

به نام خدا

پیاده سازی مقاله

## **Arena Simulation of Multi-Level Medicine Inventory Control In Hospital Pharmacy**

به عنوان پروژه درس: زبان های شبیه سازی

دانشجویان:

علیرضا عشقی 99207446

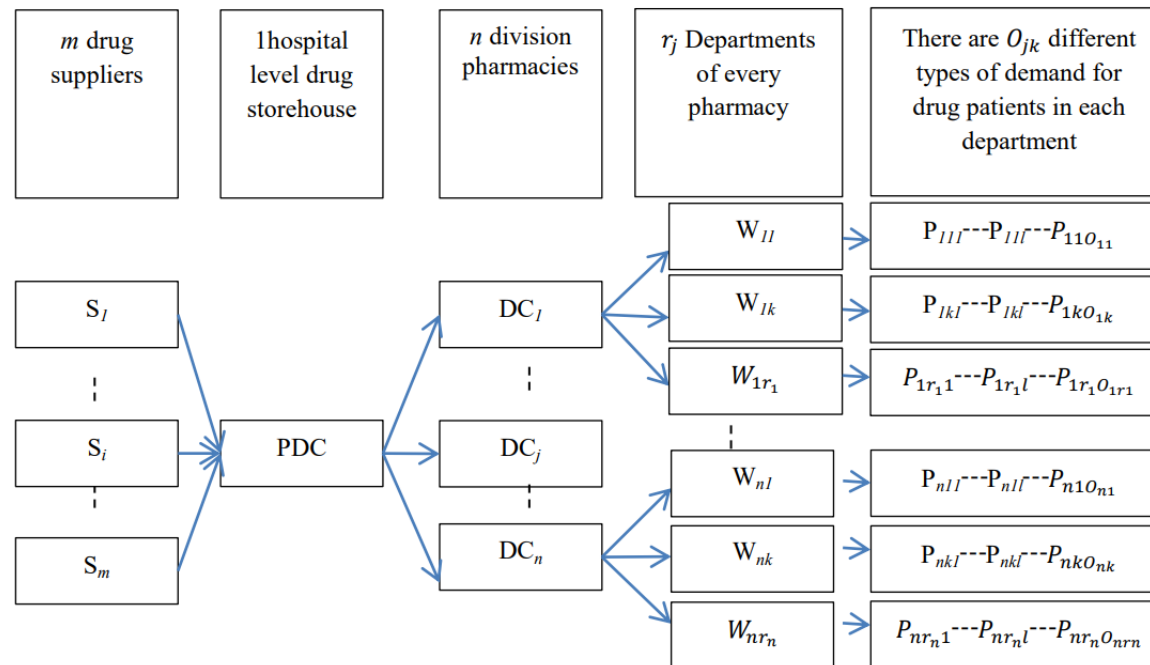
سینا فیضی کریم آبادی 99207468

## فعالیت‌های انجام شده:

### 1- تعریف مسئله:

سیستم چندلایه انبارداری و ارائه‌ی دارو در یک بیمارستان شامل تعدادی تامین کننده می‌باشد که با  $S$  نشان داده می‌شوند، یک انبار اصلی داروی بیمارستان که با PDC نشان داده می‌شود. تعدادی داروخانه که با DC نشان داده شده و هر کدام به چند بخش مختلف خدمات ارائه می‌دهند. این بخش‌های مختلف را با  $W$  نشان می‌دهیم که در هر کدام تعدادی بیمار وجود دارد که با  $P$  نشان می‌دهیم.

