

بخش ۵-۴-۲: ایجاد منطقی برای توقف ورودی

بخش ۵-۴-۳: تماس های بخش پشتیبانی فنی

بخش ۵-۴-۴: تماس های فروش

بخش ۵-۴-۵: تماس های وضعیت سفارشات

بخش ۵-۴-۶: خروجی سیستم و تنظیمات اجرای شبیه سازی و

بخش ۵-۴-۷: انیمیشن

در هنگام مطالعه ی هفت قسمت بالا شاید متوجه شده باشید که دقیقاً مدل را به همین ترتیب ایجاد کرده ایم. به طور ایده آل هر کسی دوست دارد توانایی برنامه ریزی ساختار مدل داشته را باشد؛ پس شاید بگویید عجب کار آسانی است! اما در واقع، هنگام مدل سازی اغلب به قسمت های قبلی که ایجاد کرده اید می روید و بعضی از مازول ها را اضافه، حذف و یا تغییر می دهید. بنابراین هنگامی که شروع به ایجاد مدل های پیچیده نمودید، تصور نکنید همیشه در بار اول کار را به طور صحیح انجام خواهید داد (قطعاً ما هم نتوانسته ایم).

#### ۵-۴-۱- تولید ورودی ها و ارسال آن ها به خدمت دهی

همچنان که قابلیت های بیشتری از ارنا را فرا می گیرید و مدل های پیچیده تری تهیه می کنید، لزوم طرح ریزی منطق مدل سازی پیش از ایجاد مدل را در می یابید. در غیر این صورت ممکن است خود را در حالتی بیابید که مدام مازول هایی را که اشتباهاً انتخاب شده اند را جابجا یا حذف می کنید.

به هر حال هر روشی را برای برنامه ریزی انتخاب کنید به نظر طبیعی می رسد اما ممکن است بخواهید پیش از آنکه مدل پیچیده تر شود، کمی در مورد آن ها بیاندیشید. شمار زیادی از مدل سازان از مداد (یا خود کار برای افرادی که بیش از حد اطمینان دارند) و کاغذ جهت ترسیم منطق مدل خود استفاده می کنند و این ترسیم و بیان به کمک عبارات و نمادهای معروف می باشد. برخی دیگر نیز از یک رویکرد رسمی تر بهره برده و یک دیاگرام از منطق مدل با استفاده از نمادهای فلوچارتی تهیه می کنند. هم چنین رویکردی دیگری نیز وجود دارد که عبارتست از تهیه ی لیستی از فعالیت ها که قرار است متوالیاً رخ دهند. ما نیز برای منطق مورد نیاز جهت ایجاد و هدایت ورودی ها در مدل، چنین لیستی را تهیه کرده ایم (که به نظر، بسیار به فلوچارت-ماژولهای شکل ۵-۱ شباهت دارد).

ماژول Create استفاده شده به استثنای فیلد Max Arrival بسیار به ماژول‌های استفاده شده در فصول ۳ و ۴ شباهت دارد. بخاطر دارید که سیستم از ساعت ۶ بعدازظهر بروی تماس‌های جدید بسته خواهد شد. ما در بخش بعدی نشان خواهیم داد که چگونه با استفاده از متغیر MaxCalls می‌توان به تماس‌های ورودی خاتمه داد.

در اکثر حالات، زمانی که شما یک شیء جدید (متغیر، خصیصه و غیره) از پانل‌های در دیتا ماژول‌های Basic/Advanced Process تعریف می‌کنید، اونا به‌طور خودکار داده‌های متناظر با این شیء را در دیتا ماژول‌های مناسب ایجاد می‌کند. این اتفاق معمولاً زمانی روی می‌دهد که شما نوع آن شیء را تعیین می‌نمایید (برای مثال، متغیر، خصیصه یا غیره). با این وجود ما در این حالت، به سادگی متغیر MaxCalls را بدون مشخص کردن نوع آن وارد می‌کنیم. بنابراین لازم است تا این متغیر را تعریف کنیم. اینکار، با استفاده از دیتا ماژول Variable از پانل Basic Process در شکل ۵-۲ نشان داده شده‌است، صورت می‌گیرد. با کلیک کردن بروی این ماژول، آن را باز کرده و با دوبار کلیک کردن، سطر جدید ایجاد کنید. سپس در قسمت نام، MaxCalls را وارد کنید. سپس روی فیلد Initial Value کلیک کرده و مقدار ۹۹۹۹۹۹ را وارد کنید. در این صورت فرایند تولید ورودی‌ها پس از ۹۹۹۹۹۹ تماس ورودی، به پایان می‌رسد (ترفندی که در ادامه شرح داده می‌شود).

| Variable - Basic Process |           |      |         |              |               |
|--------------------------|-----------|------|---------|--------------|---------------|
|                          | Name      | Rows | Columns | Clear Option | Initial Value |
| 1                        | Total VWP |      | System  | 0 rows       |               |
| 2                        | MaxCalls  |      | System  | 1 rows       |               |

Double-click here to add a new row.

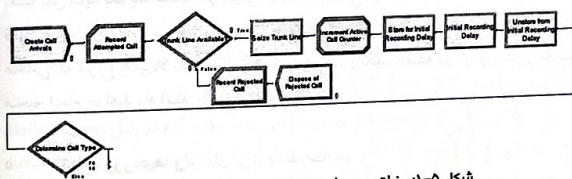
Initial Values

999999

شکل ۵-۲: دیتا ماژول Variable

همچنانکه ساخت مدل را پیش می‌بریم، گاهی در مورد چگونگی انیمیشن مدل فکر خواهیم کرد. فرض کنید بخواهیم تماس‌های ورودی را با توپهای سیاه نشان دهیم. در این مورد می‌توانیم با استفاده از یک ماژول Assign یک تصویر را به موجودیت‌ها اختصاص دهیم ولی ما در ماژول Create نوع موجودیت را Incoming Calls تعیین کردیم، بنابراین در این جا می‌بایست از طریق فیلد Initial Picture در دیتا ماژول Entity، گزینه‌ی Picture.BlackBall را لیست موجود

ایجاد تماس‌های ورودی  
ثبت تعداد تلاش‌ها برای برقراری تماس  
اگر یک خط تلفن آزاد وجود دارد-اشغال خط  
افزایش شمارنده تماس‌های برقرار شده  
انتظار و درنگ جهت ضبط  
تعیین نوع تماس  
دایت تماس  
در غیر این صورت (تماسی خطوط مشغول باشد)  
شمارش تعداد تماس‌های رد شده  
بیرون راندن تماس



شکل ۵-۱: منطق مربوط به فرایند ورود و انتخاب خدمت‌دهی

این چنین رویکردهایی به شما کمک می‌کند تا مراحل مدل‌سازی را رسمی‌تر کرده و تعداد اشتباهاتی که منجر به ایجاد تغییرات در مدل شود را کاهش دهید. همچنان که حرفه‌ای‌تر می‌شوید، ممکن است حتی به مرحله‌ای برسید که با قرار دادن و چیدن ماژول‌های اونا، طرح‌ریزی منطق مدل خود را آغاز کنید (که بسیار شبیه به عناصر و اجزای یک فلوچارت می‌باشند). با این وجود ما پیشنهاد می‌کنیم که پیش از آغاز بررسی جزئی‌تر مدل، منطق مدل‌سازی را به‌طور کامل ترسیم کنید. ماژول Create که براساس فرایند از پیش تعیین شده به ایجاد ورودی‌ها می‌پردازد، در تصویر ۵-۱ شرح داده شده‌است.

| Name                  | Create Call Arrival |
|-----------------------|---------------------|
| Entity Type           | Incoming Call       |
| Time Between Arrivals | Random (Expo)       |
| Type                  | 0.857               |
| Value                 | Minutes             |
| Units                 | MaxCalls            |
| Max Arrivals          |                     |

تصویر ۵-۱: ایجاد تماس‌های ورودی

انتخاب کنیم. در این مرحله، مطلوبست که تعداد تماس‌های برقرار شده را با استفاده از یک ماژول Record ثبت کنیم (تصویر ۲-۵). سپس لازم است تا در دسترس بودن یک خط ارتباط تلفنی را بررسی کنیم. اگر یک خط آماده باشد، اشغال خواهد شد و در غیر این صورت تماس از طریق سیستم پذیرفته نخواهد شد. در بخش ۲-۵ دو روش واضح را برای انجام این مهم مورد بحث قرار می‌دهیم. برای این مدل، از یک ماژول Decide استفاده کرده‌ایم که پس از آن و در صورت برقراری شرط وجود یک خط آماده یک ماژول Seize (در پانل Advanced Process) قرار گرفته است.

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| Name         | Record Attempted Call |
| Type         | Count                 |
| Value        | 1                     |
| Counter Name | Attempted Calls       |

تصویر ۲-۵: شمردن تعداد تلاش‌ها برای برقراری تماس

ماژول Decide به منظور بررسی وجود واحدهای بیکار و آزاد از منبع TrunkLine استفاده شده‌است. برای ایجاد چنین منطقی از عبارت ساز ارنا استفاده کرده‌ایم. عبارت  $NR(TrunkLine) < MR(TrunkLine)$  شامل دو متغیر NR و MR می‌باشد. متغیر MR تعداد منابع مشغول از یک نوع منبع را در شرایط کنونی نشان داده و متغیر NR تعداد برنامه ریزی شده یا کل تعداد منابع موجود (اعم از مشغول و غیرمشغول) را در زمان فعلی برمی گرداند. داده‌های ورودی مربوط به ماژول Decide در تصویر ۳-۵ نمایش داده شده‌است. یک شرط منطقی می‌تواند هر عبارت معتبری باشد ولی عموماً شامل عبارات مقایسه‌ای است. چنین شرایطی ممکن است شامل هر کدام از نکات اشاره شده در جدول ۵-۱ باشد.

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| Name  | Trunk Line Available? |
| Type  | 2-way by Condition    |
| If    | Expression            |
| Value | Attempted Calls       |

تصویر ۳-۵: تعیین این‌که یک خط آزاد، در دسترس باشد

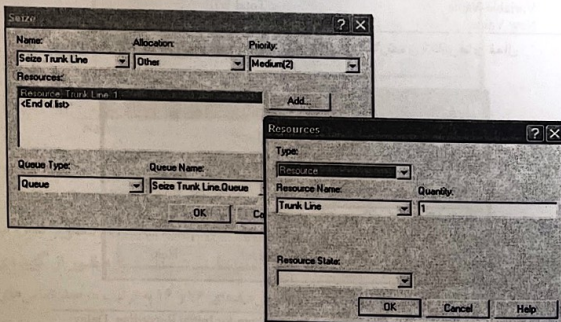
اگر یک واحد از منبع در دسترس و آماده باشد، موجودیت را به سمت Seize (نشان داده شده در تصویر ۴-۵) هدایت نموده تا آن منبع را اشغال نماید.

طبیعتاً در این مرحله انتظار می‌رفت از یک ماژول Process استفاده شود ولی در این حالت ضروری است که قسمت اشغال کردن (Seize) از قسمت معطل کردن منبع (Delay) جدا شود

(در ادامه به‌طور خلاصه دلیل را توضیح خواهیم داد). برخلاف ماژول Process، ماژول Seize تنها عملیات صف‌بندی و اشغال منابع را در بر می‌گیرد. زمانی که منبعی را در ماژول Seize تعریف می‌نمایند، آن منبع به‌طور خودکار در دیتا ماژول Resource (پانل Basic Process) اضافه می‌شود ولی ظرفیت آن به‌طور پیش فرض برابر ۱ واحد قرار داده می‌شود. از آنجا که ۲۶ خط تلفن موجود می‌باشد، می‌بایست ظرفیت این منبع از طریق دیتا ماژول مربوطه تغییر یابد.

جدول ۵-۱: نکات مربوط به عملکرهای شرطی در ماژول Decide

| شرح       | دستور | گزینه‌ها | شرح          | دستور | گزینه‌ها |
|-----------|-------|----------|--------------|-------|----------|
| و         | .AND. |          | یا           | .OR.  |          |
| بزرگتر از | .GT.  | >        | بزرگتر مساوی | .GE.  | >=       |
| کوچکتر از | .LT.  | <        | کوچکتر مساوی | .LE.  | <=       |
| برابر یا  | .EQ.  | =        | مخالف        | .NE.  | <>       |



|               |                  |
|---------------|------------------|
| Name          | Seize Trunk Line |
| Resource      |                  |
| Type          | Resource         |
| Resource Name | Trunk Line       |
| Quantity      | 1                |

تصویر ۴-۵: ماژول Seize

پس از اشغال کردن یک واحد از منبع خطوط تلفن، موجودیت مذکور به سمت ماژول Assign فرستاده می‌شود تا -همانطور که در تصویر ۵-۵ نمایش داده شده‌است- متغیر Total WIP

(کارهای در جریان) افزایش داده شود. این متغیر نشان‌دهنده‌ی تعداد تماس‌های فعالی است که در حال حاضر در سیستم جاری می‌باشند. بعداً نشان می‌دهیم که چگونه با استفاده از این متغیر، زمان پایان شبیه‌سازی تعیین خواهد شد. سپس موجودیت‌ها به یک ماژول Store (از ماژول‌های پانل Advanced Process) وارد می‌شوند که در آنجا در انباره‌ی Initial Recording Delay Storage جای داده می‌شوند (تصویر ۵-۶). با این که این مکانی برای ذخیره‌ی موجودیت‌ها بحساب می‌آید، ولی از جریان آن‌ها در منطق مدل جلوگیری نمی‌کند. ما از این ماژول بدین جهت استفاده کردیم که در انیمیشن نشان دهیم چگونه موجودیت‌ها در زمان انتظار ضبط اولیه معطل می‌شوند.

| Increment Active Call Counter |               |
|-------------------------------|---------------|
| Name                          |               |
| Assignment                    | Variable      |
| Type                          | Total WIP     |
| Variable Name                 | Total WIP + 1 |
| New Value                     |               |

تصویر ۵-۶: ماژول Assign مربوط به افزایش شمارنده‌ی تماس‌های فعال

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Store for Initial Recording Delay |                                 |
| Name                              | Storage                         |
| Type                              | Initial Recording Delay Storage |
| Storage Name                      |                                 |

تصویر ۵-۶: جای دادن موجودیت در انباره

زمانی که یک موجودیت در انباره است، به یک ماژول Delay وارد می‌شود که زمانی را بر طبق الگوی احتمالی یکنواخت بین ۰/۱ و ۰/۶ UNIF(0.1,0.6) منتظر می‌شود که متناظر با زمان ضبط و انتخاب گزینه مورد نظر است (تصویر ۵-۷). به محض پایان یافتن زمان انتظار، موجودیت‌ها به یک ماژول Unstore وارد می‌شوند که در آنجا Type به صورت Default تعریف شده

است، یعنی موجودیت‌ها از انباره‌ای که پیش از این در آن قرار داشتند (آخرین انباره)، خارج می‌شوند. این گزینه یک موجودیت را از آخرین ماژول Storage موجود خارج می‌کند که همان Initial Recording Delay Storage است.

|            |                         |
|------------|-------------------------|
| Name       | Initial Recording Delay |
| Delay Time | UNIF(0.1,0.6)           |
| Units      | Minutes                 |

تصویر ۵-۷: انتظار برای ضبط آغازین

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| Name | Unstore from Initial Recording Delay |
|------|--------------------------------------|

تصویر ۵-۸: خارج کردن موجودیت از انباره

در مرحله‌ی بعد، تماس‌ها به یک ماژول Decide فرستاده می‌شوند (تصویر ۵-۹). تا بر طبق الگوی احتمالی از پیش مشخص شده، نوع آن‌ها تعیین شود. بدین منظور از گزینه‌ی N-Way by Chance در فیلد نوع استفاده شده‌است و درصدهای ۷۶ و ۱۶ به ترتیب درصد تماس‌های مرتبط با پشتیبانی فنی و فروش را نشان می‌دهد و ۸٪ باقی مانده که از نقطه‌ی خروجی هدایت می‌شوند مربوط به وضعیت سفارشات می‌باشند. اولین شاخه‌ی ماژول Decide تماس‌های مربوط به پشتیبانی فنی را نشان می‌دهد. موجودیت‌هایی که از این شاخه می‌گذرند، به سمت یک ماژول Assign فرستاده می‌شوند که بخش تماس‌های پشتیبانی فنی مدل به آن‌ها اختصاص یابد. موجودیت‌هایی که از شاخه‌ی دوم می‌گذرند به قسمتی از مدل هدایت می‌شوند که مربوط به تماس‌های فروش می‌شود و نهایتاً موجودیت‌های باقی مانده که از شاخه‌ی آخر می‌گذرند به سمت قسمت وضعیت سفارشات فرستاده می‌شوند.

| Name        | Determine Call Type |
|-------------|---------------------|
| Type        | N-way by Chance     |
| Percentages | 76<br>16            |

تصویر ۹-۵: تعیین نوع تماس

پس از مدل‌سازی تماس‌های ورودی‌ای که موفق به دریافت خط آزاد شده‌اند؛ اکنون باید به سراغ تماس‌های رد شده در یک متغیر شمارشی به نام RejectedCalls ذخیره و ثبت شود (تصویر ۱۰-۵).

| Name         | Record Rejected Call |
|--------------|----------------------|
| Type         | Count                |
| Value        | 1                    |
| Counter Name | Rejected Calls       |

تصویر ۱۰-۵: ماژول Record : شمردن تماس‌های رد شده

این موجودیت‌ها نهایتاً به سمت یک ماژول Dispose که خروجی سیستم است، فرستاده می‌شوند.

