

و ورودی می شود. در نتیجه بهترین سناریو، سناریو دوم می باشد به این معنا که خطوط یکپارچه باقی بمانند و تعداد اپراتور های بهینه در شیفت کاری اول، دوم، سوم به ترتیب به تعداد ۶، ۳، ۳ می باشد.

۷-منابع

- [۱] Mehrotra and Fama, "Call center simulation modeling: methods, challenges, and opportunities," in *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, New Orleans, LA, USA, 2003, vol. 1, pp. 135-143.
- [۲] K. Lam and R. S. M. Lau, "A simulation approach to restructuring call centers," *Business Process Management Journal*, vol. 10, no. 4, pp. 481-494, 2004.
- [۳] S. Takakuwa and T. Okada, *Simulation analysis of inbound call center of a city-gas company*. 2005, pp. 2026-2033.
- [۴] A. Erdem and S. Alacam, "SIMULATION MODELING FOR CALL CENTER MANAGEMENT: A CASE STUDY IN A PRIVATE BANK," 2008 .
- [۵] J. Chung and K. P. White, "Cross-trained versus specialized agents in an inbound call centre: a simulation-based methodology for trade-off analysis," *Journal of Simulation*, vol. 2, no. 3, pp. 162-169, 2008/11/01 2008.
- [۶] S. Tica, V. Radojičić, G. Marković, and D. Marković, "Modelling for evaluations of call center for public traffic and transport systems," *Technological and Economic Development of Economy*, vol. 17, no. ۱, pp. 116-132, 2011.
- [۷] D. A. Munoz and N. D. Bastian, "Estimating cross-training call center capacity through simulation," *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 25, pp. 448-468, 2016.
- [۸] S. Justice, "Optimal Call Center Staffing via Simulation," *SIAM Undergraduate Research Online*, vol. 9, 01/01 2016.