شکل کلی این سیستم چندلایه را در تصویر زیر مشاهده می‌کنید:



**Figure 1. Structure of Multi-Level Medicine Inventory Control System**

طبق شکل بالا هر بخش (W) باید نیازهای دارویی بیماران خود را تامین کند، (توجه کنید که داروهای اورژانسی همیشه در بخش‌ها موجود بوده و از سیستم تامین کالاها و خدمات اورژانسی پیروی می‌کند که در این مدل به آن نمی‌پردازیم.) بدین صورت که هر بخش روزانه نیازهای دارویی خود را که توسط پرستاران و تیم پزشکان جمع‌آوری شده اند، به داروخانه‌ی (DC) مربوط به بخش خود می‌فرستد و داروخانه‌ی بلافاصله پس از تامین و دریافت داروها، آنها را مستقیم به بخش تحویل می‌دهد. اگر بین تقاضا و موجودی داروها در داروخانه‌ها (DC) عدم تعادلی به وجود آید، درخواست اصلاح و جبران آن به انبار اصلی داروی بیمارستان (PDC) فرستاده شده و با توجه به نیروی و فضای در دسترس در انبار اصلی، تقاضاها اولویت بندی و انجام می‌شوند. انبار اصلی تقاضاها را برای تامین کنندگان فرستاده و داروها را از آنها تحویل می‌گیرد.

موارد زیر را برای ایجاد امکان شبیه‌سازی و حفظ کلیت مدل در مدلسازی به صورت پیش‌فرض در نظر می‌گیریم:

- تمام شدن موجودی در سیستم مجاز نیست.
- تقاضاهای شبیه هم را یکسان در نظر گرفته و به طور کلی تقاضاها را از چند توزیع احتمالی معروف در نظر می‌گیریم.
- بین تقاضاهای داروی بیماران و بخش‌های مختلف همبستگی در نظر نمی‌گیریم.
- هر سفارش-تقاضا میتواند توسط یک یا چند تامین‌کننده، تامین گردد.
- با توجه به شرایط تقاضا و بزرگی سفارش، داروهای مختلف را میتوان در شبیه‌سازی ترکیب کرده و به عنوان یک نوع دارو در نظر گرفت.
- فرض می‌کنیم انبار اصلی داروی بیمارستان بعد از دریافت سفارش داروها و پس از یک زمان مشخص میتواند تقاضا را تامین کرده و تحویل دهد.

هدف بهینه‌سازی سفارشات و موجودی‌ها در این مسئله و با در نظر گرفتن این فرضیات است.

## 2- مدلسازی ریاضی مسئله:

### نمادها:

$S_i$ : نشان دهنده‌ی  $i$  مین تامین کننده می‌باشد.  $i=1,2,\dots,m$

PDC: نشان دهنده‌ی انبار اصلی داروی بیمارستان است.

$DC_j$ : نشان دهنده‌ی  $j$  مین داروخانه‌ی بیمارستان است.  $j=1,2,\dots,n$

$W_{jk}$ : نشان دهنده‌ی  $k$  مین بخشی است که توسط داروخانه‌ی  $j$  تامین می‌شود.  $j=1,2,\dots,n$   $k=1,2,\dots,r_j$

$P_{jkl}$ : نشان دهنده‌ی بیمار  $l$  در بخش  $k$  است.  $l=1,2,\dots,o_{jk}$

$RQP_{jkl}(t)$ : نشان دهنده‌ی تقاضای داروی بیمار  $l$  در بخش  $k$  در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$RQW_{jk}(t)$ : نشان دهنده‌ی تقاضای داروی بخش  $k$  در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$RQ_j(t)$ : نشان دهنده‌ی تقاضای داروی تمامی بخش‌های داروخانه‌ی  $j$  در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$RQ(t)$ : نشان دهنده‌ی تقاضای داروی تمامی بیماران بیمارستان در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$IQ_j(t)$ : نشان دهنده‌ی موجودی داروی (بخش‌های) داروخانه‌ی  $j$  در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$OQ_j(t)$ : نشان دهنده‌ی میزان سفارش داروی (بخش‌های) داروخانه‌ی  $j$  در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$TOQ(t)$ : نشان دهنده‌ی کل میزان سفارش داروی دریافت شده انبار مرکزی بیمارستان (از داروخانه‌ها) در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$IQ_{PDC}(t)$ : نشان دهنده‌ی موجودی داروی انبار مرکزی بیمارستان در انتهای دوره  $t$  می‌باشد.

$IQ_{pdc}(t)$ : نشان دهنده‌ی میانگین موجودی داروی انبار مرکزی بیمارستان در طول دوره  $t$  می‌باشد.