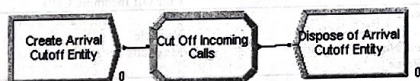
#### ۲-۳-۵- منطق قطع جریان ورودی‌ها

همانطور که در بخش ۱-۵ و در تشریح مسئله اشاره داشتیم، سیستم مورد مطالعه بر روی تماس‌های ورودی‌ای که پس از ساعت ۶ بعدازظهر برقرار می‌شوند، جوابگو نخواهد بود ولی تمامی تماس‌هایی که پیش از این ساعت وارد سیستم شده‌اند پاسخ داده خواهند شد. این بدان معناست که تماس‌ها امکان ورود به سیستم را در بازه‌ی زمانی ۸ صبح تا ۶ بعدازظهر خواهند داشت که معادل ۶۰۰ دقیقه می‌باشد ولی لازم است تا تماس‌های ورودی را بعد از این ۶۰۰ دقیقه متوقف کنیم. به‌طور طبیعی می‌توانستیم اجرای شبیه‌سازی را رأس دقیقه‌ی ۶۰۰ ام به پایان رسانیم. با این حال قبل از پایان شبیه‌سازی ضروریست که تماس‌هایی که قبل از دقیقه‌ی ۶۰۰ ام وارد سیستم شده‌اند را اداره کنیم. ما به شما نشان می‌دهیم که چگونه می‌توان شبیه‌سازی را پس از بررسی تمامی پاسخ‌ها پایان داد و این که چگونه این پایان را به تعویق بیندازیم.

یک راه روشن برای این منظور استفاده از یک ماژول Decide بعد از ماژول Create است که تماس‌های ورودی را تولید می‌کند. در این ماژول ما زمان جاری سیستم را چک می‌کنیم تا در صورتی که زمان شبیه‌سازی از ۶۰۰ دقیقه گذشته باشد اجازه‌ی جریان را به موجودیت نمی‌دهیم و آن را به یک ماژول Dispose هدایت می‌کنیم.

در غیر این صورت موجودیت به سمت یک ماژول Dispose فرستاده می‌شوند. اگرچه این روش ورودی‌ها را پایان می‌بخشد (و در عین حال اجرای شبیه‌سازی را خاتمه نمی‌دهد) ما با یک ترفند و معرفی مفهوم یک موجودیت منطقی تماس‌های ورودی را متوقف می‌کنیم. در مدل‌هایی که تا کنون ساخته‌ایم، هر موجودیتی که در مدل ایجاد می‌کردیم، نشان‌دهنده‌ی اشیای فیزیکی بود همچنان‌که در مورد این مدل، هر موجودیت نشان‌دهنده‌ی یک تماس است. موجودیت‌های منطقی نیز شبیه به دیگر موجودیت‌ها بوده ولی به جهت انجام برخی اعمال کنترلی و منطقی ایجاد و استفاده می‌شوند. در این مثال ما یک موجودیت منطقی را برای متوقف ساختن جریان ورودی تماس‌ها، ایجاد کرده و سپس آن را از بین می‌بریم. فعالیت‌هایی که بدین منظور استفاده شده‌اند در ادامه آورده شده و ماژول‌های فلوچارتی مربوطه را می‌توانید در شکل ۳-۵ مشاهده نمایید.

ایجاد ورود موجودیت متوقف‌کننده  
متوقف ساختن تماس‌های ورودی  
از بین بردن موجودیت



شکل ۳-۵: منطق توقف ورود

ممکن است متوجه شده باشید که این سه ماژول، ظاهراً از بقیه‌ی مدل مستقل هستند. در واقع همین‌طور است به‌جز این که این بخش از مدل به‌وسیله‌ی یک متغیر سراسری با بقیه‌ی مدل وابستگی و تعامل دارد. ما با ایجاد یک موجودیت کنترلی در یک ماژول Create شروع می‌کنیم (تصویر ۱۱-۵) و نوع زمان بین ورود آن را ثابت و مقدار اولیه را ۹۹۹۹۹۹ قرار می‌دهیم. با این کار، اولین ورودی در زمان صفر و پس از آن هر ۹۹۹۹۹۹ واحد زمانی یک موجودیت دیگر وارد مدل می‌شوند ولی ما اولین ورودی را در زمان ۶۰۰ (در فیلد First Creation) ایجاد می‌کنیم و حداکثر تعداد موجودیت تولید شده توسط این ماژول Create را در فیلد Max Arrival برابر ۱ قرار می‌دهیم. بدین ترتیب می‌توانستیم هر نوع و هر مقداری را در این ماژول انتخاب کنیم زیرا پس از اولین موجودیت دیگر از بقیه استفاده نخواهد شد.

این موجودیت که در زمان ۶۰۰ تولید می‌شود، وارد ماژول Assign شده و همانطور که در تصویر ۱۲-۵ آمده‌است، در آن متغیر MaxCalls برابر ۱ می‌شود. با قرار گرفتن متغیر MaxCalls

برابر ۱، تولید تماس‌های ورودی متوقف خواهد شد. ما فرض می‌کنیم که احتمالاً در اینجا کمی گیج شده باشید. اجازه بدهید بیشتر در این مورد جزئیات را شرح دهیم تا بدانید این منطق چگونه کار می‌کند. در آغاز ما یک مازول Create قرار دادیم که تماس‌های ورودی را تولید کند و حداکثر موجودیت تولیدی این مازول را برابر متغیر MaxCalls قرار دادیم (تصویر ۵-۱) و هم‌چنین مقدار اولیه‌ی این متغیر را در دیتا مازول Variable برابر ۹۹۹۹۹۹ تعیین کردیم.

| Name                  | Create Arrival Cutoff Entity |
|-----------------------|------------------------------|
| Type                  | Arrival Cutoff               |
| Time Between Arrivals | Constant                     |
| Type                  | 999999                       |
| Value                 | Minutes                      |
| Units                 | 1                            |
| Max Arrivals          | 600                          |
| First Creation        |                              |

تصویر ۵-۱: ایجاد موجودیت منطقی

| Name          | Cute Off Incoming Calls |
|---------------|-------------------------|
| Assignments   | Variable                |
| Type          | MaxCalls                |
| Variable Name | 1                       |
| New Value     |                         |

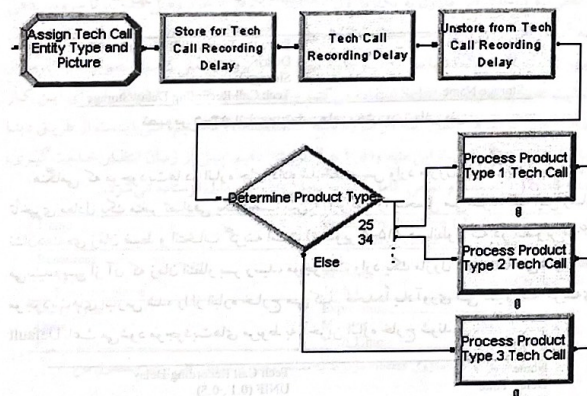
تصویر ۵-۲: تخصیص متغیر متوقف‌کننده

در زمان ۶۰۰ از اجرای شبیه‌سازی باید بتوانیم به نحوی تضمین کنیم که دیگر تماس ورودی تولید نشود. اکنون (در زمان ۶۰۰) با قرار دادن مقدار متغیر MaxCalls برابر ۱ جریان ورود تماس‌های ورودی را پایان می‌دهیم. پس از انجام این کار، موجودیت منطقی‌مان به یک مازول Dispose روانه شده که وظیفه‌ی از بین بردن موجودیت‌ها را دارد و بدین ترتیب بخش مدل‌سازی منطقی پایان می‌یابد.

### ۳-۲-۵- تماس‌های پشتیبانی فنی

در بخش ۴-۵ از یک مازول Decide جهت تعیین کردن نوع تماس‌های ورودی استفاده شد. تماس‌هایی که مربوط به بخش پشتیبانی فنی هستند می‌بایست از شاخه‌ی نخست عبور کرده و به این بخش از مدل فرستاده شوند. فعالیت‌هایی که جهت سرویس‌دهی به تماس‌های بخش پشتیبانی فنی انجام می‌شوند در زیر لیست شده و مازول‌های فلوچارتی مربوطه در شکل ۴-۵ نمایش داده شده‌اند.

تخصیص شکل و نوع مناسب به موجودیت‌ها  
انتظار برای ضبط  
تعیین نوع تماس و هدایت کردن آن  
گرفتن منبعی از بخش پشتیبانی فنی  
انتظار جهت خدمت‌دهی  
آزادسازی منبع فوق  
ارسال به خروجی سیستم



شکل ۴-۵: منطق تماس‌های بخش فنی

اگر یک تماس گیرنده گزینه‌ی پشتیبانی فنی را انتخاب کند، موجودیت‌ها به سمت این قسمت از مدل فرستاده می‌شوند که نخست نوع آن‌ها با عنوان TechCall مشخص شده و تصویر موجودیت Picture.RedBall قرار می‌گیرد (تصویر ۵-۱۳).

در اینجا یک فرایند ضبط ثانویه از مشتری نوع محصول مورد استفاده را سؤال می‌کند. در بخش ۴-۵ ما از یک مازول Storage جهت استقرار تماس‌های ورودی به فرایند ضبط اولیه استفاده کردیم تا بتوانیم آن‌ها را در انیمیشن مدل نمایش دهیم. در اینجا نیز ما همین کار را انجام

خواهیم داد و نخست موجودیت‌ها را در انبارهای Tech Call Recording Delay Storage می‌دهیم همانطور که در زیر و در تصویر ۱۴-۵ نشان داده شده‌است.

| Assign Tech Call Entity Type and Picture |                   |
|------------------------------------------|-------------------|
| Name                                     |                   |
| Assignments                              |                   |
| Type                                     | Entity Type       |
| Entity Type                              | Tech Call         |
| Type                                     | Entity Picture    |
| Entity Picture                           | Picture: Red Ball |

تصویر ۱۳-۵: تخصیص نوع و تصویر موجودیت به تماس‌های بخش فنی

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| Name         | Store for Tech Call Recording Delay |
| Type         | Storage                             |
| Storage Name | Tech Call Recording Delay Storage   |

تصویر ۱۴-۵: انبارهای تماس‌های بخش پشتیبانی فنی

هنگامی که موجودیت‌ها در انباره جای داده شده‌اند، سپس وارد ماژول Delay پیش رو شده و تأخیری معادل یک متغیر تصادفی یکنواخت بین ۰/۱ و ۰/۵ را متحمل می‌شوند که این زمان نشان‌دهنده‌ی زمان ضبط و انتخاب گزینه است (تصویر ۱۵-۵). همانطور که در تصویر ۱۶-۵ می‌بینید، پس از آن که زمان انتظار بسر رسید، موجودیت وارد یک ماژول Unstore می‌شود که موجودیت‌های انبارش شده را از انباره خارج می‌کند. مجدداً یادآوری می‌کنیم که گزینه‌ی Default باعث می‌شود موجودیت‌های مربوط به آخرین انباره خارج شوند.

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| Name       | Tech Call Recording Delay |
| Delay Time | UNIF (0.1, 0.5)           |
| Units      | Minutes                   |

تصویر ۱۵-۵: انتظار برای ضبط در بخش پشتیبانی فنی

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
| Name | Unstore from Tech Call Recording Delay |
|------|----------------------------------------|

تصویر ۱۶-۵: خروج موجودیت از انباره

بعد از آن، تماس‌ها به سمت یک ماژول Decide دیگر فرستاده می‌شوند که شرح آن در تصویر ۱۷-۵ آمده‌است. در این ماژول نوع محصول براساس احتمال از پیش مشخص شده، تعیین می‌شود. ما نوع N-Way by Chance را در این ماژول انتخاب می‌کنیم و درصدهای ۲۵ و ۳۴ را به ترتیب

برای نوع ۱ و نوع ۲ از تماس‌های بخش پشتیبانی فنی تعیین می‌کنیم. شاخه‌ی Else نیز برای نوع ۳ است که شامل ۴۱ درصد باقی مانده می‌شود.

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| Name        | Determine Product Type |
| Type        | N-way by Chance        |
| Percentages | 25<br>34               |

تصویر ۱۷-۵: تعیین نوع محصول مربوط به تماس بخش پشتیبانی فنی

هر سه شاخه‌ی این ماژول به یک ماژول Process مربوط به خود وصل شده‌اند تا سرویس‌دهی به آن نوع محصول را انجام دهند. داده‌های این ۳ ماژول Process بسیار شبیه بهم هستند. بدین ترتیب ما در اینجا تنها ماژول مربوط به نوع اول را بررسی می‌کنیم (تصویر ۱۸-۵). ما از فعالیت Seize-Delay-Release استفاده می‌کنیم و یک واحد از منبع Tech1 را برای این کار تقاضا می‌کنیم. همانطور که در مورد منبع TrunkLine داشتیم، می‌بایست از طریق دیتا ماژول Resource، ظرفیت این منبع را از ۱ به ۲ افزایش دهیم. پس از زمان انتظار خدمت‌گیری، منبع Tech1 آزاد شده و تماس کامل شده به بخش خروجی مدل فرستاده می‌شود.

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| Name          | Process Product Type 1 Tech Call |
| Action        | Seize Delay Release              |
| Resources     |                                  |
| Type          | Resource                         |
| Resource Name | Tech 1                           |
| Delay Type    | Expression                       |
| Units         | Minutes                          |
| Expression    | Tech Time                        |

تصویر ۱۸-۵: ماژول Process مربوط به تماس بخش پشتیبانی فنی برای محصول نوع ۱

عبارت TechTime نیز از طریق دیتا ماژول Expression که در پانل Advanced Process یافت می‌شود، تعریف شده‌است. بروی ماژول کلیک کنید و جهت اضافه کردن سطر جدید دوبار کلیک کنید. اکنون نام عبارت را TechTime و سپس در فیلد ExpressionValue و در پنجره‌ی باز شده عبارت TRIA(3,6,18) را همانند شکل ۵-۵ وارد کنید. دو ماژول Process باقی مانده در این قسمت عملیات مشابهی را برای عملیات مربوط به تماس‌های نوع ۱ و ۲ را صورت داده و به ترتیب منابع Tech2 و Tech3 را اشغال می‌نمایند. ظرفیت مربوط به این منابع از طریق دیتا ماژول Resource برابر ۳ قرار داده شده‌است. در بخش بعدی به ایجاد قسمتی از مدل می‌پردازیم که به تماس‌های فروش مربوط می‌شود.

| Name           | Assign Sales Call Entity Type and Picture |
|----------------|-------------------------------------------|
| Assignments    |                                           |
| Type           | Entity Type                               |
| Entity Type    | Sales Call                                |
| Type           | Entity Picture                            |
| Entity Picture | Picture, Green Ball                       |

تصویر ۵-۱۹: تخصیص نوع و تصویر موجودیت به تماس‌های فروش

| Name          | Process Sales Call  |
|---------------|---------------------|
| Action        | Seize Delay Release |
| Resources     |                     |
| Type          | Resource            |
| Resource Name | Sales               |
| Delay Time    | Triangular          |
| Units         | Minutes             |
| Minimum       | 4                   |
| Most Likely   | 15                  |
| Maximum       | 45                  |

تصویر ۵-۲۰: ماژول Process تماس فروش

#### ۵-۳-۵- تماس‌های وضعیت سفارشات

تماس‌های وضعیت سفارشات به‌طور خودکار مدیریت می‌شوند. زیرا آن‌ها دست کم در ابتدای کار به منبعی به‌جز همان خط تلفن نیاز ندارند. گام‌های مربوط به مدل‌سازی این بخش عبارتند از:

تخصیص شکل و نوع مناسب به موجودیت‌ها

انتظار برای تماس خودکار

بررسی درخواست مشتری برای صحبت با کارمند حقیقی

تنظیم اولویت مشتری

انتظار برای مکالمه

آزادسازی منبع فروش

منطق فوق در ارنا در شکل ۵-۷ نشان داده شده‌است.

تماس بررسی وضعیت سفارشات هنگام ورود به سمت یک ماژول Assign (تصویر ۵-۲۱) فرستاده می‌شوند که در آنجا نوع موجودیت برابر Order Status Call و تصویر آن، Picture.BlueBall خواهد شد.

با این تماس‌ها به‌طور خودکار و با استفاده از سیستم تلفنی برخورد می‌شود و این بدان معناست که این موجودیت‌ها همانند تماس‌های ورودی و یا تماس‌های پشتیبانی فنی دچار معطلی خواهند شد.

| Expression - Advanced Process |        |         |                   |
|-------------------------------|--------|---------|-------------------|
| Name                          | Rows   | Columns | Expression Values |
| 1 Tech Time                   | 1 rows |         |                   |

Double-click here to add a new row.

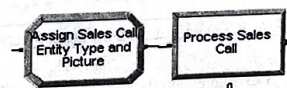
| Expression Values |
|-------------------|
| TRIA(3,8,18)      |

شکل ۵-۵: دیتا ماژول Expression

#### ۵-۳-۵- تماس‌های فروش

تماس‌های فروش از ماژول Decide در بخش ۵-۴-۱ به این قسمت مدل فرستاده شده‌اند. منطق مدل‌سازی تماس‌های فروش بسیار شبیه به آن چیزی است که برای تماس‌های بخش پشتیبانی فنی شرح دادیم. با این وجود تعداد ماژول کمتری (دقیقاً دو ماژول) نسبت به قبل نیاز است، زیرا در اینجا پیچیدگی ناشی از تنوع محصولات و منابع مختلف وجود ندارند. منطق لازم جهت مدل‌سازی این بخش در ادامه آورده شده و نمای ماژول‌های فلوچارتی متناظر در شکل ۵-۶ نمایش داده شده‌است.

تخصیص شکل و نوع مناسب به موجودیت‌ها  
گرفتن منبعی از بخش فروش  
انتظار جهت خدمت‌دهی  
آزادسازی منبع فوق



شکل ۵-۶: منطق تماس‌های فروش

تماس فروش ورودی به سوی یک ماژول Assign فرستاده می‌شوند که در آنجا ما نوع موجودیت را SalesCall و عکس موجودیت را Picture.GreenBall قرار می‌دهیم (تصویر ۵-۱۹). سپس تماس ورودی به سمت یک ماژول Process پیش می‌رود (تصویر ۵-۲۰) که در آنجا یک واحد از منبع Sales اشغال شده و زمانی معادل توزیع TRIA(4,15,45) (توزیع مثلثی)، منتظر خدمت‌دهی مانده و سپس منبع اشغال شده آزاد می‌شود.

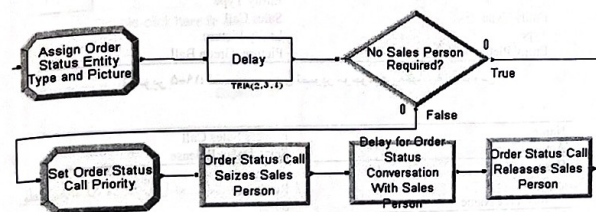
Delay از این قاعده پیروی می کند. در مازول Delay ما واحد دقیقه را انتخاب کردیم که با تنظیمات برنامه سازگار باشد. اگر مازول Delay را از پانل Advanced Process انتخاب می کردیم، فیلدی برای انتخاب واحد زمانی قابل تنظیم بود. وقتی از مازول Store برای جای دادن موجودیت ها استفاده شود، ارنه به طور خودکار نام انبار را در دیتا مازول Storage وارد خواهد کرد. ولی در اینجا به سبب استفاده از مازول Delay از پانل Blocks باید از طریق دیتا مازول Storage نام Order Status Delay Storage را در فیلد Storage name وارد کنید.

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| Label      | Order Status Delay         |
| Duration   | TRIA(2, 3, 4)              |
| Storage ID | Order Status Delay Storage |

تصویر ۵-۲۲: مازول Delay از پانل Blocks

پس از تکمیل فرایند Delay، موجودیت ها وارد یک مازول Decide می شوند - تصویر ۵-۲۳- که در آن در مورد نیاز به اتصال خط به یک مسئول فروش تصمیم گیری می شود. اگر نیاز فوق وجود نداشته باشد، موجودیت به سمت خروجی سیستم هدایت می شود و در غیر این صورت لازم است تا یک مسئول فروش توسط موجودیت اشغال شود تا فرایند تماس کامل شود. ما به دلخواه

همچنان که در دو مورد قبلی می خواستیم تماسها را در زمان انتظار بروی انیمیشن نمایش دهیم، می توانیم مانند دو مورد قبل از ترکیب سه مازول Store-Delay-Unstore استفاده کنیم.



شکل ۵-۲۵: منطق تماس های بخش وضعیت سفارشات

| Name           | Assign Order Status Entity Type and Picture |
|----------------|---------------------------------------------|
| Assignments    |                                             |
| Type           | Entity Type                                 |
| Entity Type    | Order Status Call                           |
| Type           | Entity Picture                              |
| Entity Picture | Picture: Blue Ball                          |

تصویر ۵-۲۱: تخصیص نوع و تصویر موجودیت به تماس های بخش وضعیت سفارشات

ولی در اینجا اجازه دهید تا رویکردی متفاوت داشته باشیم و مازول Delay را از پانل Blocks انتخاب کنیم. با استفاده از این مازول می توان همان کاربرد را منظور کرد. زیرا این مازول عملیات Store/Unstore را توأمان در نظر می گیرد. این موجودیت در انباری تعریف شده استقرار یافته و پس از منتظر ماندن زمان مشخص از این انبار بیرون برده می شود. ما داده های ورودی مربوط به Label (که همانند نام مازول است)، Duration (مدت زمان) و StorageID (شناسه انبار) را مطابق تصویر ۵-۲۲ وارد می کنیم.

توجه داشته باشید، زمانی که به روی مازول Delay کلیک می کنید، نمای صفحه گسترده ای برای آن وجود نخواهد داشت. این مطلب در مورد تمامی مازول های پانل های Blocks و Elements صادق است. هم چنین توجه داشته باشید که مبنای واحد زمانی تعریف شده در مازول های پانل Blocks متناظر با واحدی است که از طریق مسیر Run>Setup>Replication Parameters تنظیم شده باشد (به عنوان نمونه واحد زمانی مربوط به فیلد Duration در مازول

عدم نیاز به مسئول فروش را متناظر با شاخه True می‌ماژول Decide قرار دادیم (به همین ترتیب نام ماژول و درصد مرتبط با شاخه‌ی True متناظر با عدم نیاز به مسئول فروش وارد شده‌است).

| Name            | No Sales Person Required? |
|-----------------|---------------------------|
| Type            | 2-way by Chance           |
| Percentage True | 85                        |

تصویر ۳۳-۵: تعیین این‌که یک تماس در بخش وضعیت سفارشات به یک فرد از بخش فروش نیاز داشته باشد

در تشریح ابتدایی سیستم، ما اشاره کردیم که تماس‌های مربوط به وضعیت سفارشات به سمت کارکنان فروش فرستاده می‌شوند و با اولویت کمتری نسبت به تماس‌های فروش منتظر می‌مانند. این بدان معناست که اگر یک تماس مربوط به وضعیت سفارشات در صف انتظار برای پاسخگویی باشد و تماس جدیدی از نوع فروش برقرار شود، حق تقدم خواهد داشت و زودتر پاسخ داده خواهد شد (با این وجود تماس‌های فروش جدید بر تماس‌های وضعیت سفارشات که در حال پردازش هستند، حق تقدم نخواهند داشت).

در این لحظه، به منظور پیدا کردن راه حلی برای این موضوع می‌بایست گزینشی‌ترین و توضیح دهیم که چگونه اونا منابع را به موجودیت‌های در حال انتظار تخصیص می‌دهد. ما فعلاً امیدواریم که تمام موجودیت‌های منتظر یک منبع در یک صف و با حق تقدم یکسان وجود دارند، به‌طور عادلانه فرایند تخصیص را می‌گذرانند. هرچند اگر مکانهای متفاوتی در مدل وجود داشته باشند (صف‌های متفاوت-ترکیبات اشغال منابع) که در آن‌ها منابع یکسانی بتوانند تخصیص داده شوند، آنگاه قواعد خاصی به کار می‌روند. نخست اجازه دهید شرایط مختلف تخصیص یک منبع به یک موجودیت را بررسی کنیم.

- یک موجودیت یک منبع را درخواست می‌کند و منبع در دسترس می‌باشد.
- یک منبع آزاد می‌شود در حالی که چندین موجودیت از تنها یک صف آن را درخواست می‌کنند یا
- یک منبع آزاد می‌شود در حالی که چندین موجودیت از صف‌های مختلف آن را درخواست می‌کنند.

در دو مورد اول تقریباً واضح است که چه اتفاقی روی خواهد داد ولی در هر صورت ما آن‌ها را مورد بحث قرار خواهیم داد. اگر یک موجودیت یک منبع را درخواست کند و منبع در دسترس باشد، شما حدس بزنید، منبع به موجودیت اختصاص خواهد یافت. در حالت دوم منبع به موجودیتی

اختصاص می‌یابد که براساس قاعده صف‌بندی در اولیتی باشد. اونا چندین قاعده را برای صف‌بندی فراهم آورده‌است: اولین ورود-اولین خروج (FIFO)<sup>۱</sup>، آخرین ورود-اولین خروج (LIFO)<sup>۲</sup>، اولویت بالاتر برای مقدار کمتر (Low Value First) و اولویت بالاتر برای مقدار بیشتر (High Value First)<sup>۳</sup>. به‌طور پیش فرض، قاعده‌ی FIFO موجودیت‌ها را به نحوی مرتب می‌کند که موجودیتی که زمان بیشتری در صف انتظار بوده برای خدمت‌گیری اولویت بالاتری را داشته باشد. قاعده‌ی LIFO باعث می‌شود تا آخرین موجودیتی که وارد صف شده، در جلوی صف قرار گرفته (مانند محفظه‌های نگهداری نوشابه) و اول از منبع در دسترس استفاده می‌کند. در دو حالت آخر، موجودیت‌ها براساس مقدار یک خصیصه‌ی خاص در آن‌ها مرتب می‌شوند. به عنوان مثال ممکن است در هنگام ورود موجودیت‌ها، خصیصه زمان تحویل به آن‌ها اختصاص داده شود. اگر شما قاعده‌ی صف‌بندی را براساس کمترین مقدار این خصیصه انتخاب کنید، معادل آنست که صفی براساس قاعده زودترین زمان تحویل تشکیل داده باشید. با ورود موجودیت‌های متوالی، آن‌ها به نحوی در صف قرار می‌گیرند که زمانهای تحویل به صورت صعودی مرتب شده باشد.

در حالت سوم، که در آن بیش از یک صف حاوی موجودیت‌های درخواست خدمت می‌باشد، نحوه‌ی تخصیص منابع به موجودیت‌ها کمی پیچیده‌تر می‌باشد. نخست اونا به بررسی اولویت خدمت‌گیری صف‌ها می‌پردازد. اگر اولویت خدمت‌گیری (Seize Priorities) یکی از صف‌ها دارای مقدار کمتری باشد (یعنی اولویت بالاتر)، منبع مذکور به اولین موجودیت آن صف اختصاص خواهد یافت. ما می‌توانیم از این روش برای ماژول Process مربوط به منطق تماس‌های فروش استفاده کنیم و گزینه‌ی اولویت (Priority) را برابر (۱) High قرار دهیم. سپس می‌توان در ماژول Process مربوط به تماس‌های وضعیت فروش، مقدار اولویت برابر (۲) یا (۳) قرار داد.

این عمل، مشکل تخصیص منابع را برطرف خواهد کرد ولی اجازه دهید این بحث را ادامه دهیم و راه حل‌های دیگر را نیز بررسی کنیم. اگر همه‌ی اولویت‌ها برابر باشند، اونا از قاعده‌ی گره‌گشایی به‌طور پیش فرض استفاده می‌کند که بر طبق آن صرف‌نظر از صفی که موجودیت در آن قرار گرفته، موجودیتی منبع را اشغال می‌کند که زمان بیشتری را در صف گذرانده باشد. بنابراین اساساً یک قاعده‌ی گره‌گشایی FIFO بر ترکیبی از چندین صف اعمال خواهد شد.

این بدان معناست که اگر صف‌ها براساس زودترین موعد تحویل مرتب شده باشند لزوماً

1. First In First Out  
2. Last In First Out  
3. Tie-Breaking

منبع جاری  
منبع جاری

موجودیت دارای موعد تحویل کمتر منبع را دریافت نخواهد کرد زیرا براساس قاعده‌ی FIFO که بین صف‌ها اجرا می‌شود ممکن است موجودیتی که زمان بیشتری در صف بوده نسبت به موجودیت متناظر در صف دیگر که دارای موعد تحویل نزدیکتر است، اولویت خواهد داشت. برای حل این معضل بالقوه اونا از راه حلی در قالب یک صف مشترک (Shared Queue) بهره می‌برد. یک صف مشترک همانطور که از اسم آن برداشت می‌شود، صفی است که بین دو یا چند فعالیت به اشتراک گذاشته شود. در این صورت این امکان را خواهید داشت تا صرف‌نظر از جایی که فعالیت‌های شما در مدل قرار دارند، بتوانید همه‌ی موجودیت‌ها را در یک صف مشترک به انتظار بگذارید. برای تضمین این که یک موجودیت مستقر در صف مشترک در مکان مناسب در مدل جریان خود را ادامه دهد، اونا از نوعی دفترداری استفاده می‌کند. در مدل ما، هر تماس فروش و درصد کمی (۱۵٪) از تماسهای وضعیت سفارشات به منبع Sales نیاز دارند. از آنجا که این دو فعالیت جداگانه مدل‌سازی شده‌اند، ما از یک صف مشترک جهت درخواست یک منبع Sales استفاده کردیم. هر دو نوع این تماس‌ها براساس قاعده‌ی FIFO یا بیشترین زمان انتظار مرتب شده‌اند، بنابراین در این جا ضرورتی بر استفاده از صف مشترک نبود. با این وجود، یک صف مشترک امکان جمع‌آوری آمارهای ترکیبی را برای تعداد تماسهای در حال انتظار منبع Sales فراهم می‌آورد و هم‌چنین این قابلیت را دارد تا در صورت تمایل به مشاهده‌ی این صف در انیمیشن مدل، تمام موجودیت‌های در حال انتظار را در یک صف به نمایش گذارد. ما برای تماسهای فروش اولویتی را تعریف نکردیم ولی در آن‌ها اگر یک خصیصه برای موجودیتی معرفی نشده باشد، مقدار آن به‌طور پیش فرض صفر قرار خواهد گرفت. پس کانیست ماجرایی آن دسته از تماس‌های وضعیت سفارش که نیاز به منبع Sales دارند، خصیصه Sales Call Priority را تعریف و مقدار آن را برابر ۱ قرار دهیم (تا اولویت کمتری نسبت به تماس‌های فروش داشته باشند). تصویر ۲۴-۵ اطلاعات این مازول Assign را نشان می‌دهد.

| Label          | Set Order Status Call Priority |
|----------------|--------------------------------|
| Type           | Attribute                      |
| Attribute Name | Sales Call Priority            |
| New Value      | 1                              |

تصویر ۲۴-۵: تخصیص اولویت به تماس‌ها

نتیجه این خواهد شد که اولویت تماس‌های فروش (۰) بالاتر از اولویت تماس‌های وضعیت سفارش (۱) خواهد بود. در مرحله‌ی بعد ما موجودیت‌ها را به سمت یک مازول Seize می‌فرستیم.

ممکن است از خود پرسید چرا از مازول Process استفاده نکردیم. دلیل آن است که امکان تعریف صف با نامی غیر از نام مازول در مازول Process وجود ندارد در حالی که ما می‌خواهیم از یک صف مشترک استفاده کنیم.

ما در اینجا از یک صف مشترک استفاده می‌کنیم و بدین منظور نخست یک مازول Seize قرار داده و در فیلد مربوط به نام صف همچنان که در تصویر ۲۵-۵ می‌بینید، از لیست آبخاری موجود نام Process Sales Call.Queue را انتخاب می‌کنیم.

| Name          | Order Statuses Call Seizes Sales Person |
|---------------|-----------------------------------------|
| Resources     |                                         |
| Type          | Resource                                |
| Resource Name | Sales                                   |
| Quantity      | 1                                       |
| Queue Name    | Process sales Call.Queue                |

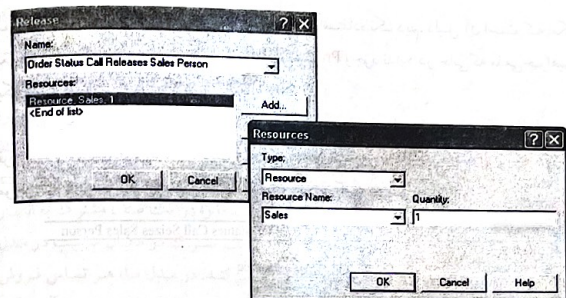
تصویر ۲۵-۵: مازول Seize مربوط به بخش وضعیت سفارشات

سپس می‌توانید از پانل Basic Process مازول Queue را باز کرده و با فعال کردن گزینه‌ی Shared در ردیف مربوط به این صف آن را به اشتراک بگذارید. پس از آن روی سلول Type کلیک کرده و گزینه‌ی Lowest Attribute Value. این کار به شما امکان می‌دهد تا از لیست آبخاری در سلول Attribute Name، خصیصه Sales Call Priority را انتخاب کنید. اکنون هر دو موجودیت تماس‌های وضعیت سفارشات و تماس‌های فروش در یک صف قرار می‌گیرند و از آنجا که تماس‌های فروش دارای اولویت صفر هستند، همواره در استفاده از منبع در دسترس، حق تقدم خواهند داشت.