$TRQ(t)$ : نشان دهنده‌ی کل تقاضای داروی بیماران در لحظه‌ی  $t$  است.

$EOQ_{pdc}(t)$ : نشان دهنده‌ی میزان سفارش داروهای اورژانسی انبار مرکزی بیمارستان در لحظه‌ی  $t$  است.

$NOQ_{pdc}(t)$ : نشان دهنده‌ی میزان سفارش داروهای عادی انبار مرکزی بیمارستان در لحظه‌ی  $t$  است.

$N_E$ : نشان دهنده‌ی تناوب سفارش داروهای اورژانسی توسط انبار مرکزی بیمارستان است.

$N_N$ : نشان دهنده‌ی تناوب سفارش داروهای عادی توسط انبار مرکزی بیمارستان است.

هزینه کنترل موجودی داروهای بیمارستان شامل 3 پارامتر است؟ توزیع و فراوانی سفارشات، هزینه سفارشات و هزینه انبارداری داروهای موجود. با توجه به این مهم، در تابع هدف این پارامترها را لحاظ می‌کنیم:

1. هزینه کنترل موجودی مربوط به انبار اصلی بیمارستان:

$C_{1E}$ : هزینه تحویل هر واحد داروی اورژانسی به انبار اصلی بیمارستان

$C_{1N}$ : هزینه تحویل هر واحد داروی عادی به انبار اصلی بیمارستان

$C_{2E}$ : هزینه سفارش هر واحد داروی اورژانسی توسط انبار اصلی بیمارستان

$C_{2N}$ : هزینه سفارش هر واحد داروی عادی توسط انبار اصلی بیمارستان

$C_3$ : هزینه انبارداری هر واحد داروی موجود در انبار اصلی بیمارستان

$DCE_{pdc}$ : هزینه تحویل داروهای اورژانسی به انبار اصلی بیمارستان

$DCN_{pdc}$ : هزینه تحویل داروهای عادی به انبار اصلی بیمارستان

$OCE_{pdc}$ : هزینه سفارش داروهای اورژانسی توسط انبار اصلی بیمارستان

$OCN_{pdc}$ : هزینه سفارش داروهای عادی توسط انبار اصلی بیمارستان

$IC_{pdc}$ : هزینه انبارداری انبار اصلی بیمارستان

2. هزینه کنترل موجودی مربوط به هر داروخانه‌ی بیمارستان:

$C_4$ : هزینه تحویل هر واحد دارو به هر کدام از داروخانه‌ها

$C_5$ : هزینه هر بارسفارش دارو توسط هر کدام از داروخانه‌ها

$C_6$ : هزینه نگهداری هر واحد دارو توسط هر کدام از داروخانه‌ها

$DC_j$ : هزینه تحویل داروهای داروخانه‌ی  $j$ م

$OC_j$ : هزینه سفارش داروهای داروخانه‌ی  $j$ م

$IC_j$ : هزینه انبارداری داروهای داروخانه‌ی  $j$ م

$TC$ : کل هزینه سالیانه کنترل موجودی داروهای بیمارستان

### 3- روابط اصلی:

میزان کل تقاضای داروی بیماران یک بخش برابر با تقاضای داروی آن بخش و میزان کل تقاضای داروی بخش‌های تحت نظر یک داروخانه، برابر تقاضای داروی آن داروخانه است، بنابراین داریم:

$$RQ_{jk}(t) = \sum_{l=1}^{O_{jk}} RQ_{jkl}(t)$$

$$RQ_j(t) = \sum_{k=1}^{r_j} RQ_{jk}(t)$$

$$RQ(t) = \sum_{j=1}^n RQ_j(t) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{r_j} \sum_{l=1}^{O_{jk}} RQ_{jkl}(t)$$