بنابراین تماس‌های وضعیت سفارشات تنها زمانی می‌توانند از منبع استفاده کنند که هیچ تماس فروش منتظری در صف موجود نباشد. پس از اشغال منبع فروش، موجودیت‌ها وارد مازول Delay خواهند شد و زمانی را براساس توزیع احتمالی مثلثی (۱۰ و ۵ و ۲) را منتظر خواهند ماند (تصویر ۲۶-۵) و سپس به یک مازول Release (در پانل Advanced Process) که در آن‌جا منبع فروش را آزاد می‌کند (تصویر ۲۷-۵).

| Name       | Delay for Order Status Conversation With Sales Person |
|------------|-------------------------------------------------------|
| Delay Time | TRIA(2, 3, 4)                                         |
| Units      | Minutes                                               |

تصویر ۲۶-۵: زمان انتظار برای مکالمه با فردی از بخش فروش



| Name          | Order Status Call Release Sales Person |
|---------------|----------------------------------------|
| Resources     |                                        |
| Type          | Resource                               |
| Resource Name | Sales                                  |

تصویر ۵-۲۷: آزاد کردن منبع فروش به کارگرفته شده توسط تماس‌های بخش وضعیت سفارش

پس از آزادسازی منبع فروش، موجودیت‌ها به سمت خروجی سیستم روانه خواهند شد.

#### ۵-۴-۶- خروجی سیستم و تنظیمات اجرا

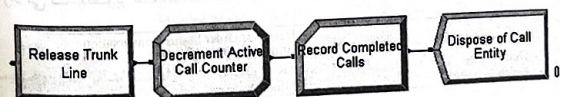
پس از تکمیل مأموریت موجودیت‌ها، تمامی تماس‌های پشتیبانی فنی، فروش و وضعیت سفارشات به بخش خروجی مدل فرستاده خواهند شد. منطق مربوط به این بخش مدل در زیر و ماژولهای فلوچارتی آن در شکل ۵-۸ نشان داده شده است.

آزادسازی منبع خط تلفن

کاهش شمارنده‌ی تماس‌های فعال

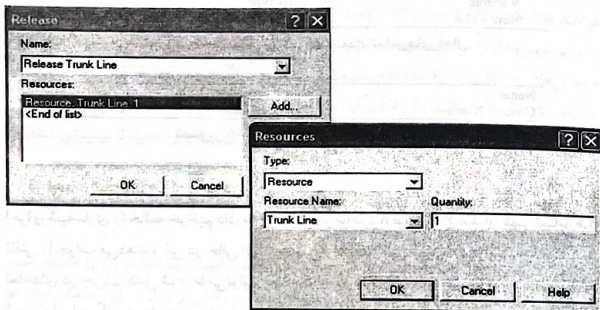
ثبت تماس‌های کامل شده

از بین بردن موجودیت



شکل ۵-۸: منطق خروجی سیستم

همان‌طور که در تصویر ۵-۲۸ نشان داده شده است، موجودیت‌های ورودی به سمت ماژول Release رفته که در آن‌جا ما منبع TrunkLine را آزاد می‌سازیم.



| Name          | Release Trunk Line |
|---------------|--------------------|
| Resources     |                    |
| Type          | Resource           |
| Resource Name | Trunk Line         |

تصویر ۵-۲۸: آزادسازی منبع خط تلفن

پس از خروج از ماژول Release، موجودیت‌ها به یک ماژول Assign وارد می‌شوند و در آنجا تعداد تماس‌های فعال (متغیر Total WIP) مطابق تصویر ۵-۲۹ کاهش می‌یابد. سپس با استفاده از یک ماژول Record تعداد تماس‌های تکمیل شده در متغیر شمارشی Completed Calls ذخیره می‌شوند (تصویر ۵-۳۰).

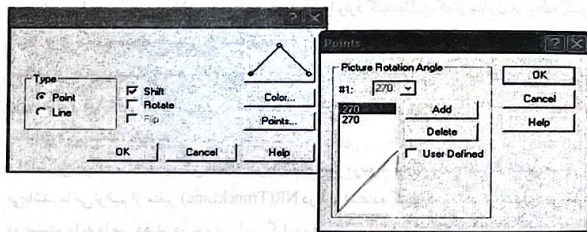
نهایتاً موجودیت‌ها از طریق یک ماژول Dispose از بین خواهند رفت.

پیش از آزمایش مدل، لازم است تا از طریق کادر محاوره‌ای RunSetup اطلاعات مربوط به عنوان پروژه، نام تحلیل‌گر و شرح پروژه را در سربرگ Project Parameters را وارد کنیم. هم‌چنین ما از تنظیمات پیش فرض برای بخش جمع‌آوری آمارها استفاده می‌کنیم که در نتیجه‌ی آن ما به‌طور خودکار آمارهای مربوط به موجودیت‌ها، منابع و صف‌ها را خواهیم داشت. حال به سراغ سربرگ Replication Parameters برویم که در آن مدل را تک تکرار بدون در نظر گرفتن زمان گرم شدن سیستم تعیین کرده و زمان اجرای تکرار را نامحدود و واحد زمانی مبنا را دقیقه انتخاب می‌کنیم.



قرار دادن ماژول‌ها ایجاد می‌شوند، را حذف کنید؛ سپس با استفاده از شیء Queue در نوار ابزار Animate دوباره آن را به انیمیشن مدل اضافه کنید. یک راه مناسب‌تر این است که روی صف‌ها کلیک کرده و دکمه‌ی Cut (یا فشردن کلیدهای ترکیبی Ctrl+X) را به منظور حذف کردن آن بزنید و سپس با استفاده از دکمه Paste (یا Ctrl+V) آن را به صفحه بازگردانید. ما برای چهار صف مورد نظر یعنی سه صف مربوط به بخش پشتیبانی فنی و یک صف مربوط به تماس‌های فروش از این روش استفاده کردیم.

همانطور که در شکل‌های ۹-۵ و ۱۰-۵ نشان داده شده‌است، ما مطابق آنچه در مدل‌های ۳-۳ (بخش ۳-۵-۲)، ۵-۳ (بخش ۳-۵-۳)، ۴-۴ (بخش ۳-۴-۴) و ۴-۴ (بخش ۴-۴-۴) داشتیم، انیمیشن مربوط به منابع پشتیبانی فنی و فروش را اضافه کردیم.



شکل ۱۰-۵: افزودن نقاط اشغال

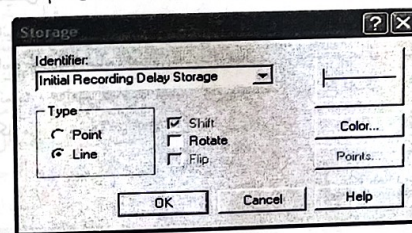
سپس جهت نشان دادن تعداد کل تماس‌های موجود در ناحیه‌های عمده‌ی مدل یعنی سه ناحیه‌ی تماس‌های بخش پشتیبانی فنی و ناحیه‌ی فروش، متغیرهایی را به انیمیشن اضافه می‌کنیم. ما برای دستیابی به این اطلاعات به روی انیمیشن از دو روش متفاوت استفاده کرده‌ایم. نخست نگاهی بیاندازید به آنچه برای بخش فروش انجام داده‌ایم. ما با استفاده از دکمه‌ی Variable از نوار ابزار Animate، یک متغیر به انیمیشن اضافه کردیم و عبارت زیر را برای آن تعریف کردیم:

$$NR(Sales) + NQ(ProcessSalesCalls.Queue)$$

عبارت فوق در هر لحظه، نمایشگر تعداد منابع فروش مشغول به علاوه‌ی تعداد تماس منتظر در صف می‌باشد.

ما برای بخش‌های پشتیبانی فنی از یک رویکرد متفاوت استفاده کرده‌ایم. متغیرهای نسبتاً

با قرار دادن تصاویر انباره‌ها جهت نمایش زمان‌های ضبط شروع می‌کنیم. شیء مرتبط با انیمیشن انباره‌ها در نوار ابزار Animate Transfer وجود دارد که البته ممکن است لازم باشد تا این نوار ابزار را به مدل اضافه کنید. با انتخاب دکمه‌ی Storage کادر محاوره‌ای Storage که در تصویر ۳۱-۵ می‌بینید، باز خواهد شد. شما می‌توانید با استفاده از لیست Identifier (شناسه)، انباره‌ی مورد نظر را انتخاب کنید. یک انیمیشن انباره گزینه‌های مشترکی در مقایسه با صف‌های انیمیشن در بر دارد. ما تنظیمات پیش فرض را برمی‌گزینیم که نتیجه‌ی آن نمایش خطی انباره خواهد بود. با فشردن Ok انباره‌ی خطی بر روی بخش انیمیشن جای خواهد گرفت. در نتیجه زمانی که یک موجودیت در انباره قرار گیرد، بر روی انیمیشن مدل نشان داده خواهد شد. همانند حالتی که در مورد صف‌ها داشتیم. پس از قرار دادن انباره‌ی مربوط به زمان انتظار ضبط اولیه، سپس انباره‌های مربوط به تماس‌های پشتیبانی فنی و زمانهای انتظار ضبط تماسهای وضعیت سفارش‌ها را قرار می‌دهیم.



تصویر ۳۱-۵: انیمیشن انباره

هر بار که یک ماژول Seize یا Process در مدل قرار می‌دهیم، ارنا به‌طور خودکار یک صف انیمیشن را ایجاد می‌کند. شما به سادگی می‌توانید این صف‌ها را در انیمیشن مدل جایجا کنید ولی نکته‌ی ظریفی در اینجا وجود دارد. این صف‌ها به ماژول‌هایشان وابسته هستند و اگر این صف‌ها را جایجا کنید و بعد از آن ماژول مربوطه را نیز حرکت دهید، متناظراً صف آن نیز حرکت خواهد کرد. اگر بخواهید ابتدا انیمیشن مدل را آماده کرده و سپس چیدمان ظاهری ماژول‌ها را به نحو بهتری تغییر داده و یا منطقی را به آن اضافه کنید، این مسئله برای شما نسبتاً مزاحمت ایجاد خواهد کرد. دو روش برای غلبه به این مشکل وجود دارد. نخست آن که تمامی این صف‌ها که همزمان با

زیادی در ارنّا وجود دارند. بنابراین پیشنهاد می‌کنیم از راهنمای ارنّا برای شناخت متغیرهای موجود در نرم‌افزار استفاده کنید. برای نیازی که ما داریم، یک متغیر مناسب در ارنّا وجود دارد. به ازای هر ماژول Process که در مدل قرار می‌دهید، ارنّا به‌طور خودکار یک متغیر به نام NAME.WIP تعریف می‌نماید که کلمه‌ی NAME همان نام ماژول می‌باشد. هم‌چنین زمانی که یک ماژول Process استفاده می‌شود، ارنّا بعنوان بخشی از انیمیشن استاندارد آن ماژول در نزدیکی صف مربوطه آن متغیر را نشان می‌دهد. اگر زمانی اجرای مدل متوقف است، به مدل نگاهی بیاندازید، عدد صفر قرمز رنگی را زیر هر ماژول Process مشاهده خواهید کرد.

برای پشتیبانی فنی نوع ۱، متغیر ProcessProductType1TechCall.WIP تولید خواهد شد. شما می‌توانید متغیر فوق را با استفاده از دکمه‌ی Variable اضافه کنید. لازم به ذکر است که نام این متغیر در لیست فیلد Name نیست و شما باید آن را وارد کنید یا این که از ماژول مربوطه کپی کنید. برای ادامه‌ی ایجاد انیمیشن از دستورهای Copy و Paste استفاده شده‌است. با این که ارنّا استفاده از چندین صف یا منبع یا نام یکسان در انیمیشن را مجاز نمی‌داند، ولی در مورد متغیرها این امکان وجود دارد. ما از این رویکرد برای اضافه کردن سه متغیر مربوط WIPهای بخش‌های پشتیبانی فنی استفاده کردیم.

آخرین موردی که به انیمیشن اضافه کرده‌ایم، متغیر مربوط به تعداد خطوط تلفن مشغول می‌باشد. ما می‌توانیم از متغیر NR(TrunkLine) در ارنّا استفاده کنیم که تعداد تماس‌های موجود در سیستم را به ما می‌دهد. در عوض این کار، به منظور ارائه دید بهتری از تغییرات تقاضا در سیستم، ما از یک نمودار برای نمایش این متغیر استفاده کردیم. برای تکمیل انیمیشن مدل، چند برجسب و رنگ زمینه را نیز اضافه می‌کنیم. اگر مدل را اجرا کنید با نگاه به نمودار مربوط به خطوط مشغول، ممکن است متوجه شوید که سیستم بیشتر اوقات پر یا نزدیک به پر است. خطی که در ارتفاع ۲۶ امین واحد از محور عمودی نمودار وجود دارد، منطق مربوط به ورودی‌های سیستم را تأیید می‌کند. بنابراین زمانی که ۲۶ خط، مشغول باشد، ورودی‌ها اجازه‌ی ورود نخواهند داشت. با مراجعه به نتایج مدل، می‌بینیم که ۷۳۵ تلاش برای تماس انجام شده که ۶۴۴ عدد از آن‌ها به‌طور کامل خدمت‌دهی شده‌اند و ۹۱ عدد از آن‌ها رد یا از خدمت‌گیری منع شده‌اند. هم‌چنین ممکن است متوجه شده باشید که مدت زمان کل اجرای شبیه‌سازی ۶۴۱ دقیقه بوده‌است که ۴۱ دقیقه‌ی اضافی مربوط به خدمت‌دهی تماس‌هایی است که پس از ساعت ۶ بعدازظهر در سیستم وجود داشته‌اند. دقت کنید که مقدار صفر در نمودار خطوط مشغول، خود گواهی بر تکمیل خدمت‌دهی و خالی شدن هستیم از تماس‌های مشتریان می‌باشد. در اینجا مدل ۱-۵ کامل می‌شود.

#### ۵-۵-۲: سیستم مرکز تماس توسعه یافته

در تهیه مدل‌هایی از سیستم‌های واقعی، شما می‌خواهید مدل‌تان را تا حد امکان ساده نگهدارید و هم‌چنین می‌خواهید مدل به‌طور دقیق رفتار واقعی سیستم را به تصویر بکشد. هدف غایی و نهایی عبارت است از استفاده‌ی مدل در جهت کشف به صرّفه‌ترین راه برای افزایش سطح خدمت‌دهی یا رضایت مشتری. ما می‌خواهیم اثر تغییراتی از قبیل افزایش تعداد خطوط تماس یا تغییر سطوح کارکنان را بر اهداف مذکور مورد بررسی قرار دهیم. اگرچه مدل فعلی امکان بررسی این تغییرات را به ما می‌دهد اما فاقد جزئیات لازم است. بنابراین بیاید شرح مسئله را بازمینی کرده و تعیین کنیم که چه جزئیاتی و در کدام قسمت‌های مدل بایستی اضافه شود.

#### ۵-۵-۱: تشریح جدید مسئله

اجازه دهید تا با بررسی جزئیات مربوط به ورود تماس‌ها شروع کنیم. به‌طور واقعی شرح ورودی تماس‌ها در این سیستم، در طول روز با توجه به یک فرایند پواسن پویا تغییر می‌کند. این نوع فرایند ورود در چنین سیستم‌هایی معمول است. بنابراین می‌بایست داده‌های مربوط به ورود تماس‌ها در هر ساعت در بازه‌های سی دقیقه‌ای در طول اجرای سیستم را جمع‌آوری کنیم. این نرخ‌های ورودی در جدول ۵-۲ ارائه شده‌است.

جدول ۵-۲: نرخ ورود تماس‌ها

| نرخ | زمان           | نرخ | زمان           | نرخ | زمان          | نرخ | زمان         |
|-----|----------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|--------------|
| ۸۰  | ۸:۳۰ تا ۹:۰۰   | ۲۰  | ۱۱:۳۰ تا ۱۲:۰۰ | ۷۵  | ۱۲:۳۰ تا ۱:۰۰ | ۱۱۰ | ۱:۳۰ تا ۲:۰۰ |
| ۳۵  | ۹:۳۰ تا ۱۰:۰۰  | ۳۵  | ۱۱:۳۰ تا ۱۲:۰۰ | ۷۵  | ۱۲:۳۰ تا ۱:۰۰ | ۹۵  | ۲:۳۰ تا ۳:۰۰ |
| ۴۹  | ۱۰:۳۰ تا ۱۱:۰۰ | ۴۵  | ۱۲:۳۰ تا ۱:۰۰  | ۹۰  | ۱:۳۰ تا ۲:۰۰  | ۱۰۵ | ۲:۳۰ تا ۳:۰۰ |
| ۵۹  | ۱۱:۳۰ تا ۱۲:۰۰ | ۵۰  | ۱۲:۳۰ تا ۱:۰۰  | ۹۵  | ۱:۳۰ تا ۲:۰۰  | ۱۲۰ | ۲:۳۰ تا ۳:۰۰ |
| ۶۴  | ۱۲:۳۰ تا ۱:۰۰  | ۷۰  | ۱:۳۰ تا ۲:۰۰   | ۱۰۵ | ۲:۳۰ تا ۳:۰۰  | ۱۲۰ | ۲:۳۰ تا ۳:۰۰ |

سپس نگاهی به وضعیت کارکنان بیندازید. اگرچه در مدل اولیه‌ی ما سطح نیروی کاری در بخش‌های فروش و پشتیبانی فنی ثابت فرض شده‌است ولی در واقع سطح نیروی کار در طول روز تغییر می‌یابد. در بخش فروش، شش نفر وجود دارند که طبق یک برنامه‌ی زمانی متناوب در روز کار می‌کنند. به‌طور خلاصه این برنامه عبارتست از (تعداد افراد در بازه زمانی(دقیقه):

1@60, 3@60, 4@90, 5@60, 6@60, 5@90, 6@90, 5@30, 3@60, 2@60

کارکنان بخش پشتیبانی فنی، هشت ساعت در روز کار می‌کنند و یک استراحت نیم ساعته برای صرف ناهار خواهند داشت (هشت ساعت کاری شامل زمان صرف ناهار نمی‌شود). بازده نفر در این بخش وجود دارند که برنامه زمانی کار آن‌ها در جدول ۳-۵ آورده شده‌است. چاریتی و نووا با تماس‌های مربوط به محصول نوع ۱، تیرنی و آیدان و اما با تماس‌های مربوط به محصول نوع ۲ و شلی، چنی و کریستی با تماس‌های مربوط به محصول نوع ۳ سروکار دارند. مولی به مشتریان محصول‌های نوع ۱ و ۳، اما و سامی به مشتریان هر سه محصول خدمت می‌دهند.

جدول ۳-۵: برنامه زمانی بخش پشتیبانی فنی

| نام    | محصول     | بازه‌های زمانی (۳۰ دقیقه) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|-----------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|
|        |           | ۲۲                        | ۲۱ | ۲۰ | ۱۹ | ۱۸ | ۱۷ | ۱۶ | ۱۵ | ۱۴ | ۱۳ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۰ | ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ |
| چاریتی | ۱         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| نووا   | ۱         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| مولی   | ۲ و ۱     |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| آنا    | ۳ و ۲ و ۱ |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| سامی   | ۳ و ۲ و ۱ |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| تیرنی  | ۲         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| آیدان  | ۲         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| اما    | ۲         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| شلی    | ۳         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| چنی    | ۳         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| کریستی | ۳         |                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |

نکته‌ی کوچک دیگری نیز وجود دارد که ما در مدل اولیه از آن چشم پوشی کردیم. چهار درصد از تماس‌های فنی پس از پایان مکالمه‌ی تلفنی نیاز به رسیدگی بیش‌تری دارند. سؤالات مربوط به این تماس‌ها جهت پاسخ‌دهی به گروه فنی دیگری که خارج از محدوده‌ی مدل ما می‌باشند، فرستاده می‌شوند. چنین برآورد شده است که زمان پاسخ‌گویی به این سؤالات از توزیع نمایی با میانگین ۶۰ دقیقه می‌باشد.

نتیجه‌ی این پاسخ‌گویی به همان کارمندی که تماس اولیه را جواب داده بود، بازگردانده می‌شود. این فرد سپس با مشتری تماس می‌گیرد که زمان آن بر اساس توزیع مثلثی (۲ و ۴ و ۹) خواهند بود. این تماس‌های برگشتی به یکی از خطوط ۲۶ گانه نیاز دارند و اولویت بالاتری نسبت

به تماس‌های ورودی خواهند داشت. اگر تماس بازگشتی در همان روزی که تماس اولیه برقرار شده است، تکمیل نشود، در روز بعد ادامه‌ی فرایند پاسخ‌دهی ادامه خواهد یافت.

اگر بخواهیم اثر تغییر سطح کارکنان را بر افزایش رضایت‌مندی مشتری بررسی کنیم، لازم است جزئیات بیشتری در مورد زمان پر شدن سیستم داشته باشیم. بنابراین شمارشگرهایی را به مدل اضافه می‌کنیم تا تعداد تماس رد شده طی هر ساعت کاری را محاسبه کنیم.

#### ۵-۲- مفاهیم جدید

مدل پیشرفته‌ی ما به دو مفهوم جدید نیاز دارد. نخست آن که نرخ ورود در طول زمان تغییر می‌کند. دوم آنکه وقتی یک تماس سعی در برقراری ارتباط با یک کارمند بخش فنی دارد، آن در واقع سعی در گرفتن یک منبع از یک مجموعه‌ی تعریف شده و آماده برای خدمت را دارد. بیایید پیش از ساختن مدل به بحث در مورد هر یک از این مفاهیم بپردازیم.

ما با فرایند ورود شروع می‌کنیم که نرخ آن در طول زمان متغیر است. این نوع از فرایند ورود نسبتاً در سیستم‌های خدماتی کاربرد دارد و بایستی با رویکردی متفاوت با آن برخورد کرد. ورودی‌ها در بسیاری از سیستم‌ها به صورت فرایند پواسن همگن<sup>۱</sup> مدل‌سازی می‌شوند که در آن ورودی‌های مختص به یک زمان خاص از زمان دیگر مستقل می‌باشند ولی میانگین نرخ ورود در طول زمان ثابت است (این مطلب برای آن دسته از شما که علاقه‌ی چندانی به احتمالات ندارید، بدان معناست که توزیع زمان بین ورود، نمایی با میانگین ثابت است. ممکن است این موضوع را درک نکرده باشید ولی این نوع فرایند ورود را در مدل‌های قبلی مان استفاده کرده بودیم (به استثناء مدل ۴-۵ که جهت نشان دادن یک نکته‌ی خاص ساخته شده بود). تغییر کوچکی نسبت به این فرایند ورود برای ورود قطعات نوع B در مدل ۴-۴ داده شده بود که در آن قطعات در دسته‌های چهارتایی وارد می‌شدند. بنابراین هر دسته با فرایند پواسن ایستا وارد می‌شد. در این مدل میانگین نرخ ورود تابعی از زمان است (این نوع از ورودها براساس فرایند پواسن ناهمگن<sup>۲</sup> مدل‌سازی می‌شوند. یک روش واضح ولی نادرست در مدل‌سازی این مسائل عبارت است از وارد کردن توزیع نمایی به عنوان زمان بین ورودها به نحوی که میانگین آن متغیری باشد که در بازه‌های مختلف زمانی، مقادیر متفاوتی داشته باشد. بعنوان مثال می‌توان هر سی دقیقه، میانگین را تغییر داد. اگر تغییرات در هر بازه نسبت به بازه‌های قبلی و بعدی ناچیز باشد، این روش تقریبی

1. Stationary Poisson Process  
2. Non-stationary Poisson Process

قابل کاربرد می‌باشد ولی اگر تغییرات نرخ ورود در بازه‌های زمانی قابل توجه باشد، این روش نتیجه‌ی گمراه‌کننده و نادرستی را به دنبال خواهد داشت. برای نشان دادن این مطلب یک مثال با تغییرات زیاد میانگین را بررسی می‌کنیم. فرض کنید دو دوره‌ی زمانی ۳۰ دقیقه‌ای داریم که نرخ ورود در بازه‌ی نخست، سه (میانگین ورود در هر ساعت) یا متوسط زمان بین دو ورود معادل بیست دقیقه و نرخ ورود در بازه‌ی دوم ۶۰ می‌باشد. در نظر بگیرید که آخرین ورود در دوره‌ی نخست در بیست و نهمین دقیقه روی دهد. ورودی بعدی نیز در این بازه می‌بایست با استفاده از میانگین بین ورود معادل ۲۰ دقیقه تولید شود. استفاده از توزیع نمایی با میانگین ۲۰ دقیقه، به راحتی مقادیر بیشتر از ۳۱ تولید خواهند شد<sup>۱</sup> و این باعث می‌شود تا در بازه‌ی دوم هیچ ورودی نداشته باشیم و این در حالی است که به‌طور میانگین در بازه‌ی دوم می‌توانیم ۳۰ ورودی داشته باشیم<sup>۲</sup>. با استفاده از این رویکرد ساده به‌طور کل هر گاه نرخ از یک بازه به بازه‌ی دیگر افزایش یابد، ما شاهد کاهش تعداد ورودی‌ها در بازه‌ی دوم خواهیم بود و بالعکس.

در این صورت، مهم است که بتوانیم چنین فرایند ورودی را به‌طور دقیق مدل‌سازی و تولید کنیم زیرا چنین فرایندهایی در اغلب سیستم‌های واقعی موجود است و چشم‌پوشی از لحاظ نمودن این فرایندها، می‌تواند ایرادهای جدی در اعتبار مدل ایجاد کند و نیز کمترین و بیشترین مقدار مربوط به پارامترها و متغیرهای شبیه‌سازی اثر قابل توجهی بر عملکرد سیستم خواهند داشت. خوشبختانه، اونا یک قابلیت داخلی جهت تولید ورودی‌های پواسن ناممکن در مازول Create دارد.

دومین مفهوم جدیدی که در اینجا ارائه شده مستلزم مدل‌سازی یک موجودیت به نحوی است که در هنگام ورود به یک مکان یا موقعیت از بین چندین شیء مشابه (نه کاملاً یکسان) یکی را انتخاب کند. شیوه‌ی معمول در این مواقع عبارتست از انتخاب یک منبع آماده از مجموعه‌ی منابع. فرض کنید که سه اپراتور داریم با نام‌های شون، لین و مایکل. هر کدام از آن‌ها می‌توانند

۱- احتمال وقوع این پدیده برابر است با:  $0.21 = 1 - e^{-0.21}$  در واقع این مقدار معادل است با احتمال شرطی عدم ورود در بازه‌ی دوم بشرط آنکه آخرین ورود در بازه‌ی اول در دقیقه ۲۹ صورت گرفته باشد. این حالت مطلوب ما نیست زیرا ما می‌خواهیم احتمال غیرشرطی عدم ورود در بازه‌ی دوم را به دست آوریم. حل این مسئله ممکن ولی پیچیده است. با این وجود به‌سادگی می‌توان حد پایین این احتمال را از طریق محاسبه بیشتر شدن فاصله‌ی زمانی بین دو ورود متوالی از ۶۰ دقیقه، به دست آورد به نحوی که این فاصله زمانی دارای توزیع نمایی با میانگین ۲۰ دقیقه باشد. این روش به دلیل آنکه بر اساس الگوی احتمالی بازه‌ی اول در نظر گرفته شده است؛ نادرست بوده و تنها احتمال عدم ورود در بازه‌ی دوم را نتیجه خواهد داد. اکنون ادعای متن را مطالعه کرده و به پاروئی شماره ۲ مراجعه کنید.

۲- احتمال عدم ورود در بازه‌ی دوم برابر است با:  $0.93576 \times 10^{-31} = e^{-0.93576}$

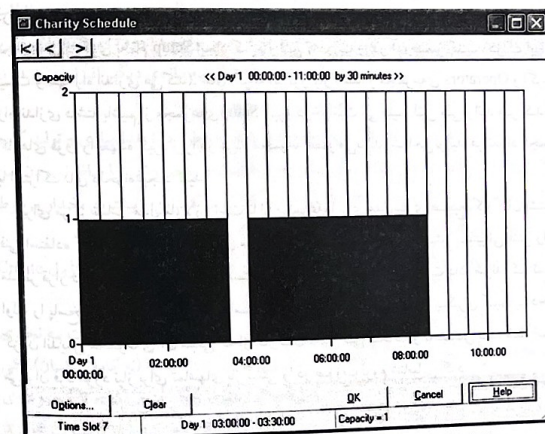
وظیفه‌ی مورد نیاز را انجام دهند و شما می‌خواهید در صورت در دسترس بودن، یکی از آن‌ها را انتخاب کنید. دیتا مازول Set مبتنی را برای این عملیات فراهم می‌آورد. مجموعه‌ها در اونا عبارتند از گروهی از اشیاء همسان که اعضای این گروه بوسیله‌ی یک نام مشترک (نام مجموعه) و یک اندیس منحصر بفرد قابل فراخوانی می‌باشند. اشیایی که یک مجموعه را تشکیل می‌دهند، اعضای مجموعه نامیده می‌شوند. اعضای یک مجموعه می‌بایست از یک نوع باشند مانند منبع، صف، تصاویر و غیره. شما می‌توانید هر نوع از اشیای اونا را بسته به نیاز خود در مجموعه‌ها قرار دهید. هم‌چنین یک شیء می‌تواند در چندین مجموعه به‌طور هم‌زمان عضو شود. فرض کنید در مجموعه‌ی Operators، لین بتواند کار راه اندازی را نیز انجام دهد. بنابراین ما می‌توانیم مجموعه‌ی دیگری به نام Setup ایجاد کنیم و لین و دوگ را در آن عضو کنیم (دوگ اپراتور نیست و تنها راه اندازی می‌کند). حال اگر به اپراتور نیاز باشد از مجموعه‌ی Operators و اگر کار راه اندازی داشته باشیم از مجموعه‌ی Setup نیرو درخواست می‌کنیم. لین می‌تواند هر کدام از کارهای فوق را بعهده گیرد زیرا در هر دو مجموعه عضو می‌باشد. شما می‌توانید هر تعداد مجموعه با اشتراک‌های دلخواه ایجاد کنید.

برای مرکز تماس مدل ما، لازم است تا از مجموعه‌ها برای مدل‌سازی صحیح کارکنان پشتیبانی فنی استفاده کنیم. هم‌چنین باید نحوه‌ی مدل‌سازی تماسهای برگشتی بخش پشتیبانی فنی را نیز مدنظر قرار دهیم. این‌ها منحصر بفرد هستند زیرا باید به همان فردی برگشت داده شوند که تماس اولیه را پاسخ داده است. بنابراین لازم است به نحوی مسئول تماس اولیه را پیگیری کنیم. با ذخیره کردن اندیس مجموعه‌ی آن منبعی که از کارکنان بخش فنی انتخاب و تخصیص داده شده است، می‌توان فرد مورد نیاز برای تماسهای بازگشتی را در صورت لزوم شناسایی کرد.

#### ۵-۳-۵- تعریف داده‌ها

در مدل ابتدایی، پنج دسته از منابع داشتیم (یکی مربوط به بیست و شش خط تماس، یکی برای بخش فروش و سه منبع برای کارکنان بخش پشتیبانی فنی). در مدل جدید، ما در کل ۱۳ منبع خواهیم داشت (یکی برای ۲۶ خط تلفن، یکی برای فروش و یازده منبع برای افراد بخش پشتیبانی فنی. تمامی منابع فوق به جز خطوط تلفن، از یک برنامه زمانی پیروی می‌کنند. در مورد برنامه زمانی در بخش ۴-۲ بحث کردیم) ما برای هر منبع یک برنامه زمانی جداگانه تعریف کرده‌ایم.