$$IQ_j(t+1) = IQ_j(t) - RQ_j(t)$$

با توجه به اینکه اتمام موجودی دارو در داروخانه‌های بیمارستان مجاز نمی‌باشد، یعنی  $IQ_j(t) > 0$ ، بنابراین مدل کنترل موجودی داروخانه‌های بیمارستان  $(SS, QMAX)$  است. در فواصل زمانی مشخص (یک روزه) سطح انبار داروخانه‌های بیمارستان بررسی می‌شود. اگر مقدار موجودی کمتر از حد اطمینان  $(SS_j)$  باشد، سیستم سفارش جبران موجودی را تا حد  $QMAX_j(t)$  صادر می‌کند. فرض کنیم  $U_j(t)$  نشان دهنده‌ی این باشد که داروخانه‌ی  $j$ م در انتهای زمان  $t$  سفارش موجودی را صادر کرده است یا خیر. بنابراین داریم:

$$U_j(t) = \begin{cases} 1 & IQ_j(t) \leq SS_j \\ 0 & IQ_j(t) > SS_j \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{Need order} \\ \text{Don't need order} \end{matrix}$$

تعداد سفارشات تحویلی از جانب انبار مرکزی بیمارستان به داروخانه‌های بیمارستان در انتهای لحظه‌ی  $t$  برابر است با:

$$DN(t) = \sum_{j=1}^n U_j(t)$$

همچنین مقدار هر یک از این سفارشات تحویلی برای هر کدام از داروخانه‌ها برابر است با:

$$DQ(t) = QMAX_j(t) - IQ_j(t)$$

مشخص است که سطح موجودی هر داروخانه که دارو سفارش می‌دهد، به حد ماکزیمم خود یعنی  $QMAX_j(t)$  می‌رسد.

سفارش دادن دارو از تامین کنندگان بالادستی و دریافت این سفارشات با مدل دوره‌های سفارش با فاصله‌ی زمانی ثابت انجام می‌شود. مدل  $(T, S)$  سطح موجودی را در دوره‌های زمانی مشخص (هفتگی) بررسی کرده و سپس مقدار سفارش را بر اساس مقدار تخمینی تقاضای بیمارستان  $QMAN_{PDC}$  (که خود بر اساس سطح باقیمانده موجودی و نیز به صورت تجربی مشخص می‌شود) تعیین می‌کند. سفارشی که در انتهای هر هفته انجام می‌شود قرار است که تقاضای داروخانه‌های بیمارستان را در هفته‌ی بعدی تامین کند.

$$PQ(\alpha) = S_{PDC} - IQ_{PDC}(\alpha)$$

میزان خرید انبار مرکزی بیمارستان از تامین کنندگان بالادستی در هفته‌ی  $\alpha$ فا:

پس از دریافت سفارش انبار مرکزی بیمارستان، این تقاضا مشترکاً توسط  $m$  تامین کننده، تامین می‌شود. با فرض  $DS_i(\alpha)$  به عنوان مقدار تامین شده

$$\sum_{i=1}^m DS_i(\alpha) \geq PQ(\alpha)$$

توسط تامین کننده‌ی  $\alpha$ م در هفته‌ی  $\alpha$ م داریم:

#### 4- هدف سیستم:

هدف سیستم کنترل موجودی این است که: اتمام موجودی اتفاق نیفتد و همچنین مقدار متوسط سطح موجودی و هزینه کل کنترل موجودی داروهای بیمارستان کمینه شود.

هزینه‌های مربوط به کنترل موجودی انبار مرکزی داروی بیمارستان شامل 3 بخش است:

- کل هزینه‌ی تحویل داروها:

$$DC_{pdc} = DCE_{pdc} + DCN_{pdc} = (C_{1E} * \sum_{t=1}^{365} EOQ_{PDC}(t)) + (C_{1N} * \sum_{t=1}^{365} NOQ_{PDC}(t))$$

- کل هزینه‌ی سفارش دهی:

$$OC_{pdc} = OCE_{pdc} + OCN_{pdc} = C_{2E} * N_E + C_{2N} * N_N$$

- کل هزینه‌ی نگهداری داروها:

$$IC_{pdc} = C_3 * IQ_{pdc}(t)$$

هزینه‌های مربوط به کنترل موجودی داروخانه‌ی زم بیمارستان شامل سه بخش است:

- هزینه‌ی تحویل:

$$DC_j = C_4 \times \sum_{t=1}^{365} OQ_j(t)$$

- هزینه‌ی سفارش دهی:

$$OC_j = C_5 \times \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^{365} U_j(t)$$



- هزینه نگهداری داروها:

$$IC_j = C_6 \times IQ_j(t)$$

کل هزینه سالانه کنترل موجودی داروهای بیمارستان برابر است با:

$$TC = DC_{pdc} + OC_{pdc} + IC_{pdc} + \sum_{j=1}^n (DC_j + OC_j + IC_j)$$

**-5 حل مسئله: (رویکرد ریاضی و روش حل)**

..... ادامه نوشته شود

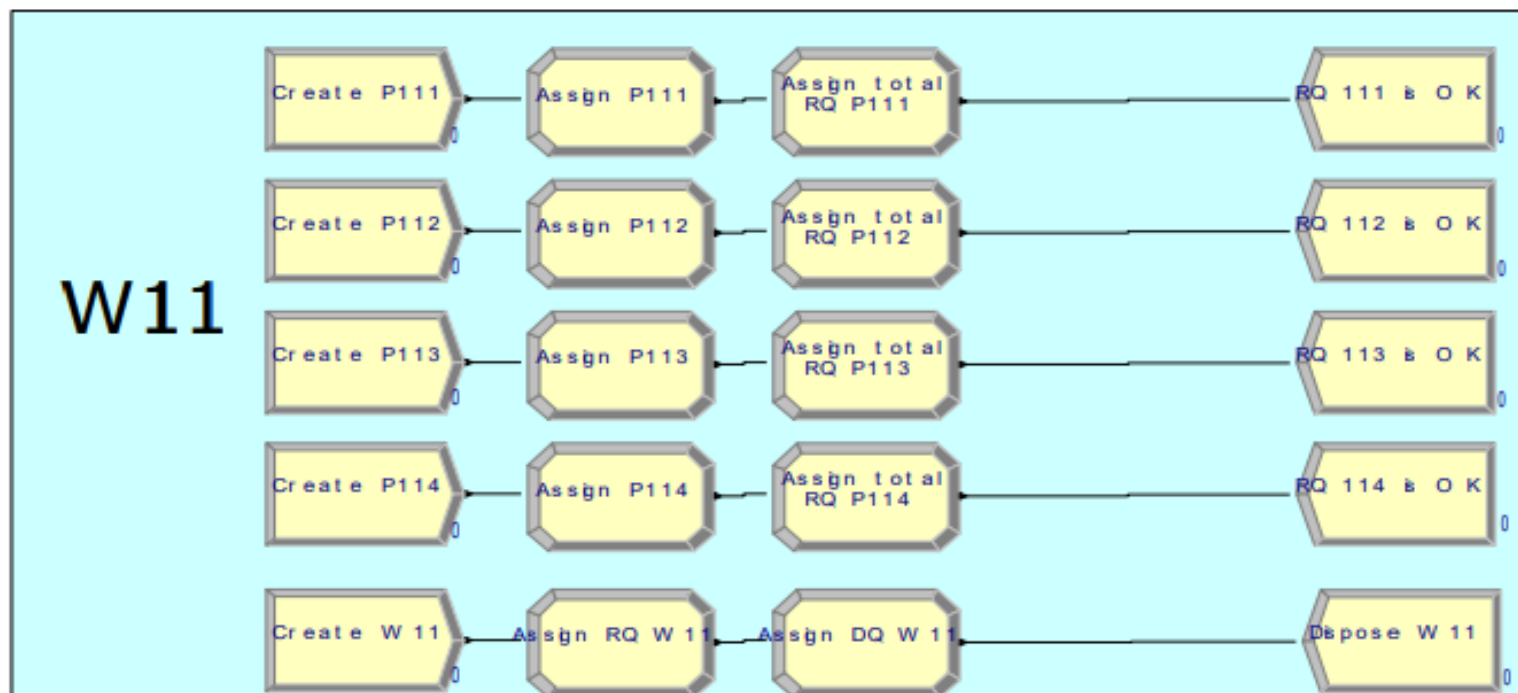
فعالیت‌های در حال انجام:

پیاده سازی مدل در نرم افزار ARENA:

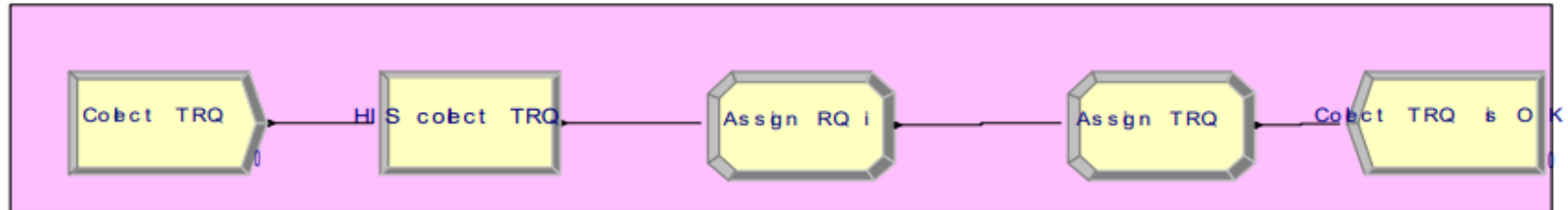
بخش DC<sub>1</sub> بیمارستان:

شبیه سازی بخش DC<sub>1</sub> در نرم افزار:

DC1



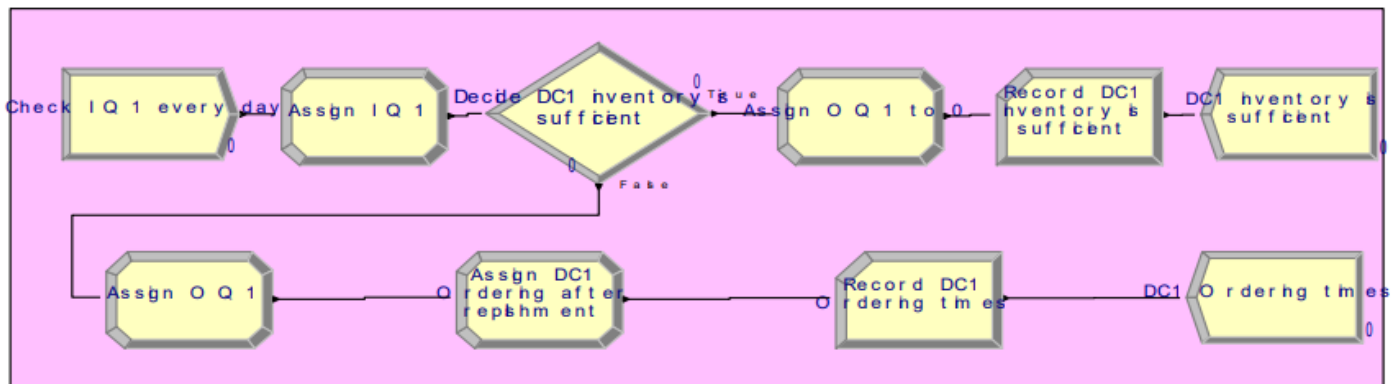
شبیه‌سازی آمار روزانه کل تقاضای داروی بخش Jk م:



شبیه‌سازی حد موجودی اطمینان و ماکزیمم موجودی هفتگی داروخانه‌ی Jm:

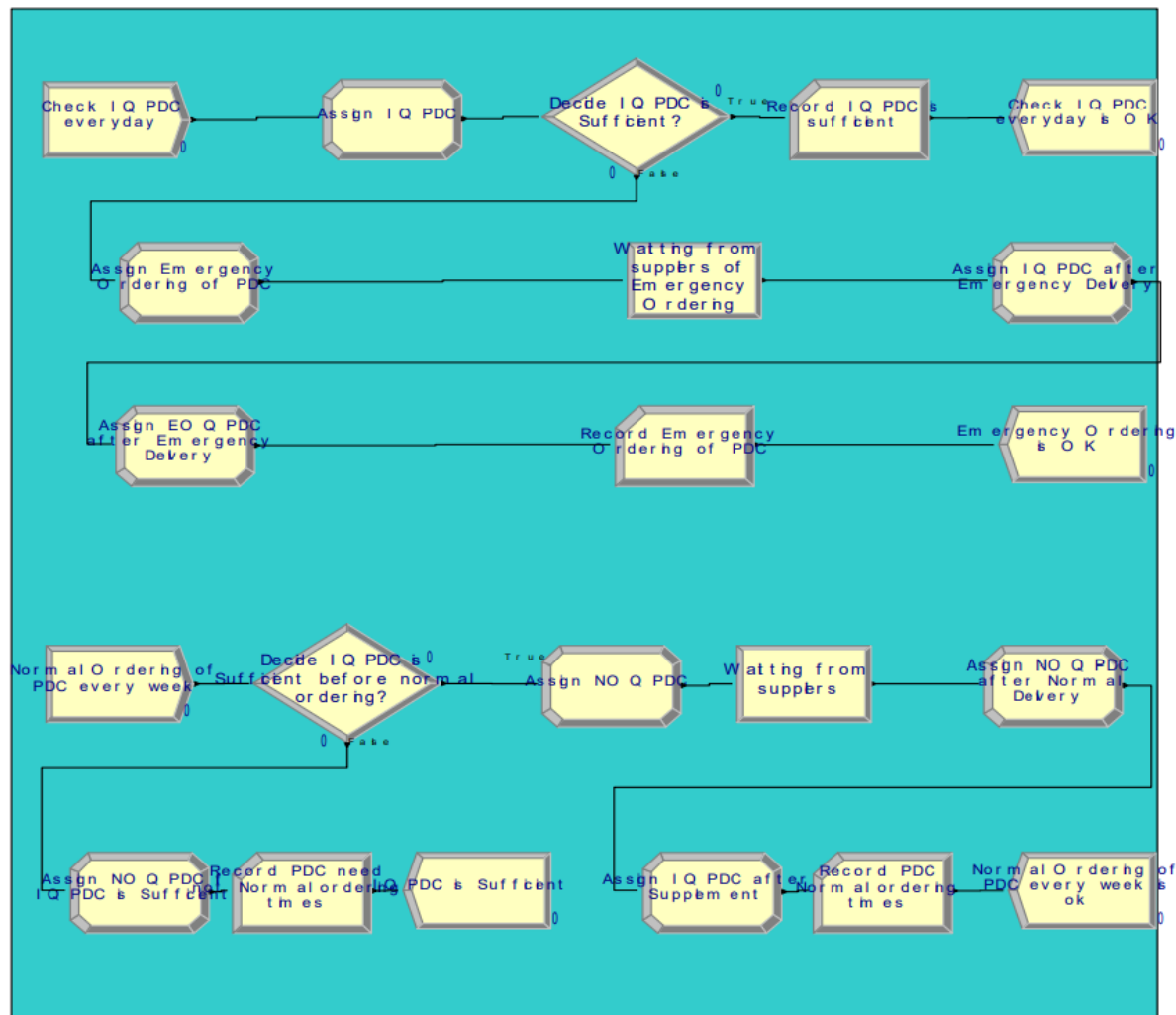


شبیه‌سازی بررسی روزانه و درخواست جبران موجودی داروخانه‌ی Jm:



## فعالیت‌های مقرر شده برای آینده:

شبیه سازی مدل کنترل موجودی انبار اصلی داروی بیمارستان:



تعیین توابع توزیع ایجاد درخواست‌های دارو توسط بیماران (تیم پزشکی)

کد نویسی جهت خواندن و استفاده از مقادیر روزانه‌ی درخواست بخش‌های مختلف

کد نویسی جهت ارتباط دادن مقدار درخواست‌ها و موجودی‌ها و در نتیجه ایجاد درخواست سفارش در نقاط اطمینان موجودی