از آنجا که برخی از منابع دارای برنامه زمانی مشابهی هستند (بعنوان مثال چاریتی، تیرنی و شلی) می‌توان برنامه‌ی یکسانی برایشان تعریف نموده (ولی اینکار قدرت انعطاف‌پذیری مدل را برای تغییرات احتمالی در آینده کاهش خواهد داد). در ایجاد برنامه‌های زمانی کارکنان پشتیبانی فنی از ویرایشگر گرافیکی برنامه زمانی استفاده کرده‌ایم. تعداد تقسیمات زمانی (محور X) را برابر بیست و دو و بیشترین ظرفیت محور Y را برابر دو واحد قرار می‌دهیم (این مقدار را می‌توانستیم برابر یک واحد نیز قرار دهیم). تنظیمات فوق از طریق کادر محاوره‌ای Options قابل اعمال می‌باشد. برنامه‌ی زمان‌بندی چاریتی در شکل ۵-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۵-۱۱: ویرایشگر گرافیکی برنامه زمانی: برنامه زمانی چاریتی

اگر مدل‌سازی را همگام با ما انجام می‌دهید، مطمئن شوید که هر برنامه‌ی زمانی ۶۶۰ دقیقه روزانه از ۸ صبح تا ۷ بعد از ظهر را شامل می‌شود. حتی ممکن است مجبور شوید تعدادی از قسمت‌ها را به‌طور خالی و با مقدار صفر قرار دهید ولی دقت کنید که حداکثر ۲۲ ستون نیم ساعته در برنامه‌ی زمانی موجود باشد (ما در انتهای برنامه‌ی چاریتی این کار را انجام داده‌ایم). اگر چه به نظر می‌رسد که برنامه‌ی فوق کل ۶۶۰ دقیقه را پوشش می‌دهد ولی در واقع تنها ۱۷ ستون ابتدایی معادل

هشت و نیم ساعت پوشش داده شده‌است. ویرایشگر گرافیکی موجود فرض نمی‌کند که هر برنامه مربوط به یک روز کامل باشد. بلکه می‌تواند هر طولی از زمان را شامل شود. بنابراین در اینجا، برنامه‌ی زمانی روز بعد از دوره‌ی هجدهم آغاز خواهد شد در حالی که تنها هشت و نیم از روز یازده ساعته گذشته است. ما می‌توانیم گزینه‌ی "Remain at capacity when at the end of the schedule" (ظرفیت را تا پایان برنامه‌ی زمانی ثابت نگه دار) را فعال کنیم و ظرفیت متناظر برابر صفر قرار دهیم.

| Durations |       |          |
|-----------|-------|----------|
|           | Value | Duration |
| 1         | 1     | 7        |
| 2         | 0     | 1        |
| 3         | 1     | 9        |
| 4         | 0     | 5        |

شکل ۵-۱۲: پنجره صفحه گسترده Durations

با این کار، برنامه‌ی صحیحی در روز اول خواهیم داشت. ولی مشکل زمانی ایجاد می‌شود که بخواهیم چندین تکرار در اجرای مدل داشته باشیم و گزینه Initialize Between Replications: system (در کادر محاوره‌ای Run Setup) را انتخاب کنیم. مشکل استفاده از گزینه‌ی فوق، آن است که بعد از اولین تکرار، مقدار ظرفیت برابر صفر باقی خواهد ماند. بنابراین مطلوب ما آن است که مطمئن شویم ۵ دوره‌ی زمانی نیم ساعته پایانی در برنامه زمانی دارای ظرفیت صفر باشند. با راست کلیک کردن بر روی سلول‌های Duration در برنامه زمانی و انتخاب گزینه Edit via Dialog یا Edit via Spreadsheet می‌توانید مقادیر ظرفیت را تنظیم کنید. انتخاب گزینه‌ی ویرایش از طریق صفحه گسترده پنجره Durations را باز می‌کند که با دوبار کلیک کردن می‌توانید سطر جدید اضافه کرده و مقادیر مربوطه را وارد کنید. زوج مرتب  $(value, duration) = (0, 5)$  نشان‌دهنده‌ی ۵ بازه‌ی زمانی نیم ساعته با مقدار ظرفیت صفر خواهد بود که مشخصاً ادامه‌ی برنامه‌ی زمانی یازده ساعته را با مقدار صفر خواهد کرد. با انتخاب ویرایش از طریق کادر محاوره‌ای (Edit via Dialog)، کادر محاوره‌ای Durations باز خواهد شد و می‌توانید همان مقادیر را مانند آنچه در تصویر ۵-۳۲ می‌بینید، وارد کنید. اگر دوباره ویرایشگر گرافیکی را باز کنید، می‌بینید که پس از اضافه کردن این داده‌ها، ظاهری مثل قبل دارد. دقت داشته باشید و اطمینان حاصل کنید که هنگام خارج شدن از ویرایشگر، داده‌های اضافه شده (مانند ۵ و ۰) حذف نشده باشد.

فصل پنجم: مدل‌سازی عملیات با جزئیات بالا ۳۴۷

داده خواهد شد. در اینجا مشکلی پیش نخواهد آمد و آن ده دقیقه تأخیر در برنامه‌ی زمانی روز بعد خود را نشان خواهد داد و بالتبع تمامی تأخیرات و معطلی‌هایی از این قبیل در طول زمان روی هم جمع خواهند شد و اینجاست که مشکل پیش می‌آید.

ما برخی داده‌های هزینه‌ی (بیکاری در هر ساعت Idle/Hours و مشغول در ساعت Busy/Hours) را نیز برای کارکنان بخش پشتیبانی فنی و فروش در نظر گرفته‌ایم. نمای نهایی صفحه گسترده مربوطه در شکل ۵-۱۳ نشان داده شده‌است.

| Resource / Resource Name | Name        | Type              | Capacity | Schedule Name     | Schedule Rule | Hourly / Hour | Idle / Hour | Per Use | Status / Set Name | Failure | Report Statistics |
|--------------------------|-------------|-------------------|----------|-------------------|---------------|---------------|-------------|---------|-------------------|---------|-------------------|
| 1                        | Anna        | Based on Schedule | 20       | Anna Schedule     | Wait          | 0.0           | 0.0         | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 2                        | Theresa Lee | Fixed Capacity    | 20       |                   |               | 0.0           | 0.0         | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 3                        | Charley     | Based on Schedule |          | Charley Schedule  | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 4                        | Noah        | Based on Schedule |          | Noah Schedule     | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 5                        | Molly       | Based on Schedule |          | Molly Schedule    | Ignore        | 20            | 20          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 6                        | Anna        | Based on Schedule |          | Anna Schedule     | Ignore        | 22            | 22          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 7                        | Sammy       | Based on Schedule |          | Sammy Schedule    | Ignore        | 22            | 22          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 8                        | Tierney     | Based on Schedule |          | Tierney Schedule  | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 9                        | Aidan       | Based on Schedule |          | Aidan Schedule    | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 10                       | Emma        | Based on Schedule |          | Emma Schedule     | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 11                       | Shelley     | Based on Schedule |          | Shelley Schedule  | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 12                       | Jenny       | Based on Schedule |          | Jenny Schedule    | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |
| 13                       | Christie    | Based on Schedule |          | Christie Schedule | Ignore        | 18            | 18          | 0.0     | 0 rows            | 0       | 0                 |

شکل ۵-۱۳: پنجره صفحه گسترده Resource

پس از تعریف منابع، اکنون می‌توانیم مجموعه‌های مدل را با استفاده از دیتا مازول Set در پانل Basic Process تعریف کنیم. ما ابتدا سه مجموعه‌ی منابع را به صورت زیر تعریف می‌کنیم.

Product1: Charity, Noah, Molly, Anna, Sammy.  
Product2: Tierney, Aidan, Emma, Anna, Sammy.  
Product3: Selley, Jenny, Christie, Molly, Anna, Sammy.

محتویات این مجموعه‌ها متناظر با کارکنان بخش فنی مرتبط با هر نوع از محصولات می‌باشد. دقت کنید که مولی، آنا و سامی در بیش از یک مجموعه قرار دارند. هم‌چنین توجه داشته باشید که بنا به یک دلیل سنجیده و به‌طور هماهنگ این سه کارمند را در انتهای تمامی مجموعه‌ها لیست کرده‌ایم. به عنوان مثال، محصول ۱ را در نظر بگیرید که به ترتیب شامل چاریتی، نووا، مولی، آنا و سامی می‌شود. در صورت امکان، ما می‌خواهیم نخست چاریتی یا نووا را به یک تماس ورودی تخصیص دهیم. زیرا آن‌ها فقط توانایی خدمت‌دهی به تماس‌های محصول ۱ را دارند. هم‌چنین ما از قاعده‌ی انتخاب Preferred Order (انتخاب براساس ترتیب) استفاده کرده‌ایم که بر اساس آن منابع مطابق با ترتیبی که در مجموعه لیست شده‌اند، تخصیص داده می‌شود (که در این جا از چاریتی

Value 0  
Duration 5  
تصویر ۵-۳۲: کادر محاوره‌ای Durations

ما هم‌چنین یک برنامه‌ی زمانی کارکنان فروش و فرایند ورود تهیه کردیم. شما برنامه‌ی زمانی فرایند ورود مشابه آنچه برای منابع انجام دادیم، تهیه کنید به استثنای سلول Type که در آن به جای Capacity باید Arrival را انتخاب کنید. در گام بعدی می‌بایست سیزده منبع را در دیتا مازول Resource تعریف کنیم. ما از گزینه‌ی Ignore برای قسمت نوع برنامه‌ی زمانی (Schedule Type) استفاده کردیم هرچند گزینه‌ی Wait مناسب‌تر به نظر می‌آید. اگر در هنگام پاسخگویی یک کارمند پشتیبانی فنی به یک تماس، زمان استراحت فرا رسد، کارمند تماس را تکمیل می‌کند و بعد از آن وقت استراحت خود را به صورت کامل خواهد گذراند (گزینه‌ی Wait). این گزینه هنگامی صحیح عمل می‌کند که یا تنها یک تکرار داشته باشیم و یا این که در ابتدای تکرارهای چندگانه، سیستم مقداردهی اولیه شود. اگر ما از گزینه‌ی Wait استفاده کنیم و یک منبع مجبور شود به‌خاطر منتظر ماندن برای مشتری ناهار خود را ده دقیقه به تأخیر بیندازد، باقی مانده‌ی برنامه‌ی زمانی آن روز نیز ده دقیقه شیفت

شروع می‌شود. در مدل ما، با استفاده از این رویکرد، سعی بر آن شده تا مولی، آنا و سامی در دسترس نگهداشته شود. زیرا می‌تواند به هر نوع از محصولات تخصیص داده شوند. ماژول Set به ما این امکان را می‌دهد تا مجموعه‌هایی از منابع، شمارنده‌ها، آماره‌های شمارشی، انواع و تصاویر موجودیت‌ها تشکیل دهیم. شما هم چنین می‌توان مجموعه‌هایی متشکل از هر نوع شیء موجود در اونا را با استفاده از دیتا ماژول Advanced Set در پانل Advanced Process ایجاد کنید. با کلیک بر روی دیتا ماژول Set و دوبار کلیک در صفحه گسترده جهت افزودن سطرهای جدید، یک مجموعه ایجاد کنید. ما در ایجاد اولیه اولین مجموعه‌ی منابع به‌طور کامل همراه شما خواهیم بود. در سلول مربوط به نام مجموعه عبارت Product1 را وارد کنید، سپس بر روی "0 Rows" در ستون Members دوبار کلیک کنید تا یک صفحه گسترده جهت لیست کردن اعضا باز شود و پس از آن با دوبار کلیک کردن یک سطح خالی باز کنید. از آن‌جا که ما منابع را تعریف کرده‌ایم، می‌توانید از لیست آشناری برای انتخاب نام منابع عضو در این مجموعه استفاده کنید. جهت افزودن اعضای اضافی به مجموعه تنها کافی است در ادامه‌ی لیست موجود، دوبار کلیک کنید تا سطر جدید ایجاد شود. نمای صفحه گسترده‌ی کامل شده‌ی اعضای مجموعه‌ی Product1 در شکل ۱۴-۵ نشان داده شده است. بنابراین شما باید این کار را برای ایجاد مجموعه‌های Product2 و Product2 تکرار کنید.

| Members |               |
|---------|---------------|
|         | Resource Name |
| 1       | Charity       |
| 2       | Noah          |
| 3       | Molly         |
| 4       | Anna          |
| 5       | Sammy         |

شکل ۱۴-۵: پنجره صفحه گسترده Members برای مجموعه Product 1

هم چنین یک مجموعه‌ی شمارنده (به نام Rejected Calls) را با ده عضو تعریف می‌کنیم از آن برای پیگیری تعداد تماس‌های رد شده (سیگنال‌های مشغول) در هر ساعت استفاده کنیم. برای این مجموعه، نخست ما ده شمارنده را با استفاده از دیتا ماژول Statistics (در پانل Advanced Process) با نام آماره‌ها را با عناوین Period01 تا Period10 و شمارنده‌های متناظرشان را با نام‌های Period01RejectedCalls تا Period10RejectedCalls (رقم صفر پیش از شماره‌های ۱ تا ۹ برای

آن است که در گزارش نتایج براساس ترتیب مناسب الفبایی لیست شوند). هم چنین گزینه‌ی Replicate را در سلول Initialize Option انتخاب کردیم تا همانند تنظیمات Run > Setup باعث شود تا شمارنده‌ها نیز همزمان با دیگر آماره‌ها، پس از هر تکرار صفر شوند. ما هم چنین می‌توانستیم گزینه‌ی Yes را انتخاب کنیم. اگر گزینه‌ی No را انتخاب و مدل را با چندین تکرار اجرا می‌کردیم، مقادیری که در پایان هر تکرار در شمارنده‌ها جای می‌گرفت، به عنوان مقدار اولیه‌ی همان شمارنده‌ها در تکرار بعدی قرار می‌گرفت بطوری که مقادیر گزارش شده در حین اجرای تکرار به صورت تجمعی خواهند شد. ورودی‌های مربوط به ۵ شمارنده‌ی نخست در شکل ۱۵-۵ نشان داده شده‌است.

|   | Name      | Type    | Counter Name             | Limit | Initialization Option |
|---|-----------|---------|--------------------------|-------|-----------------------|
| 1 | Period 01 | Counter | Period 01 Rejected Calls |       | Replicate             |
| 2 | Period 02 | Counter | Period 02 Rejected Calls |       | Replicate             |
| 3 | Period 03 | Counter | Period 03 Rejected Calls |       | Replicate             |
| 4 | Period 04 | Counter | Period 04 Rejected Calls |       | Replicate             |
| 5 | Period 05 | Counter | Period 05 Rejected Calls |       | Replicate             |

شکل ۱۵-۵: پنجره صفحه گسترده Statistic برای شمارنده‌ها

نمای دیتا ماژول Set تکمیل شده که دارای سه مجموعه‌ی منبع و یک مجموعه‌ی شمارنده است، در شکل ۱۶-۵ نشان داده شده است.

|   | Name           | Type     | Members |
|---|----------------|----------|---------|
| 1 | Product 1      | Resource | 5 rows  |
| 2 | Product 2      | Resource | 5 rows  |
| 3 | Product 3      | Resource | 5 rows  |
| 4 | Rejected Calls | Counter  | 10 rows |

شکل ۱۶-۵: پنجره صفحه گسترده Set

#### ۴-۵-۵- اصلاح مدل

ما مدل ۱-۵ که پیش از این ایجاد کرده بودیم را اصلاح خواهیم کرد تا مدل ۲-۵ را ایجاد کنیم. تقریباً اکثر مفاهیم لازم برای ماژول‌های مدل ۲-۵ را تا اینجا پوشش داده‌ایم و بنابراین شما را با جزئیات هر کدام از آن‌ها خسته نخواهیم کرد بلکه بر روی ماژول‌ها و مفاهیم جدید متمرکز خواهیم شد.

| Name            | Record Rejected Call for Current Hour |
|-----------------|---------------------------------------|
| Type            | Period                                |
| Value           | Count                                 |
| Record into Set | 1                                     |
| Counter         | Check                                 |
| Set Index       | Rejected Calls                        |
|                 | $AIN(TNOW/60)+1$                      |

تصویر ۳-۵: شمارش تماس‌های رد شده در بازه‌های یک ساعته

اکنون اجازه دهید به سراغ تغییراتی برویم که در بخش تماس‌های پشتیبانی مدل ایجاد کرده‌ایم. پنج مازول ابتدایی (تا پایان مازول Decide به نام Determine Product Type) همانند آنچه در مدل ۱-۵ داشتیم، باقی می‌مانند. ما به همراه شما گام به گام تغییرات لازم برای بخش پشتیبانی مربوط به محصول نوع ۱ را بررسی می‌کنیم و جهت مطالعه تفاوت‌های ایجاد شده برای دو نوع دیگر از تماس‌های بخش پشتیبانی فنی، شما را به فایل Model05-02.doe ارجاع می‌دهیم. مستقیماً بعد از مازول DetermineProductType، ما یک مازول Assign قرار دادیم که در آن سه تخصیص صورت گرفته است. ما نخست نوع و تصویر جدیدی را هر موجودیت تخصیص می‌دهیم که هم در گزارشات و هم در انیمیشن بتوان بین تماس‌های محصولات مختلف تمیز قرار داد. ما هم‌چنین یک خصیصه جدید به نام TechCallType تعریف کردیم که یک عدد صحیح از بین مقادیر ۱، ۲ و ۳ بسته به نوع محصول به موجودیت‌ها تخصیص خواهد داد. بزودی خواهید فهمید که چرا به این خصیصه جدید نیاز داریم. مازول Process که در پی آمده است، به جز در مورد اطلاعات مربوط به بخش منابع به همان شکل سابق است. دلیل لزوم ایجاد تغییرات در اطلاعات این بخش آنست که ما یک منبع به نام Tech1 در مدل ۱-۵ را با مجموعه‌ای از منابع به نام Product1 جایگزین کردیم. ما فیلد "نوع" (Type) را به Set تغییر داده و نام Product1 را در فیلد نام مجموعه وارد کرده‌ایم. هم‌چنین Preferred Order را برای قاعده‌ی انتخاب منابع وارد کرده و در فیلد Save Attribute یک خصیصه به نام TechAgentIndex تعریف کردیم تا کارمند مربوطه را ذخیره کنیم. هنگامی که مجموعه‌های منابع را تعریف می‌کنیم، ما کارکنان چند مهارتی و منعطف را در انتهای لیست کارکنان مربوط به هر مجموعه لیست می‌کنیم. به یاد بیاورید که مجموعه‌ی کارکنان شامل به ترتیب چاربتی، نووا، مولی، آنا و سامی می‌شود و بدان ترتیب دقت کنید که مولی، آنا و سامی را به عنوان آخرین منابع در مجموعه قرار داده‌ایم. بنابراین در صورت امکان ما می‌خواهیم ابتدا چاربتی یا نووا به تماس ورودی تخصیص داده شوند زیرا آن‌ها تنها توانایی انجام کار مربوط به محصول نوع اول هستند. قاعده‌ی انتخاب Preferred Order منابع را بر اساس ترتیب قرارگیری

از بخش مربوط به ورود تماس‌ها آغاز می‌کنیم. ما اولین تغییر را در مازول Create اعمال می‌کنیم که تماس‌های ورودی مدل را ایجاد می‌کند. در قسمت Time Between Arrivals، از لیست آشناری موجود، گزینه‌ی Schedule را انتخاب کردیم. هم‌چنین برنامه‌ی زمانی ArrivalSchedule که پیش از این ایجاد کرده بودیم، در فیلد Schedule Name وارد شده‌است. از آنجا که مازول Create از برنامه‌ی زمانی پیروی کرده و به‌طور خودکار از ورود موجودیت‌ها در ساعت یازدهم شبیه‌سازی جلوگیری می‌کند، ما می‌توانیم سه مازول مربوط به قطع کردن ورودی‌ها در مدل ۲-۵ را از مدل حذف کنیم. ما هم‌چنین مازول Assign به نام IncrementActiveCallCounter حذف کردیم که به منظور افزایش متغیر TotalWIP استفاده شده بود. ما از این متغیر در عبارت مربوط به شرط خاتمه‌ی شبیه‌سازی در قسمت Run>Setup مدل ۱-۵ بهره برده بودیم. ما متغیر NR(TrunkLine) را جایگزین متغیر TotalWIP می‌کنیم. ما به دو علت این کار را انجام دادیم. نخست آن که ما واقعاً به متغیر اول نیازی نداریم بنابراین با حذف این متغیر مدل جدید را ساده‌تر خواهیم ساخت. دلیل دوم آن است که استفاده از متغیر TotalWIP در منطق جدید برای مدیریت تماس‌های بازگشتی در بخش پشتیبانی فنی باعث بروز برخی مشکلات در مدل‌سازی می‌شود. ما می‌بایست زمانی که یک تماس به خارج سیستم فرستاده می‌شود، این متغیر را کاهش و زمانی که به سیستم باز می‌گردد، دوباره آن را افزایش بدهیم. بنابراین ما از یک روش ساده‌تر استفاده می‌کنیم که نیاز به این متغیر نبوده و آن را از مدل حذف کرده‌ایم. آخرین تغییر لازم برای این قسمت از مدل به مازول Record مربوط می‌شود که به منظور ثبت کردن تعداد تماس رد شده‌استفاده شده‌است. همان‌طور که پیش از این اشاره شد، ما تصمیم گرفتیم که تعداد تماس‌های رد شده را در ساعت را به دست آوریم.

برای انجام این منظور، ما ده شمارنده در دیتا مازول Statistics تعریف کرده و یک مجموعه از آن‌ها به نام RejectedCalls تشکیل می‌دهیم.

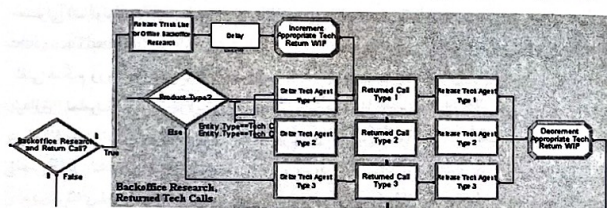
ما مازول Record را نیز حذف و بجای آن گزینه‌ی Record into Set را فعال و نام مجموعه را در آن جا وارد می‌کنیم. همچنانکه در تصویر ۳-۵ آمده است، ما سپس عبارت  $AIN(TNOW/60) + 1$  را ایجاد می‌کنیم که دوره‌ی زمانی جاری شبیه‌سازی را نتیجه می‌دهد. جهت فهمیدن نحوه‌ی عمل این عبارت توجه داشته باشید که TNOW مقدار ساعت داخلی ارنّا را نشان می‌دهد (برحسب دقیقه) و AINT تابع داخلی ارنّا است که اعداد را به سمت پایین گرد میکند، خروجی این عبارت مقادیر گسسته‌ایست که نشان‌دهنده ساعت (بدون دقیقه) اند.

آن‌ها در مجموعه تخصیص می‌دهد و در صورت وجود چندین منبع یکبار از ابتدای مجموعه (یعنی چاریتی) تخصیص را شروع می‌کند. در مدل ما، سعی بر آن شده است که مولی، آنا و سامی در دسترس باشند زیرا به خاطر دارید که آن‌ها می‌توانند به تمامی تماس‌ها رسیدگی کنند. هم‌چنین اندیس منبع را در خصیصه TechAgentIndex ذخیره کردیم چرا که در صورت نیاز به بررسی بیشتر و بازگشت تماس به سیستم باید بدانیم کدام شخص می‌بایست به ادامه‌ی خدمت‌دهی رسیدگی کند. بدین صورت تغییرات این بخش از مدل کامل می‌شود. ولی هنگام رسیدگی به تماس‌های بخش پشتیبانی فنی، ما جهت رسیدگی به تماس‌های فنی برگشت داده شده یک بخش جدید در مدل ایجاد خواهیم کرد. منطق متناظر با این بخش در ادامه آورده و ماژول‌های فلوچارتی آن در شکل ۱۷-۵ نمایش داده شده است.

اگر تماس مشتری نیاز به بررسی بیشتر دارد  
خط تلفن آزاد شود  
انتظار جهت بررسی  
افزایش متغیر TechReturnWIP  
تعیین نوع محصول و هدایت موجودیت  
اشغال منبع از بخش پشتیبانی فنی  
اشغال خط تلفن  
انتظار جهت خدمت‌دهی به تماس بازگشتی  
آزادسازی منبع مربوط به خط تلفن  
آزادسازی منبع پشتیبانی فنی  
کاهش متغیر TechReturnWIP  
فرستادن به سمت خروجی سیستم

موجودیت مرتبط با تماس تکمیل شده‌ی بخش فنی به سمت یک ماژول Decide به نام "Backoffice Research and Return Call" فرستاده می‌شود که در آنجا ۹۶٪ تماس‌ها کامل لحاظ شده (که در شاخه‌ی False قرار داده شده است) و به سمت خروجی سیستم که در مدل ۱-۵ نیز داشتیم، هدایت می‌شوند. ۴٪ باقی مانده (شاخه‌ی True) به سمت ماژول Release می‌روند که در آنجا خط تلفن آزاد می‌شود زیرا تماس قطع خواهد شد. ماژول Delay که بعد از آن آمده است، برای بررسی بیشتر توسط منابعی ناشناخته که خارج از محدوده‌ی این مدل در نظر گرفته شده‌است، موجودیت‌ها را طبق توزیع نمایی با میانگین ۶۰ دقیقه معطل خواهد کرد (هر گونه صفت‌بندی در این مرحله در قالب همان زمان نمایی با میانگین ۶۰ دقیقه گنجانده شده است). اگر

یک تماس وارد این ماژول شده و در حین انتظار، روز کاری پایان برسد، می‌بایست در روز بعد به کار خود ادامه دهند. از آنجا که مدل تنها برای یک روز کاری اجرا خواهد شد، خدمت‌دهی این چنین تماس‌ها در طول اجرای شبیه‌سازی تکمیل نخواهند شد. ما هم‌چنین یک شناسه انبار به نام BackOfficeResearchStorage تعریف می‌کنیم که بتوانیم این موجودیت‌ها را بر روی انیمیشن نمایش دهیم. پس از این انتظار موجودیت به یک ماژول Assign رفته که در آنجا آرایه‌ی یک بُعدی شامل متغیر TechReturnWIP را افزایش می‌دهیم که اندیس آن در آرایه برابر مقدار خصیصه TechCallType می‌باشد.



شکل ۱۷-۵: بخش تماس‌های فنی برگشتی

ما می‌توانیم این متغیر را در ماژول Assign تعریف کنیم ولی نخست لازم است دیتا ماژول variable را باز کرده و مقدار ۳ را در سلول Rows وارد کنید تا اندازه‌ی آرایه تعریف شود. سپس نوع محصول را با استفاده از یک بررسی N-شرطی در ماژول Decide به نام "Product Type" تعیین و تماس برگشتی را به شاخه‌ی مناسب هدایت می‌کنیم.

تماس بازگشتی مذکور باید یک خط تلفن (تماس‌های خروجی نیز مانند تماس‌های ورودی به خط تلفن نیاز دارند) و یک کارمند بخش پشتیبانی فنی را اشغال نماید. فردی برای رسیدگی به این تماس مناسب است که تماس اولیه را نیز جواب داده بوده است. ما موارد مربوط به محصول نوع ۱ را شرح می‌دهیم و دو نوع دیگر به طور مشابه خواهند بود. در ماژول Seize مربوطه، تماس برگشتی مربوط به محصول نوع ۱ از مجموعه کارمندان بخش پشتیبانی فنی منبعی را اشغال خواهد کرد. تشکیل صف در این جا ممکن است و ما از صف‌های مجزا (به همراه انیمیشن مربوط) استفاده می‌کنیم و میزان اولویت در اشغال منابع را برای این موجودیت‌ها برابر High(1) قرار می‌دهیم که در نتیجه‌ی آن تماس‌های برگشتی بر تماس‌های ورودی اولویت خواهند داشت. در این

ماژول فقط منبع بخش پشتیبانی فنی را اشغال کرده و به خط تلفن کاری نداریم (ولی این کار را در ماژول بعدی انجام خواهیم داد). هر تماس برگشتی باید همان منبعی را اشغال کند که نخستین بار در هنگام ورود به آن پاسخ داده بود؛ بنابراین جهت انتخاب منبع از قاعده‌ی Specified Member Selection استفاده کرده و برای اطمینان از انتخاب صحیح در فیلد SetIndex آیینم TechAgentIndex را تعیین می‌کنیم.

اکنون که نیروی مورد نظر در بخش فنی اشغال شده، از طریق ماژول Process بعدی، یک خط تلفن اشغال می‌شود. در این ماژول نیز اولویت تماس بازگشتی معادل (High(1 و از تماسهای معمولی (با اولویت متوسط) ورودی بالاتر می‌باشد. زمان انتظار پردازش بر مبنای عبارت ReturnedTechTime می‌باشد و پس از اتمام این زمان خط تلفنی آزاد می‌شود. اگر هیچ خط تلفنی هنگام ورود موجودیت در دسترس و آزاد نباشد، صف ایجاد خواهد شد. در حین زمان پردازش تماس تصویر موجودیت به‌طور دقیق بر ناحیه‌ی اشغال منبع نشان داده می‌شود و بنابراین در این قسمت تصویری مجزا برای صف‌ها بر روی انیمیشن وجود نخواهد داشت. پس از آن که تماس کامل شد، نیروی بخش پشتیبانی فنی از طریق ماژول Release بعدی آزاد خواهد شد.

در مرتبه‌ی نخست که ما این بخش را مدل‌سازی کردیم، تنها از یک ماژول Process با اولویت بالاتر برای اشغال همزمان نیروی بخش فنی و خط تلفن استفاده کردیم. زمانی که مدل را اجرا و به انیمیشن نظر کردیم، دریافتیم که این تماسهای برگشتی زمان زیادی را پیش از پردازش معطل می‌شدند. علت وقوع این مسئله آن است که در این رویکرد مدل‌سازی، زمانی یک موجودیت می‌تواند پردازش شود که هر دو منبع مذکور به‌طور همزمان در دسترس باشند. اگر تنها یکی از منابع فوق در دسترس باشد و سیستم مشغول باشد، بسیار محتمل است که موجودیت دیگری آن منبع را به خود تخصیص دهد. پس از آنجا که این موجودیت‌ها دارای اولویت بالا در اشغال منابع هستند، ما تصمیم بر آن گرفتیم که منابع را جداگانه اشغال کنیم. در واقعیت نیز هر یک از پرسنل فنی برای پاسخ به تماسهای برگشتی مربوط به خود، اولویت قائل هستند و (البته) در صورت نبود خط آزاد منتظر آزاد شدن یک خط می‌مانند. بنابراین همچنان که پیش از این شرح داده شده، با جداسازی این دو فعالیت اشغال منابع، منطق مدل را اصلاح کردیم.

به محض تکمیل فرایند پاسخ‌دهی به این تماسها، موجودیت‌های مربوطه به یک ماژول Assign وارد می‌شوند که در آنجا متغیر آرایه‌ای TechReturnedWIP کاهش می‌یابد. تماس کامل شده اکنون برای خروج از سیستم آماده شده است. در این حالت زمانی که یک تماس کامل شده آماده‌ی خروج می‌شود، هنوز خط تلفن را آزاد نکرده است. بنابراین ابتدا از طریق یک ماژول Release

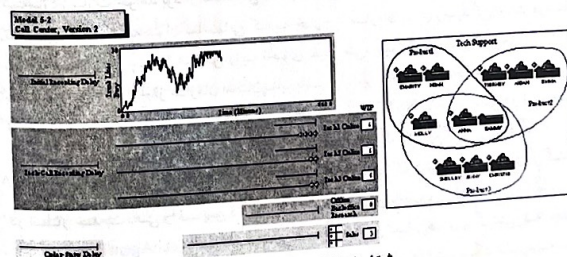
جهت آزادسازی خط تلفنی اشغال شده استفاده کرده‌ایم. حال که موجودیت‌ها خط تلفن را آزاد ساختند لازم است تا آن‌ها را به سمت ماژول Record می‌که در پی ماژول Release است، بفرستیم.

اگر دیتا ماژول Statistics را ببینید (پانل Advanced Process) ده ورودی از نوع شمارنده مشاهده می‌شود که قبلاً توضیح دادیم. هم‌چنین چهار آماره‌ی دیگر از نوع Time Persistent تعریف کردیم تا نتایج (میانگین زمانی، کمینه و بیشینه) مربوط به کل تعداد تماس‌ها در بخش تحقیقات خارج سازمانی (متغیر پیگیری NSTO (BackofficeResearchStorage) کل تعداد تماس‌های بخش پشتیبانی فنی از انواع مختلف محصولات که در سیستم وجود دارند (عبارات پیگیری کنند Tech1TotalOnlineWIP, Tech2TotalOnlineWIP, Tech3TotalOnlineWIP) را استخراج کنیم. مدل جدید نیازی به ایجاد تغییر در بخشهای تماسهای فروش و وضعیت سفارشات از مدل ۱-۵ ندارد. بنابراین دیگر لازم نیست تغییری در مدل اعمال کنیم.

اکنون اجازه دهید تا اصلاحات مربوط به انیمیشن مدل را مرور کنیم. سه انباره برای زمان ضبط، نمودار وضعیت بیکاری خطوط تلفن، متغیر موجودیت‌های در جریان بخش فروش و صف‌های انتظار مربوط به بخش‌های پشتیبانی فنی و فروش بدون تغییر نسبت به مدل ۱-۵ باقی می‌ماند. در ابتدا، منابع Tech1, Tech2, Tech3 و Tech را از انیمیشن حذف می‌کنیم. سپس نام متغیرهای متناظر با سه تصویر WIP را تغییر می‌دهیم تا با مشخصات مدل جدید هماهنگ شود. به عنوان نمونه ما نام متغیر WIP محصول نوع ۱ را از TechCall.WIP به Process Type1TechCall.WIP تغییر دادیم. این عبارت جدید را ما در دیتا ماژول Expression به نحوی تعریف کردیم که مقدار آن برابر است با (TechReturnedWIP + TechCall.WIP). ProcessProductType1TechCall.WIP که در طول شبیه‌سازی عبارت خواهد بود از تعداد کل تماسهای فنی محصول ۱ که در جریان هستند به عنوان تماس ورودی و چه به عنوان تماسهایی که به خارج از سازمان برای رسیدگی بیشتر فرستاده شده‌اند. هم‌چنین ما چیدمان انیمیشن را به نحوی تغییر می‌دهیم که نمایش ناحیه‌ی رسیدگی به تماس‌ها در خارج از سازمان امکان‌پذیر باشد و بدین منظور ما یک متغیر WIP به نام NSTO(BackofficeResearchStorage) را اضافه می‌نماییم، NSTO تابعی داخلی در اوتدا است که تعداد موجودیت‌های موجود در انباره‌ی تعریف شده در آرگومان تابع را بر می‌گرداند.

ما سه صف جدید نیز در بخش پشتیبانی فنی اضافه کردیم تا تماس‌های برگشتی در انتظار خدمت‌دهی را نمایش دهیم. چنین صفی برای ناحیه‌ی Tech1 عبارت است از SeizeTechAgentType1.Queue. هم‌چنین برای نمایش تماس‌های برگشتی که تحت بررسی و رسیدگی در ناحیه‌ی جدید در خارج از سازمان هستند یک انباره به نام

BackofficeResearchStorage به انیمیشن اضافه کرده‌ایم. تغییر نهایی عبارت است از افزودن منابع جدید برای کارمندان جدید بخش پشتیبانی فنی. ما چاریتی را از لیست منابع انتخاب و کتابخانه‌ی تصاویر اداری را با Office.plb بار می‌کنیم. در آنجا تصویری از یک فرد یافت می‌شود که پشت میز نشسته و تصویر دوم همان فرد را در حال مکالمه با تلفن نشان می‌دهد. ما تصویر نخست را برای حالت بیکار و تصویر دوم را برای وضعیت مشغولی منبع استفاده کرده‌ایم. برای وضعیت غیر فعال، از همان تصویر نخست، شخص پشت میز را حذف می‌کنیم. سپس پنجره‌ی مربوطه را بسته و تصویر منبع را بر روی انیمیشن قرار می‌دهیم. بعد از تنظیم اندازه‌ی تصویر منبع بر روی صفحه، ما از یک کادر متنی برای برچسب گذاشتن روی تصویر استفاده کرده‌ایم. ما یک کپی از این اشیاء تهیه کرده و شناسه‌ی آن را جهت استفاده برای تصویر نووا تغییر می‌دهیم. همین کار را برای تیرنی تکرار می‌کنیم ولی رنگ پیراهن مشخص پشت میز را در وضعیت‌های بیکار و مشغول تغییر می‌دهیم. برنامه و طرح ما عبارتست از استفاده‌ی رنگهای متفاوت برای پیراهن اپراتورهاست به طوری که قابلیت‌های متفاوت کارکنان بخش پشتیبانی را نمایش دهیم. نمای نهایی انیمیشن مدل در نزدیکی دقیقه‌ی ۳۴:۰۷ از شبیه‌سازی شبیه به شکل ۱۸-۵ می‌باشد. در گزارشات Category Overview با توجه به شماره‌های موجود در بخش User Specified مشاهده می‌کنیم که اکثر تماس‌های رد شده بین ساعت پنجم تا هشتم شبیه‌سازی رخ داده است (مناظر است با ابتدای ظهر تا ۴ بعدازظهر). بنابراین در این بازه‌ی زمانی می‌توانید نیرو اضافه کرد (البته از آنجا که تنها یک تکرار در این مدل در نظر گرفته شده‌است، چنین نتیجه‌ای از نظر آماری مورد شک قرار دارد) در آینده روش‌های معتبرتر و سازمان یافته‌تری از نظر آماری در فصل ۶ مورد بحث قرار خواهند گرفت.



شکل ۱۸-۵: انیمیشن مدل ۲-۵

۵-۶- مدل ۳-۵: مرکز تماس پیشرفته به همراه شاخص‌های عملکردی بیشتر در حالی که مدل ۲-۵ شاخص‌های عملکردی فراوانی را بعنوان خروجی ایجاد می‌کرد ولی از نظر اقتصادی دیدگاه کلی و مناسبی را ارائه نمی‌دهد تا بتوان حالات مختلف طراحی سیستم را در ضمن آن مقایسه کرد. بسیاری از مطالعات شبیه‌سازی بر کاهش هزینه تمرکز دارند (در حالت ایده‌آل، کمینه‌سازی هزینه) بنابراین ما یک شاخص هزینه‌ای کل بعنوان خروجی اصلی تعریف خواهیم کرد. در همین حال ما برخی ویژگی‌ها را به مدل می‌افزاییم تا امکان مقایسه‌ی آلترناتیوها و جستجوی حالت بهینه فراهم آید. هم چنین برای دستیابی به دقت آماری بیشتر، پنج تکرار برای شبیه‌سازی در نظر گرفتیم که به نوعی نشان‌دهنده‌ی یک هفته کاری می‌باشد. در نتیجه بر هزینه‌های هفتگی تمرکز خواهیم داشت.

دو ناحیه‌ی اساسی در مدل وجود دارد که هزینه در آن نمایان می‌شود: (۱) هزینه‌های منابع و کارکنان که نسبتاً محسوس و بسادگی قابل اندازه‌گیری می‌باشد و (۲) هزینه‌های ناشی از خدمت‌دهی ضعیف به مشتریان که تا حدی غیر مشخص و به دشواری قابل سنجش می‌باشد. ما این دو هزینه را به طور جداگانه بررسی خواهیم کرد.

نخست نگاهی می‌اندازیم به هزینه‌های منابع و کارکنان که برخی از آن‌ها را در مدل ۲-۵ تعریف کردیم ولی استفاده نشد. در ماژول Resource مدل ۲-۵، هزینه‌ی ۲۰ دلار در ساعت برای کارکنان بخش فروش و ۱۸ تا ۲۲ دلار در ساعت برای کارکنان بخش پشتیبانی فنی تعریف کردیم که بسته به سطح آموزش و انعطاف‌پذیری آنان متفاوت است. صرف نظر از این که کارکنان بیکار یا مشغول باشند، هر گاه آن‌ها طبق برنامه زمانی خود حاضر باشند، این هزینه پدیدار خواهد شد. با استفاده از اطلاعات کارکنان که در بخش ۵-۵ تشریح شد (و در دیتا ماژول Schedule مدل ۲-۵ تعریف شد) هزینه‌های جاری هفتگی برای کارکنان عبارتست از:

مجموع کارکنان فروش:

$$\left(\frac{\text{دلار}}{\text{هفته}}\right) = 4500 = \left(\frac{\text{روز}}{\text{هفته}}\right) \times 5 \times \left(\frac{\text{دولار}}{\text{ساعت}}\right) \times 20 \times \left(\frac{\text{ساعت}}{\text{روز}}\right) \times 45$$

کارکنان بخش پشتیبانی فنی:

$$\left(\frac{\text{دلار}}{\text{هفته}}\right) = 5760 = \left(\frac{\text{روز}}{\text{هفته}}\right) \times 5 \times \left(\frac{\text{دولار}}{\text{ساعت}}\right) \times 18 \times \left(\frac{\text{ساعت}}{\text{روز}}\right) \times 8 \times (\text{تقر})$$

$$\left(\frac{\text{دلار}}{\text{هفته}}\right) = 800 = \left(\frac{\text{روز}}{\text{هفته}}\right) \times 5 \times \left(\frac{\text{دولار}}{\text{ساعت}}\right) \times 20 \times \left(\frac{\text{ساعت}}{\text{روز}}\right) \times 8 \times (\text{تقر})$$

$$\left(\frac{\text{دلار}}{\text{هفته}}\right) = 1760 = \left(\frac{\text{روز}}{\text{هفته}}\right) \times 5 \times \left(\frac{\text{دولار}}{\text{ساعت}}\right) \times 22 \times \left(\frac{\text{ساعت}}{\text{روز}}\right) \times 8 \times (\text{تقر})$$

در مجموع هزینه‌ی جاری هفتگی معادل ۱۲۸۲۰ دلار خواهد شد.

در تلاش برای بهبود خدمت دهی، ما مدل را به نحوی تعمیم می‌دهیم که امکان استفاده از کارمند اضافی فراهم شود. با نگاهی به وضعیت شلوغی در ساعات مختلف از اجرای مدل ۲-۵ این طور به نظر می‌رسد که کمبود کارکنان جهت خدمت‌دهی اکثراً در بازه‌ی ابتدای ظهر تا ۴ بعدازظهر روی داده است. بنابراین ما این قابلیت را در مدل ایجاد می‌کنیم که در این بازه‌ی چهار ساعته بتوان به کارمندان بخش پشتیبانی فنی و فروش اضافه کرد. این بازه‌ی چهار ساعته متناظر است با دوره‌های زمانی پنجم تا هشتم از برنامه زمانی منابع.

جهت اضافه کردن تعدادی کارمند فروش که قابل تغییر و کنترل باشد، ما متغیری به نام New Sales بعنوان تعداد کارکنان اضافی که تعریف می‌کنیم که برای این بازه‌ی ۴ ساعته در هر روز با هزینه‌ی ۱۷ دلار در ساعت استخدام می‌شوند. بنابراین هر کارمند اضافی ۲۰ ساعت در هفته کار خواهد کرد و در نتیجه هزینه‌ی اضافی برابر  $20 \times \left(\frac{17}{20}\right) = 17$  دلار برای هر کارمند جدید در بخش فروش خواهد بود. جهت قرار دادن کارمندان جدید فروش در مدل، ما ردیف مربوط به برنامه زمانی Sales Schedule را در دیتا مازول Schedule ویرایش می‌نماییم. از آنجا که ما از متغیر New Sales استفاده کردیم، نمی‌توان از طریق ویرایشگر گرافیکی، برنامه زمانی را تغییر داد بلکه می‌بایست از پنجره‌ی مربوطه (و یا نمای صفحه گسترده) این تغییرات را اعمال کرد. با راست کلیک کردن بر روی ردیف Sales Schedule و انتخاب گزینه‌ی Edit via Dialog پنجره‌ی فوق قابل دسترسی است. تصویر ۳۴-۵ نشان‌دهنده‌ی بخشهایی است که شامل تغییرات شده‌اند. به طور قطع، اگر ما متغیر New Sales را برابر صفر قرار دهیم، برنامه زمانی همانند مدل پایه خواهد شد.

ما از یک رویکرد مشابه برای افزودن افراد پشتیبانی فنی در دوره‌ی زمانی محدود بین ۱۲ ظهر تا ۴ بعدازظهر پیروی می‌کنیم. برای افزودن افراد اضافی در این بخش که بتوانند به محصولات نوع ۱، ۲ و ۳ تخصیص داده شوند، به ترتیب متغیرهای New tech1، New tech2 و New tech3 تعریف شده‌اند و متغیر New tech all افراد اضافی در این بخش می‌باشند که قابلیت رسیدگی به تمامی انواع محصولات را دارند. ما تمامی کارمندان مربوط به محصولات نوع ۱ را لری (Larry)، نوع ۲ را مو (Moe) و نوع ۳ را کورلی (Curly) و نهایتاً افراد مربوط به سه محصول را هرمان (Hermann) می‌نامیم. چهار منبع جدید در دیتا مازول Resource اضافه می‌شود تا بتوان این منابع و دستمزد ساعتی آن‌ها را تعریف کنیم (۱۶ دلار برای لری، مو، کورلی و ۱۸ دلار برای هرمان). هم‌چنین جهت بیان کردن مهارت‌های این افراد، ما از طریق دیتا مازول Set لری را به مجموعه‌ی

Product1، مو را به مجموعه‌ی Product2، کورلی به مجموعه‌ی Product3 و هرمان را در هر سه مجموعه‌ی مذکور اضافه می‌کنیم. برنامه‌ی زمانی لری در تصویر ۳۵-۵ و دیگر افراد نیز مشابه همین برنامه می‌باشد. همانند برنامه زمانی فروش، این برنامه‌ها نیز از طریق پنجره‌ی Dialog (و یا صفحه گسترده) قابل ویرایش است و نه از طریق ویرایشگر گرافیکی زیرا برنامه‌های زمانی مذکور شامل متغیر می‌باشند. هم‌چنین ما برای لری، مو و کورلی  $16 \times 4 = 64$  دلار در هفته و برای هرمان  $17 \times 4 = 68$  دلار در هفته هزینه متحمل خواهیم شد.

| Name                      | Sales Schedule   |
|---------------------------|------------------|
| Type                      | Capacity         |
| Time Units                | Halfhours        |
| Value(Capacity), Duration | 1, 2             |
| Value(Capacity), Duration | 3, 2             |
| Value(Capacity), Duration | 4, 3             |
| Value(Capacity), Duration | 5, 1             |
| Value(Capacity), Duration | 5 + New Sales, 1 |
| Value(Capacity), Duration | 6 + New Sales, 2 |
| Value(Capacity), Duration | 5 + New Sales, 3 |
| Value(Capacity), Duration | 6 + New Sales, 2 |
| Value(Capacity), Duration | 6, 1             |
| Value(Capacity), Duration | 5, 1             |
| Value(Capacity), Duration | 3, 2             |
| Value(Capacity), Duration | 2, 2             |

تصویر ۳۴-۵: کادر محاوره‌ای مربوط به برنامه زمانی تغییر یافته در بخش فروش مدل ۳-۵

اکنون به سراغ دسته‌ی دیگری از هزینه‌های سیستم می‌رویم که به هزینه‌های وارد شده به دلیل منتظر گذاشتن مشتریان مربوط می‌شود و به‌طور واضح با هزینه‌های کارمندان و منابع رابطه‌ای معکوس خواهد داشت. ما می‌توانیم از این مدل جهت بررسی این توازن و حتی شاید برای بهینه‌سازی آن استفاده کنیم. در عمل بیان کمی این نوع از هزینه‌های عدم رضایت مشتری دشوار می‌باشد. بنابراین می‌بایست به گزارشات مشتریان و تکنیک‌هایی نظیر رگرسیون تکیه کنیم تا بتوانیم نتایج را در قالب اعداد به دست آوریم.

ما فرض می‌کنیم که اکثر مردم هنگام سروکار داشتن با یک مرکز تماس به اندازه‌ی کافی تحمل اندکی انتظار و معطلی را دارند ولی در برخی حالات مردم عصبانی شده و سیستم متحمل هزینه خواهد شد. برای تماس‌های بخش فنی این آستانه‌ی تحمل ۳ دقیقه، در تماس‌های فروش ۱ دقیقه و برای تماس‌های وضعیت سفارشات برابر ۲ دقیقه می‌باشد. پس از رد شدن این آستانه‌ی تحمل در هر بخش از سیستم، به ازای هر دقیقه، در بخش فنی ۳۴/۶ سنت، در بخش فروش ۸۱/۸ و در بخش وضعیت سفارشات ۳۴/۶ سنت هزینه متحمل خواهیم شد. برای هر نوع از تماس‌های تکمیل شده، زمان‌های انتظار اضافی در صف (همان زمان‌های انتظار بیش از حد مجاز در صف) را از طریق یک مازول Assign در یک متغیر جدید جمع می‌کنیم. هم‌چنین موجودیت‌ها زمانی از این مازول عبور می‌کنند که فرایند خدمت‌دهی آن‌ها کامل شده باشد.

| Name             | New Res Cost                            |
|------------------|-----------------------------------------|
| Expression Value | New Sales*340                           |
|                  | +(New Tech1+New Tech 2 +New Tech 3)*320 |
|                  | +New Tech All*360                       |
|                  | +98*MR(Trunk Line)                      |

تصویر ۳۶-۵: عبارت مربوط به هزینه‌ی منابع جدید در مدل ۳-۵

تصویر ۳۷-۵ این مازول Assign جدید را برای تماس‌های بخش پشتیبانی فنی نشان می‌دهد. مازول‌های دو بخش دیگر نیز مشابه این مازول می‌باشند (ما این مازول را با رنگ نارنجی مشخص کردیم تا بتوانید آن را براحتی در مدل بیابید). توجه داشته باشید که ENTITY.WAITTIME یک خصیصه‌ی داخلی ارنّا است که در طول شبیه‌سازی به‌طور خودکار مجموع تمامی زمان‌های انتظار در صف برای یک موجودیت و هم‌چنین سایر تأخیراتی با عنوان انتظار (Wait) تخصیص داده شده‌اند را در خود ذخیره می‌کند. در این مدل مقدار خصیصه‌ی فوق دقیقاً همان است که مد نظر ماست. زیرا تأخیراتی از نوع مذکور در این مدل وجود نداشته و هم‌چنین هیچ زمان انتظار در صفی به‌جز انتظار برای پاسخ‌دهی به تماس‌ها تعریف نشده‌است. (محاسبه‌ی ENTITY.WAITTIME

آخرین راه برای تغییر در ترکیب منابع عبارتست از تغییر تعداد خطوط تلفن که پیش از این برابر مقدار ثابت ۲۶ بود. منبع TrunkLine در دیتا مازول Resource بعنوان یک منبع با ظرفیت ثابت تعریف شده‌است پس اگر بخواهیم تعداد خطوط تلفن را تغییر دهیم فقط کافیست ورودی مربوط به ظرفیت ثابت را در همان مازول عوض کنیم. جهت ایجاد هزینه‌ی مرتبط با هر کدام در این خطوط جدید به‌طور یکنواخت ۹۸ دلار در هفته هزینه خواهیم داشت که بر طبق قرارداد، شامل استفاده‌های محلی و با فاصله‌ی زیاد از این خطوط می‌باشد.

جهت تجمع هزینه‌های جدید منابع متغیری جدید بنام NewResCost تعریف می‌کنیم. تصویر ۳۶-۵، داده‌ی مربوط به این متغیر را در دیتا مازول Expression نشان می‌دهد. تمامی اجزای عبارت فوق پیش از این بحث شده‌اند به‌جز MR(TrunkLine) که تابعی داخلی در ارنّا است و نشان‌دهنده‌ی تعداد واحد منبع تعریف شده در آرگومان این تابع است. توجه داشته باشید که مقدار این عبارت ریاضی به آنچه که در حین شبیه‌سازی روی می‌دهد، بستگی ندارد و تنها در پایان شبیه‌سازی برای محاسبه‌ی شاخص‌های عملکردی سیستم به کار می‌آید.

| Name                      | Larry Schedule |
|---------------------------|----------------|
| Type                      | Capacity       |
| Time Units                | Halfhours      |
| Value(Capacity), Duration | 0.8            |
| Value(Capacity), Duration | New Tech 1, 8  |
| Value(Capacity), Duration | 0.6            |

تصویر ۳۷-۵: پنجره‌ی برنامه زمانی لری در مدل ۳-۵